

**BIOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN
BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* PADA AIR LINDI TPA RANDEGAN
MOJOKERTO**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
pada program studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

NUR LAILATUZ ZULFIANAH EFFENDI

NIM. 09040522069

Dosen Pembimbing:

Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL

Ir. Teguh Taruna Utama, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Nur Lailatuz Zulfianah Effendi

NIM : 09040522069

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan Tugas Akhir yang berjudul “BIOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (PB) MENGGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* PADA AIR LINDI TPA RANDEGAN MOJOKERTO”. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 23 Juni 2026



yang menyatakan,

Nur Lailatuz Zulfianah Effendi
NIM. 09040522069

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

Nama : Nur Laillatuz Zulfianah Effendi

NIM : 09040522069

Judul : BIOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
MENGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* PADA
AIR LINDI TPA RANDEGAN MOJOKERTO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 19 Juni 2026

Pembimbing I



Dedy Suprayogi, M.KL
NIP. 198512112014031002

Pembimbing II



Ir. Teguh Taruna Utama, M.T
NIP. 198705022023211021

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Nur Lailatuz Zulfianah Effendi

NIM : 09040522069

Judul : Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri
Pseudomonas aeruginosa Pada Air Lindi TPA Randegan Mojokerto

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 12 Juni 2026

Penguji I



Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL
NIP. 198512112014031002

Penguji II



Ir. Teguh Taruna Utama, MT
NIP. 198705022023211021

Penguji III



Sarita Oktorina., M.Kes
NIP. 198710052014032003

Penguji IV



Dr. Rheny Ratnawati, S.T., M.T.
NIP. 198705272025052001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nur Lailatuz Zulfianah Effendi

NIM : 09040522069

Fakultas/Jurusan : Teknik Lingkungan/Sains dan Teknologi

E-mail address : lailatuzzulfi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

BIOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) MENGGUNAKAN BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* PADA AIR LINDI TPA RANDEGAN MOJOKERO

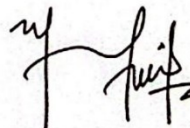
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 25 Juni 2026

Penulis



(Nur Lailatuz Zulfianah Effendi)

ABSTRAK

Air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berpotensi mengandung logam berat timbal (Pb) yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan. Hasil pengujian awal air lindi TPA Randegan Mojokerto menunjukkan kadar Pb sebesar 0,1252 mg/L, melebihi baku mutu yang ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan variasi volume inokulum bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan waktu kontak terhadap penurunan kadar Pb, menghitung efisiensi removal, serta menganalisis perbedaan antar perlakuan secara statistik. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan rancangan acak lengkap menggunakan tiga perlakuan, yaitu kontrol, penambahan 80 mL inokulum, dan penambahan 40 mL inokulum pada 800 mL air lindi, dengan waktu kontak 0, 24, 48, dan 72 jam. Kadar Pb dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom, sedangkan analisis statistik dilakukan menggunakan uji Kruskal–Wallis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* mampu menurunkan kadar Pb pada air lindi. Efisiensi removal tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan 40 mL inokulum sebesar 70%, dengan rata-rata efisiensi seluruh perlakuan bakteri sebesar 45,5%. Variasi volume inokulum berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar Pb, sedangkan variasi waktu kontak tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: Air lindi, bioremediasi, timbal, *pseudomonas aeruginosa*, efisiensi removal.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

*Leachate produced from Final Processing Sites (TPAs) has the potential to contain lead heavy metals (Pb) that can pollute the environment and endanger health. The results of the initial testing of leachate at the Randegan Mojokerto landfill showed a Pb level of 0.1252 mg/L, exceeding the set quality standard. This study aims to determine the difference in the variation in inoculum volume of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria and contact time to decrease in Pb levels, calculate the removal efficiency, and statistically analyze the differences between treatments. The research method used was a laboratory experiment with a complete random design using three treatments, namely control, the addition of 80 mL of inoculum, and the addition of 40 mL of inoculum to 800 mL of leachate, with contact times of 0, 24, 48, and 72 hours. Pb levels were analyzed using the Atomic Absorption Spectrophotometry method, while statistical analysis was carried out using the Kruskal–Wallis test. The results of the study showed that *Pseudomonas aeruginosa* was able to reduce Pb levels in leachate. The highest removal efficiency was obtained in the treatment of adding 40 mL of inoculum by 70%, with the average efficiency of all bacterial treatments being 45.5%. Variations in inoculum volume had a significant effect on the decrease in Pb levels, while variations in contact time showed no significant difference.*

