

## ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) PADA RAMBUT PEMULUNG DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) SUKAWINATAN PALEMBANG

Ita Emilia<sup>1</sup>, Yunita Panca Putri<sup>2\*</sup>, Helfa Septinar<sup>3</sup>, Dwi Warsari<sup>4</sup>, M. Hapiz Hermansyah<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup> Program Studi Sains Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas PGRI Palembang

<sup>3</sup> Program Studi Budidaya Ikan, Fakultas Perikanan dan Kelautan  
Universitas PGRI Palembang

<sup>4</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas PGRI Palembang

\*e-mail: [yunita\\_pp12@yahoo.co.id](mailto:yunita_pp12@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

Lead (Pb) is a heavy metal included in the category of B3 waste (Hazardous and Toxic Materials). The work environment related to waste management activities can cause lead accumulation in hair specimens of officers or scavengers, because hair can be used as a bioindicator of heavy metal pollution. The purpose of this study was to assess the levels of lead (Pb) in the hair of scavengers at the Sukawinatan Final Disposal Site (TPA), Palembang City. The research method was a survey of scavengers, followed by hair sampling. Interviews with scavengers using a questionnaire. Measurement of Pb levels using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) at the Analytical Chemistry Laboratory, Sriwijaya University (UNSRI) Inderalaya. The data obtained were analyzed descriptively. The results showed that the lead levels in the hair of five scavengers ranged from 5.53 ppm to 34.68 ppm. The highest level was found in scavenger 3, namely 34.68 ppm, which has exceeded the maximum limit set by the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 1406/MENKES/SK/XII/2002, namely above 10 ppm.

**Key words:** Lead, Waste Scavengers, Landfill, Atomic Absorption Spectrophotometer.

### ABSTRAK

Logam timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang termasuk dalam kategori limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Lingkungan kerja yang berkaitan dengan aktivitas pengelolaan sampah dapat menyebabkan akumulasi timbal pada spesimen rambut petugas atau pemulung, karena rambut dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kadar timbal (Pb) pada rambut pemulung di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan, Kota Palembang, Metode penelitian berupa survey ke pemulung, selanjutnya dilakukan pengambilan sampel rambut. Wawancara kepada pemulung menggunakan kuisioner.



Pengukuran kadar Pb menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Spektrofotometer Serapan Atom/AAS) di Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Sriwijaya (UNSRI) Inderalaya. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar timbal pada rambut lima orang pemulung berkisar antara 5,53 ppm hingga 34,68 ppm. Kadar tertinggi ditemukan pada pemulung 3, yaitu 34,68 ppm, yang telah melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XII/2002, yaitu di atas 10 ppm.

**Kata kunci:** Timbal (Pb), Pemulung, TPA, Spektrofotometer Serapan Atom.

## PENDAHULUAN

Sampah dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dan menjadi masalah lingkungan yang signifikan karena berdampak tidak hanya pada ekosistem tetapi juga pada kesehatan manusia. Dampak tersebut mencakup pencemaran lingkungan, kematian hewan atau tumbuhan, serta munculnya penyakit yang ditularkan melalui vektor (Simatupang et al., 2021).

Sukawinatan merupakan TPA yang ada di Palembang terletak di Kelurahan Sukajaya, Kecamatan Sukarami, dengan luas lebih dari 25 hektar. TPA ini telah beroperasi sejak tahun 1994 dan hingga kini masih menggunakan metode *open dumping*, yaitu penumpukan sampah tanpa pengelolaan yang memadai (Firda et al., 2019). Sampah di TPA mengalami proses oksidasi dan dekomposisi, yang menghasilkan lindi akibat infiltrasi air hujan ke dalam tumpukan sampah (Carvajal & Gallo, 2019).

