

**FITOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) dan  
CADMIUM (Cd) MENGGUNAKAN TANAMAN *Hydrilla*  
*verticillata* DENGAN SISTEM BATCH**

**TUGAS AKHIR**



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

**Disusun Oleh**

Afifudin Ramadhan

H05219002

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Afifudin Ramadhan

NIM : H05219002

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Menggunakan Tanaman *Hydrilla verticillata* dengan Sistem Batch"

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Surabaya, 04 Januari 2023

Yang Menyatakan



Afifudin Ramadhan

Nim H05219002


## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Afifudin Ramadhan  
NIM : H05219002  
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Menggunakan Tanaman *Hydrilla Verticillata* dengan Sistem Batch

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

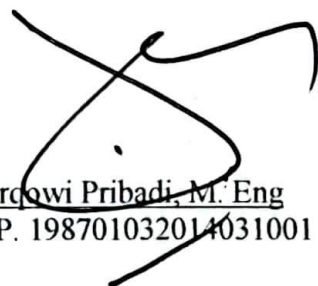
Surabaya, 20 Desember 2023

Dosen Pembimbing 1



Abdul Hakim, S.T.,M.T.  
NIP. 198008062014031002

Dosen Pembimbing 2



Ardowi Pribadi, M. Eng  
NIP. 198701032014031001

## PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Oleh

Nama : Afifudin Ramadhan

NIM : H05219002


Prodi : Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd)

Menggunakan Tanaman *Hydrilla verticillata* dengan Sistem Batch

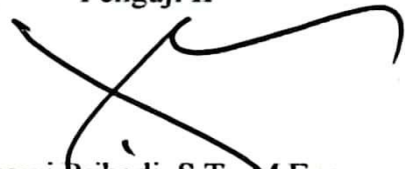
Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Surabaya, 04 Januari 2024

Penguji I

  
Abdul Hakim, S.T., M.T  
NIP. 198008062014031002

Penguji II

  
Arqowi Rribadi, S.T., M.Eng  
NIP. 198701032014031001

Penguji III

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

Penguji IV

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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Uin Sunan Ampel Surabaya



Dr. Saepul Hamdani, M.Pd  
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL  
SURABAYA

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@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : AFIFUDIN Ramadhan  
NIM : H05219002  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan  
E-mail address : afifudinr12@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 :

Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Menggunakan  
Tanaman *Hydrilla verticillata* Dengan Sistem Batch

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,

Penulis

( AFIFUDIN RAMADHAN )

nama terang dan tanda tangan

## Abstrak

### **FITOREMEDIASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) dan CADMIUM (Cd) MENGGUNAKAN TANAMAN *Hydrilla verticillata* DENGAN SISTEM BATCH**

Air limbah adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri, dan tempat-tempat umum lainnya dan biasanya mengandung bahan-bahan atau zat yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan. Fitoremediasi adalah pendekatan ramah lingkungan untuk membersihkan polutan dari lingkungan yang terkontaminasi menggunakan tanaman hijau. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghitung efisiensi removal tanaman *Hydrilla verticillata* dalam melakukan proses fitoremediasi air limbah yang mengandung Pb dan Cd, dan untuk menganalisis perbedaan variasi berat tanaman mana yang lebih efektif. Metode penelitian eksperimental ini menggunakan variasi berat tanaman 0, 50 gram dan 100 gram (secara duplo) yang menggunakan sistem batch dengan konsentrasi Pb dan Cd 2,97 mg/L selama 15 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi berat basah tanaman yang baik untuk logam Pb adalah 100 gram (Reaktor X<sub>3</sub> Duplo) di hari ke-15 dengan nilai penurunan mencapai 0,72 mg/L. Sedangkan untuk logam Cd adalah 100 gram (Reaktor X<sub>6</sub> Duplo) dengan nilai penurunan mencapai 0,46 mg/L. Berdasarkan hasil uji normalitas, uji homogenitas, dan uji one way annova nilai sig > 0,05 sehingga tidak ada perbedaan nyata variasi berat basah tanaman dalam menurunkan kadar logam berat Pb dan Cd

Kata Kunci : Fitoremediasi, Timbal (Pb), Cadmium (Cd), *Hydrilla verticillata*, Sistem Batch



## **Abstract**

### **PHYTOREMEDIATION OF HEAVY METALS LEAD (Pb) and CADMIUM (Cd) USING *Hydrilla verticillata* PLANTS WITH A BATCH SYSTEM**

