

ANALISIS PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR GALI MASYARAKAT DI SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SUKAWINATAN

ANALYSIS OF LEAD (Pb) HEAVY METAL POLLUTION IN COMMUNITY DUG WELLS AROUND THE SUKAWINATAN LANDFILL

Nora¹, Maksuk*¹, Maliha Amin²

Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Palembang

(Email maksuk@poltekkespalembang.ac.id)

ABSTRAK

Latar Belakang : Tempat pembuangan akhir sampah merupakan tempat akhir untuk menimbun berbagai jenis sampah. Salah satu jenis sampah tersebut berupa logam berat diantaranya timbal. Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun bagi manusia terutama anak-anak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan logam berat timbal dalam sumur gali masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Palembang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali penduduk disekitar TPA Sukawinatan Kota Palembang. **Metode Penelitian :** Penelitian ini bersifat deskriptif dengan desain *cross sectional*. Contoh uji diambil jarak dengan kriteria jarak 100 meter, 200 meter, 300 meter, 400 meter dan 500 meter dari TPA, jumlah contoh uji sumur 15 sumur gali, pengujian kandungan timbal dilakukan di laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan. Pengukuran pH dan suhu dilakukan secara in situ, sedangkan untuk kondisi konstruksi sumur gali dan kualitas fisik air sumur gali menggunakan lembar observasi. **Hasil :** Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi konstruksi sumur gali yang tidak memenuhi syarat kesehatan, tetapi kualitas fisik air sumur gali (warna, bau dan rasa) memenuhi syarat kesehatan, kandungan timbal dalam sumur gali masyarakat yaitu 0,02 dan 0,03 mg/L, dari 15 sumur gali tidak ada yang melebihi nilai baku mutu lingkungan yaitu 0,01 ppm, sedangkan pH air gali berkisar antara 4,9 dan 6,4. Namun jika kadar timbal dalam air sumur gali dibandingkan dengan persyaratan air minum maka semuanya tidak memenuhi syarat untuk air minum. **Kesimpulan :** Kandungan timbal dalam air sumur gali masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Palembang ditemukan masih berada di bawah baku mutu persyaratan air bersih. Oleh karena itu partisipasi masyarakat dan peran pemerintah setempat dapat diperlukan untuk melakukan pengolahan air sumur dan memperbaiki konstruksi sumur gali masyarakat yang berada di sekitar pembuangan akhir sampah.

Kata Kunci : Timbal, sumur gali, Tempat Pembuangan akhir sampah, Dosis Potensial (*Intake*), Tingkat Risiko.

ABSTRACT

Background: The dumping site is the end place to stock up on various types of waste. One of them is heavy metals such as lead. Lead is one of heavy metal that is very toxic to human mainly children. This study aims to analyse lead containing in dug wells water of community around at the dumping site. The purpose of analysis of heavy metal pollution of lead (Pb) the residents dug wells around the Sukawinatan TPA, the City of Development. **Method:** This research was a analytical descriptive with cross sectional design. The samples of dug well water were taken from 5 spots distance from waste dumping location, they were 100 metres, 200 metres, 300 metres, 400 metres and 500 metres, so total samples were 15. The sampling technique was purposive sampling. Lead containing was examined in laboratory by Atomic Absorption Spectrometry (AAS) with SNI 6969.8.2000 method. pH and temperature measurements were tested in situ, while for physical qualities of dug well water was observed by check list. **Results:** The results of the observations show that the condition of construction of dug wells that do not meet health requirements, but physical quality dug well water (color, smell and taste) meets health requirements, content lead in community dug wells are 0.02 and 0.03 mg/L, from 15 dug wells nothing exceeds the environmental quality standard value than is 0,01 ppm, while the pH

*of the dug water ranged from 4.9 to 6.4. However, if the lead content in the dug well water compared to drinking water requirements, all of them do not meet drinking water requirements. **Conclusion:** Lead containing was found in dug well water was safe, but there was one of dug well water that was above environmental quality standards. However, when compared with drinking water requirements, lead levels in dug wells were not qualified. Therefore it is necessary the participation of community and role of local government was needed to treatment the dug well water before using it and improving construction of dug well.*

Keywords: *Lead, dug wells, final disposal site for waste, Dosage Potential (Intake), Risk Level.*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan utama bagi masyarakat, karena itu penyediaan sumber air bersih yang memenuhi syarat sangat penting diperhatikan. Di Indonesia, umumnya sumber air minum berasal dari air permukaan (*surface water*), air tanah (*ground water*) dan air hujan. Air permukaan adalah air sungai dan air danau, sedangkan air tanah dapat berupa air sumur dangkal, air sumur dalam maupun mata air. Sumur gali merupakan sumber air yang banyak dipergunakan masyarakat Indonesia, terutama di daerah yang tidak mengakses air bersih melalui sistem perpipaan. Tempat pembuangan akhir sampah merupakan salah satu lokasi yang cukup jauh dari daerah perkotaan sehingga akses terhadap air bersih bagi masyarakat di sekitar TPA menggunakan air sumur gali.

