

**FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR  
(*Ipomoea aquatica* Forsk.) UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM  
TIMBAL (Pb) DENGAN SISTEM *BATCH***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk melengkapi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S. T.) pada  
Program Studi Teknik Lingkungan



**Disusun Oleh :**

**APRILIA CATRIONA CAHYARANI**

**NIM. 09010520003**

**Dosen Pembimbing :**

Sarita Oktorina, M. Kes.

Dedy Suprayogi, S. KM, M. KL.

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

**2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aprilia Catriona Cahyarani

NIM : 09010520003

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica* Forsk.) UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN SISTEM *BATCH*". Apabila suatu nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Desember 2024

Yang Menyatakan,



(Aprilia Catriona Cahyarani)

09010520003


## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Aprilia Catriona Cahyarani  
NIM : 09010520003  
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) untuk Menurunkan Kadar Logam Timbal (Pb) dengan Sistem *Batch*

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan,

Surabaya, 17 Desember 2024

Dosen Pembimbing I



Sarita Oktorina, M. Kes.  
NIP. 198710052014032003

Dosen Pembimbing II



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

## PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Aprilia Catriona Cahyarani  
NIM : 09010520003  
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) untuk Menurunkan Kadar Logam Timbal (Pb) dengan Sistem *Batch*

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir.

Di Surabaya, 17 September 2024

Mengesahkan

Tim Penguji

Penguji I

Sarita Oktorina, M. Kes.  
NIP. 198710052014032003

Penguji II

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

Penguji III

Widya Nilandita, M.KL.  
NIP. 198410072014032002

Penguji IV

Amrullah, M. Ag.  
NIP. 197309032006041001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Jember, Jember, Ampel Surabaya



Dr. A. Saiful Hamdani, M. Pd.

NIP. 197312000031002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300  
E-Mail : [saintek@uinsby.ac.id](mailto:saintek@uinsby.ac.id) Website : [www.uinsby.ac.id](http://www.uinsby.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

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

Nama : APRILIA CATRIONA CAHYARANI  
NIM : 09010520003  
Fakultas / Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : [apriliacc56@gmail.com](mailto:apriliacc56@gmail.com)

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

Skripsi  Thesis  Desertasi  Lain-lain (.....)  
Yang berjudul :

**FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica* Forsk.) UNTUK MENURUNKAN KADAR LOGAM TIMBAL (Pb) DENGAN SISTEM BATCH**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Loyalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media / fotmat-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 sebenarnya.

Surabaya, 17 Desember 2024

Penulis

(Aprilia Catriona Cahyarani)

## ABSTRAK

### **Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) Untuk Menurunkan Kadar Logam Timbal (Pb) Dengan Sistem *Batch***

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang termasuk dalam kategori beracun dan memiliki potensi bahaya terhadap kehidupan organisme. Salah satu metode untuk mengurangi kadar Timbal di perairan adalah melalui fitoremediasi yang dalam penelitian ini, tanaman Kangkung Air digunakan sebagai agen fitoremediasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan morfologi pada daun dan batang, mengetahui kandungan Timbal (Pb) pada akar Kangkung Air, mengetahui nilai efisiensi removal Kangkung Air dalam menurunkan konsentrasi Timbal (Pb), dan menganalisis perbedaan variasi massa tanaman dalam proses fitoremediasi dengan sistem *batch*. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dalam konteks tersebut peneliti merancang dan melaksanakan percobaan untuk mengamati pengaruh perlakuan tertentu. Percobaan dilakukan dalam sistem *batch* dengan konsentrasi awal Timbal (Pb) sebesar 11,80 mg/L. Variasi berat tanaman yang digunakan meliputi 200 gram pada reaktor A<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>, serta 350 gram pada reaktor B<sub>1</sub> dan B<sub>2</sub>, dengan reaktor kontrol tanpa tanaman, dan waktu kontak selama 14 hari. Analisis kadar Pb pada air menggunakan AAS di PT. *Axo Green Laboratory* dan kadar Pb pada akar menggunakan AAS di Laboratorium *Environmental Chemistry* UIN Sunan Ampel Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan perubahan morfologi daun dan batang tanaman Kangkung Air, yakni menguningnya daun dan menghitamnya batang serta munculnya organ vegetatif baru. Efisiensi penyerapan logam Timbal setelah 14 hari tercatat sebesar 0,59% pada reaktor kontrol, 61,83% pada reaktor A<sub>1</sub>, 59,04% pada reaktor A<sub>2</sub>, 87,58% pada reaktor B<sub>1</sub>, dan 83,13% pada reaktor B<sub>2</sub>. Uji *One Way ANOVA* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,501, yang lebih besar dari nilai signifikansi 0,05, sehingga hipotesis nol (H<sub>0</sub>) diterima, yakni tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara variasi berat tanaman Kangkung Air dalam menurunkan kadar logam berat Timbal (Pb). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tanaman Kangkung Air merupakan agen fitoremediator dikarenakan dapat menurunkan kadar logam Timbal pada air limbah.