Waste water is a liquid waste that originates from household, industry, and other public places and usually contains substances or materials that can be harmful to human life and disturb environmental sustainability. Phytoremediation is an environmentally friendly approach to clean pollutants from a contaminated environment using green plants. The purpose of this research is to calculate the efficiency of *Hydrilla verticillata* plants in the phytoremediation process of wastewater containing Pb and Cd, and to analyze the differences in plant weight variations in terms of effectiveness. This experimental research method used plant weight variations of 0, 50 grams, and 100 grams (in duplicate) using a batch system with Pb and Cd concentrations of 2.97 mg/L for 15 days. The results show that the suitable wet weight variation for Pb is 100 grams (Reactor X3 Duplicate) on the 15th day with a reduction value of 0.72 mg/L. Meanwhile, for Cd, it is 100 grams (Reactor X6 Duplicate) with a reduction value of 0.46 mg/L. Based on the results of normality test, homogeneity test, and one-way ANOVA test, the p-value is  $> 0.05$ , indicating no significant difference in wet weight variations of plants in reducing the levels of heavy metals Pb and Cd.)

Keywords: Phytoremediation, Lead (Pb), Cadmium (Cd), *Hydrilla verticillata*, Batch System

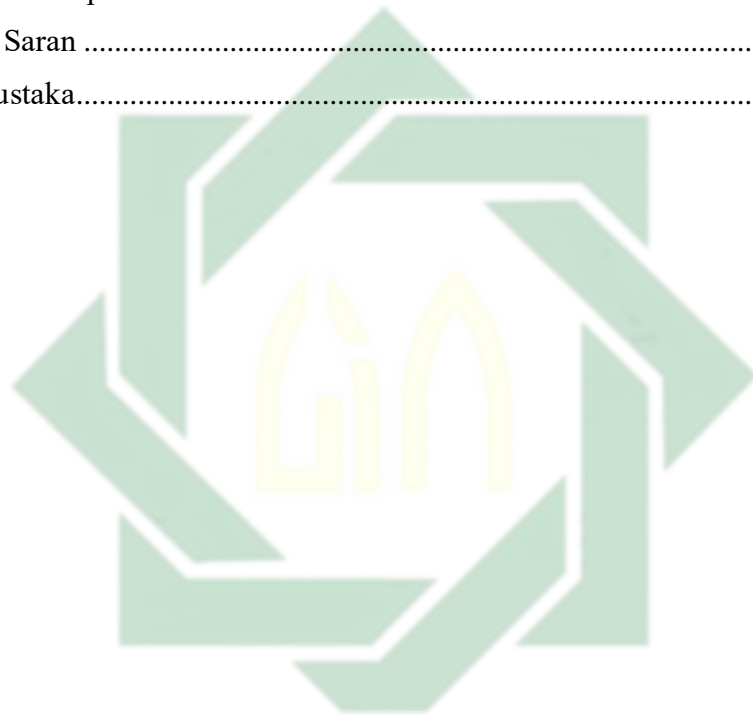
## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
LEMBAR PUBLIKASI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak .....	vi
Abstract .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Fitoremediasi .....	6
2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Fitoremediasi .....	8
2.2 Hydrilla Verticillata.....	9
2.3 Logam Berat .....	11
2.4 Timbal (Pb).....	12
2.5 Cadmium (Cd).....	13
2.6 Air Limbah .....	14
2.7 Baku Mutu Air Lmbah.....	15
2.8 Karakteristik Air Limbah.....	19
2.9 Sistem Batch.....	20
2.10 Desain dan prinsip sistem lahan basah buatan .....	21
2.11 Penelitian Terdahulu .....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	32



3.1	Rancangan Penelitian.....	32
3.2	Waktu Penelitian .....	32
3.3	Lokasi Penelitian.....	33
3.4	Alat dan Bahan Penelitian .....	33
3.4.1	Alat .....	33
3.4.2	Bahan.....	33
3.5	Variabel Penelitian .....	33
3.5.1	Variabel Bebas .....	34
3.5.2	Variabel Terikat.....	34
3.6	Kerangka Pikir Penelitian.....	35
3.7	Tahapan Penelitian .....	36
3.7.1	Tahap Persiapan Penelitian .....	37
3.7.2	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	37
3.7.3	Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan.....	46
3.8	Hipotesis Penelitian .....	48
3.9	Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		50
4.1	Aklimatisasi .....	50
4.2	Uji Fitoremediasi.....	53
4.2.1	Logam Berat Timbal (Pb) .....	54
	Logam Berat Cadmium (Cd).....	75
4.3	Analisis pH, Suhu, dan Intensitas Cahaya pada uji Fitoremediasi.....	96
4.3.1	pH .....	96
4.3.2	Suhu.....	100
4.3.3	Intensitas Cahaya .....	102
4.4	Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air.....	105
4.4.1	Kadar Logam Berat Timbal (Pb) .....	105
4.4.2	Kadar Logam Berat Cadmium (Cd).....	106
4.5	Efisiensi Removal Kadar Logam Berat .....	107
4.5.1	Efisiensi Removal Kadar Timbal (Pb) .....	107
4.5.2	Efisiensi Removal Kadar Cadmium (Cd) .....	113

