

**FITOREMEDIASI HASIL PENGOLAHAN LIMBAH LINDI  
MENGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)  
SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



**Disusun oleh:**

**Siti Maria Ulfa**

**19106040007**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

### PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-100/Un.02/DST/PP.00.9/01/2025

Tugas Akhir dengan judul : Fitoremediasi Hasil Pengolahan Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SITI MARIA ULFA  
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040007  
Telah diujikan pada : Rabu, 08 Januari 2025  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

#### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6788bc387dd53



Penguji I  
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6788bf39ee46c



Penguji II  
Jumailatus Solihah, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6789ceab36cd7



Yogyakarta, 08 Januari 2025  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 678a47d20f12e

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir  
Lamp : -

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Maria Ulfa  
NIM : 19106040007  
Judul Skripsi : Fitoremediasi Hasil Pengolahan Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 27 Desember 2024

Pembimbing

Siti Aisah S. Si, M. Si  
NIP. 19740611 200801 2 009

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Siti Maria Ulfa

NIM : 19106040007

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian penulis sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 27 Desember 2024

Yang menyatakan,



Siti Maria Ulfa  
NIM. 19106040007

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## HALAMAN MOTTO

“Dalam keadaan apapun, jangan pernah berhenti untuk berbuat baik dan saling tolong menolong kepada siapapun dan dalam bentuk apapun”

*“Dan belanjakanlah (harta bendamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik.”*

(Q.S Al-Baqarah ayat 195)



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT. dan atas dukungan dan do'a dari orang tercinta,  
penulis persembahkan skripsi ini untuk:

Bapak dan keluarga tercinta

Almamater Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya-lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Fitoremediasi Hasil Pengolahan Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)”** sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Selain itu, Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardani, M.Si, sebagai Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si, sebagai Ketua Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Siti Aisah, M.Si, sebagai Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberikan dukungan, masukan, saran, do'a, nasihat, serta ilmunya kepada penulis.
4. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si. dan Jumailatus Solihah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan sehingga penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak, Kakak, Adik, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan kasih sayang yang tiada henti.
7. Tim pengambil sampel dalam penelitian, Afriana Nur Hidayah dan Nur Laila Oktaviani yang sudah membantu dalam penelitian ini.
8. Tim Penguji dari Balai Besar Labkesmas Yogyakarta yang telah membantu dalam pengujian sampel.
9. Sahabat-sahabati Afriana Nur Hidayah, Dinda Wahyu Hardiyanti, Dinovy Aglestha, Novriana Nur Wulandari, Nur Laila Oktaviani, Salma Nur Kamila, Shaffa Nafisha, dan Ulinnuha Firda Ustanti, yang selalu memberikan waktu, dukungan, semangat, nasihat, dan do'a untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman seperjuangan Biologi 2019 yang sudah memberi dukungan dan semangat.

11. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca.

Yogyakarta, 23 Desember 2024

Penulis



# Fitoremediasi Hasil Pengolahan Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Siti Maria Ulfa

19106040007

## ABSTRAK

Yogyakarta memiliki TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) yang terletak di Kabupaten Bantul, yakni TPA Piyungan. Pemerintah Daerah DIY menyebutkan jumlah volume rata-rata sampah di TPA Piyungan yang masuk per harinya lebih dari 700 ton dengan tinggi tampungan mencapai 140 m, sedangkan kapasitas tampung TPA di desain dapat menampung sampah sebanyak 650 ton/hari. Pengelolaan sampah di TPA yang kurang optimal, dapat menyebabkan timbunan sampah kian meningkat dan menghasilkan Lindi. Lindi bersifat sangat destruktif dan harus dilakukan pengolahan dan *treatment* sebelum dibuang. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi zat pencemar dalam lindi salah satunya dengan melakukan fitoremediasi menggunakan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi lindi terhadap morfologi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), perubahan parameter DO, BOD, pH, suhu, dan Pb pada setiap konsentrasi, dan perubahan parameter yang paling membaik. Metode yang digunakan yaitu fitoremediasi statis, dengan pengamatan perubahan morfologi (daun dan batang), DO, BOD, pH, suhu, dan timbal (Pb). Hasil penelitian diperoleh terjadi perubahan morfologi, baik daun dan batang mengalami klorosis dan pembusukkan dikarenakan eceng gondok sangat rentan terhadap kandungan lindi. Selain itu, semua parameter uji menunjukkan nilai dibawah baku mutu pada Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016. Parameter DO, BOD, pH, dan suhu memiliki nilai yang lebih rendah daripada kontrol. Menunjukkan bahwa adanya eceng gondok memiliki pengaruh terhadap perubahan parameter uji. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa adanya eceng gondok pada proses fitoremediasi kadar BOD dan DO mengalami kenaikan, sedangkan pH dan suhu mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kontrol.