Daerah di TPA Sukawinatan secara global memiliki rata-rata curah hujan tahunan mencapai 954 mm. Air hujan turun setiap tahun sekitar 486.000 km<sup>3</sup> sebagai presipitasi, dengan 373.000 km<sup>3</sup> masuk ke sistem darat. Berdasarkan data Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II, intensitas curah hujan harian rata-rata tidak melebihi 31,5 mm per bulan (Rahmawati & Pranata, 2022). Lindi dari TPA umumnya mengandung berbagai ion anorganik, senyawa organik,

serta bahan berbahaya seperti amonia dan logam berat (Wijekoon et al., 2022). Kandungan logam berat dalam lindi dapat meliputi seng (Zn), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan kromium (Cr) (Ramadhan & Lestari, 2023).

Logam berat tersebut bersifat toksik dan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan jika terpapar dalam jangka panjang, seperti gangguan saraf (Pb), kerusakan ginjal (Cd), dan efek karsinogenik (Cr) (Balali-Mood et al., 2021). Lindi yang mengandung logam berat dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air tanah maupun ekosistem perairan, sehingga menyebabkan bioakumulasi dalam rantai makanan (Jaiswal et al., 2018).

Sekitar 100 orang pemulung melakukan aktivitas setiap hari di TPA Sukawinatan (Dewi Sartika et al., 2021). Para pemulung ini berpotensi terpapar bahaya dari lindi TPA yang dapat mengandung logam berat seperti timbal (Setyoningrum et al., 2014). Pekerjaan sebagai pemulung memiliki dampak positif dan negatif terhadap individu maupun lingkungan sekitar. Dari sisi individu, kegiatan ini memberikan sumber penghasilan yang sah tanpa harus melakukan tindakan menyimpang seperti mengemis atau mencuri. Dari sisi lingkungan, aktivitas pemulung membantu mengurangi volume sampah di perkotaan serta memilah sampah berdasarkan jenisnya, sehingga



mendukung peningkatan pengelolaan sampah. Namun, pekerjaan ini juga membawa risiko kesehatan yang tinggi karena pemulung bekerja dalam lingkungan yang tidak higienis dan hidup dalam kondisi yang meningkatkan kerentanan terhadap berbagai penyakit (Hafiza & Mawarpury, 2019).

Budiastuti et al., (2016), menjelaskan bahwa timbal (Pb) termasuk ke dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dapat menimbulkan risiko serius bagi makhluk hidup. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui berbagai jalur, seperti inhalasi (pernapasan), konsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi, serta tertelan secara tidak sengaja.

Rambut dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi keracunan timbal baik secara internal maupun eksternal (Sari et al., 2021). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2002) tentang Standar Pemeriksaan Kadar Timbal dalam Spesimen Biomarker Manusia, rambut, urin, dan darah merupakan spesimen yang sesuai untuk pengujian kadar timbal dalam tubuh.

Analisis timbal pada rambut dapat digunakan untuk mengukur tingkat keracunan, sebagai bioindikator pencemaran lingkungan, dan memiliki keunggulan dalam penyimpanan jangka panjang, bahkan dapat bersifat permanen. Rambut manusia tumbuh rata-rata setengah inci per bulan, sehingga sampel sepanjang tiga inci dapat mencerminkan kondisi tubuh dalam enam bulan terakhir (Sanna et al., 2007; Sukar & Suharjo, 2015). Berbeda dengan logam berat dalam urin dan darah yang cepat dieliminasi melalui metabolisme tubuh, analisis rambut lebih akurat karena logam berat bertahan lebih lama dalam rambut (Wilson, 2016).