Keywords: leachate, bioremediation, lead, pseudomonas aeruginosa, removal efficiency.



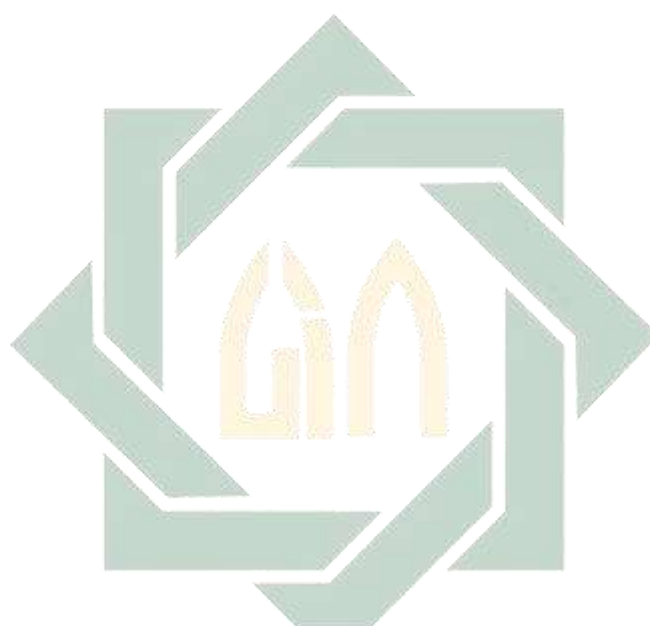
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	6
2.2. Air Lindi.....	7
2.3. Logam Berat.....	10
2.4. Bioremediasi	12
2.5. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
2.6. Integrasi Keislaman.....	21

2.7.	Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1.	Rancangan Penelitian	28
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian.....	30
3.4.	Variabel Penelitian	31
3.5.	Tahapan Penelitian	32
3.6.	Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1.	Peremajaan dan Identifikasi Bakteri	43
4.1.1.	Peremajaan Bakteri	43
4.1.2.	Pewarnaan Gram	45
4.2.	Bioremediasi logam berat	47
4.2.1.	Karakteristik Awal Air Lindi	47
4.2.2.	Hasil Pengukuran pH	48
4.2.3.	Hasil Bioremediasi.....	51
4.2.4.	Hasil Uji Kadar Pb	53
4.3.	Efisiensi <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	61
4.3.1.	Hasil Efisiensi Removal.....	61
4.3.2.	Perbandingan Efisiensi Removal Logam Pb.....	64
4.4.	Uji Statistik Analisis Perbedaan.....	65
4.4.1.	Uji Normalitas	66
4.4.2.	Uji Kruskal-Wallis	67
4.4.3.	Perbandingan Hasil Uji Statistik	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		71
5.1.	Kesimpulan	71

5.2. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	80



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah.....	10
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kadar Pb.....	53
Tabel 4. 2 Perhitungan Hasil Efisiensi Removal Kadar Pb	61
Tabel 4. 3 Perbandingan Efisiensi Removal.....	65
Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Uji Statistik.....	69