4.6 Analisis Perbedaan Variasi Berat Tanaman Hydrilla Dalam Menurunkan kadar logam berat .....	119
4.6.1 Uji Normalitas .....	119
4.6.2 Uji Homogenitas.....	122
4.6.3 Uji One Way Annova.....	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	125
5.1 Kesimpulan.....	125
5.2 Saran .....	125
Daftar Pustaka.....	126



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman <i>Hydrilla verticillata</i> .....	10
Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian .....	35
Gambar 3.3 Tahapan Penelitian .....	36
Gambar 3.4 Reaktor X1,X4 .....	45
Gambar 3.5 Reaktor X <sub>2</sub> dan X <sub>5</sub> .....	45
Gambar 3.6 Reaktor X <sub>3</sub> dan X <sub>6</sub> .....	45
Gambar 4.1 Efisiensi Removal Logam Pb Pada Reaktor X <sub>1</sub> .....	110
Gambar 4.2 Efisiensi Removal Logam Pb Pada Reaktor X <sub>2</sub> .....	110
Gambar 4.3 Efisiensi Removal Logam Pb Pada Reaktor X <sub>2</sub> Duplo.....	111
Gambar 4.4 Efisiensi Removal Logam Pb Pada Reaktor X <sub>3</sub> .....	112
Gambar 4.5 Efisiensi Removal Logam Pb Pada Reaktor X <sub>3</sub> Duplo.....	112
Gambar 4.6 Efisiensi Removal Logam Cd pada Reaktor X <sub>4</sub> .....	114
Gambar 4.7 Efisiensi Removal Logam Cd pada Reaktor X <sub>5</sub> .....	115
Gambar 4.8 Efisiensi Removal Logam Cd pada Reaktor X <sub>5</sub> Duplo .....	116
Gambar 4.9 Efisiensi Removal Logam Cd pada Reaktor X <sub>6</sub> .....	117
Gambar 4.10 Efisiensi Removal Logam Cd pada Reaktor X <sub>6</sub> Duplo .....	118

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu air sungai dan sejenisnya .....	15
Tabel 2.2 Kriteria air berdasarkan peruntukannya .....	19
Tabel 3.1 Waktu Penelitian .....	32
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan.....	42
Tabel 3.3 Rancangan Percobaan.....	43
Tabel 3.4 RAB .....	49
Tabel 4.1 Proses Aklimatisasi Tanaman.....	50



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## Daftar Pustaka

- Afrina, A., & Lazulva, L. (2018). Reduction of Heavy Metals Level in the Waste Water Using Phytoremediation Technique. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 01(1), 1–8.
- Agusetyadevy, I., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2013). FITOREMEDIASI LIMBAH YANG MENGANDUNG TIMBAL (Pb) DAN KROMIUM (Cr) DENGAN MENGGUNAKAN KANGKUNG AIR ( *Ipomoea aquatica* ) Imbar Agusetyadevy \*) , Sri Sumiyati \*) , Endro Sutrisno \*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2, 1–8.
- Ahmed, I., Galadima, I., Sulaiman, M., & Deba, A. A. (2018). Akademia Baru Journal of Advanced Research in Applied Phytoremediation : A Preeminent Alternative Method for Bioremoval of Heavy Metals from Environment Akademia Baru. *Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 1(1), 59–71.
- Ali, H., Khan, E., & Sajad, M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals- Concepts and applications. *Chemosphere*, 91(7), 869–881. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075>
- Apdy, A. R. A. R. (2016). *Kadar Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Seng (Zn) pada Tanah di Sekitar Rumah Susun Pantai Losari Kota Makassar*. 1–84.
- AQLI, M. R. (2019). FITOREMEDIASI OLEH TUMBUHAN HYDRILLA (*Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle) DANAU RANU GRATI PASURUAN DENGAN VARIASI KONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu). *Science*, 2(1), 1–19. [http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZ0tx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&p;ots=HjrHeuS\\_](http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZ0tx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&p;ots=HjrHeuS_)
- Aulia, M. (2020). FITOREMEDIASI LOGAM BERAT Pb dan Fe PADA LIMBAH LABORATORIUM KIMIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG MENGGUNAKAN *Hydrilla verticillata* DARI DANAU RANU GRATI PASURUAN. *Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Mal.
- Batubara, P. H. (2019). Evaluasi Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Di Hotel Madani Medan. *Tugas Akhir*.
- Daniswari, N. L. T. (2021). PENGARUH DOSIS SERBUK BIJI KELOR (*Moringa oliefera*) TERHADAP KADAR BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND AIR LIMBAH RUMAH PEMOTONGAN AYAM TAHUN 2021. *Skripsi*.