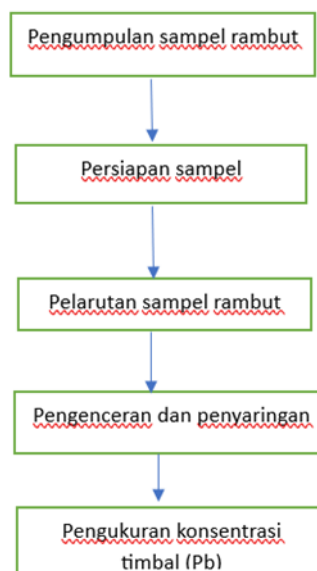
Penelitian Prasasti (2018), di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) Mulyorejo Surabaya menemukan kadar timbal dalam rambut pemulung berkisar antara 0,007–1,17 mg/Nm<sup>3</sup>. Meskipun kadar tersebut masih dalam batas normal, para pemulung sering melaporkan keluhan kesehatan seperti kelelahan, sesak napas, diare, penurunan nafsu makan, pusing, iritasi tenggorokan, penglihatan kabur, dan nyeri punggung. Selain itu, penelitian oleh Sari et al. (2021) terhadap 10 pemulung di TPS 3R Sutorejo Surabaya dengan metode *purposive sampling* menunjukkan kadar timbal dalam rambut mereka berkisar antara 0,108 µg/g hingga 0,239 µg/g.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini penting dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kandungan timbal (Pb) dalam rambut pemulung di TPA Sukawinatan. Penelitian ini bertujuan mengukur kadar Pb dalam rambut pemulung sebagai indikator paparan logam berat. Penelitian pendahuluan ini penting untuk memahami tingkat paparan Pb pada pemulung di lokasi tersebut. Hasilnya diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dan memberikan masukan untuk kebijakan yang dapat meningkatkan keselamatan dan kesehatan para pemulung.

## **METODE**

Metode penelitian berupa survey, diikuti dengan pengambilan sampel rambut pemulung di TPA Sukawinatan dan juga dilakukan wawancara menggunakan kuisioner. Sampel rambut diukur kandungan Pb di Laboratorium Analisis Kimia, Universitas Sriwijaya (UNSRI), Inderalaya menggunakan alat AAS (Spektrofotometer Serapan Atom). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan diperkuat berdasarkan penelitian sebelumnya.





**Gambar 1. Skema Prosedur Penelitian**

Selain pengumpulan data melalui kuesioner, penelitian ini juga melibatkan pengujian kadar timbal (Pb) dalam sampel rambut menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil pengukuran kadar Pb kemudian dibandingkan dengan nilai referensi normal. Data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan dijelaskan secara deskriptif.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gunting rambut, penjepit plastik, sisir rambut, label kertas, spidol, aluminium foil, labu ukur, gelas beker, corong kaca, kertas saring, furnace, serta seperangkat alat MP-AES (*Multi-Element Analytical Spectrometer*). Bahan kimia yang digunakan antara lain HNO<sub>3</sub> pekat (p), aseton pro analisis, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HCl, HClO<sub>4</sub> pekat (p), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, larutan standar Pb 1000 ppm, serta air suling (aquadest).

Prosedur preparasi sampel dilakukan dengan cara satu gram rambut

dimasukkan ke dalam gelas beker, kemudian dibilas menggunakan aseton untuk menghilangkan minyak dan dikeringkan di udara. Setelah rambut kering dan bebas minyak, ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> dan dibiarkan semalam. Campuran tersebut kemudian dipanaskan di atas hot plate dengan suhu sekitar 95 °C hingga larutan menjadi jernih. Jika larutan belum jernih, ditambahkan beberapa tetes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Selanjutnya, larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan air suling hingga tanda batas. Larutan kemudian disaring dan siap untuk diukur menggunakan AAS.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian konsentrasi timbal (Pb) pada lima sampel rambut pemulung di TPA Sukawinatan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Timbal (Pb) dalam Rambut Pemulung di TPA Sukawinatan

No.	Sampel Rambut	Usia (tahun)	Jenis Kelamin	Lama Bekerja (tahun)	Hasil Analisis Pb (ppm)	Kondisi Sampel	Metode Uji
1	Pemulung 1	68	Perempuan	25	5,53	Padat	Flame AAS
2	Pemulung 2	53	Perempuan	24	6,61	Padat	Flame AAS
3	Pemulung 3	68	Laki-laki	30	34,68	Padat	Flame AAS
4	Pemulung 4	63	Perempuan	24	6,58	Padat	Flame AAS
5	Pemulung 5	17	Laki-laki	10	9,18	Padat	Flame AAS

Terdapat variasi konsentrasi timbal pada kelima sampel rambut pemulung, dengan kisaran 5,53 ppm hingga 34,68 ppm. Konsentrasi terendah ditemukan pada Pemulung 1 (5,53 ppm), sedangkan konsentrasi tertinggi ditemukan pada Pemulung 3 yaitu 34,68 ppm. Nilai tersebut melebihi ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh Permen Kesehatan Republik Indonesia No.1406/MENKES/SK/XII/2002, yakni 10 µg/g (10 ppm).