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fase Pertumbuhan Bakteri	15
Gambar 2. 2 Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	18
Gambar 2. 3 Mekanisme kerja bioremediasi antara <i>Pseudomonas</i> dan logam berat.	19
Gambar 2. 4 Mekanisme Resistensi Bakteri terhadap Pb.....	20
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Penelitian	29
Gambar 3. 3 Diagram Tahapan Penelitian.....	33
Gambar 3. 4 Perlakuan Remediasi	39
Gambar 4. 1 Hasil Peremajaan Bakteri <i>P. aeruginosa</i>	44
Gambar 4. 2 Media NB + Bakteri <i>P. aeruginosa</i>	44
Gambar 4. 3 Hasil Pewarnaan Gram Bakteri <i>P. Aeruginosa</i>	46
Gambar 4. 4 Proses Bioremediasi.....	48
Gambar 4. 5 Grafik Nilai pH Selama Proses Bioremediasi	48
Gambar 4. 6 a hasil bioremediasi perlakuan kontrol, b & c hasil bioremediasi perlakuan penambahan 80 mL inokulum bakteri, d & e hasil bioremediasi perlakuan penambahan 40 mL inokulum bakteri.....	52
Gambar 4. 7 Uji Normalitas Variasi Volume Inokulum Bakteri.....	66
Gambar 4. 8 Uji Normalitas Variasi Waktu Kontak	67
Gambar 4. 11 Uji Kruskal-Wallis Variasi Volume Inokulum Bakteri	68
Gambar 4. 12 Uji Kruskal-Wallis Variasi Waktu Kontak.....	69

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perizinan Penelitian.....	80
Lampiran 2 Perhitungan Efisiensi Removal.....	84
Lampiran 3 Grafik Hasil Bioremediasi	85
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian	86



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Alrahimi, J. S. (2017). *The Role of Tetraspanins in Pseudomonas aeruginosa Adherence to Human Cells* [Tesis]. University Of Sheffield.
- Anggraeni, A., & Triajie, H. (2021). Uji Kemampuan Bakteri (Pseudomonas aeruginosa) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(3), 176–185. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11754>
- Angrianto, N. L., Manusawai, J., & Sinery, A. S. (2021). Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan pada areal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari Papua Barat. *Cassowary*, 4(2), 221–233. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.79>
- Astuti, A. (2016). *Kemampuan Bakteri Pseudomonas aeruginosa Dalam Menurunkan Kandungan Timbal (Pb) Limbah Cair Laboratorium Kimia UIN Alauddin Makassar* [Skripsi]. UIN Alauddin Makassar.
- Beslar, S. Y., Ethica, S. N., Fitria, M. S., & Rahman, A. (2022). *Deteksi Bakteri Pseudomonas aeruginosa Isolat Pus Luka Berbasis Polymerase Chain Reaction dengan Targer Gen Pengkode Flagelin fliC. 2*, 807–819.
- Congge, U., Bahri, S., & Nurhidayat, N. (2023). Efektivitas Sistem Controlled Landfill dalam Penanganan Sampah di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kabupaten Sinjai. *TheJournalish: Social and Government*, 4(2), 190–194. <https://doi.org/10.55314/tsg.v4i2.476>
- Dewi, E. R. S., Nurwahyunani, A., Sari, E. L., Nissa, F. K., AlfinaSeptiana, M., Andriani, D. R. P., & Azuhro, V. (2024). Teknik Bioremediasi Sebagai Solusi Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan: Literatur Review. *HUMANITIS Jurnal Humaniora Sosial dan Bisnis*, 2(1), 124–135.
- Diamanis, P. B., Mangangka, I. R., & Supit, C. J. (2022). Perencanaan TPA Sanitary Landfill Di Kecamatan Esang Kabupaten Kepulauan Talaud Sulawesi Utara. *TEKNO*, 20(82). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jts.v20i82.44184>
- Ediana, R., Jannah, R., Zulkarnain, & TIMBAL (Pb DAN MERKURI (Hg)). (2025). KAJIAN LITERATUR: BAKTERI PENGAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb DAN MERKURI (Hg)). *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 9(1).