Tempat pembuangan akhir sampah (TPA) umumnya menggunakan metode penimbunan terbuka (*open dumping*). Sampah yang ditimbun dan dibiarkan terbuka atau tidak ditutup secara harian dengan tanah, dan sistem pengumpulan serta pengolahan lindi (air sampah) yang tidak optimal dapat mempengaruhi kualitas air tanah dangkal disekitarnya.

Berdasarkan Profil Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kota Palembang pada tahun 2018-2020 Kota Palembang termasuk salah satu kota besar yang mempunyai permasalahan

Timbal dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi geografis, hidrologi, curah hujan, topografi tanah, jarak lokasi permukiman dan sumber air bersih dengan sumber pencemar. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa masih ada sumur yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari walaupun jarak sumur gali dengan TPA kurang dari 500 meter³.

sampah yang juga di alami oleh kota-kota lain di Indonesia. Jumlah penduduk Kota Palembang saat ini sekitar 1,843 juta jiwa, dengan jumlah penduduk yang mencapai 1,8 juta jiwa tentunya akan menyumbangkan berbagai jenis sampah di Kota Palembang. Setiap harinya volume sampah yang dihasilkan di Kota Palembang \pm 750 ton/hari, dan setiap orang dapat menghasilkan sampah di kota besar termasuk Palembang sekitar 0,5 kg/orang/hari. Di Kota Palembang pengelolaan sampah masih bertumpu pada pendekatan akhir (*end of pipe*), yaitu sampah dikumpulkan, diangkut dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Salah satu Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah dalam di Kota Palembang yaitu: TPA Sukawinatan. TPA Sukawinatan beroperasi sejak tahun 1994 dengan luas lahan 25 hektar telah terpakai 15 hektar, dan sisa lahan 10 hektar diperkirakan dapat menampung sampah hingga tahun 2028

Timbal merupakan logam berat dengan titik leleh rendah dan bersifat toksik walaupun dengan jumlah yang kecil. Logam berat timbal memiliki sifat sebagai kalsium antagonisme dapat menghambat metabolisme kalsium sehingga, apabila paparan Pb tinggi maka metabolisme kalsium pada proses remineralisasi gigi oleh kalsium dan fosfor pada saliva tidak berlangsung optimal¹. Dampak Pb terhadap kesehatan manusia adalah gangguan syaraf, tekanan darah tinggi, cepat marah dan cepat lelah²

Hasil penelitian melaporkan bahwa kandungan timbal ditemukan di dalam sumur gali masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuangan akhir sampah^{3,4}. Konsentrasi timbal dalam sumur gali masyarakat di sekitar TPA berasal dari sampah yang tercampur dalam tumpukan sampah seperti bekas baterai, kantong plastik, botol plastik bekas, pembungkus rokok, kaleng

bekas, dan sisa-sisa sampah kegiatan rumah tangga, industri, perkantoran dan lain-lain⁵. Karakteristik air lindi dipengaruhi oleh jenis sampah yang dibuang di tempat pembuangan akhir sampah

Hal ini disebabkan oleh karakteristik lindi di tempat pembuangan akhir sampah⁶, dan akibat rembesan air lindi mencemari air tanah pada masyarakat yang bertempat tinggal disekitar TPA⁷. Selain dapat mencemari tanah dan sumur gali air lindi juga dapat memasuki air permukaan⁶. Kondisi menyebabkan cemaran pada air permukaan, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya kandungan logam berat pada daerah aliran sungai⁸.

Berdasarkan penelitian sebelumnya ditemukan konstruksi sumur gali masyarakat di sekitar TPA Sukawinatan yang tidak memenuhi syarat sebanyak 93,3%³. Dari hasil dijelaskan bahwa konstruksi sumur gali masyarakat di sekitar TPA Sukawinatan mempunyai dinding yang tidak kedap air tetapi hanya didinding dengan batu bata dan ada yang tidak ber dinding. Selain itu berdasarkan kualitas fisik (warna, bau dan rasa) air sumur gali ke 15 sumur memenuhi syarat.