Kata Kunci: *Eichhornia crassipes*, Fitoremediasi, Lindi

# Phytoremediation of Leachate Processing Results using Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Siti Maria Ulfa

19106040007

## ABSTRACT

Yogyakarta has a Final Processing Site (TPA) located in Bantul Regency, namely Piyungan TPA. The DIY Regional Government stated that the average volume of waste in Piyungan TPA that enters per day is more than 700 tons with a storage height of 140 m, while the TPA's capacity is designed to accommodate 650 of waste tons/day. Suboptimal waste management in the TPA can cause waste piles to increase and produce leachate. Leachate is very destructive and must be processed and treated before being disposed of. Efforts that can be made to reduce pollutants in leachate include phytoremediation using eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). This study aims to determine the effect of variations in leachate concentration on the morphology of eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), changes in DO, BOD, pH, temperature, and Pb parameters at each concentration, and the most improved parameter changes. The method used is static phytoremediation, with observations of morphological changes (leaves and stems), DO, BOD, pH, temperature, and timbal (Pb). The results of the study showed that there were morphological changes, both leaves and stems experienced chlorosis and decay because water hyacinth is very susceptible to leachate content. In addition, all test parameters showed values below the predetermined quality standards from Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016. DO, BOD, pH, and temperature parameters had lower values than the control. Showing that the presence of water hyacinth has an effect on changes in test parameters. Based on the research that has been done, it shows that the presence of water hyacinth in the phytoremediation process, BOD and DO levels increased, pH and temperature decreased while Pb (timbal) levels did not change.

Keywords: *Eichhornia crassipes*, Leachate, Phytoremediation

## DAFTAR ISI

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....                        | ii   |
| HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....               | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....       | iv   |
| HALAMAN MOTTO.....                             | v    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                       | vi   |
| KATA PENGANTAR.....                            | vii  |
| ABSTRAK.....                                   | ix   |
| ABSTRACT.....                                  | x    |
| DAFTAR ISI.....                                | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                              | xii  |
| DAFTAR GAMBAR.....                             | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                         | 1    |
| A. Latar Belakang.....                         | 1    |
| B. Rumusan Masalah.....                        | 2    |
| C. Tujuan.....                                 | 2    |
| D. Manfaat.....                                | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                   | 4    |
| A. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan..... | 4    |
| B. Pengolahan Lindi.....                       | 5    |
| C. Karakteristik Lindi.....                    | 7    |
| D. Eceng Gondok untuk Fitoremediasi.....       | 7    |
| E. Mekanisme Fitoremediasi.....                | 10   |
| F. Proses Penurunan Kadar Pb.....              | 11   |
| G. Baku Mutu Air Limbah TPA.....               | 11   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                 | 12   |
| A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....           | 12   |
| B. Alat dan Bahan.....                         | 12   |
| C. Desain Penelitian.....                      | 12   |
| D. Cara Kerja.....                             | 13   |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....               | 16   |
| A. Uji Pendahuluan.....                        | 16   |
| B. Uji Sebenarnya.....                         | 18   |
| C. Perubahan Morfologi.....                    | 18   |
| D. Parameter Uji.....                          | 21   |
| BAB V PENUTUP.....                             | 28   |
| A. Kesimpulan.....                             | 28   |
| B. Saran.....                                  | 28   |
| DAFTAR PUSTAKA.....                            | 29   |
| LAMPIRAN.....                                  | 33   |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. Parameter Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Perda Daerah Yogyakarta No. 7 Tahun 2016.....                            | 11 |
| Tabel 2. Hasil Pengamatan Morfologi Eceng Gondok pada Uji Pendahuluan.....                                                   | 17 |
| Tabel 3. Hasil Pengamatan Morfologi Eceng Gondok pada Uji Sebenarnya.....                                                    | 20 |
| Tabel 4. Kadar timbal (Pb) dalam lindi pada setiap variasi konsentrasi dan lama pemaparan.....                               | 26 |
| Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengamatan dengan Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Perda Daerah Yogyakarta No. 7 Tahun 2016..... | 27 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1. Komposisi Sampah berdasarkan Jenis Sampah di Yogyakarta Tahun 2023... | 5  |
| Gambar 2. Desain Sampling Penelitian.....                                       | 12 |
| Gambar 3. Grafik Perubahan DO pada Variasi Konsentrasi.....                     | 21 |
| Gambar 4. Grafik Perubahan DO pada Kontrol Positif.....                         | 21 |
| Gambar 5. Grafik Perubahan BOD pada Variasi Konsentrasi.....                    | 23 |
| Gambar 6. Grafik Perubahan BOD pada Kontrol Positif.....                        | 23 |
| Gambar 7. Grafik Perubahan pH pada Variasi Konsentrasi.....                     | 24 |
| Gambar 8. Grafik Perubahan pH pada Kontrol Positif.....                         | 24 |
| Gambar 9. Grafik Perubahan Suhu pada Variasi Konsentrasi.....                   | 25 |
| Gambar 10. Grafik Perubahan Suhu pada Kontrol Positif.....                      | 25 |