Berbeda dengan Pemulung 3, pemulung lain memiliki kadar timbal rambut yang berada di bawah ambang batas 10 ppm. Pemulung 1 adalah perempuan berusia 68 tahun yang telah bekerja selama 25 tahun, tidak memiliki riwayat penyakit, dan tidak merokok. Pemulung 2 adalah perempuan berusia 53 tahun dengan lama kerja 25 tahun, memiliki hipertensi dan diabetes, namun juga tidak merokok. Pemulung 4 merupakan perempuan berusia 63 tahun yang telah bekerja sejak tahun 2000 dan tidak merokok. Pemulung 5 adalah laki-laki berusia 17 tahun yang telah bekerja selama 10 tahun dan tidak merokok.

Kadar timbal dalam rambut Pemulung 1 (5,53 ppm) lebih rendah dibanding kadar Pb pada rambut pemulung 4 (6,58 ppm). Hal ini dapat disebabkan karena akumulasi logam timbal di rambut pemulung 4 yang usianya lebih muda (usia 63 tahun) lebih cepat terserap dibanding akumulasi logam Pb pada rambut pemulung 1 (usia

68 tahun), walau selisih usia hanya 5 (lima) tahun.

Kadar timbal pada rambut pemulung 3 (34,68 ppm) lebih tinggi dibanding kadar Pb dalam rambut pemulung 2 (6,61 ppm) dan pemulung 4 (6,58 ppm) walau usia kerja hanya selisih 6 tahun. Berdasarkan hasil wawancara, Pemulung 3 merupakan seorang laki-laki berusia 68 tahun yang telah bekerja sebagai pemulung sejak tahun 1994, atau sekitar 30 tahun. Ia memiliki riwayat sebagai perokok namun berhenti sekitar 10 tahun yang lalu akibat menderita gastritis berat. Rokok diketahui mengandung berbagai logam berat, termasuk timbal (Pb). Timbal dalam asap rokok dapat terhirup dan masuk ke dalam tubuh. Meskipun telah berhenti merokok, timbal yang terakumulasi dalam tubuh tidak hilang secara cepat. Timbal memiliki waktu paruh yang panjang dalam jaringan tubuh, terutama pada tulang dan rambut, sehingga dapat bertahan selama bertahun-tahun (Restuaji & Kusuma, 2022).

Sari et al. (2021) menyatakan bahwa usia dan lama bekerja tidak selalu menjadi faktor penentu kadar timbal dalam tubuh. Faktor nutrisi memiliki peran penting dalam menentukan sejauh mana tubuh menyerap, menyimpan, dan mengeliminasi timbal (Pb). Asupan nutrisi yang adekuat dapat membantu mengurangi penyerapan timbal dan efek toksiknya. Sebaliknya, kekurangan zat gizi tertentu dapat meningkatkan risiko akumulasi timbal dalam tubuh, termasuk



pada rambut. Kekurangan zat besi, misalnya, dapat meningkatkan penyerapan timbal karena tubuh akan cenderung menyerap lebih banyak logam berat saat mengalami defisiensi besi (Słota et al., 2021).

Dengan demikian, perbedaan kadar Pb pada rambut pemulung tidak hanya dipengaruhi oleh faktor paparan lingkungan di TPA, tetapi juga oleh faktor individu seperti riwayat kebiasaan merokok dan status gizi. Hasil ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan faktor personal selain faktor lingkungan dalam menilai tingkat paparan logam berat.