**Kata Kunci:** Fitoremediasi, Kangkung Air, Timbal (Pb), Sistem *Batch*

## ABSTRACT

### ***Phytoremediation Using Water Spinach Plants (*Ipomoea aquatica* Forsk.) to Reduce the Levels of the Metal Lead (Pb) with a Batch System***

*Lead (Pb) is one of the heavy metals that falls into the toxic category and has the potential to be hazardous to the life of organisms. One of the methods to reduce Lead levels in water is through phytoremediation, in which Water Spinach plants are used as phytoremediation agents in this study. The purpose of this research is to determine the morphological changes in the leaves and stems, to ascertain the Lead (Pb) content in the Water Spinach roots, to evaluate the removal efficiency of Water Spinach in reducing Lead (Pb) concentration, and to analyze the differences in plant mass variations in the phytoremediation process using a batch system. The research method used is experimental; in this context, the researchers designed and conducted experiments to observe the effects of certain treatments. The experiments were carried out in a batch system with an initial Lead (Pb) concentration of 11.80 mg/L. The variations in plant weight used included 200 grams in reactors A1 and A2, and 350 grams in reactors B1 and B2, with a control reactor without plants, and a contact time of 14 days. The Pb concentration in water was analyzed using AAS at PT. Axo Green Laboratory, and the Pb concentration in the roots was analyzed using AAS at the Environmental Chemistry Laboratory of UIN Sunan Ampel Surabaya. The research results show changes in the morphology of the leaves and stems of Water Spinach plants, namely the yellowing of the leaves and the blackening of the stems, as well as the emergence of new vegetative organs. The efficiency of Lead metal absorption after 14 days was recorded at 0.59% in the control reactor, 61.83% in reactor A1, 59.04% in reactor A2, 87.58% in reactor B1, and 83.13% in reactor B2. The One Way ANOVA test yielded a significance value of 0.501, which is greater than the significance value of 0.05, thus the null hypothesis (H0) is accepted, indicating that there is no significant difference between the variations in the weight of Water Spinach plants in reducing the heavy metal content of Lead (Pb). Therefore, it can be concluded that Water Spinach plants are phytoremediation agents because they can reduce the Lead content in wastewater.*