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Sampah merupakan material sisa atau sisa buangan dari produk yang sudah tidak digunakan yang berasal dari aktivitas manusia. Jumlah sampah kian meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Sampah hasil penggunaan masyarakat biasanya akan ditampung di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Provinsi DIY Yogyakarta memiliki TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) yang terletak di Kabupaten Bantul, yakni TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Piyungan. Pemerintah Daerah DIY menyebutkan jumlah volume rata-rata sampah di TPA Piyungan yang masuk per harinya lebih dari 700 ton dengan tinggi tampungan mencapai 140 m, sedangkan kapasitas tampung TPA di desain dapat menampung sampah sebanyak 650 ton/hari. Banyaknya volume sampah yang melebihi kapasitas mengakibatkan umur tampung cepat habis. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2022, timbulan sampah di Yogyakarta sebanyak 408.097,17 ton per tahun atau sebanyak 1.118,07 per harinya, sedangkan sampah yang tertangani sebesar 124.928,92 ton atau sekitar 30% nya saja. Pada tahun 2023, timbulan sampah di Yogyakarta mengalami kenaikan sebanyak 712.086,32 ton per tahun atau setara dengan 1.950,92 ton per hari, sedangkan sampah yang tertangani sebanyak 169.351,72 ton. Sisanya, sampah tidak tertangani dan mengakibatkan timbunan sampah di TPA Piyungan. Selain itu, di area aktif TPA Piyungan terdapat penggembalaan ternak sapi yang dapat menyebabkan terganggunya kegiatan dan manajemen TPA. Penggembalaan ini juga berakibat negatif pada sapi, seperti terdeteksinya kandungan logam berat pada organ sapi. Sebanyak 68,4% dari sapi yang diuji terdeteksi logam berat Pb dengan rerata Pb 2,69 mg/kg dan melebihi standar maksimum residu WHO (0,10 mg/kg) dan BPOM (1,0 mg/kg) dalam darah sapi (Susilaningrum, 2020).

Pengelolaan sampah di TPA yang kurang optimal, dapat menyebabkan timbunan sampah kian meningkat. Timbunan sampah ini akan menghasilkan cairan berupa lindi atau *leachate*. Lindi merupakan air limbah yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah dan mengandung berbagai jenis bahan pencemar yang berpotensi mengganggu lingkungan bahkan kesehatan masyarakat sekitar (Dinas Lingkungan Hidup, 2017 dan Sari, 2017). Senyawa yang terkandung dalam lindi berupa senyawa organik dan logam berat (Fard et al., 2017). Senyawa organik pada lindi berupa senyawa aromatik hidrokarbon, fenol, dan ftalat. Kandungan senyawa organik pada lindi dapat direpresentasikan sebagai nilai BOD (*Biology Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Widianti, 2022). Logam berat yang terkandung pada Lindi seperti timbal (Pb) jika masuk ke dalam tubuh manusia akan menimbulkan efek samping yang sangat buruk (Siswoyo, 2018). Untuk mencegah kontaminan lindi yang destruktif, lindi

harus dilakukan pengolahan dan *treatment* sebelum dibuang.