- Farobi, W. A. Al. (2019). Fitoremediasi oleh *Hydrilla verticillata* (L.f) Royle Danau Ranu Grati Pasuruan dengan Variasi Konsentrasi Logam Timbal (Pb). *Skripsi*, 8(5), 55.
- Hasim, N. (2022). FITOREMEDIASI LOGAM Cd OLEH TANAMAN TERATAI (*Nymphaea* sp.). *Skripsi*.
- Irhamni, I., Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2), 75–84.
- Kalia, K., & Flora, S. J. S. (2005). Strategies for safe and effective therapeutic measures for chronic arsenic and lead poisoning. *Journal of Occupational Health*, 47(1), 1–21. <https://doi.org/10.1539/joh.47.1>
- Lidiana, R. (2022). *Efektivitas dan Efisiensi Tanaman Genjer (Limnocharis flava) Dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Batch*. 1–83.
- Lucyan, A. (2021). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Menggunakan NaOH Dan Fitoremediasi *Hydrilla verticillata* Untuk Menurunkan Kadar Logam Tembaga (Cu) Dan Nikel (Ni). *Tesis*, 1–109.
- Mac, B. P., & C.Brown, L. (2002). Statistics for Environmental Engineers. In LEWIS PUBLISHERS (Ed.), *Pollution Engineering* (second edi, Vol. 20, Issue 1).
- Muhammad, S., & Sarto, S. (2018). Analisis risiko kesehatan akibat paparan mbal (Pb) dalam biota laut pada masyarakat sekitar Teluk Kendari. *Berita Kedokteran Masyarakat : BKM Journal of Community Medicine and Public Health*, 34(10), 385–393.
- Mutiara, C., Mella, W. I. I., & Suwari. (2020). Analisis Riisiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Nitrit dan Kadmium dari Air Sumur di Kelurahan Tarus. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 22(2), 40–45. <https://doi.org/10.29244/jitl.22.2.40-45>
- Mutmainnah, F. (2015). FITOREMEDIASI LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN MENGGUNAKAN HYDRILLA VERTICILLATA DAN NAJAS INDICA. *Jurnal Dampak*, 12(2), 90. <https://doi.org/10.25077/dampak.12.2.90-103.2015>
- Najila, N., & Anila, G. (2022). Heavy Metal Absorption and Phytoremediation Capacity of Macrophytes of Polachira Wetland of Kollam District, Kerala, India. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 26(1), 90–96. <https://doi.org/10.25303/2601RJCE9096>
- Novi, Cory. Sartika. Nur Shobah, A. (2019). Fitoremediasi Logam Seng (Zn)