**Keywords:** *Phytoremediation, Water Spinach, Lead (Pb), Batch System*

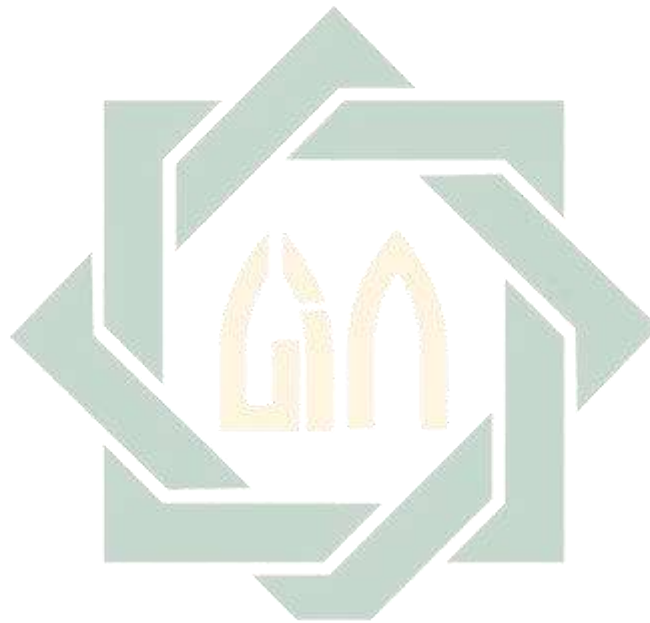
## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Fitoremediasi .....	7
2.1.1 Mekanisme Fitoremediasi .....	7
2.1.2 Kelebihan Kekurangan Fitoremediasi .....	10
2.1.3 Tanaman Hiperakumulator .....	11
2.1.4 <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk. ....	12
2.1.5 Aklimatisasi.....	15
2.2 Limbah Cair .....	15
2.2.1 Air Limbah Domestik.....	16
2.2.2 Air Limbah Industri.....	16
2.3 Logam Berat .....	16



2.3.1	Logam Berat Timbal (Pb).....	17
2.3.2	Dampak Logam Berat Timbal (Pb) .....	18
2.4	Jenis-Jenis Reaktor .....	20
2.4.1	Reaktor <i>Batch</i> .....	20
2.4.2	Reaktor Kontinyu .....	20
2.5	Penelitian Terdahulu .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>25</b>
3.1	Lokasi Penelitian .....	25
3.2	Waktu Penelitian .....	25
3.3	Kerangka Pikir Penelitian .....	26
3.4	Variabel Penelitian .....	26
3.4.1	Variabel Bebas .....	26
3.4.2	Variabel Terikat .....	27
3.5	Alat dan Bahan Penelitian .....	27
3.5.1	Alat .....	27
3.5.2	Bahan.....	27
3.6	Tahapan Penelitian.....	27
3.6.1	Tahap Persiapan.....	28
3.6.2	Tahap Pelaksanaan .....	29
3.6.3	Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan .....	35
3.7	Hipotesis Penelitian .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>37</b>
4.1	Karakteristik Tanaman .....	37
4.2	Tahap Aklimatisasi .....	37
4.3	Uji Fitoremediasi .....	42
4.3.1	Analisis pH Pada Uji Fitoremediasi .....	59
4.3.2	Analisis Suhu Pada Uji Fitoremediasi.....	60
4.3.3	Analisis Intensitas Cahaya Pada Uji Fitoremediasi.....	61
4.4	Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Air .....	62
4.5	Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Akar Kangkung Air .....	64
4.6	Efisiensi Removal Logam Timbal (Pb) .....	66
4.7	Analisis Perbedaan Variasi Berat Tanaman Kangkung Air dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) .....	71
4.7.1	Uji Normalitas .....	71

4.7.2 Uji Homogenitas .....	72
4.7.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>85</b>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Proses Fitoekstraksi .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Proses Rhizofiltrasi .....	9
<b>Gambar 2. 3</b> Proses Fitovolatilisasi .....	10
<b>Gambar 2. 4</b> Tanaman Ipomoea aquatica.....	12
<b>Gambar 2. 5</b> Reaktor Batch .....	20
<b>Gambar 2. 6</b> Reaktor Kontinyu.....	21
<b>Gambar 3. 1</b> Kerangka Pikir Penelitian .....	26
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	28
<b>Gambar 4. 1</b> Panjang Tanaman Ipomoea aquatica Forsk.....	37
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Efisiensi Removal Reaktor Kontrol .....	67
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Efisiensi Removal Reaktor A1 .....	67
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Efisiensi Removal Reaktor A2 .....	68
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Efisiensi Removal Reaktor B1 .....	68
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Efisiensi Removal Reaktor B2 .....	69



