

Deteksi Konsentrasi Fe, Cu, Zn dan Pb Air Sungai dan Ikan yang Tercemar Air Lindi di Bandar Lampung Dengan Menggunakan SSA

Detections of Fe, Cu, Zn and Pb Concentration in River Water and Fish Polluted by Leachate in Bandar Lampung Using AAS

ELISA NURMA RIANA*, AHMAD DODI ANDRIYANA, JEANE SISWITASARI MULYANA, IFFA AFIQA KHAIRANI

Program Studi Biologi, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

Diterima 26 Januari 2024/Diterima dalam Bentuk Revisi 1 Maret 2024/Disetujui 5 Juni 2024

Leachate is a pollutant produced by landfills which can pollute the aquatic environment. This will have an impact on fish that live in waters contaminated with leachate and if consumed by the public it will harm health. The toxic effects of leachate are caused by the content of toxic chemicals, one of which is heavy metals. The aim of this research was to determine the concentrations of Fe, Cu, Zn and Pb in Bakung landfill leachate, Sukamaju river water and fish meat. Bakung landfill leachate samples were taken from two outlet points. The fish sampling location was carried out in the Sukamaju River. The physical factors of water measured are temperature, pH, salinity, turbidity, DO, COD and BOD. Fe, Cu, Zn and Pb concentrations were measured using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The results show that the physicochemical parameters in leachate and river water exceed the threshold. The contents of Zn, Cu, Fe and Pb in the leachate at both outlet points exceeded the threshold value with values of 2.48 mg/L and 2.80 mg/L; 16.55 mg/L and 17 mg/L; 0.078 mg/L and 0.113 mg/L; 3.26 mg/L and 3.01 mg/L. The concentration of heavy metals Pb and Fe in river water is 0.083-0.162 mg/L and 2.68-2.97 mg/L which are above the quality standard value, while the heavy metal Fe content in fish meat exceeds the specified threshold value, namely 0.557 mg/100 g and 0.564 mg/100 g.

Key words: Contamination, Bakung landfills, leachate, heavy metals

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan merupakan masalah kesehatan utama bagi manusia di negara berkembang. Pencemaran tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia yang memungkinkan zat polutan masuk ke dalam lingkungan (Marcus *et al.* 2017). Air lindi merupakan polutan yang dihasilkan dari tempat pembuangan akhir sampah yang dapat mencemari tanah, air permukaan dan air tanah. Hal ini dikarenakan lindi mengandung beberapa senyawa toksik di antaranya logam berat, kontaminan organik dan nitrogen amonia (Luo *et al.* 2019). Logam berat yang terdapat pada air lindi antara lain As, Cd, Cu, Cr, Ni, dan Zn (Hussein *et al.* 2020). Jumlah volume air lindi akan terus meningkat dan mencemari lingkungan di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) termasuk ekosistem tanah dan sungai yang menjadi habitat

populasi biota, termasuk ikan (Zubair *et al.* 2015).

Ikan merupakan salah satu sumber nutrisi bagi manusia dengan kandungan protein tinggi. Akumulasi logam berat dapat terjadi pada ikan yang hidup di perairan yang tercemar logam berat dan jika ikan dikonsumsi oleh manusia dapat menyebabkan dampak negatif (Isangedighi & David 2019). Logam berat dapat terkumulasi pada ikan di bagian jaringan otot, hati dan insang (Maurya *et al.* 2019). Konsentrasi logam berat yang melampaui ambang batas pada ikan dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia yang mengkonsumsi ikan tersebut. Logam berat Cd, Pb, Hg dan As sangat berbahaya karena bersifat mutagenik dan karsinogenik. Paparan logam berat juga dapat menyebabkan gangguan pada komposisi darah, sistem saraf, paru-paru, ginjal, hati, dan organ vital lainnya (Isangedighi & David 2019). Selain itu, kadar logam berat yang tinggi pada serum darah juga dapat menyebabkan infertilitas pada pria (Chabchoub *et al.* 2021).