- Fathina, D. S. (2024). *Bioremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Tanah Tpa Piyungan Pada Air Limbah Industri Tekstil* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.
- Fauziyah, R. (2021). *Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri Pseudomonas aeruginosa Serta Uji Toksisitas Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera) Hasil Sonikasi Dengan Variasi Preparasi Sampel* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Fitri, W. E., Rahmatika, C., & Putra, A. (2021). Bioremediasi Logam Berat Pb(II) Dan Cu(II) Pada Air Lindi Menggunakan Chlorella Vulgaris. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 4(1). <https://doi.org/10.31602/dl.v4i1.4877>
- Gralka, M., Szabo, R., Stocker, R., & Cordero, O. X. (2020). Trophic Interactions and the Drivers of Microbial Community Assembly. *Current Biology*, 30(19), R1176–R1188. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.08.007>
- Gul, I., Adil, M., Lv, F., Li, T., Chen, Y., Lu, H., Ahamad, M. I., Lu, S., & Feng, W. (2024). Microbial strategies for lead remediation in agricultural soils and wastewater: Mechanisms, applications, and future directions. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1434921. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1434921>
- Habibaturrahim, R., & Bakrie, W. (2020). Pencemaran Lingkungan Dalam Fiqih Islam dan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Journal of Indonesian Comparative of Law*, 3(1), 59. <https://doi.org/10.21111/jicl.v3i1.4513>
- Harahap, D., Rahmad, Z., Yahya, H., & Harahap, J. (2023). Kemampuan Pseudomonas aeruginosa PAO1 Dalam Serapan Logam Besi (Fe) Pada Limbah Lindi di TPA Gempong Jawa Kota Banda Aceh. *KENANGA : Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 3(1), 25–34. <https://doi.org/10.22373/kenanga.v3i1.3118>
- Harun, F. A., Yusuf, M. R., Usman, S., Shehu, D., Babagana, K., Sufyanu, A. J., Jibril, M. M., Bello, A. M., Musa, K. A., Jagaba, A. H., Shukor, M. Y., & Yakasai, H. M. (2023). Bioremediation of lead contaminated environment by Bacillus cereus strain BUK_BCH_BTE2: Isolation and characterization of the bacterium. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8, 100540. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100540>
- Hasibuan, I. A. B., Manalu, K., & Nasution, R. A. (2024). Utilization of Bakteria Pseudomonas aeruginosa and Bacillus Subtilis as Bioremediation of Metal

Pb in Textile Waste. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2).
<https://doi.org/10.29303/jbt.v24i2.6820>

Januar, A. (2024). *Efektivitas Bakteri Arthrobacter Chlorophenicus Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr-VI) Pada Air Lindi di TPA Piyungan* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.

Jaswita, D. (2022). *Resistensi Bacillus sp. Terhadap Logam Seng (Zn) yang Diisolasi dari Sedimen Sungai Krueng Aceh: Studi Biomonitoring dan Analisis Potensi Bioremediasi* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Kamalia, N. (2024). *Potensi Bakteri Staphylococcus Sp. Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Zink (Zn) Pada Air Lindi TPA Piyungan Yogyakarta* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.

Karamina, H., Murti, A. T., & Mujoko, T. (2021). Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Br Pada Air Lindi di Tiga Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Dadaprejo, Kota Batu, Dau dan Supit Urang, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 6(2), 51–57.
<https://doi.org/10.32503/hijau.v6i2.1984>

Kennedy, P. S. J., Mangani, K. S., Hutabarat, F. A., Juliana, J., Liciano, N. V. A., Adrian, J., & Abednego, A. H. (2025). Peningkatan Pemahaman mengenai Bioremediasi: Solusi Efektif untuk Pengelolaan Limbah di Bantargebang. *IKRA-ITH ABDIMAS*, 9(2), 140–148. <https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v9i2.4079>

Khoiroh, Z. (2014). *Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dalam Lumpur Lapindo Menggunakan Campuran Bakteri (Pseudomonas pseudomallei dan Pseudomonas aeruginosa)*.