Kandungan logam berat dalam air lindi berbahaya karena mampu menyebar ke lingkungan sekitar, maupun berdampak pada kualitas air tanah dan permukaan, ekosistem sungai, aliran air, dan ekosistem laut (Sariningtyas, 2023). Pada tahun 2017 hasil uji Lindi pada outlet oleh HIPERKES dan BBTKL yang bekerja sama dengan UGM menunjukkan hasil kandungan BOD yang melebihi standar tersebut (Ariyani, 2018). Dengan demikian, pemrosesan lindi yang tidak maksimal juga berpeluang menimbulkan pencemaran pada Sungai Opak. Pasalnya, hasil pengolahan lindi akan dibuang ke perairan bebas melalui parit menuju Sungai Opak (Susanto, 2004).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi zat pencemar dalam limbah lindi yaitu salah satunya dengan melakukan fitoremediasi. Tanaman yang dapat digunakan untuk fitoremediasi yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang dapat menyerap zat organik, zat anorganik, bahkan logam berat. Eceng gondok memiliki toleransi terhadap logam berat karena mampu membentuk fitokelatin yang mampu mengikat logam berat dalam jumlah besar (Setyowati, 2015). Pada penelitian Novitriani (2013), eceng gondok mampu menurunkan kadar Pb dari 8,8 ppm menjadi 5 ppm dengan efektivitas sebesar 43% pada air buatan dengan Pb. Selain itu, pada penelitian Hidrawati (2023) menyatakan bahwa eceng gondok mampu meremediasi air yang terkontaminasi timbal mencapai efektivitas 82,27% dengan penurunan Pb sebesar 5,29 ppm. Selain itu, kandungan Pb di TPA Piyungan melebihi baku mutu yang telah ditentukan, yaitu 0,321 mg/L sedangkan batas maksimal pada baku mutu sebesar 0,03 mg/L (Siswoyo, 2023).

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi limbah lindi terhadap morfologi (perubahan warna daun dan batang serta jumlah daun) Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)?
2. Bagaimana perubahan parameter DO, BOD, pH, suhu, dan Pb pada variasi perlakuan konsentrasi Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)?
3. Parameter apa yang paling terbaik dengan adanya perlakuan menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)?

## **C. Tujuan**

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi lindi terhadap morfologi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).
2. Untuk mengetahui perubahan parameter DO, BOD, pH, suhu, dan Pb pada variasi perlakuan konsentrasi Lindi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).
3. Untuk mengetahui parameter yang paling terbaik yang dapat diperbaiki dengan menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*).

#### **D. Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap Peneliti, Mahasiswa, Pemerintah, ataupun Masyarakat Umum.

1. Bagi Peneliti

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peneliti untuk memahami dan meningkatkan pengetahuan tentang kemampuan eceng gondok sebagai satu tumbuhan yang berpotensi untuk proses fitoremediasi.
- b. Mengimplementasikan teori dan ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan dalam bidang Ekologi dan pemanfaatannya dalam kehidupan.

2. Pihak Lain

- a. Hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan berguna sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan dalam proses pengolahan limbah ataupun dalam mengesahkan kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah.
- b. Diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca untuk mempelajari potensi eceng gondok untuk proses fitoremediasi yang dilakukan terhadap limbah lindi dan menjadi referensi penelitian yang relevan untuk peneliti selanjutnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian Fitoremediasi Hasil Pengolahan Limbah Lindi Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), dapat ditarik kesimpulan:

