

**PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR LINDI TPA
BENOWO SURABAYA MENGGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND*
DENGAN TANAMAN AKAR WANGI (*Chrysopogon zizanioides*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan



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

Disusun Oleh

Erika Triambarwati

09020522027

Dosen Pembimbing

Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL

198512112014031002

Sarita Oktorina, M. Kes

198710052014032003

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Erika Triambarwati
NIM : 09020522027
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan Tugas Akhir saya yang berjudul "PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR LINDI TPA BENOWO SURABAYA MENGGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN AKAR WANGI (*Chrysopogon zizanioides*)". Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang diterapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 12 Juni 2026

Yang Menyatakan



(Erika Triambarwati)

NIM. 09020522027

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

Nama : Erika Triambarwati

NIM : 09020522027

Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi Logam Timbal (Pb) Pada Air Lindi
TPA Benowo Surabaya Menggunakan *Constructed Wetland*
dengan Tanaman Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides*)

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan

Surabaya, 12 Juni 2026

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Sarita Oktorina, M. Kes
NIP. 198710052014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas akhir oleh:

Nama : Erika Triambarwati

NIM : 09020522027

Judul : Penurunan Konsentrasi Logam Timbal (Pb) Pada Air Lindi TPA Benowo Surabaya menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides*)

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 12 Juni 2026

Penguji I



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

Penguji II



Sarita Oktorina, M.Kes
NIP. 198710052014032003

Penguji III



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

Penguji IV



Aulia Nur Febrianti, M.Sc
NIP. 199702212025052004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



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



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax. 031-8413300
E-Mail: perpus@uinshy.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

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

Nama : ERIKA TRIAMBARWATI
NIM : 09020522027
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : triambarwatierika@gmail.com

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

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR LINDI TPA BENOWO

SURABAYA MENGGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN

AKAR WANGI (*Chrysopogon zizanioides*)

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, 12 Juni 2026

Penulis

(ERIKA TRIAMBARWATI)

ABSTRAK

Air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Benowo Surabaya mengandung logam berat timbal (Pb) yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan sistem *constructed wetland* tipe *Horizontal Subsurface Flow* (HSSF) dengan tanaman akar wangi (*Chrysopogon zizanioides*) dalam menurunkan konsentrasi logam Pb pada air lindi. Variasi biomassa tanaman yang digunakan adalah 200 g, 400 g dan 600 g dengan satu reaktor kontrol tanpa tanaman. Pengamatan dilakukan selama 15 hari pada hari ke 0, Ke 5, ke 10 dan ke 15. Konsentrasi awal Pb pada air lindi sebesar 0,78 mg/L, kemudian diencerkan 50% sehingga konsentrasi sebelum perlakuan menjadi 0,398 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh reaktor dengan tanaman mampu menurunkan konsentrasi Pb lebih baik dibandingkan reaktor kontrol. Penurunan Pb berlangsung melalui mekanisme fitoremediasi, adsorpsi media dan aktivitas mikroorganisme di zona rizosfer. Efisiensi removal tertinggi diperoleh pada biomassa 600 g sebesar 88,32%, biomassa 400 g sebesar 85,05% dan biomassa 200 g sebesar 73,87%. Sementara reaktor kontrol hanya mencapai 54,02% dengan konsentrasi akhir 0,183 mg/L yang belum memenuhi baku mutu. Reaktor dengan biomassa 400 g dan 600 g telah memenuhi baku mutu Peraturan Menteri LH No. 5 Tahun 2014 sebesar 0,1 mg/L. Hasil uji statistik Kruskal-Wallis menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan (Asymp. Sig. = 0,263 > 0,05) namun secara deskriptif terdapat kecenderungan konsisten bahwa semakin besar biomassa, semakin tinggi efisiensi penurunan Pb.