Paparan timbal (Pb) yang terakumulasi pada rambut para pemulung kemungkinan berasal dari lingkungan kerja mereka di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan. Irianti et al. (2017) menjelaskan bahwa timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi oral, inhalasi, atau melalui kulit. Setelah masuk ke dalam aliran darah melalui arteri pulmonalis, timbal yang terhirup akan masuk ke darah dan kemudian terdistribusi ke seluruh jaringan tubuh.

Jaishankar et al. (2014) menyatakan bahwa TPA merupakan metode pengelolaan limbah padat yang paling murah, mudah, dan ekonomis. Negara-negara berkembang sering mengandalkan TPA sebagai metode utama pembuangan limbah non-B3 (non-hazardous) karena keunggulannya, seperti efisiensi ekonomi dan rendahnya hambatan teknologi (Gonzalez-Valencia et al., 2016). Namun, di negara berkembang, limbah yang masuk ke TPA tidak selalu dipilah, sehingga dapat menyebabkan kebocoran lindi dan pelepasan gas beracun secara tidak sengaja ke lingkungan (Alimba et al., 2012).

Lindi TPA terdiri dari campuran kompleks berbagai polutan, seperti logam berat, partikel tersuspensi, serta senyawa

anorganik dan organik terlarut (Mavakala et al., 2016; Naveen et al., 2017; Wijekoon et al., 2022). Lindi berpotensi mengandung seng (Zn), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan kromium (Cr) (Ramadhan & Lestari, 2023).

Batas maksimum logam berat menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Kualitas Air Minum adalah sebagai berikut: Zinc (Zn): 3 mg/L, Lead (Pb): 0,01 mg/L, Cadmium (Cd): 0,003 mg/L, Chromium (Cr): 0,05 mg/L

Logam berat yang terdapat dalam lindi dari pembuangan limbah B3 maupun TPA domestik dapat menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan bagi manusia serta menyebabkan kerusakan ekosistem darat dan perairan.

Untuk menilai paparan timbal harian atau jangka pendek, biasanya digunakan spesimen darah dan urin untuk pengujian konsentrasi timbal. Sedangkan untuk paparan jangka panjang, spesimen rambut digunakan untuk mengukur kadar timbal yang telah terakumulasi dalam tubuh (Sari et al., 2021). Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1406/MENKES/SK/XII/2002 tentang Standar Pemeriksaan Kadar Timbal pada Spesimen Biomarker Manusia, darah, urin, dan rambut merupakan spesimen yang sah untuk mengukur konsentrasi timbal dalam tubuh.

Responden dalam penelitian ini adalah para pemulung yang bekerja di TPA Sukawinatan, Palembang. Sebagian besar responden telah bekerja sebagai pemulung dalam waktu yang cukup lama, dengan masa kerja antara 10 hingga lebih dari 25 tahun. Responden yang telah bekerja lebih dari 20 tahun menunjukkan kadar Pb yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang bekerja kurang dari 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap limbah



yang mengandung Pb dapat menyebabkan akumulasi logam berat dalam tubuh.

Penelitian ini menyoroti potensi besar paparan logam berat, khususnya Pb, pada pekerja informal seperti pemulung. Pemantauan kesehatan secara rutin, edukasi mengenai cara meminimalkan paparan Pb, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta penerapan praktik pengelolaan limbah yang lebih aman merupakan intervensi penting untuk mengurangi risiko tersebut.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi timbal (Pb) pada sampel rambut pemulung di TPA Sukawinatan bervariasi secara signifikan. Kadar Pb berkisar antara 5,53 ppm hingga 34,68 ppm, dengan Pemulung 3 menunjukkan konsentrasi tertinggi sebesar 34,68 ppm, yang melebihi ambang batas 10 µg/g (10 ppm) yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan RI (2002). Temuan ini mengindikasikan adanya potensi risiko kesehatan bagi para pemulung, terutama mereka yang terpapar timbal dalam konsentrasi tinggi.