*Penulis korespondensi:

E-mail: elisa.riana@bi.itera.ac.id

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung merupakan TPA terbesar di Bandar Lampung yang berlokasi di Kecamatan Teluk Betung. TPA Bakung menghasilkan air lindi yang dapat merembes dan mencemari lingkungan di sekitarnya, termasuk pencemaran tanah dan air. Air lindi diduga dapat mengalir masuk ke sungai sehingga mencemari perairan dan selanjutnya logam berat di dalamnya terakumulasi pada ikan yang hidup di perairan sekitar TPA Bakung. Oleh karena itu, analisis tentang konsentrasi logam berat Fe, Cu, Zn dan Pb pada ikan di perairan yang tercemar air lindi TPA Bakung perlu dilakukan. Analisis keempat logam tersebut dikarenakan komposisi TPA bakung yang terdiri dari sampah rumah tangga yang banyak mengandung empat logam tersebut. Hal ini sangat penting dilakukan untuk mencegah terjadinya gangguan kesehatan pada masyarakat sekitar yang mengonsumsi ikan yang terkontaminasi logam berat dari air lindi TPA Bakung. Kegiatan yang dilakukan mencakup pengambilan sampel air lindi, air sungai dan ikan serta pengukuran konsentrasi logam berat pada ketiga sampel tersebut.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel air lindi dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung, Teluk Betung, Kota Bandar Lampung. Sampel diambil pada dua titik air keluar atau outlet yang mengalir ke Sungai Sukamaju dan outlet ke pemukiman warga sekitar. Sampel air dan ikan diambil di Sungai Sukamaju yang merupakan tempat titik outlet aliran air lindi TPA Bakung, Teluk Betung, Bandar Lampung (Gambar 1).

Tahapan Penelitian. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia sampel air lindi dan air sungai. Selain itu, pengukuran logam berat Pb, Cu, Zn, dan Fe dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Pengukuran Parameter Fisikokimia Sampel Air. Parameter fisikokimia yang diukur yaitu suhu, pH, DO, salinitas, COD, BOD dan kekeruhan. Pengukuran dilakukan pada kedua titik outlet pengambilan sampel air lindi. Setiap pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dan hasilnya dirata-rata. Hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu.

Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Zn, dan Fe Menggunakan Metode AAS. Air lindi sebanyak 100 ml dari hasil penyaringan ditambah 5 ml HNO_3 65% sesuai dengan SNI 6989.8:2009. Campuran sampel tersebut dididihkan menggunakan lempeng panas (*hot plate*) sampai volume sampel berkurang menjadi 10-20 ml, kemudian HNO_3 ditambahkan kembali sampai larutan berubah menjadi jernih. Sampel diberikan akuades sampai volume keseluruhan mencapai 100 ml. Setelah itu, pengukuran kandungan logam berat timbal (Pb), besi (Fe), tembaga (Cu), dan seng (Zn) dilakukan pada campuran sampel tersebut. Persiapan pada sampel daging ikan dilakukan dengan menghaluskan daging ikan menggunakan alat penghancur (*blender*) hingga menjadi potongan-potongan kecil. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam wadah *polystyrene* yang bersih dan tertutup. Sebanyak 5 gr sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen untuk didestruksi dan selanjutnya dilakukan uji logam berat.



Gambar 1. Titik pengambilan sampel air lindi di TPA Bakung dan air sungai serta ikan di perairan Sungai Sukamaju

HASIL

Kualitas Air Lindi TPA Bakung dan Air Sungai Sukamaju. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu air lindi masih sesuai dengan baku mutu, sedangkan pH, DO, salinitas, BOD, COD dan kekeruhan melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan PP RI Nomor 82 tahun 2001 (Tabel 1).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa salinitas air sungai masih di bawah baku mutu, sedangkan pH, DO, BOD, COD dan kekeruhan melebihi baku mutu yang ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tahun 2002 (Tabel 2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa air Sungai Sukamaju sudah tercemar.