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya .....	17
<b>Tabel 2. 2</b> Penelitian Terdahulu .....	21
<b>Tabel 3. 1</b> Jadwal Pelaksanaan Penelitian dan Penyusunan Laporan .....	25
<b>Tabel 3. 2</b> Rancangan Percobaan .....	32
<b>Tabel 4. 1</b> Tahap Aklimatisasi .....	38
<b>Tabel 4. 2</b> Perbandingan Kondisi Optimum dengan Kondisi Saat Aklimatisasi ..	42
<b>Tabel 4. 3</b> Kondisi Tanaman Kangkung Air Selama Tahap Fitoremediasi .....	44
<b>Tabel 4. 4</b> Nilai pH Air Pada Tahap Fitoremediasi .....	59
<b>Tabel 4. 5</b> Suhu Air Pada Tahap Fitoremediasi.....	60
<b>Tabel 4. 6</b> Intensitas Cahaya Pada Tahap Fitoremediasi.....	61
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Air .....	62
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Akar Kangkung Air .....	64
<b>Tabel 4. 9</b> Efisiensi Removal .....	69
<b>Tabel 4. 10</b> Hasil Uji Normalitas .....	71
<b>Tabel 4. 11</b> Hasil Uji Homogenitas .....	72
<b>Tabel 4. 12</b> Hasil Uji One Way ANOVA .....	73

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Rahman, & Hidayat. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen dan Air di Sungai Jeneberang Kota Makassar 2020. *Window of Public Health Journal*, 2(5), 844–851. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i5.282>
- 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>
- Alisa, C. A. G., Albirqi P, M. S., & Faizal, I. (2020). Kandungan Timbal dan Kadmium Pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Akuatika Indonesia*, 5(1), 21–26. <https://doi.org/10.24198/jaki.v5i1.26523>
- Bahute, F. O., Nakoe, M. R., & Jusuf, H. (2024). Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava*) sebagai Agen Penyerap Logam Berat Mangan (Mn) dari Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(6), 2228–2238. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i6.5499>
- Billah, A. R., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2020). Phythoremediasi Chromium Total (Cr-T) Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) Pada Limbah Cair Batik. *Jurnal Biologi Udayana*, 24(1), 47–54. <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2020.v24.i01.p06>
- Cahyani, A. P. P., Hakam, F., & Nurbaya, F. (2020). Evaluasi Penerapan Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (SIMPUS) dengan Metode Hot-Fit di Puskesmas Gatak. *Jurnal Maajemen Informasi Dan Administrasi Kesehatan (JMIAK)*, 3(2), 20–26. <https://doi.org/10.36418/cerdika.v2i4.364>
- Dahija, S., Karalija, E., Bešta-Gajević, R., Pilić, S., Čaušević, A., Đug, S., & Muratović, E. (2022). Efficiency Assessment of Rhizofiltration by *Mentha aquatica L.* of Polluted Water from Urban Rivers. *Desalination and Water Treatment*, 280, 262–270. <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.29091>
- Darmiah. (2015). Studi dan Evaluasi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di Air dan Sedimen Pada Perairan Sungai Kota Tarakan. In *Skripsi*.
- Diana, A. I. N., Rahmanto, A. D., & Hopid. (2024). Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (Greywater) Sebagai Pengganti Air Pertanian

- Hidroponik Guna Mendukung Ketahanan Pangan Masyarakat Desa Pinggirpapas Kabupaten Sumenep. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(1), 760–771.
- Elawati, Kandowangko, N. Y., Lamondo, D., & Gintulangi, S. O. (2018). Efisiensi Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) Dengan Waktu Kontak Yang Berbeda. *Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa, Dan Teknologi*, 6(2), 162–166. <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/175>
- Fadhillah, R. H., Dwiratna, S., & Amaru, K. (2019). Kinerja Sistem Fertigasi Rakit Apung Pada Budi Daya Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 165–179.
- Fauziah, F. A., Mulyadi, E., & Rosariawari, F. (2020). Penyisihan Logam Terlarut Cr Pada Limbah Batik Secara Fitoremediasi Dengan Menggunakan Tanaman Kangkung Air. *SEMINAR NASIONAL (ESEC)*, 9–15. <http://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/view/6%0Ahttp://esec.upnvjt.com/index.php/prosiding/article/download/6/47>
- Febrianti, N., Ilham, M., Hazzah, A., Andriana, A., Erwing, Irfandi, R., Rijal, S., & Ruslang. (2023). Fitoremediasi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Pada Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dari Limbah Batubara. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 6(1), 300–305.
- Fitriana, A. N. (2018). *EFEKTIFITAS PENGGUNAAN JENIS TANAMAN ((KAYU APU (*PISTIA STRATIOTES*), MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)) DAN LAMA KONTAK TERHADAP KADAR FOSFAT PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY*.
- Friadi, R., & Junadhi. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI. *Journal of Technopreneurship and Information System (JTIS)*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.36085/jtis.v2i1.217>
- Hapsari, J. E., Amri, C., & Suyanto, A. (2018). Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(1), 30–37. <https://doi.org/10.23960/aec.v3.i1.2018.p30-37>