Kata Kunci: Air Lindi, Akar Wangi, *Chrysopogon zizanioides*, *Constructed Wetland*, Logam Timbal (Pb)

ABSTRACT

Leachate generated from the Benowo Final Disposal Site (TPA) in Surabaya contains lead (Pb) as a heavy metal pollutant that poses a significant risk to the surrounding environment. This study aims to evaluate the performance of a Horizontal Subsurface Flow (HSSF) constructed wetland system planted with Chrysopogon zizanioides in reducing Pb concentration in leachate. Plant biomass variations used were 200 g, 400 g and 600 g, alongside one unplanted control reactor. Observations were conducted over 15 days at day 0, day 5, day 10 and day 15. The initial Pb concentration in the leachate was 0.78 mg/L, which was then diluted by 50% to obtain a pre treatment concentration of 0.398 mg/L. The results revealed that all planted reactors demonstrated superior Pb removal compared to the control reactor. Pb reduction occurred through phytoremediation mechanisms, media adsorption, and microbial activity in the rhizosphere zone. The highest removal efficiency was achieved at a biomass of 600 g (88.32%), 400 g (85.05%) and 200 g (73.87%). The control reactor reached only 54.02% with a final Pb concentration of 0.183 mg/L, which did not comply with the applicable standard. Reactors with 400 g and 600 g biomass successfully met the effluent quality standard of 0.1 mg/L set by Minister of Environment Regulation No. 5 of 2014. The Kruskal-Wallis statistical test indicated no significant difference among treatments (Asymp. Sig. = 0.263 > 0.05) however, a consistent descriptive trend was observed whereby greater biomass corresponded to higher Pb removal efficiency.

Keywords: *Leachate, Vetiver Grass, Chrysopogon zizanioides, Constructed Wetland, Lead (Pb)*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	8
2.2 Air Lindi TPA	9
2.2.1 Karakteristik Air Lindi	10
2.2.2 Dampak Air Lindi Bagi Lingkungan	11
2.2.3 Baku Mutu Air Lindi TPA	11
2.3 Logam Timbal (Pb)	12
2.4 Constructed Wetland	14
2.4.1 Mekanisme Constructed Wetland	15
2.4.2 Tipe-tipe Constructed Wetland	20
2.4.3 Keunggulan dan Kelemahan Constructed Wetland	22
2.4.4 Komponen Constructed Wetland	23
2.4.5 Waktu Detensi	24
2.4.6 Perhitungan Efisiensi Penyisihan	25
2.5 Tanaman Akar Wangi	25
2.5.1 Pengujian Logam Pada Tanaman Akar Wangi	27
2.6 Integrasi Keislaman	28
2.7 Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODE PENELITIAN	36
3.1 Rancangan Penelitian	36

3.2 Lokasi Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	40
3.3.1 Alat.....	40
3.3.2 Bahan	40
3.4 Variabel Penelitian	40
3.5 Kerangka Penelitian	41
3.6 Prosedur Penelitian.....	42
3.6.1 Pengambilan Sampel dan Pengujian Karakteristik Air Lindi.....	42
3.6.2 Aklimatisasi Tanaman Akar Wangi.....	43
3.6.3 Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	43
3.6.4 Perlakuan	48
3.7 Pengambilan dan Analisis Data.....	50
3.7.1 Analisis Logam Pb pada Air Lindi	50
3.7.2 Analisis Logam Pb pada Tanaman Akar Wangi.....	50
3.7.3 Perhitungan Efisiensi Pb.....	51
3.7.4 Analisis Statistik	52
3.7.5 Hipotesis Statistik	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Tahap Aklimatisasi.....	54
4.2 Hasil Penelitian.....	56
4.3 Analisis pH dan Suhu Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	63
4.3.1 Nilai pH.....	63
4.3.2 Nilai Suhu	65
4.4 Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Air Lindi.....	66
4.5 Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Tanaman.....	68
4.5.1 Konversi Kadar Pb Pada Tanaman dan Air Lindi	71
4.6 Efisiensi Removal.....	77
4.7 Analisis Uji Statistik.....	80
4.7.1 Uji Normalitas.....	80
4.7.2 Uji Kruskal Wallis	81
BAB V PENUTUP.....	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Lindi TPA	11
Tabel 2. 2 Keunggulan dan Kelemahan Constructed Wetland.....	22
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 3. 1 Rancangan Percobaan Penelitian.....	36
Tabel 4. 1 Tahap Aklimatisasi Tanaman Akar Wangi	54
Tabel 4. 2 Tahap Perlakuan Tanaman Akar Wangi	57
Tabel 4. 3 Nilai pH Air Lindi	63
Tabel 4. 4 Kadar Logam Pb dalam Air.....	67
Tabel 4. 5 Kadar Logam Pb dalam Batang Tanaman.....	69
Tabel 4. 6 Kadar Logam Pb dalam Akar Tanaman	69
Tabel 4. 7 Kadar Pb yang Terlarut dalam Air Lindi	72
Tabel 4. 8 Konversi Kadar Pb Air Lindi Hari ke 15	73
Tabel 4. 9 Konversi Kadar Pb Jaringan Tanaman Hari ke 15	75
Tabel 4. 10 Neraca Massa Logam Pb Reaktor Hari ke 15	76
Tabel 4. 11 Efisiensi Removal Logam Timbal.....	77
Tabel 4. 12 Perbandingan Efisiensi Removal.....	79
Tabel 4. 13 Hasil Uji Statistik Normalitas.....	81
Tabel 4. 14 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 TPA Benowo Surabaya.....	9
Gambar 2. 2 Logam Timbal	13
Gambar 2. 3 Reaktor constructed wetland secara sederhana.....	15
Gambar 2. 4 Free Water Surface	20
Gambar 2. 5 Horizontal Subsurface Flow	21
Gambar 2. 6 Vertical Subsurface Vertical Flow.....	22
Gambar 2. 7 Tanaman Akar Wangi.....	25
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Lindi TPA Benowo.....	39
Gambar 3. 2 Kerangka Penelitian.....	41
Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian.....	42
Gambar 3. 4 Rencana Desain Reaktor Constructed Wetland.....	47
Gambar 4. 1 Grafik Nilai pH.....	64
Gambar 4. 2 Nilai Suhu.....	65
Gambar 4. 3 Grafik Penurunan Logam Timbal didalam Air.....	67