Kandungan Logam Berat pada Air Lindi, Air Sungai, dan Daging Ikan. Pengambilan sampel air lindi dilakukan pada dua titik outlet yang mengalir ke Sungai Sukamaju. Kandungan Zn, Pb, Cu dan Fe pada air lindi pada titik 1 dan titik 2 dari penelitian ini berturut-turut adalah 2,48 mg/L dan 2,80 mg/L; 16,55 mg/L dan 17 mg/L; 0,078 mg/L dan 0,113 mg/L; 3,26 mg/L dan 3,01 mg/l (Tabel 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa keempat logam tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh PP RI Nomor 82 tahun 2001.

Tabel 1. Pengukuran parameter fisikokimia air lindi TPA Bakung

Parameter	Titik 1	Titik 2	Baku mutu (PP RI nomor 82 2001)
Suhu	29,3°C	30,0 °C	30,0 °C
pH	7,69	7,70	7,70
DO	0,98 ppm	1,85 ppm	1,85 ppm
Salinitas	11 ppm	4,6 ppm	4,6 ppm
BOD	39 mg/l	12 mg/l	12 mg/l
COD	1180,3 mg/l	1022,9 mg/l	1022,9 mg/l
Kekeruhan	29,75 NTU	50,82 NT	50,82 NT

Tabel 2. Pengukuran parameter fisikokimia air Sungai Sukamaju

Parameter	Titik 1	Titik 2	Baku mutu (Kepmenkes 2017)
Suhu	30,0°C	29,8°C	±28°C
pH	6,26	6,74	±7
DO	5,12 ppm	5,15 ppm	±5 ppm
Salinitas	0 ppm	0 ppm	0,5 ppm
BOD	15,01 mg/l	40,0 mg/l	±12 mg/l
COD	59,02 mg/l	39,34 mg/l	±10 mg/l
Kekeruhan	77,6 NTU	74,63 NTU	±5 NTU

Tabel 3. Kandungan logam berat air lindi TPA Bakung

Parameter	Satuan	Pengujian logam berat		Baku mutu (PP RI nomor 82 2001)
		Titik 1	Titik 2	
Zn	mg/l	2,48	2,80	0,02
Pb	mg/l	16,55	17	0,03
Cu	mg/l	0,078	0,113	0,02
Fe	mg/l	3,26	3,01	0,3

Kandungan logam berat Cu pada kedua titik pengambilan sampel di perairan Sungai Sukamaju adalah sebesar <0,006 mg/L yang masih di bawah baku mutu. Kandungan Zn, Pb, dan Fe pada titik 1 dan titik 2 masing-masing 0,011 mg/L dan <0,08 mg/L, 0,083 mg/L dan 0,162 mg/L, 2,68 mg/L dan 2,97 mg/L (Tabel 4). Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Zn, Pb, dan Fe melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KepmenLHK).

Hasil penelitian diketahui bahwa kandungan Zn, Pb dan Cu pada daging ikan di kedua titik pengambilan sampel tidak melebihi baku mutu dengan nilai masing-masing 1,41 mg/100 gr dan 1,61 mg/100 gr (Zn), kurang dari 0,035 mg/100 gr (Pb), serta 0,034 mg/100 gr dan 0,035 mg/100 gr (Cu). Namun kandungan logam berat Fe melebihi ambang batas teratas yang ditentukan dengan nilai 0,557 mg/100 gr dan 0,564 mg/100 gr pada dua titik pengambilan sampel (Tabel 5).