1. Variasi Konsentrasi yang digunakan sangat berpengaruh pada perubahan morfologi eceng gondok. Secara keseluruhan konsentrasi 40% dan 50% pembusukkan terjadi lebih lambat dibandingkan dengan variasi konsentrasi lainnya. Pada konsentrasi 45%, 55%, dan 60% terjadi pembusukkan pada hari ke-4 secara keseluruhan organ.
2. Perubahan parameter pada konsentrasi 40%, 45%, 50%, 55%, dan 60% DO dengan kadar awal sebesar 6,2 mg/L dan mengalami kenaikan masing-masing sebesar 7,13 mg/L, 7,35 mg/L, 7,45 mg/L, 7,3 mg/L, dan 7,34 mg/L: BOD awal sebesar 13,3 mg/L dan mengalami kenaikan masing-masing sebesar 14,03 mg/L, 14,21 mg/L, 14,38 mg/L, 14,33 mg/L, dan 14,4 mg/L: pH dan konsentrasi 40% sebesar 7,61 menjadi 7,13 mg/L dan 29,1 menjadi 27,9 °C, 45% sebesar 7,71 menjadi 7,35 mg/L dan 31,7 menjadi 27,8 °C, 50% sebesar 7,55 menjadi 7,45 mg/L dan 29,3 menjadi 27,9 °C, 55% sebesar 7,81 menjadi 7,3 mg/L dan 30 menjadi 27,7 °C, dan 60% sebesar 7,66 menjadi 7,34 mg dan 29,3 menjadi 27,8 °C. Sedangkan, perubahan pH terjadi dari pH awal basa menuju ke arah lebih netral.
3. Parameter lingkungan yang paling membaik dengan adanya perlakuan eceng gondok yaitu BOD, DO, dan pH yang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

#### **B. SARAN**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait potensi eceng gondok dalam fitoremediasi limbah lindi dalam skala yang lebih kecil maupun besar. Selain itu, explore metode yang lainnya yang lebih cocok untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan eceng gondok.
2. Perlunya dilakukan uji lebih mendalam terkait akumulasi logam berat ataupun senyawa organik lainnya pada organ eceng gondok untuk melihat lebih detail organ bagian mana saja mampu mengakumulasi polutan secara optimal.
3. Perlu dilakukan pengujian ulang pada parameter Pb dengan memperhatikan nilai pH.
4. Perlu upaya untuk terus memperbaiki dan monitoring pengolahan limbah lindi meskipun Tempat Pembuangan Akhir sudah tidak beroperasi lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Wahyuni P. (2022). Analisis Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel Terhadap Variasi Umur Sampah di TPA Piyungan. *Skripsi*.
- Amin, Chaerul dkk. (2023). Kajian Respons Kualitas *Dissolved Oxygen* pada Sistem Smart Watering dan Autopot Akibat Pengaruh Perubahan Suhu Lingkungan. *Jurnal Agrotek Ummat*, 10 (2): 175-185.
- Angrianto, Novaldi L dkk. (2021). Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan Diareal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *Caasowary*, 4(2){ 221-233.
- Asmorowati, dkk. (2020). Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering untuk Analisis Timbal dalam Tanah di Sekitar Laboratorium Kimia FMIPA UNNES, *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(3), 169-173.
- As'ari, Rosa ddk. (2022). Fitoremediasi Limbah Tempe menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*), *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(5), 564-569.
- Astuti, Farida A dkk. (2023). Kajian Status Mutu Air Sungai Akibat Buangan Air Lindi TPA Piyungan di Kabupaten Bantul. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4): 881-887.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta. (2022). *Bappeda Corporate University Pengelolaan Sampah Kota Yogyakarta*. <https://bappeda.jogjakota.go.id/detail/index/21096>, diakses pada 01 Mei 2023.
- Chandra, Budiman. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Faizan, Mohammad, dkk. (2024). Phytochelatins: Key Regulator Against Heavy Metal Toxicity in Plants. *Plant Stress*, 11: 1-7.
- Fahrudin, dkk. (2023). Perubahan Fisik Eceng Gondok *Eichhornia crassipes* dalam Fitoremediasi Logam Berat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(1), 65-71.
- Fajariyah, Chusna dan Sarwoko M. (2017). Kajian Literatur Pengolahan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah dengan Teknik Lahan Basah menggunakan Tumbuhan Air. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2): 191-196.
- Damsir, dkk.(2016). Karakteristik Lindi Hasil Fermentasi Anaerobik Sampah Kota dalam Lisimeter dan Potensi Pemanfaatannya Menjadi Pupuk Cair. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 26(2), 125-133.
- Dieta, Yustiti Arum dan Noviriana H. (2019). Kemampuan Adsorpsi Pb dari Limbah Industri oleh Tumbuhan Kayu Ambang (*Lemna minor*), Kayu Apu (*Pistia stratiotes*), dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes solm*). *Jurnal Envirotek*, 11(1), 39-45.
- Djo, Yuliana H.W., dkk. (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of*