- Menggunakan Hydrilla sp. Pada Limbah Industri Kertas. *Jurnal Kimia Valensi*, 5(1), 72–78. <https://doi.org/10.15408/jkv.v5i1.8652>
- Nur Fatikasari, R., & Purnomo, T. (2022). Effectiveness of Hydrilla verticillata and Lemna minor as Phytoremediator LAS in Domestic Waste Detergent. *Lentera Bio*, 11(2), 263–272. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index263>
- Nurmalinda, Yuliansyah, A. T., & Prasetya, A. (2018). Aklimatisasi Tanaman Lemna Minor Dan Azolla Microphylla Terhadap Lindi Tpa Piyungan Pada Tahap Awal Fitoremediasi. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*, ISSN 0216-, 313–319.
- Nurmalita, N. S. (2018). Hubungan Pertumbuhan Tanaman Cyperus haspan L TERHADAP PENYERAPAN KROMIUM (Cr) PADA MEDIA 25% LIMBAH CAIR BATIK. *Repository.Ub.Ac.Id*, 1–93.
- Obenu, A. (2019). *Fitoremediasi Tanah Tercemar Aluminium Menggunakan Scirpus grossus, Typha angustifolia dan Bioaugmentasi Vibrio alginolyticus*. 142. <https://repository.its.ac.id/60569/>
- Pandia, S., Purba, E., Hasan, W., Doktor Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, M., Pengajar Fakultas Teknik Kimia, S., Pengajar Fakultas Pertanian, S., & Pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat, S. (2018). Analisis Limbah Tumbuhan Fitoremediasi (Typha Latifolia, Enceng Gondok, Kiambang) Dalam Menyerap Logam Berat. *Serambi Engineering*, III, 344–351.
- Papid Handoko, Y. fajaryanti. (2008). Pengaruh Spektrum Cahaya Tampak Terhadap Laju Fotosintesis Tanaman Air Hydrilla Verticillata. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1–5.
- Pujananto, E. K. (2020). Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat Kromium (Cr) dan Kadmium (Cd) pada Hati dan Insang Ikan sebagai Biomarker di Sungai Way Belau Bandar Lampung. *Skripsi, Cd*, 64.
- Putra, R. (2018). *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Tanaman Phyto Treatment Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Penyulingan Minyak Kayu Putih*. 1–21.
- Quraisy, A. (2022). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk. *J-HEST Journal of Health Education Economics Science and Technology*, 3(1), 7–11. <https://doi.org/10.36339/jhest.v3i1.42>
- Rahayuningtyas, I., Wahyuningsi, N. E., & Budiyo. (2018). Pengaruh Variasi Lama Waktu Kontak Dan Berat Tanaman Apu-Apu (Pistia Stratiotes L.)

Terhadap Kadar Timbal Pada Irigasi Pertanian. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(6), 166–174.

Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biologycal Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 12–22. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss1.art2>

Sari, L. P. (2018). *Analisis Kandungan Nikel (Ni) pada Limbah Cair dan Air Sumur Gali serta Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Sekitar Industri Logam (Studi di UD. Aji Batara Perkasa Mandiri (ABP) Desa Ngingas Kecamatan Waru)*. 1–102.

Sibero, T. B. H. N., Wijayanti, P. P. N., & Perwira, Y. I. (2019). Fitoremediasi logam berat timbal (Pb) oleh tanaman kiapu (*Pistia stratiotes*) berdasarkan analisis mass balance. *Current Trends in Aquatic Science*, 2(2), 87–93. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/CTAS/article/view/50795>

Sidaruk, Lamria & Sipayung, P. (2015). Fitoremediasi Lahan Tercemar di Kawasan Industri Medan dengan Tanaman Hias. *Pertanian Tropik*, 2(2), 178–186.

Ulumudin, M. M., & Purnomo, T. (2022). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papyrus (*Cyperus papyrus L.*) di Sungai Wangi Pasuruan Analysis of the Heavy Metal Content of Lead (Pb) in Papyrus (*Cyperus papyrus L.*) in Wangi River Pasuruan. *Lentera Bio*, 11(2), 273–283. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index273>

Wasito, H., Karyati, E., Vikarosa, C. D., Hafizah, I. N., & Utami, H. R. (2017). Indonesian Journal of Chemical Science Test Strip Pengukur pH dari Bahan Alam yang Diimmobilisasi dalam Kertas Selulosa. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 3–9.

Wintah, W., Kiswanto, K., & Sulistiyowati, E. (2020). Efektivitas Em-4 Dalam Menurunkan Kadar Cod Limbah Cair Batik Cap Di Kelurahan Simbang Wetan Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, 18(1), 27–35. <https://doi.org/10.54911/litbang.v18i0.117>

Yuan, Q., Wang, P., Wang, X., Hu, B., & Tao, L. (2022). Phytoremediation of cadmium-contaminated sediment using *Hydrilla verticillata* and *Elodea canadensis* harbor two same keystone rhizobacteria Pedosphaeraceae and Parasegetibacter. *Chemosphere*, 286(P1), 131648. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131648>

Zulkoni, A., Rahyuni, D., & Nasirudin, N. (2018). PEMANGKASAN AKAR DAN INOKULASI JMA SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR MERKURI AKIBAT PENAMBANGAN EMAS

OLEH TANAMAN JATI DI KOKAP KULON PROGO YOGYAKARTA  
(Under ground root pruning and JMA inoculation to improve  
phytoremediation of soil . *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 24(1), 17.  
<https://doi.org/10.22146/jml.23071>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A