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu air lindi masih sesuai dengan baku mutu, sedangkan pH, DO, salinitas, BOD, COD dan kekeruhan melewati ambang batas baku mutu yang ditetapkan PP RI Nomor 82 tahun 2001 (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa air lindi TPA Bakung tercemar dan bersifat toksik. Bentuk fisik dan struktur kimia dari logam berat di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pH, potensial redoks (oksigen terlarut, kekuatan ion), salinitas, alkalinitas, adanya senyawa organik dan partikulat, serta aktivitas biologis (Isangedighi & David 2019). Selain itu, faktor fisik dari air lindi

Tabel 4. Kandungan logam berat air Sungai Sukamaju

Parameter	Satuan	Pengujian logam berat		Baku mutu (WHO 2003 dan Kepmen LHK 2016)
		Titik 1	Titik 2	
Zn	mg/l	0,011	<0,08	0,02
Pb	mg/l	0,083	0,162	0,03
Cu	mg/l	<0,006	<0,006	0,02
Fe	mg/l	2,68	2,97	0,3

Tabel 5. Kandungan logam berat pada daging ikan

Parameter	Satuan	Pengujian logam berat		Baku mutu (WHO 2003 dan BPOM 1989)
		Lokasi 1	Lokasi 2	
Zn	mg/100g	1,41	1,61	100
Pb	mg/100g	<0,035	<0,035	0,03
Cu	mg/100g	0,034	0,035	0,4
Fe	mg/100g	0,557	0,564	0,3

juga dipengaruhi oleh struktur sampah padat yang tertimbun di TPA (Beinabaj *et al.* 2023).

Kandungan logam berat di penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Irhamni *et al.* 2017) yang menjelaskan bahwa air lindi mengandung logam berat Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn. Selain itu, logam berat Hg, Cd, Pb dan Cr juga ada di dalam air lindi dan bersifat toksik. Komposisi logam berat yang terkandung di dalam air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya umur TPA dan juga komposisi sampah yang tertimbun di TPA (Beinabaj *et al.* 2023). Kandungan logam berat pada air lindi dapat menyebabkan polusi baik polusi tanah maupun polusi air. Hal ini secara langsung dapat menyebabkan gangguan pada makhluk hidup di sekitarnya, salah satunya bersifat karsinogenik (Hussein *et al.* 2020). Dampak negatif yg disebabkan oleh logam berat di dalam air lindi dapat dikurangi dengan cara salah satunya memilih sampah logam untuk didaur ulang secara terpisah untuk menghindari pencemaran logam berat pada tanah dan air (Marcus *et al.* 2017).

Kandungan logam berat Zn, Pb dan Fe air sungai Sukamaju melebihi baku mutu yang berarti bahwa logam berat telah mencemari air sungai. Air Sungai Sukamaju yang tercemar oleh logam berat berasal dari pembuangan atau rembesan air lindi TPA Bakung ke dalam Sungai Sukamaju. Hasil tersebut didukung dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sulistyowati *et al.* (2023) menyatakan bahwa timbunan sampah dan pembuangan air lindi dapat mencemari lingkungan perairan. Tempat pembuangan akhir sampah merupakan sumber utama pencemaran logam berat di wilayah perairan. Kandungan logam berat di wilayah perairan yang dekat dengan lokasi pembuangan akhir sampah dapat mencapai empat kali lipat dibandingkan sungai yang jauh dari tempat pembuangan akhir sampah (Sulistyowati *et al.* 2023). Kadungani logam berat yang tinggi pada perairan dapat terakumulasi di dalam tubuh ikan yang hidup di perairan tersebut. Hal ini dapat terjadi melalui proses rantai makanan dan biomagnifikasi (Adegbola *et al.* 2021).