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Perizinan ke TPA Benowo	93
Lampiran 2 Pengambilan Sampel Air Lindi TPA Benowo.....	94
Lampiran 3 Hasil Uji Identifikasi Tanaman Akar Wangi	95
Lampiran 4 Persiapan Reaktor Constructed Wetland	96
Lampiran 5 Penimbangan Akar Wangi Sebelum Perlakuan	97
Lampiran 6 Pengukuran Ph dan Suhu	98
Lampiran 7 Penimbangan Akar Wangi Setelah Perlakuan	99
Lampiran 8 Persiapan Sampel Uji Logam Pb	100
Lampiran 9 Hasil Uji Logam Pb Sampel Air Lindi	101
Lampiran 10 Hasil Uji Logam Pb Akar Wangi.....	103
Lampiran 11 Uji Statistik SPSS Normalitas	104
Lampiran 12 Uji Kruskal Wallis	106

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, K., Juita, E., & Zuriyani, E. (2021). Analisis Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Desa Sido Makmur Kecamatan Sipora Utara. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 6(2), 115–124. <https://doi.org/10.21067/jpig.v6i2.5936>
- Akuba, S. R., & Madjowa, N. F. (2025). Desain Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Berbasis Constructed Wetland. *Journal of Multi Technology*, 1(2), 94–107.
- Alisha, R. (2025). Analisis Efisiensi Karbon Aktif Berbasis Kompos untuk Penyisihan Logam Berat (Cr, Cu, Pb) pada Air Lindi TPA Piyungan.
- Alwi, D. A. (2022). Unjuk Kerja Hybrid Constructed Wetland Kombinasi Dengan Konsorsium Bakteri Untuk Removal Kandungan Logam, Tss, Dan Warna Pada Air Limbah Tenun.
- Amanda, S. P., Alfiyah, D., Aprilianto, A., & Mashuri, I. (2024). Urgensi Fikih Lingkungan di Indonesia. 7.
- Andalina, S. M. (2022). Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta 2022.
- 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>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 6989.8:2009 Cara uji timbal (Pb) dalam air dan air limbah dengan spektrofotometri serapan atom (SSA). Jakarta: BSN
- Berthouex, P. M., & Brown, L. C. (2002). A CRC Press Company Boca Raton London New York Washington, D.C.
- Cahyana, G. H. (2020). Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Menggunakan Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland. Open Science Framework. <https://doi.org/10.31219/osf.io/4kbgf>
- Danh, L. T., Truong, P., Mammucari, R., Tran, T., & Foster, N. (2009). Vetiver Grass, *Vetiveria Zizanioides*: A Choice Plant For Phytoremediation Of Heavy Metals And Organic Wastes. *International Journal of Phytoremediation*, 11(8), 664–691. <https://doi.org/10.1080/15226510902787302>
- Defitri, M. (2022, September 10). TPA Benowo Olah Sampah Jadi Energi Listrik. *Artikel Dan Berita Pengelolaan Sampah Dari Waste4Change*. <https://waste4change.com/blog/tpa-benowo-olah-sampah-jadi-energi-listrik/>