- Hariyadi, Mahyessie, K., & Ananda, P. (2020). Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340–346.
- Hidayati, N. (2013). MEKANISME FISIOLOGIS TUMBUHAN HIPERAKUMULATOR LOGAM BERAT. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 14(2), 75–82.
- Hidrawati, Syam, N., & Ayu, N. (2023). Fitoremediasi Timbal (Pb) Pada Air Tercemar Menggunakan Tumbuhan Eeceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Apu-Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Agrotek*, 7(2), 205–214. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v7i2.358>
- Ika, T., & Said, I. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) Dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), 181–186.
- ITRC. (2009). Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance and Decision Trees, Revised. In *Interstate Technology & Regulatory Council*. [www.itrcweb.org](http://www.itrcweb.org)
- Juhriah, Fadila, N., Mutmainnah, & Islamiah, D. (2023). Kemampuan Tanaman Hias Bunga *Zinnia elegans* (Jacq.) Kuntze dan *Impatiens balsamina* L. Dalam Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dari Lokasi Pembuangan Sampah Tamangapa Antang Makassar. *BIOMA : JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, 8(1), 76–83.
- Juwairiah. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kawasan Percetakan di Kota Medan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 2(1), 6–12.
- Kandi, R. N. (2019). Fitoremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic* Forsk). In *Skripsi*.
- Katipana, D. D. (2015). Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* F) di Kampus UNPATTI Poka. *Biopendix*, 1(2), 143–149.
- Lidiana, R. (2022). *Efektivitas dan Efisiensi Tanaman Genjer (Limnocharis flava) dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Batch*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Mahardika, I. K., Bektiarso, S., Santoso, R. A., Novit, A., Saiylendra, R. B., & Dewi, R. K. (2023). Analisis Peran Suhu Pada Pertumbuhan dan

- Perkembangan Tanaman Stroberi. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 5(2), 86–91. <https://doi.org/10.31605/phy.v5i2.2197>
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26–33.
- Moosavi, S. G., & Seghatoleslami, M. J. (2013). Phytoremediation: A Review. *Advance in Agriculture and Biology*, 1(1), 5–11.
- Moto, M. M. (2019). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran dalam Dunia Pendidikan. *Indonesian Journal of Primary Education*, 3(1), 20–28. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v3i1.16060>
- Nasution, H., Fatimah, S., Perdana, F., & Siregar, S. H. (2021). Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes* L) dengan Penambahan Zeolit Sebagai Agen Fitoremediasi Air Terkontaminasi Logam Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb). *Photon Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 11(2), 163–176.
- Nur, M., Nasir, M., Irfandi, R., Yani, A., Fauziah, S., Danur, R. F., Raya, I., & Fudholi, A. (2022). Phytoremediation of Zinc, Copper, and Lead Using *Ipomoea Aquatica* in Water Contaminants. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 17(5), 701–709. <https://doi.org/10.18280/ijdne.170507>
- Nurfitriana, F. (2019). Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (PB) Menggunakan Tanaman Apu-Apu (*PISTIA STRATIOTES*) Dengan Sistem Kontinyu. In *Skripsi*.
- Nurullah, L. (2018). *ANALISIS REMOVAL LOGAM BERAT DENGAN METODE FLOATING WETLAND MENGGUNAKAN TANAMAN KOLONJONO (BRACHIARIA MUTICA) DAN BAKTERI PADA AIR LIMBAH BALAI YASA YOGYAKARTA, PT.KAI*.
- Oktavia, Z., Budiyono, & Dewanti, N. A. Y. (2016). PENGARUH VARIASI LAMA KONTAK FITOREMEDIASI TANAMAN KIAMBANG (*SALVINIA MOLESTA*) TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) PADA LIMBAH CAIR HOME INDUSTRY BATIK “X” MAGELANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 238–246.
- Palupi, R., & Prasetya, A. E. (2022). Pengaruh Implementasi Content Management System Terhadap Kecepatan Kinerja Menggunakan One Way Anova. *Jurnal*