Keberadaan logam berat timbal dalam air sumur berdampak pada kesehatan masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar tempat pembuangan akhir sampah. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pencemaran logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali masyarakat di tempat pembuangan akhir sampah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan rancangan potong lintang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari- Mei 2021. Populasi penelitian ini 15 sumur gali warga disekitar TPA Sukawinatan. Sampel penelitian ini adalah 5 sumur gali masyarakat disekitar TPA Sukawinatan. Pemeriksaan kandungan timbal (Pb) dalam air sumur dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian penyakit (BTKL PP) Kelas I Palembang menggunakan alat *Atomic Absorption Spechtrophotometry* (AAS) dengan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES).

HASIL

Berdasarkan hasil pemeriksaan suhu, pH dan kandungan timbal dalam air sumur gali masyarakat di sekitar TPA Sukawinatan dijelaskan pada tabel di bawah ini

Tabel 1 Kadar Timbal Berdasarkan Jarak Sumur, Suhu Air dan pH Air dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Sukawinatan Kota Palembang

Jarak sumur (m)	Suhu Air (± 3)	pH air	Kadar Pb (mg/L)	SBM Timbal (mg/L)
100	27 ⁰ C	5,3	0,02	0,05 mg/L
200	28 ⁰ C	4,9	0,03	Berdasarkan
300	28 ⁰ C	5,4	0,03	(Permenkes
400	26 ⁰ C	6,1	0,02	No.32
500	28 ⁰ C	6,4	0,02	Tahun
				2017)

Berdasarkan Tabel 1 dijelaskan bahwa jarak sumur dengan TPA diambil dari jarak 100-500 meter. Sedangkan rata-rata suhu air sumur gali berkisar antara 26⁰C sampai 28⁰C dikatakan netral dengan menghitung nilai suhu udara ± 3 dan rata-rata pH air sumur gali berkisar antara 4,9 - 6,4 kondisi air sumur dengan pH tersebut dikatagorikan asam. Serta kadar timbal (Pb) didapat 0,02-0,03 mg/L yang artinya masih dibawah standar baku mutu sesuai dengan Permenkes No 32 Tahun 2017.

Perhitungan dosis potensial Timbal (Pb) melalui rute ingesti digunakan beberapa variabel yaitu hasil pemeriksaan konsentrasi Timbal (Pb) dalam air sumur gali (C), laju konsentrasi (R) : 2 Liter orang dewasa dan 1 liter anak-anak, Frekuensi paparan (fE) : 365 hari, durasi paparan (Dt) : digunakan nilai default EPA yaitu 30 tahun, berat badan (Wb) dewasa asia : 55 kg dan anak-anak : 15 kg, periode waktu rata-rata (tavg) : 10.950 hari. Adapun hasil perhitungan dosis potensial (Intake) timbal (Pb) de jelaskan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2 Hasil Perhitungan Dosis Potensial (Intake) Berdasarkan Hasil Analisis Kadar Timbal Sumur Gali Masyarakat disekitar TPA Sukawinatan Kota Palembang

Kadar Timbal (ml/ L)	Intake Orang dewasa	Intake Anak-anak	RfD
0,02	0,0007	0,0012	0,01
0,03	0,0010	0,0019	mg/L/hari
0,03	0,0010	0,0019	Untuk orang
0,02	0,0007	0,0012	dewasa dan
0,02	0,0007	0,0012	0,0038 untuk anak-anak (berdasarkan Integrated Risk Information System)

Berdasarkan tabel 4.2 dijelaskan bahwa hasil perhitungan dosis potensial (*Intake*) kandungan timbal (Pb) pada air sumur gali di TPA Sukawinatan didapatkan hasilnya 0,0007 dan 0,0010 untuk orang Desawa dan 0,0012-0,0019 untuk perhitungan Anak-anak. Dengan ini nilai *RfD* orang dewasa yaitu 0,01 dan anak-anak 0,0038, dari hasil perhitungan dosis potensial didapatkan hasil bahwa tidak ada kadar timbal yang melebihi nilai *RfD* untuk orang Dewasa maupun Anak-anak. Perhitungan dosis potensial menggunakan formula dibawah ini ⁹:

$$I = \frac{C \cdot R \cdot fE \cdot Dt}{Wb \cdot tavg}$$

Perhitungan tingkat risiko timbal (Pb) digunakan variabel nilai *Reference Dose (RfD)* : 0,01 mg/kg/hari untuk orang dewasa dan (*RfD*) : 0,0038 untuk anak- anak. Adapun hasil perhitungan tingkat risiko kandungan timbal (Pb) dijelaskan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3 Hasil Perhitungan Tingkat Risiko Berdasarkan Hasil Dosis Potensial (Intake)