- Dewi, C. N., Amelia, N., & Sari, S. D. A. (2025). Mewujudkan Zero Waste City Melalui Kerjasama Pemerintah Dengan Sektor Swasta Di Kecamatan Benowo Kota Surabaya. *Open Access*, 8(6).
- Eva Satriani, Radeni Ilyan Putra, Meistian Herizon, Reflis, R., & Satria P Utama. (2025). Studi Literatur: Pencemaran TPA Air Sebakul dan Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Biogas. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(3), 354–366. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i3.5336>
- Febriany, R. N., Fadila, C. S. J., & Apriani, I. (2025). *Analisis Perbandingan Pengaruh Air Lindi Terhadap Kualitas Air Tanah Di Dua Lokasi TPA Di Jawa Tengah*.
- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N., Syam, N., & Fiqri, A. (2017). *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Hardiansyah, A. (2025). Tinjauan Sistematis Faktor Lingkungan dan Perilaku terhadap Keracunan Timbal pada Anak. *Journal of Medical and Health Sciences*, 1(2), 55–61. <https://doi.org/10.71094/jmhs.v1i2.171>
- Hua, S. C. (2003). *The use of constructed wetlands for wastewater treatment*. Wetlands International–Malaysia Office
- Husna, N. A. (2020). *Hubungan Kadar Timbal (Pb) Di Udara Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pedagang Kaki Lima Di Jalan Perintis Kemerdekaan Km 10 Kota Makassar*.
- Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). *Treatment wetlands* (2nd ed). CRC Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pertambangan bijih laterit*. Jakarta: KLHK.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah*. Jakarta: KLH.
- Kew Science. (2026). Plants of the World Online. <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:264824-2>
- Kurniawan, I., & Mariadi, P. D. (2015). Review: Profil Hybrid Membrane Dalam Proses Reduksi Air Limbah. *Jurnal Konversi*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.1.1-10>
- Laely Priatna, Wahyu Hariadi, & Elly Kristiani Purwendah. (2020). Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel, Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas. *Cakrawala Hukum: Majalah Ilmiah*

Fakultas Hukum Universitas Wijayakusuma, 22(1), 73–79.
<https://doi.org/10.51921/chk.0gbcwq68>

Leni, K. E. (2024). *Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi*.

Mahmoudpour, M., Gholami, S., Ehteshami, M., & Salari, M. (2021). Evaluation of Phytoremediation Potential of Vetiver Grass (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) for Wastewater Treatment. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021(1), 3059983. <https://doi.org/10.1155/2021/3059983>

Manalu, C. C., Aritonang, C., Sihotang, F., Saragih, J., Sari, M. N., & Febriyossa, A. (2025). *Chindy Carolin Manalu, Christina Aritonang, Frianty Sihotang, Jeremiah Saragih, Marlinda Nilan Sari, Adelia Febriyossa. Efektivitas Tanaman...I Efektivitas Tanaman Bambu Air (Equisetum hymale) Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Lindi (Leachate)*. 11.

Mardiati, B., & Handayani, S. S. (2023). *Pengolahan Air Lindi TPA Kebon Kongok Menggunakan Eceng Gondok Segar Dan Potensinya Sebagai Pupuk Cair*.

Nabila, M. L., & Yuniarto, A. (2025). Kajian Penerapan Metode Advanced Oxidation Process (AOPS) Pada Pengolahan Limbah Cair Di Indonesia. *Jurnal Purifikasi*, 23(2), 53–66. <https://doi.org/10.12962/purifikasi.v23i2.458>

Nursagita, Y. S., & Titah, H. S. (2021). Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), G22–G28.

Nurtana, R., Yulianto, A., & Fajri, J. A. (2018). *Analisis Removal Logam Pada Air Limbah Balai Yasa Yogyakarta PT. Kereta Api Indonesia Menggunakan Tanaman Vetiver (Vetiveria zizanioides) Dan Bakteri Dengan Metode Floating Treatment Wetland*.

Palippui, H., Zakariah, R., & Umar, H. (2023). *Perencanaan Bangunan Pengolah Air Limbah*.