*Ilmiah Informatika (JIF)*, 10(01), 74–79.  
<https://doi.org/10.33884/jif.v10i01.4445>

Permadi, M. I. (2019). Pemanfaatan Bambu Air (*Equisetum Sp.*) Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Menggunakan Fitoremediasi Sistem Batch. In *Skripsi*. [http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com\\_dbook&task=readonline&book\\_id=13650&page=73&chashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKAS I+PENGENA](http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKAS I+PENGENA)

Pradipta, A. R., Hariani, S. A., & Novenda, I. L. (2023). Identifikasi Tumbuhan Paku Berdasarkan Letak dan Posisi Sorus dengan Ketinggian Berbeda di Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Biologi Edukasi*, 15(1), 18–28.

Quraisy, A. (2020). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov-Smirnov dan Saphiro-Wilk. *J-HEST: Journal of Healt, Education, Economics, Science, and Technology*, 3(1), 7–11.

Rahadi, B., Suharto, B., & Yuke Monica, F. (2019). Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 1–10.

Rosyidah, N. F., & Rachmadiarti, F. (2023). *Salvinia molesta* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Zink (Zn) di Perairan. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 430–438.  
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/23297%0Ahttps://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/download/23297/10175>

Ruzzi, F., Irawan, A., & Lisha, S. Y. (2023). Uji Efektivitas Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, dan TSS pada Limbah Cair Tahu. *Cived: Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, 10(1), 311–329.  
<https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.122681>

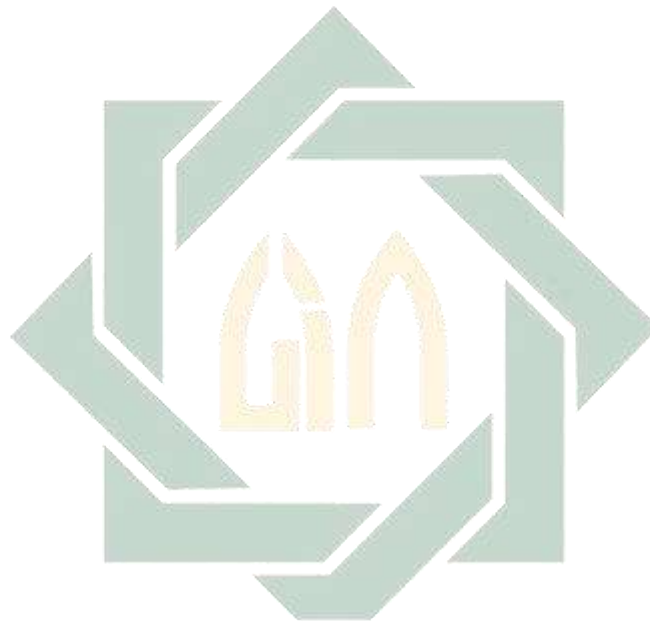
Salsabila, N. F., Raharjo, M., & Joko, T. (2023). Indeks Pencemaran Air Sungai dan Persebaran Penyakit yang Ditularkan Air (Waterborne Diseases): Suatu Kajian Sistematis. *Environmental Occupational Health and Safety*, 4(1), 24–34. <https://doi.org/10.24853/eohjs.4.1.24-34>