Intake orang dewasa	Intake anak-anak	Tingkat resiko dewasa	Tingkat resiko

			anak-anak
0,0007	0,0012	0,07	0,31
0,0010	0,0019	0,1	0,5
0,0010	0,0019	0,1	0,5
0,0007	0,0012	0,07	0,31
0,0007	0,0012	0,07	0,31

Berdasarkan tabel 2.3 dijelaskan bahwa perhitungan tingkat risiko timbal (Pb) pada air sumur gali di TPA Sukawintan didapat 0,07 dan 0,1 untuk perhitungan orang Dewasa dan untuk tingkat risiko pada Anak-anak didapatkan hasil perhitungan 0,31 dan 0,5. Ini berarti bahwa tingkat risiko timbal (Pb) pada orang Dewasa dan Anak-anak masih termasuk dalam katagori aman dan dapat dikatakan diterima. Perhitungan tingkat risiko menggunakan rumus dibawah ini ⁹ :

$$RQ = \frac{Ink}{RfD \text{ atau } RfC}$$

PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan Timbal (Pb) pada air sumur gali masyarakat di sekitar TPA Sukawinatan berkisar pada 0,02-0,03 mg/L. Hal tersebut jika dibandingkan dengan Permenkes No. 32 Tahun 2017 maka masih berada dibawah baku mutu Pada analisis kandungan Timbal (Pb) pada air sumur gali masyarakat di Desa Sei Rotan diperoleh bahwa kadar timbal (Pb) yang diperiksa melebihi baku mutu. Sesuai hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kandungan timbal pada air sumur gali penduduk di Kawasan tempat pembuangan akhir sampah Banjar Sawung Batan Kendal Denpasar Bali juga ditemukan kadar timbal ¹⁰. terdapat 1 sampel sumur yang tidak memenuhi syarat yaitu dengan kadar Pb (0,10 mg/L). Kondisi ini disebabkan kontruksi fisik sumur yang tidak memenuhi syarat sehingga sumur lebih rentan untuk terkontaminasi dengan polutan yang berasal dari tempat pembuangan akhir sampah

Studi di TPA Namo Bintang menunjukkan bahwa kosentrasi rerata timbal dalam air sumur gali di Dusun I (0,00498 mg/L) lebih rendah dari di Dusun IV (0,007 mg/L) ¹¹. Selain itu hasil analisis kandungan logam berat timbal di TPA Desa Marelan Pulau ditemukan sebesar

0,024 mg/L dengan pH air 7,4¹². Sedangkan di TPA air dingin Kota Padang Kadar timbal dalam air sumur $\geq 0,01$ mg/L dengan pH 5,3-5,6¹³

Selain itu kandungan timbal dalam air sumur masyarakat disekitar TPA Kaliwatu Kecamatan Kalibagor Kabupaten Banyumas berhubungan dengan jarak dan permeabilitas tanah¹⁴, dan juga akibat aliran air dari tempat pembuangan akhir sampah¹⁵.

Hasil Perhitungan Dosis Potensial (Intake)

Dosis potensial diproyeksikan hingga 30 tahun mendatang, perhitungan dilakukan menggunakan hasil pemeriksaan konsentrasi timbal dalam air sumur gali dari konsentrasi terendah 0,02 dan tertinggi 0,03 mg/L. Adapun hasil perhitungan dosis potensial (*Intake*) timbal tersebut dijelaskan pada tabel 4.2. Dijelaskan bahwa intake kadar timbal melalui rute ingesti pada kelompok orang dewasa dan anak-anak masih di bawah *Reference Dose*. Ini berarti bahwa dosis potensial kadar timbal yang masuk melalui rute ingesti masih aman.

Berdasarkan perhitungan dilakukan menggunakan hasil pemeriksaan konsentrasi timbal dalam air sumur gali yang diambil dari konsentrasi terendah 0,03 mg/L, rata-rata 0,012 mg/L dan tertinggi 0,052 mg/L, dijelaskan bahwa nilai *Reference Dose* (0,01 mg/hari) untuk orang dewasa dan hasil perhitungan nilai orang dewasa dan hasil perhitungan nilai *Reference Dose* (0,0038 mg/1/hari) untuk anak-anak ini berarti bahwa dosis potensial kadar timbal yang masuk melalui rute ingesti masih aman.