Patandungan, A., Hs, S., & Aisyah, A. (2016). Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiver zizanioides*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar. *Al-Kimia*, 4(2), 8–21. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v4i2.1676>

Paz-Alberto, A. M., Sigua, G. C., Bauí, B. G., & Prudente, J. A. (2007). Phytoextraction of lead-contaminated soil using vetivergrass (*Vetiveria zizanioides* L.), cogongrass (*Imperata cylindrica* L.) and carabagrass (*Paspalum conjugatum* L.).

- Environmental Science and Pollution Research International*, 14(7), 498–504.
<https://doi.org/10.1065/espr2007.05.415>
- Pemerintah Kota Surabaya. (2025). <https://www.surabaya.go.id/id/berita/74939/volume-sampah-harian-di-surabaya-60-persen-didominasi-organik>
- Permen LHK No. 59 Tahun 2016. (2016). Database Peraturan | JDIH BPK.
<http://peraturan.bpk.go.id/Details/168713/permen-lhk-no-59-tahun-2016>
- Pidatalla, V. R., Li, K., Sarkar, D., Ramakrishna, W., & Datta, R. (2016). Identification of Biochemical Pathways Associated with Lead Tolerance and Detoxification in *Chrysopogon zizanioides* L. Nash (Vetiver) by Metabolic Profiling. *Environmental Science & Technology*, 50(5), 2530–2537. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04725>
- Pratama, I., & Destiarti, L. (2018). *Penurunan Kadar Timbal(Ii) Menggunakan Zeolit-X Sintetis Dari Batu PadaS. 7.*
- Priantoro, E. A., Suryaatmana, P., Sumiarsa, D., Butar, E. S. B., & Sembiring, T. (2025). Fitoremediasi Logam Berat Sistem Lahan Basah Terapung Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides* (L.) Roberty) sebagai Hiperakumulator. *E. A.*, 26.
- Priatna, T., Fauzi, B. B. N., Rifa'i, A., Aprianti, A., Faiz, M., Mansur, A. I., & Djati, U. S. G. (2025). *Analisis Konseptual Kajian Teori, Kerangka Berpikir, Dan Hipotesis Dalam Penelitian Pendidikan. 02.*
- Puspitasari, S. (2024). *Profil Senyawa Metabolit Sekunder Minyak Atsiri Akar Wangi (Vetiveria zizanioides (L.) Nash) Asal Kabupaten Garut.*
<https://doi.org/https://doi.org/10.33482/jmc.v11i01.246>
- Putra, P. P., Ahmad, J. S. M., & Marleni, N. N. N. (2025). *Studi Literatur Efektivitas Constructed Wetlands Sistem Resirkulasi Untuk Pengolahan Air Limbah.*
- Qur'an Kemenag.* (2026). <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/31?from=12&to=15>
- Rachman, R. R., Subagiyo, S., & Ridlo, A. (2024). Monitoring Konsentrasi Timbal pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Budidaya Di Perairan Tambak Lorok. *Journal of Marine Research*, 13(2), 212–218. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.40045>
- 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>

- Rahman, D. A. (2025). Advancements in Constructed Wetland Technology for Enhanced Domestic Pollutants Removal: A Review. In A. Z. Yaser, M. A. Abu Samah, F. Ariffin, & A. K. Haghi (Eds.), *Controlling Environmental Pollution: Practical Solutions* (pp. 285–306). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8931-3_16
- Ramadhani, J., Asrifah, R. D., & Widiarti, I. W. (2019). Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumian*, 1(2), 1–8.
- Ratnawati, R., & Talarima, A. (2017). Subsurface Constructed Wetland (SSF) Untuk Pengolahan Air Limbah Laundry. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 15(2), 1–6. <https://doi.org/10.36456/waktu.v15i2.711>
- Saeed, T., Alam, K., Miah, J., & Majed, N. (2021). Environmental and Sustainability Indicators Removal of heavy metals in subsurface flow constructed wetlands: Application of effluent recirculation. *Environmental and Sustainability Indicators*, 12, 100146. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100146>
- Sahani, W., Kasim, K. P., & Syarif, A. M. (2024). Efektivitas Fitoremediasi Menggunakan *Eceng Gondok (Eichhornia crassipes)* dalam Mengurangi Kadar BOD dan COD pada Air Lindi TPA Tamangapa, Kota Makassar.
- Said, N. I., & Hartaja, D. R. K. (2018). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Sari, E. K., & Lucyana, L. (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/10.31851/deformasi.v6i1.5510>
- Sintia, I., Pasarella, M. D., & Nohe, D. A. (2022). *Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran Di Jawa*. SIPSN. (2026). <https://portal-sipsn.kemennh.go.id/>
- Siswoyo, E., & Habibi, G. F. (2018). Sebaran Logam Berat Cadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Air Sungai Dan Sumur Di Daerah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Wukirsari Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.1-6>
- Siswoyo, E., Novriyanto, & Kasam. (2023). Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) oleh *Eceng gondok (Eichhornia crassipes)*