- Applied Chemistry*, 5(2), 137-144.
- DLHK. (2017). *Uji Kualitas Air Lindi (Leachate) TPA*. <https://dlh.probolinggakab.go.id/uji-kualitas-air-lindi-leachate-tpa/>, diakses pada tanggal 19 Februari 2022 pukul 21.27 WIB.
- DLHK. (2019). *Sekilas Info TPST Piyungan*. <https://dlhk.jogjaprovo.go.id/sekilas-info-tpst-piyungan>, diakses 01 Mei 2023.
- Fard, M.P., etc. (2017). Heavy Metals Monitoring in Leachate from Landfill Site of Qazvin, Iran. *Archives of Hygiene Science*. 6(1): 44-48.
- Handayanto, Eko dkk. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Malang: UB Press.
- Hartanti, dkk. (2014). Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 31-37.
- Haryanti, Sri dkk. (2006). Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar, 14(2), 39-47, e-journal: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2576>.
- Hidrawati dkk. (2023). Fitoremediasi Timbal (Pb) pada Air Tercemar menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Apu-Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Agrotek*, 7(2), 205-214.
- Indrasti, Nastiti Siswi dkk. (2016). Penyerapan Logam Pb dan Cd oleh Eceng Gondok: Pengaruh Konsentrasi Logam dan Lama Waktu Kontak. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*, 16(1), 44-50.
- Izzati, Munifatul. (2008). Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum Plagiosphyllum* dan Ekstraknya, 16(2), 60-69, e-journal: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2623>.
- Lestari, Intan dkk. (2021). Penyerapan Ion Logam Cu(II) Menggunakan Eceng Gondok *Eichhornia crassipes* secara Fitoremediasi. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 6(1), 46-55.
- Lolo, Agustina dkk. (2020). Karakterisasi Air Daerah Panas Bumi Pencong dengan Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Kecamatan Biringbulu, Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 4(2), 102-110.
- Mulyani, Neny dan Mukhamad Solikhin. (2018). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan*, 5(2), 24-39. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 3(2), 134-143.
- Muna, Ahmad A dkk. (2023). Analisis Kualitas Lindi (pH, TSS, Temperatur, Konduktivitas) Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Griyomulyo, Kabupaten Sidoarjo.
- Mustamin, Nofal dkk. (2015). Bioabsorpsi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Waktu Kontak yang Berbeda. *Jurnal Saintek*, 8(3), 317-324.
- Novitriani, Korry dan Meti Kusmiati. (2013). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menyerap Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 9(1), 97-100.
- Patty, Simon I. dan Rikardo H. Temperature, Salinity, and Dissolved Oxygen West and East