- Setiyono, A., & Gustaman, R. A. (2017). Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi. *Unnes Journal of Public Health*, 6(3), 155–160.
- Sibero, N. H. B. T., Wijayanti, N. P. P., & Perwira, I. Y. (2019). Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tanaman Kiapu (*Pistia stratiotes*) Berdasarkan Analisis Mass Balance. *Current Trends in Aquatic Science*, II(2), 87–93.
- Sinulingga, N., Nurtjahja, K., & Karim, A. (2015). Fitoremediasi Logam Merkuri (Hg) Pada Media Air Oleh Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.). *BioLink (Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan)*, 2(1), 75–81. <https://doi.org/10.31289/biolink.v2i1.771>
- Suhairin, Muanah, & Dewi, E. S. (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Pupuk Organik Cair di Lombok Tengah NTB. *SELAPARANG (Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan)*, 4(1), 374–377. <https://doi.org/10.58466/literasi.v2i2.690>
- Suhar, Mistar, E. M., Hasmita, I., & Zulfikar, T. M. (2022). Efektivitas Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatic forsk*) Sebagai Media Penyerap Merkuri (Hg). *JURNAL PERISAI*, 1(1), 83–89. <https://doi.org/10.32672/perisai.v1i1.65>
- Suherman, Rahmawati, S., Said, I., Nurbaya, Armiyanti, S., & Thamrin, N. (2021). The use of water spinach plants (*Ipomoea aquatica* Forsk.) for phytoremediation of hospital waste. *Journal of Physics: Conference Series*, 2126(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2126/1/012026>
- Sukono, G. A. B., Hikmawan, F. R., Evitasari, & Satriawan, D. (2020). Mekanisme Fitoremediasi: Review. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 2(2), 40–47. <https://doi.org/10.35970/jppl.v2i2.360>
- Sulaiman, A. (2023). *Fitoremediasi Memanfaatkan Tanaman Coontail (Ceratophyllum demersum) untuk Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Menggunakan Sistem Batch*.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1), 41–57. <https://doi.org/10.29122/jrl.v12i1.3658>
- Suratman, Priyantio, D., & Setyawan, A. D. (2000). Analisis Keragaman Genus

- Ipomoea Berdasarkan Karakter Morfologi. *Biodiversitas*, 1(2), 72–79.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d010206>
- Tiro, L. La, Isa, I., & Iyabu, H. (2017). Potensi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu. *Jurnal Entropi*, 12(1), 81–86.
- Triani, I., Effendi, D., & Noviati. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pop Up Book Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran PPKn Kelas III Sekolah Dasar. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 271–284.
- Trimanto. (2016). Aklimatisasi Tumbuhan Hasil Eksplorasi dan Perbanyak Tanaman Unit Seleksi dan Pembibitan Kebun Raya Purwodadi. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 1–7.
- Umar, Y. P., Anugroho, F., & Tahir, U. (2023). Perbandingan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica* Forck) dan Mikroorganisme Dalam Upaya Menurunkan Logam Kromium hexavalent(Cr(VI)) pada Air Sungai. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(1), 41–49.  
<https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2023.010.01.5>
- Utami, L. A., Prasadi, O., & Triwuri, N. A. (2022). Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia cucullata*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di IPAL RSI Fatimah Cilacap. In *Skripsi*.
- Vidyanti, R. A., Rachmaniyah, & Rokhmalia, F. (2020). Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Pada Air Sumur. *GEMA Lingkungan Kesehatan*, 18(1), 39–44.
- Violita, L., Apriani, I., & Sulastri, A. (2022). Kemampuan Tanaman Kangkung Air Dalam Menurunkan Krom Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Cair Sablon. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 3(1), 37–44.  
<https://doi.org/10.29122/jrl.v13i1.4288>
- Wafiq, M., & Munfarida, I. (2023). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Menggunakan Tanaman *Myriophyllum aquaticum* dengan Sistem Batch. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, 6(1), 51–60.
- Wahyuningsi, A., & Amna, S. (2020). Perancangan Reaktor Kompos. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(2), 4–9. [www.daunijo.com](http://www.daunijo.com)

Widyasari, N. L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.36733/jeco.v1i1.1748>

Wulandari, R., Purnomo, T., & Winarsih. (2014). Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda. *Lentera Bio*, 3(Cd), 83–89. <http://kebijakankesehatanindonesia.net/25-berita/berita/3055-program-jkn-fktp-tak-aktif-kapitasi-akan-dikurangi>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A