Hasil perhitungan tingkat risiko perhitungan orang dewasa dan anak-anak bertempat di sekitar TPA Sukawinatan diperoleh nilai kurang dari 1. Meskipun tingkat risiko (*Risk Quotient*) kurang dari 1 dikategorikan aman, tetapi apabila hasil pemeriksaan laboratorium konsentrasi timbal dalam air sumur masyarakat di sekitar area TPA Sukawinatan tidak dapat dikategorikan aman untuk dikonsumsi. Hal ini karena pemeriksaan laboratorium melebihi nilai baku mutu air minum yaitu $\geq 0,01$ mg/L.

Sesuai hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat risiko timbal non karsinogenik kurang dari 1, ini berarti bahwa kadar timbal melalui rute ingesti masih aman

bagi masyarakat yang berdomisili di sekitar TPA Sukawinatan⁵.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan timbal pada sumur gali di TPA Sukawinatan masih dibawah baku mutu lingkungan dengan tingkat risiko kurang dari 1 atau masih dikategorikan dapat diterima. Namun demikian persyaratan konstruksi sumur tidak memenuhi syarat dan secara regulasi tidak disarankan sumur gali berada disekitar tempat pembuangan akhir sampah

Perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan, dan monitoring kadar timbal juga harus dilakukan secara berkala

DAFTAR PUSTAKA

1. Qadriyah, L., Moelyaningrum, A. D. & Ningrum, P. T. Kadar Kadmium Pada Air Sumur Gali Disekitar Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (Studi di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah X Kabupaten Jember, Indonesia). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)* **6**, 41–49 (2019).
2. Manik, E. Pengaruh Penyuluhan Terhadap Pengetahuan Dan Sikap Masyarakat Tentang Pengolahan Air Permukaan Menggunakan Saringan Air Sederhana Di Dusun I Desa Ronggurnihuta Kabupaten Samosir Tahun 2017. (2019).
3. Maksuk, M. & Suzanna, S. Kajian Kandungan Timbal dalam Air Sumur Gali di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Sukawinatan Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat* **9**, 107–114 (2018).
4. Heny, D. K. N., Dhanti, K. R. & Wardani, D. P. K. Analisa Kandungan Timbal (Pb) Pada Air Sumur Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Kalipancur Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)* **9**, 1–8 (2022).
5. Maksuk, M. *Tingkat Risiko Konsentrasi Timbal dalam Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Sukawinatan Kota Palembang*.

- Politeknik kesehatan Palembang* vol. 2 (2019).
6. Marta, Y. M. V. & Afdal, A. Karakteristik Lindi Dan Air Permukaan Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Sungai Andok Kota Padang Panjang. *Jurnal Ilmu Fisika/ Universitas Andalas* **11**, 1–8 (2019).
 7. Ramadhan, A. D., Maksuk, M. & Yulianto, Y. Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar TPA Sukawinatan. *Jurnal Sanitasi Lingkungan* **2**, 45–50 (2022).
 8. Maksuk, M. Kadar Arsenik Dalam Air Sungai, Sedimen, Air Sumur Dan Urin Pada Komunitas di Daerah Aliran Sungai Musi Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2009. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)* **1**, 117–125 (2012).
 9. Louvar, J. F. & Louvar, B. D. *Health and Environmental Risk Analysis*. vol. 2 (Prentice Hall, 1998).
 10. Handriyani, K. A. T. S., Habibah, N. & Dhyana Putri, I. G. A. S. Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Air Sumur Gali Di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Banjar Suwung Batan Kendal Denpasar Selatan. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* **9**, 68–75 (2020).
 11. Ashar, T. Analisis Risiko Asupan Oral Pajanan Mangan dalam Air terhadap Kesehatan Masyarakat. *Kesmas: National Public Health Journal* **2**, 106 (2007).
 12. Hasibuan P. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Besi (Fe) dan pH Pada Air Sumur Gali Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Desa Marelau Pulau Nibung Kota Medan . (2016).
 13. Suyani, H. & Alif, A. Analisis sebaran logam berat pada aliran air dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah air dingin. *Jurnal Riset Kimia* **8**, 101 (2015).
 14. Khoiroh, S. A., Firdasut, M. & Budiono, Z. Hubungan Jarak Dan Permeabilitas Tanah Terhadap Kadar Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Air Sumur Warga Di Sekitar Tpa Kaliori Kecamatan Kalibagor Kabupaten Banyumas. *Buletin Keslingmas* **39**, 23–30 (2020).
 15. Suyani, H. & Alif, A. Analisis sebaran logam berat pada aliran air dari tempat pembuangan akhir (TPA) sampah air dingin. *Jurnal Riset Kimia* **8**, 101 (2015).