Kandungan Fe pada daging ikan melebihi baku mutu. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Colla *et al.* (2017) mendukung hasil penelitian ini dengan menjelaskan logam berat Fe dapat terakumulasi pada ikan. Selain itu, logam berat dapat masuk ke dalam tubuh dan terakumulasi di beberapa bagian antara lain otot, ginjal, dan paling banyak di hati. Kandungan logam berat pada ikan dapat dipengaruhi oleh dua faktor penting, yaitu konsentrasi logam berat di air dan makanan ikan (Jiang *et al.* 2022). Kandungan logam berat juga bervariasi di beberapa jaringan di ikan karena adanya perbedaan pada fungsi fisiologis tiap organ pada ikan sehingga menyebabkan kandungan

logam berat yang berbeda. Konsentrasi logam berat pada jaringan otot atau daging ikan lebih rendah dibandingkan pada insang dan hati. Insang merupakan tempat masuk berbagai zat, termasuk unsur esensial (Cu, Zn, Se, Mn dan Fe) dan unsur non esensial (Al, As, Cd, Cr dan Pb) (Jiang *et al.* 2022). Fe atau besi merupakan logam esensial yang diperlukan di dalam tubuh manusia dengan jumlah yang sedikit. Namun jika jumlahnya melebihi baku mutu akan bersifat toksik bagi manusia (Rosli *et al.* 2018). Selain itu, faktor yang menyebabkan perbedaan konsentrasi logam berat pada organisme akuatik adalah bioviabilitas logam, musim pengambilan sampel, hidrodinamika lingkungan, ukuran, jenis kelamin, komposisi jaringan, dan siklus reproduksi organisme (Cordeli *et al.* 2023).

Akumulasi logam berat pada ikan akan menyebabkan dampak negatif jika ikan tersebut dikonsumsi manusia (Maurya *et al.* 2019). Oleh karena itu, analisis dan pengukuran konsentrasi logam berat pada daging ikan perlu dilakukan sehingga diharapkan dapat dilakukan penerapan langkah-langkah dan pengambilan keputusan untuk meminimalkan paparan pada manusia. Konsumsi ikan dan makanan laut yang terkontaminasi Cd, Co, Cr, Ni, dan Pb dapat menyebabkan gangguan neurologis, kerusakan ginjal, masalah sistem peredaran darah, dan peningkatan resiko kanker (Cordeli *et al.* 2023). Selain itu, paparan logam berat jangka panjang pada manusia dapat menyebabkan melemahnya fungsi fisiologis dan otot, penyakit Alzheimer, penyakit parkinson, distropi otot, dan sklerosis (Isangedighi & David 2019).