Khurana, S., Ali, S., Srivastava, A. K., Singh, A., Agarwal, H., Chauhan, R., Joshi, N. C., Dufossé, L., & Chauhan, A. (2025). Bioremediation of microplastic pollution: A systematic review on mechanism, analytical methods, innovations, and omics approaches. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 19, 100777. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2025.100777>

Kocaman, A., Savaş, B. F., & İşler Ceyhan, D. (2023). Removal efficacy of toxic metals in leachate through micro-organisms isolated from the natural environment. *BioResources*, 18(3), 5476–5493.
<https://doi.org/10.15376/biores.18.3.5476-5493>

- Lutfi, S. R. (2017). *Bioremediasi Limbah Cair Mengandung Merkuri Menggunakan Bioreaktor Sederhana* [Tesis]. Universitas Brawijaya.
- Maharaj, D., Mohammed, T., Mohammed, A., & Addison, L. (2021). Enhanced digestion of complex cosmetic matrices for analysis of As, Hg, Cd, Cr, Ni, and Pb using triton X-100. *MethodsX*, 8, 101241. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101241>
- Mahrus, M. H., Kartika, R., Fahmi, M., Aswat, R., & Rizkirullah, M. A. (2023). *Penyerapan Logam Berat Secara Biokimiawi Oleh Bakteri Gram Positif Dan Gram Negatif: A Mini Riview*.
- Meyrita, M., Sandria, F. S., Najmi, I., Firdus, F., Rizki, A., & Nasir, M. (2023). Kontaminasi Logam Berat pada Air Sumur Warga Akibat Air Lindi dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 425–433. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i2.64052>
- Miratsi, L., Kurniawan, W. B., & Indriawati, A. (2024). *Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Peningkatan Kualitas Larutan FeCl₃.6H₂O*. 05(01).
- Nurchayani, N., Mayasari, U., & Nasution, R. A. (2024). Bioremediasi Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Dari Sungai Tercemar Limbah Cair Pertambangan Emas Martabe Batang Toru. *Best Journal (Biology Education, Sains & Technology)*, 7(1), 218–224.
- Nurmailah, F., Mu'awanah, I. A. U., & Widyantara, A. B. (2024). Efektivitas Buah Delima Sebagai Alternatif Safranin Pada Pewarnaan Gram Negatif Salmonella sp. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(4), 11501–11507. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i4.35981>
- Oziegbe, O., Oluduro, A. O., Oziegbe, E. J., Ahuekwe, E. F., & Olorunsola, S. J. (2021). Assessment of heavy metal bioremediation potential of bacterial isolates from landfill soils. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(7), 3948–3956. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.072>
- Qothrunnada, E. S. (2023). *Tugas Akhir Potensi Bakteri Indigenous Dari Tanah TPA Piyungan Dalam Bioremediasi Larutan Logam Timbal (Pb)* [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.
- Rachman, F. (2025). *Kombinasi Pengolahan Biologis dan Fitoremediasi dalam Mendegradasi Mikroplastik Pada Pengolahan Air Limbah Lindi*. [Tugas Akhir]. Universitas Islam Indonesia.

- Rachmawati, S., Bernadetta, P., Mardiyanto, M. B., Fil'ardiani, N. U., Khoirunnisa, S., & Arta, Y. P. A. (2024). Kandungan logam berat besi (Fe) dan timbal (Pb) pada air lindi TPA Putri Cempo, Surakarta. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 219–232. <https://doi.org/10.36813/jplb.8.2.219-232>
- Rahadi, B., Susanawati, L. D., Universitas Brawijaya, Agustianingrum, R., & Universitas Brawijaya. (2019). Bioremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Pada Tanah Tercemar Air Lindi (Leachate). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 11–18. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2019.006.03.2>
- Rahma, L., Jumaidi, & Barkatullah. (2025). Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Batu Merah Kecamatan Lampihong Kabupaten Balangan. *JURNAL MSDM Manajemen Sumber Daya Manusia*, 2(1), 67–79.
- Rahmad, Z. (2022). *Penyisihan Logam Berat Besi (Fe) dan Kualitas Fisika Kimia pada Lindi di TPA Gampong Jawa Kota Banda Aceh* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Ramidi, H. S. (2024). *Sebaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Air Sumur di Daerah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Bantul, Yogyakarta* [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.564>
- Safitri, D. N., Mayasari, U., & Rasyidah. (2023). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indigenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Lindi (Leachate). *Best Journal (Biology Education, Sains & Technology)*, 6(2), 878–884. <https://doi.org/https://doi.org/10.30743/best.v6i2.8382>
- Sari, A. P., Hasanah, S., & Nursalman, M. (2024). *Uji Normalitas dan Homogenitas dalam Analisis Statistik*. 8.
- Sari, E. K., & Lucyana. (2025). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Simpang Kandis Kabupaten Ogan Komering Ulu. *JURNAL DEFORMASI*, 6(1), 33–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.31851/deformasi.v6i1.5510>