Pemulung berisiko tinggi terhadap paparan timbal yang berasal dari limbah elektronik (e-waste). Konsumsi air atau makanan yang terkontaminasi debu atau tanah yang mengandung timbal juga meningkatkan risiko paparan. Langkah pencegahan yang dapat dilakukan meliputi penyediaan APD, perbaikan sistem pengelolaan limbah, dan pemeriksaan kesehatan secara rutin.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPKM Universitas PGRI Palembang atas dukungan pendanaan yang telah diberikan untuk pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alimba CG, Bakare AA, Aina OO (2012) Liver and Kidney Dysfunction in Wistar rats Exposed to Municipal Landfill Leachate. *Resour Environ* 2:150–163.
- Berglund, M. , Lind, B., Björnberg, K.A. , Palm, B., Einarsson, O., Vahter, M. 2005. Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross-sectional assessment *Environmental Health: A Global Access Science Source*. 4(20): 1-11.
- Carvajal and Gallo, Santiago. (2019). Technologies applicable to the removal of heavy metals from landfill leachate. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 26, Issue 16, pp. 15725–15753). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04888-7>
- Firda, A., Permatasari, R., & Lareza, D. (2019). Operational Analysis of Waste Transportation in Sukarami District to Sukawinatan Final Disposal. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 3, 116–120. <https://doi.org/10.26554/ijems.2019.3.4.116-120>
- Gonzalez-Valencia R, Magana-Rodriguez F, Cristóbal J, Thalasso F (2016) Hotspot Detection And Spatial Distribution Of Methane Emissions From Landfills By A Surface Probe Method. *Waste Manag* 55:299–305.
- Hafiza, S. & Mawarpury, M. 2019. Kesejahteraan Subjektif pada Pemulung: Tinjauan Sosiodemografi. *GADJAH MADA*



*JOURNAL OF PSYCHOLOGY*. 5  
(2): 139-150 hlm

Irianti, T.T., Kuswadi, Nuranto, S., dan Budiyatni, A.. 2017. Logam Berat dan Kesehatan (Issue January 2017)

Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN (2014) Toxicity, Mechanism And Health Effects Of Some Heavy Metals. *Interdiscip Toxicol* 7:60–72.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XII/2002 (2002) tentang *Standar Pemeriksaan Kadar Timah Hitam pada Spesimen Biomarker Manusia, darah, urin, dan rambut.*

Marianti, A., Prasetya, A.T. 2013. The Hair as a Bioindicator of Lead Pollution on The Citizens of North Semarang District . *Biosantifika*. 5(1):10-15.

Mavakala BK et al (2016) Leachates Draining From Controlled Municipal Solid Waste Landfill: Detailed Geochemical Characterization And Toxicity Tests. *Waste Manag* 55:238–248.

Naveen B, Mahapatra DM, Sitharam T, Sivapullaiah P, Ramachandra T (2017) Physico-Chemical And Biological Characterization Of Urban Municipal Landfill Leachate. *Environ Pollut* 220:1–12.

Permatasari, S. 2018. Studi Kadar Timbal (Pb) dalam Urin Supir Angkutan Umum di Kampus UIN Alauddin Makassar Samata – Gowa. UIN Alauddin Makassar.

Rodrigues, J., L. Barista, B., Nunes, J.A., Passos, C.J.S., Barbossa, F.J. 2008. Evaluation of The Use of Human Hair for Biomonitoring the Deficiency of Essential and Exposure to Toxic Elements. November 2008. [The Science of The Total Environment](#) 405 (1-3):370-376. DOI:[10.1016/j.scitotenv.2008.06.002](#).

Sari, F.E. Puspitasari, A., Rahayuningsih, C.K. 2021. Pemeriksaan Kadar Timbal Pada Spesimen Rambut, Urin, Dan Darah Petugas Sampah TPS 3R Sutorejo. *Jurnal Analisis Kesehatan Sains*. 10(1):31-35.

Setyoningrum, H. M., Hadisusanto, S., & Yuniyanto, D. T. (2014). Kandungan kadmium (Cd) pada tanah dan cacing tanah di TPAS Piyungan, Bandul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21(2): 149-155.