Dengan demikian penelitian menunjukkan bahwa pengukuran faktor fisik pH, DO, BOD, COD dan kekeruhan melampaui baku mutu yang telah ditentukan oleh Kepmenkes tahun 2002. Konsentrasi logam berat Zn, Pb, Cu, dan Fe yang terukur pada air lindi TPA Bakung melebihi baku mutu dengan nilai berturut-turut adalah 2,48 mg/L dan 2,80 mg/L; 16,55 mg/L dan 17 mg/L; 0,078 mg/L dan 0,113 mg/L; 3,26 mg/L dan 3,01 mg/L. Kandungan logam berat Zn dan Fe pada air Sungai Sukamaju sebesar 0,011-0,08 mg/L dan <0,006 mg/L yang memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan oleh WHO (2003) dan Kepmen LHK (2016), sedangkan logam berat Pb sebesar 0,083-0,162 mg/L dan Fe sebesar 2,68-2,97 mg/L yang berada di atas nilai baku mutu. Kandungan logam berat Cu, Zn dan Pb pada daging ikan berada di bawah ambang batas, sedangkan logam berat Fe melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh WHO (2003) dan BPOM (1989) yaitu 0,557 mg/100g dan 0,564 mg/100 gr. Dengan demikian maka diketahui bahwa ikan di Sungai Sukamaju kurang layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegbola IP, Aborisade BA, Adetutu A. 2021. Health risk assessment and heavy metal accumulation in fish species (*Clarias gariepinus* and *Sarotherodon melanotheron*) from industrially polluted ogun and eleyele rivers, Nigeria. *Toxicology Reports* 8:1445–1460.
- Beinabaj SM, Heydariyan H, Aleii HM, Hosseinzadeh A. 2023. Concentration of heavy metals in leachate, soil, and plants in tehran's landfill: investigation of the effect of landfill age on the intensity of pollution. *Heliyon* 9:1-10.
- Chabchoub Ines, Mohamed Anouar Nouioui, Manel Araoud, Mahmoud Mabrouk, Dorra Amira, Mohamed Habib Ben Aribia, Khaled Mahmoud, Fethi Zhioua, Ghaya Merdassi, Abderrazek Hedhili. 2021. Effects of lead, cadmium, copper and zinc levels on the male reproductive function. *Andrologia* 53:1-10.
- Colla NSL, Botté SE, Marcovecchio JE. 2017. Tracing Cr, Pb, Fe and Mn occurrence in the bahía blanca estuary through commercial fish species. *Chemosphere* 175:286-293.
- Cordeli AN, Oprea L, Cretu M, Dediu L, Coadă M, Minzălă DN. 2023. Bioaccumulation of metals in some fish species from the romanian danube river: a review. *Fishes* 8:1-25.
- Hussein M, Yoneda K, Mohd-Zaki Z, Amir A, Othman N. 2020. Heavy metals in leachate, impacted soils and natural soils of different landfills 1 in Malaysia: an alarming threat. *Chemosphere* 267:128874.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., Hasan, W. 2017. Kandungan logam berat pada air lindi tempat pembuangan akhir (TPA) sampah kota Banda Aceh. *Dalam: Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala. p 19-22.
- Isangedighi IA, David GS. 2019. Heavy metals contamination in fish: effects on human health. *Journal of Aquatic Science and Marine Biology* 2:7-12.
- Jiang X, Wang J, Pan B, Li D, Wang Y, Liu X. 2022. Assessment of heavy metal accumulation in freshwater fish of dongting lake, China: effects of feeding habits, habitat preferences and body size. *Journal Of Environmental Sciences* 112:355–365.
- Luo H, Zeng Y, Cheng Y, He D, Pan X. 2019. Recent advances in municipal landfill leachate: a review focusing on its characteristics, treatment, and toxicity assessment. *Sciences of The Total Environment* 703:1-105.
- Marcus AC, Nwineewii JD, Edori OS. 2017. Heavy metals assessment of leachate contaminated soils from selected dumpsites in port harcourt, Rivers State, South-South, Nigeria. *International Journal of Chemical Studies* 5:1507-1511.
- Maurya PK, Malik DS, Yadav KK, Kumar A, Kumar S, Kamyab H. 2019. Bioaccumulation and potential sources of heavy metal contamination in fish species in river ganga basin: possible human health risks evaluation. *Toxicology Reports* 6:472–481.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 7/Tahun 2018/ Tentang Bahan Baku yang Dilarang Dalam Pangan Olahan.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32/ Tahun 2017/ Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higieni Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan pemandian Umum.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.51/ menlhk/setjen/kum.1/6/2016/ Tahun 2016 Tentang Tata Cara Kawasan Hutan Produksi yang Dapat Dikonversi.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 82/ Tahun 2001/ Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rosli MNR, Samat SB, Yasir MS, Yusof MFM. 2018. Analysis of heavy metal accumulation in fish at terengganu coastal area, Malaysia. *Sains Malaysiana* 47:1277–1283.
- Sulistiyowati L, Nurhasanah N, Riani E Cordova MR. 2023. Heavy metals concentration in the sediment of the aquatic environment caused by the leachate discharge from a landfill. *Global Journal Of Environmental Science and Management* 9:323-336.
- [WHO] World Health Organization. 2003. Water Quality: Guidelines, Standarts, and Health.
- Zubair A, Malamassam MR, Syafitri AT. 2015. Analisis kualitas air lindi TPA tamangapa dan pengaruhnya terhadap lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar* 1:4-5.