- seasons in the waters of Amurang Bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 11(1), 196-205.
- Putra, Reynaldi. (2018). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Tanaman *Phyto Treatment* dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Penyulingan Minyak Kayu Putih, *e-journal*:  
<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/7825/JURNAL.pdf?sequence=9>.
- Raheem, Faisal Abdul. (2022). Uji Kandungan Logam Berat Cu, Fe, dan Pb Menggunakan Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) Pada Lindi TPA Piyungan, Bantul. *Skripsi*.
- Rohyami, Yuli. (2013). Penentuan Cu, Cd, dan Pb dengan AAS menggunakan *Solid Phase Extraction*, *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 2(1), 19-25.
- Rondonuwu, Sendy B. (2014). Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(1), 52-59.
- Said, Nusa I dan Dinda R K H. (2015). Pengolahan Air Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi. *JAI*, 8(1), 1-20.
- Saleh, Chairil dan Hendro P. (2014). Analisis Aktivitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Di TPA Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5 (1), 103-109.
- Saputra, Irwan dkk. (2021). Efektivitas Fitoremediasi Terhadap Kadar Amoniak Pada Air Limbah Budidaya Ikan Lele. *Jurnal TILAPIA*, 2(2), 27-33.
- Sari, R N dan Afdal. (2017). Karakteristik Air Lindi (*leachate*) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Jurnal Fisika Unand*, 6(1), 93-99.
- Sariningtyas, Aqilah Putri. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air Permukaan di Lingkungan Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan, Kabupaten Bantul. *Skripsi*.
- Sartohadi, J dkk. (2005). Penyebaran Air Tanah Bebas Tercemar Air Lindi di Sekitar TPA Piyungan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Forum Geografi*, 19(1), 16-29.
- Setyowati, S., Nanik H.S., Erry W. (2015). Kandungan Logam Tembaga (Cu) dalam Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Perairan dan Sedimen Berdasarkan Tata Guna Lahan di Sekitar Sungai Banger Pekalongan. *Bioma*, 7(1), 1-8.
- SIPSN. (2023). *Data Pengelolaan Sampah dan RTH*.  
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>, diakses 01 Mei 2023.
- Siswoyo, Eko dan Ghazi Faiz Habibi. (2018). Sebaran Logam Berat Kadmium (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*, 8 (1), 1-6.
- Siswoyo, Eka, Novriyanto, dan Kasam. (2023). Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) oleh Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Sistem *Constructed Wetland*. *AJIE - Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 7(3), 76-81.
- Soedarsono, P., dkk. (2013). Hubungan Kandungan Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Fosfat (PO<sub>4</sub>) terhadap Pertumbuhan Biomassa Basah Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Berbeda Lokasi di Perairan Rawa Pening Ambarawa, Kabupaten Semarang. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 2(2), 66-72.

- Sofia, Mukhaira dkk. (2024). Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air Lindi TPA Terjun Marelan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Agrpristek*, 7(2), 89-97.
- Suharjo, Muhammad Hendrawan, dkk. (2022). Cekaman Logam Berat Cromium Terhadap Tanaman. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 10(1), 8-16.
- Suryanti, Septiana dkk. (2013). Efektivitas Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai Fitoremediasu dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe), Timah Hitam (Pb), Mangan (Mn) pada *Leachate* TPA. *Jurnal Media Kesehatan*, 6(2), 102-200.
- Susanti, E.Y., Adhi, S., dan Manar, D.G., (2016). Analisis Faktor Penghambat Penerapan Kebijakan Sanitary Landfill di TPA Jatibarang Semarang sesuai dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. *Diponegoro Journal of Social and Political of Science*. 1-13.
- Susanto, J P dkk. (2004). Pengolahan Lindi (*Leachate*) Dari TPA Piyungan Dengan Sistem Koagulasi-Biofilter Anaerobic. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(3), 167-173.
- Susilaningrum, Siwi dkk. (2020). Cemaran Timbal pada Ternak di TPA Piyungan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. <https://repository.pertanian.go.id/items/b06cfc22-2011-43f6-8966-c8060ab3b31c>, diakses 01 Mei 2023.
- T., Dyvia A., et al. (2014). Penyisihan BOD dan COD Dalam Lindi Pada *Constructed Wetland* Menggunakan *Typha angustifolia* Dengan Pengaruh Debit Dan Jumlah Tumbuhan Yang Berbeda (Studi Kasus : Tempat Pembuangan Sampah Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(4), 1-19. *Bio-Lecture: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 53-67.
- Tosepu, Ramadhan. (2012). Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) dan Cadmium (Cd) oleh *Eichhornia crassipes* dan *Cyperus papyrus*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 19(1), 37-45.
- Utami, Yuchi Y. dan Sri Wahyuni. (2020). Akumulasi Logam Berat pada Akar *Eichhornia crassipes* SOLMS pada Variasi Media Penyaring Selama Remediasi Air Lindi.
- Wahyono, Sri. (2010). Analisis Dampak Penggembalaan Sapi Di TPA (Studi Kasus di TPA Piyungan-Yogyakarta). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 11(2), 293-300.
- Widianti, Sasa dkk. (2022). Adsorpsi Senyawa Organik Pada Lindi TPA Batu Layang Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 10(1), 21-32.