- Sofia, M., Simanjuntak, W. Y., Maysara, L., Febriyossa, A., & Rangkuti, M. N. S. (2024). Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Air Lindi TPA Terjun Marelan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Agroristek*, 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.47647/jar.v7i2.2726>
- Sonker, S., Fulke, A. B., & Monga, A. (2024). Recent trends on bioremediation of heavy metals; an insight with reference to the potential of marine microbes. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(15), 9763–9774. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05673-x>
- Suharno, Runtuboi, D. Y. P., & Sujarta, P. (2023). *Buku Ajar Pengantar Bioremediasi*. Deepublish Digital.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Rahmawati, C. T. (2020). Sebaran Kualitas Air Sumur Di Sekitar TPA Randegan Kota Mojokerto Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(1), 28–35. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.01.4>
- Sulviana, A. W., Puspawati, N., & Rukmana, R. M. (2018). Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* dan Uji Sensitivitas terhadap Antibiotik dari Sampel Pus Infeksi Luka Operasi di RSUD Dr. Moewardi. *Biomedika*, 10(2), 18–24. <https://doi.org/10.31001/biomedika.v10i2.271>
- Syafriliansah, M. W., & Purnomo, T. (2022). Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Tumbuhan Aquatik dan Air Sebagai indikator kualitas Air Sungai Brangkal Mojokerto. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 341–350. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n2.p341-350>
- Vélez, J. M. B., Martínez, J. G., Ospina, J. T., & Agudelo, S. O. (2021). Bioremediation potential of *Pseudomonas* genus isolates from residual water, capable of tolerating lead through mechanisms of exopolysaccharide production and biosorption. *Biotechnology Reports*, 32, e00685. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00685>
- Wargana, S. S. (2022). *Pengaruh pH Terhadap Kemampuan Bioremediasi Timbal Oleh Isolat Bakteri T2p2 Resisten Timbal Dari Kawasan Pertambangan Tulungagung* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Wati, E. F. M. (2022). *Potensi Bakteri Indigen Dalam Mengakumulasi Timbal (Pb) Dari Sungai Wonokromo, Kota Surabaya* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Wen, P., Li, X., Shi, G., Wang, Z., & Ma, Z. (2025). Age and hydrogeological conditions of landfill site control groundwater pollution in landfill site.

Waste Management, 208, 115171.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.115171>

Widiastuty, H., & Anwar, K. (2025). Ekoteologi Islam: Prinsip Konservasi Lingkungan dalam Al-Qur'an dan Hadits serta Implikasi Kebijakan. *Risalah, Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 11(1).
https://doi.org/https://doi.org/10.31943/jurnal_risalah.v11i1.2149

Wierzba, S., & Latala, A. (2010). Biosorption lead(II) and nikel(II) from an aqueous solution by bacterial biomass. *Polish Journal of Chemical Technology*, 12(3), 72–78. <https://doi.org/10.2478/v10026-010-0038-6>

Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(2), 16. <https://doi.org/10.22146/a.77010>

Zoghi, A., & Reihani, F. S. (2025). Bioremediation of Soil Contaminated with Heavy Metals by Using Pseudomonas Genus. *Frontiers in Bioscience-Elite*, 17(3), 26181. <https://doi.org/10.31083/FBE26181>



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A