- dalam Sistem Constructed Wetland. *AJIE*, 76–81.
<https://doi.org/10.20885/ajie.vol7.iss3.art1>
- Sondari, N., & Budiasih, R. (2017). *Pengaruh Pengindus Ammonium Sulfat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumput Akar Wangi (Vetiveria zizanioides L.) yang ditanam pada Tailing Tambang Emas*.
- Suelee, A. L. (2016). *Phytoremediation Potential Of Vetiver Grass (Vetiveria zizanioides) For Water Contaminated With Selected Heavy Metal*.
- Suhartawan, B., & Suprihatin, H. (2023). *Pengelolaan Limbah Padat, Limbah Industry Dan B3*.
- Tangahu, B. V., Ningsih, D. A., Kurniawan, S. B., & Imron, M. F. (2019). Study of BOD and COD Removal in Batik Wastewater using *Scirpus grossus* and *Iris pseudacorus* with Intermittent Exposure System. *Journal of Ecological Engineering*, 20(5), 130–134. <https://doi.org/10.12911/22998993/105357>
- Tangahu, B. V., Sheikh Abdullah, S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. (2022). Lead (Pb) removal from contaminated water using constructed wetland planted with *Scirpus grossus*: Optimization using response surface methodology (RSM) and assessment of rhizobacterial addition. *Chemosphere*, 291, 132952. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132952>
- Tanjungrejo, D., Jekulo, K., Kudus, K., Ramadhani, J., Asrifah, R. D., & W, I. W. (2019). *Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah. 1*, 1–8.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., & Metcalf & Eddy (Eds.). (2003). *Wastewater engineering: Treatment and reuse* (4th ed). McGraw-Hill.
- Toscano Mouthon, F., Tejeda-Benitez, L. P., & Marimón-Bolívar, W. (2026). Phytoremediation of young landfill leachates using *Chrysopogon zizanioides*: Evaluation of heavy metal removal and post-treatment toxicity. *South African Journal of Chemical Engineering*, 55, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2025.10.005>
- United States Environmental Protection Agency. (1996). *Method 3050B: Acid digestion of sediments, sludges, and soils*. Washington, DC: U.S. EPA.
- US EPA, O. (2016, March 24). *Municipal Solid Waste Landfills* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/landfills/municipal-solid-waste-landfills>
- Vymazal, J. (2010). Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water*, 2(3), 530–549. <https://doi.org/10.3390/w2030530>

- Wahyuningsih, N. E., Suhartono, S., Joko, T., Budiyo, B., Astorina, N., & Nabiha, P. I. (2024). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Kelurahan Sampangan Kota Semarang Melalui Edukasi Ecoenzym Skala Rumah Tangga. *LINK*, 20(2), 42–48. <https://doi.org/10.31983/link.v20i2.12229>
- Wardani, C. W. (2022). *Analisa Kelayakan Fasilitas Dan Sistem Pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Benowo Surabaya*.
- Warisaura, Ia. D., & Prasetya, A. (2017). *Performa Subsurface Flow Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Melati Air Dan Media Tanam Zeolit Dalam Mengolah Limbah Cair Tambang Emas Rakyat*.
- Washington State Department of Ecology. (2026). <https://ecology.wa.gov/air-climate/air-quality/air-quality-targets/air-quality-standards/lead>
- Wikiherbal: Akar Wangi. (2026). <https://sadabhumi.com/wikiherbal/akar-wangi>
- Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). Phytoremediation: A Promising Approach for Revegetation of Heavy Metal-Polluted Land. *Frontiers in Plant Science*, 11, 359. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00359>

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA