

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN INTERNAL DOSEN**  
**Program Studi Ilmu Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknik**



**ANALISIS EFEKTIVITAS TANAMAN ECENG GONDOK**  
**(*EICHHORNIA CRASSIPES*) DALAM MENURUNKAN**  
**KONSENTRASI COD, BOD, DAN LOGAM BERAT PADA AIR**  
**LINDI DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA)**

**Tim Peneliti :**

Nindy Callista Elvania, S.T., M.Ling  
Dr. Laily Agustina R., S.Si., M.Sc  
Eka Luluk Fitriani  
Reva Putri Sugianti

***Dibiayai oleh:***

***Universitas Bojonegoro***  
***Periode I Tahun Anggaran 2025/2026***

**Nomor Kontrak:**

**078/LPPM-LIT/UB/IX/2025**

**UNIVERSITAS BOJONEGORO**  
**2026**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PROPOSAL PENELITIAN PENDANAAN**  
**PERGURUAN TINGGI**

1. Judul Penelitian : Analisis Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Konsentrasi COD, BOD, Dan Logam Berat Pada Air Lindi Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)
2. Ketua Peneliti
- Nama Peneliti : Nindy Callista Elvania, S.T., M.Ling.
  - NIDN : 07 0202 9501
  - Program Studi : Ilmu Lingkungan
  - E-mail : elvaniacallista@gmail.com
  - Bidang Keilmuan : Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan
3. Anggota Peneliti
- Dosen
- Nama Peneliti : Dr. Laily Agustina R, S.Si., M,Sc
  - NIDN : 07 2108 8601
  - Program Studi : Ilmu Lingkungan
  - E-mail : [laily.tiangelit@gmail.com](mailto:laily.tiangelit@gmail.com)
  - Bidang Keilmuan : Ekologi Dan Ilmu Lingkungan
- Mahasiswa 1
- Nama Peneliti : Eka Luluk Fitriani
  - NIM : 23 25201 1 003
  - Program Studi : Ilmu Lingkungan
  - E-mail : lulukfitriani91@gmail.com
  - Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
- Mahasiswa 2
- Nama Peneliti : Reva Putri Sugianti

- NIM : 23 25201 1 012
  - Program Studi : Ilmu Lingkungan
  - E-mail : revaputrisugianti9d30@gmail.com
  - Bidang Keilmuan : Ilmu Lingkungan
4. Jangka Penelitian : 6 Bulan
  5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Ilmu Lingkungan Universitas Bojonegoro
  6. Dana Diusulkan : Rp. 3.500.000

Mengetahui,  
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro,

Bojonegoro, 15 Januari 2025  
Pengusul,



**Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.**  
NIDN 07 210886 01

**Nindy Callista Elvania, S.T., M.Ling.**  
NIDN 07 020295 01

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sebaik-baiknya. Laporan penelitian ini berjudul “**Analisis Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Konsentrasi COD, BOD, Dan Logam Berat Pada Air Lindi Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)**” ini disusun untuk memenuhi salah satu tridarma perguruan tinggi yaitu penelitian. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa penelitian sampai pembuatan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu tentang Ilmu Lingkungan ke depannya.

Bojonegoro, 15 Januari 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>I</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>II</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>IV</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>VIII</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>IX</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori .....	5
2.1.1 Air Lindi .....	5
2.1.2 Parameter Tercemar BOD, COD, Dan Pb .....	6
2.1.3 Fitoremediasi Enceng Gondok ( <i>Eichhornia Crassipes</i> ).....	7
2.1.4 Pengolahan Air Lindi Di TPA .....	10
2.2 Penelitian Terdahulu .....	13
2.3 Kerangka Konsep Penelitian .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Jenis Dan Pendekatan Penelitian .....	20
3.2 Lokasi Penelitian .....	21
3.3 Populasi, Sampel, Dan Teknik Pengambilan Sampel .....	21
3.4 Jenis Data Dan Teknik Pengumpulan Data .....	22
3.5 Analisis Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Gambaran umum Penelitian .....	25

4.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi .....	27
4.3 Efektivitas Tanaman Eceng Gondok dalam Menurunkan COD dan BOD .....	29
4.4 Kemampuan Tanaman Eceng Gondok dalam Menyerap dan Menurunkan Logam Berat (Pb) .....	31
4.5 Implikasi Hasil Penelitian .....	32
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulu .....	13
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi .....	27

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Kerangka Konsep Penelitian .....	19
<b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian Di Laboratorium Ilmu Lingkungan.....	21
<b>Gambar 4.1</b> Kolam Pengambilan Sampel Air Lindi .....	25
<b>Gamabr 4.2</b> Fitoremediasi Dengan Enceng Gondok .....	26

## RINGKASAN

### **ANALISIS EFEKTIVITAS TANAMAN ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*) DALAM MENURUNKAN KONSENTRASI COD, BOD, DAN LOGAM BERAT PADA AIR LINDI DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA)**

Nindy Callista Elvania

Program Studi Ilmu Lingkungan  
Fakultas Sains & Teknik Universitas Bojonegoro

Air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan karena mengandung konsentrasi bahan organik dan logam berat yang tinggi. Tingginya nilai Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), serta kandungan logam berat timbal (Pb) pada air lindi dapat mencemari tanah dan badan air di sekitarnya apabila tidak diolah dengan baik. Salah satu metode pengolahan yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah adalah fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tanaman eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD serta menganalisis kemampuan eceng gondok dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat Pb pada air lindi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan sistem reaktor batch menggunakan 30 rumpun tanaman eceng gondok pada setiap bak, dengan variasi waktu kontak 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Parameter COD, BOD, dan Pb dianalisis sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan metode standar pengujian kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai COD menurun dari 1551,21 mg/L menjadi 520,32 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 66,44%, sedangkan nilai BOD menurun dari 576,34 mg/L menjadi 150,62 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 73,88% pada waktu kontak 21 hari. Selain itu, kadar logam berat Pb mengalami penurunan dari 0,92 mg/L menjadi 0,18 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 80,43%. Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok efektif dalam menurunkan beban pencemar organik dan logam berat pada air lindi, dengan waktu kontak 21 hari sebagai kondisi paling optimal.

**Kata Kunci** : Air Lindi, Fitoremediasi, Eceng Gondok

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Masalah pencemaran lingkungan akibat peningkatan volume sampah menjadi tantangan serius di berbagai daerah, termasuk di Kabupaten Bojonegoro (Elvania, 2022). Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Banjarsari merupakan lokasi utama pembuangan sampah yang menampung limbah padat dari aktivitas rumah tangga dan perkotaan (Elvania et al., 2025). Proses dekomposisi sampah di TPA menghasilkan cairan berbahaya yang dikenal sebagai air lindi. Air lindi mengandung bahan organik, anorganik, serta logam berat dalam konsentrasi tinggi yang dapat mencemari tanah dan air permukaan. Kondisi ini menimbulkan potensi kerusakan ekosistem serta risiko kesehatan bagi masyarakat di sekitar TPA. Oleh karena itu, pengelolaan air lindi menjadi aspek penting dalam menjaga kualitas lingkungan di wilayah Banjarsari Bojonegoro (Elvania et al., 2025).

Air lindi yang tidak diolah secara tepat dapat meningkatkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD) pada perairan sekitar. Kedua parameter tersebut menunjukkan tingkat pencemaran bahan organik yang membutuhkan oksigen untuk proses penguraian biologis (Ihtiar et al., 2024). Selain itu, logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan besi (Fe) juga sering ditemukan dalam air lindi dengan konsentrasi melebihi baku mutu lingkungan. Keberadaan logam berat bersifat toksik dan dapat terakumulasi pada organisme hidup, menimbulkan gangguan kesehatan serta merusak rantai makanan (Faradika, 2024). Pengolahan air lindi menggunakan metode fisika dan kimia sering kali membutuhkan biaya besar serta menghasilkan residu tambahan. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif pengolahan yang lebih murah, efisien, dan ramah lingkungan (Permono et al., 2024).

Salah satu metode yang dinilai potensial untuk mengatasi pencemaran air lindi adalah fitoremediasi, yaitu pemanfaatan tanaman untuk mengurangi kandungan polutan. Fitoremediasi dianggap sebagai teknologi hijau karena prosesnya alami

dan tidak memerlukan bahan kimia tambahan (Sahani et al., 2024). Tanaman air memiliki kemampuan menyerap dan menstabilkan zat pencemar melalui sistem perakarannya (Santoso et al., 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap bahan organik serta logam berat. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat dan daya adaptasinya terhadap kondisi lingkungan menjadikannya pilihan yang ideal untuk pengolahan air limbah. Dengan demikian, pemanfaatan eceng gondok dapat menjadi solusi efektif dalam menurunkan tingkat pencemaran pada air lindi TPA (Siswoyo, 2023).

Tanaman eceng gondok memiliki struktur akar serabut yang panjang dan berpori, memungkinkan kontak yang luas dengan air yang tercemar. Mekanisme penyerapan pencemar dilakukan melalui proses adsorpsi, absorpsi, serta interaksi dengan mikroorganisme yang hidup di sekitar perakaran (Oktavia, 2020). Tanaman ini mampu mengikat bahan organik sehingga menurunkan nilai COD dan BOD pada air limbah. Selain itu, eceng gondok juga memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat di jaringan akarnya, sehingga konsentrasi logam di air dapat berkurang secara signifikan. Kemampuan tersebut telah banyak dibuktikan dalam pengolahan limbah domestik dan industri. Namun, efektivitasnya terhadap air lindi yang kompleks dari TPA Banjarsari masih perlu diteliti lebih lanjut secara ilmiah (Megagupita et al., 2024).

TPA Banjarsari Bojonegoro merupakan salah satu lokasi pengelolaan sampah utama yang berpotensi menghasilkan air lindi dalam jumlah besar. Karakteristik air lindi di lokasi ini sangat kompleks karena campuran berbagai jenis sampah organik dan anorganik. Penelitian mengenai efektivitas eceng gondok dalam menurunkan kadar COD, BOD, dan logam berat di wilayah ini masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang komprehensif untuk mengetahui sejauh mana tanaman eceng gondok mampu memperbaiki kualitas air lindi di TPA tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai kemampuan tanaman dalam mengolah limbah cair secara alami. Selain itu,

penelitian ini juga berpotensi mendukung penerapan teknologi fitoremediasi di tingkat daerah secara berkelanjutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun masalah yang akan di kaji dalam penelitian “**Analisis Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Konsentrasi COD, BOD, Dan Logam Berat Pada Air Lindi Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)**” yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Sejauh mana efektivitas tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD pada air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro?
2. Bagaimana kemampuan eceng gondok dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat (Pb) pada air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas maka penulis merumuskan tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui efektivitas tanaman eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD pada air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro.
2. Untuk menganalisis kemampuan eceng gondok dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat (Pb) pada air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian “**Analisis Efektivitas Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Konsentrasi COD, BOD, Dan Logam Berat Pada Air Lindi Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)**” adalah :

1. Secara ilmiah, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik mengenai potensi tanaman eceng gondok dalam proses fitoremediasi air lindi, khususnya dalam penurunan nilai COD dan BOD di lingkungan TPA.
2. Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan solusi alternatif dan ramah lingkungan bagi pengelola TPA Banjarsari Bojonegoro serta instansi terkait dalam mengurangi kadar logam berat dan bahan organik pada air lindi, sehingga kualitas lingkungan sekitar dapat terjaga.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Landasan Teori**

##### **1.1.1 Air Lindi**

Air lindi adalah cairan yang terbentuk akibat perkolasi air hujan melalui tumpukan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Elvania, 2022). Proses ini menyebabkan terlarutnya senyawa organik, anorganik, serta logam berat dari material sampah. Air lindi umumnya memiliki warna pekat, berbau menyengat, dan mengandung konsentrasi zat pencemar yang tinggi (Prastitianti & Purwanti, 2024). Kandungan air lindi sangat dipengaruhi oleh jenis dan umur sampah yang ada di lokasi pembuangan. Oleh karena itu, air lindi dikategorikan sebagai limbah berbahaya yang harus dikelola dengan sistem pengolahan yang tepat (Megagupita et al., 2024).

Secara fisik, air lindi memiliki warna kehitaman atau cokelat tua, bau menyengat, dan kekeruhan yang tinggi. Suhu air lindi biasanya lebih tinggi dibandingkan suhu air alami karena aktivitas mikrobiologis di dalam tumpukan sampah (Apriyani & Lesmana, 2020). Secara kimia, air lindi mengandung kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD) yang sangat tinggi, menunjukkan adanya bahan organik yang sulit terurai (Elvania et al., 2025). Selain itu, kandungan amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), Total Suspended Solid (TSS), serta logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan besi (Fe) juga sering melebihi ambang batas. Kombinasi parameter fisik dan kimia tersebut menjadikan air lindi sebagai sumber pencemar utama di area sekitar TPA (Vidiyanti et al., 2025).

Kualitas air lindi sangat dipengaruhi oleh komposisi dan umur timbunan sampah di TPA. Sampah organik yang tinggi akan menghasilkan air lindi dengan kandungan BOD dan COD yang besar akibat proses dekomposisi biologis. Faktor lain yang berpengaruh adalah curah hujan, karena air hujan yang meresap mempercepat pelarutan zat pencemar ke dalam air lindi (Hartono et al., 2022).

Kondisi suhu dan kelembapan di TPA juga memengaruhi aktivitas mikroorganisme yang mengurai bahan organik. Selain itu, sistem pengelolaan dan lapisan dasar TPA turut menentukan sejauh mana air lindi dapat mencemari lingkungan sekitarnya (Rezagama et al., 2017).

Air lindi yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak serius terhadap lingkungan. Infiltrasi air lindi ke tanah dapat mencemari air tanah dan menyebabkan perubahan sifat fisik serta kimia tanah (Rachmawati et al., 2024). Pencemaran logam berat pada air permukaan dapat mengganggu kehidupan organisme akuatik dan menurunkan kualitas ekosistem perairan. Selain itu, kontak langsung atau konsumsi air yang terkontaminasi air lindi dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia. Oleh karena itu, pengelolaan dan pengolahan air lindi yang efektif sangat penting untuk menjaga keberlanjutan kualitas lingkungan di sekitar TPA (Syahdo et al., 2025).

### **1.1.2 Parameter Pencemar COD, BOD, Pb**

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi seluruh bahan organik yang terdapat dalam air, baik yang dapat maupun tidak dapat diuraikan secara biologis. Nilai COD yang tinggi menunjukkan tingginya kandungan bahan pencemar organik dalam air limbah atau air lindi. Dalam air lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), nilai COD sering kali mencapai ribuan miligram per liter akibat dekomposisi sampah organik yang intensif (Prisilla et al., 2024). COD berfungsi sebagai indikator penting dalam menilai beban pencemar dan efektivitas proses pengolahan limbah cair. Semakin tinggi nilai COD, semakin besar pula kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik di dalam air. Oleh karena itu, penurunan nilai COD menjadi salah satu fokus utama dalam pengolahan air lindi melalui metode alami seperti fitoremediasi (Syahdo et al., 2025).

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan ukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang dapat

terdegradasi secara biologis di dalam air. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan banyaknya senyawa organik yang belum terurai, yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut di perairan (Vidiyanti et al., 2025). Pada air lindi, tingginya BOD disebabkan oleh banyaknya kandungan bahan organik hasil pembusukan sampah rumah tangga dan organik lainnya. Jika air dengan BOD tinggi masuk ke badan air, maka akan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan menyebabkan kematian organisme akuatik. Perbandingan antara nilai BOD dan COD juga sering digunakan untuk menentukan tingkat biodegradabilitas air limbah. Oleh karena itu, pemantauan BOD penting dilakukan untuk menilai efektivitas proses pengolahan air lindi secara biologis maupun melalui tanaman air seperti eceng gondok (Sahani et al., 2024).

Timbal (Pb) termasuk salah satu logam berat berbahaya yang sering ditemukan dalam air lindi akibat adanya limbah baterai, cat, plastik, dan bahan elektronik yang dibuang ke TPA (Rachmawati et al., 2024). Logam Pb bersifat toksik, tidak dapat terurai secara alami, dan mudah terakumulasi di jaringan organisme hidup. Konsentrasi Pb yang tinggi pada air lindi dapat mencemari tanah maupun air tanah di sekitar TPA, sehingga menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dan hewan. Paparan Pb dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan saraf, kerusakan ginjal, dan gangguan pertumbuhan pada anak-anak (Siswoyo, 2023). Dalam konteks pengolahan air lindi, penurunan kadar Pb menjadi indikator penting untuk menilai efektivitas sistem fitoremediasi. Tanaman seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kemampuan menyerap logam Pb melalui akar dan menyimpannya dalam jaringan tanaman, sehingga dapat mengurangi konsentrasi Pb di perairan secara signifikan (Faradika, 2024).

### **1.1.3 Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)**

Fitoremediasi adalah suatu metode pengolahan limbah yang memanfaatkan kemampuan alami tanaman untuk menyerap, menstabilkan, dan menguraikan zat pencemar dari air maupun tanah. Teknologi ini termasuk dalam pendekatan

ramah lingkungan karena menggunakan proses biologis tanpa bahan kimia tambahan (Ihtiar et al., 2024). Prinsip utama fitoremediasi terletak pada interaksi antara tanaman, mikroorganisme di zona perakaran (rizosfer), dan media air atau tanah yang terkontaminasi. Tanaman berperan penting dalam menyerap polutan melalui akar, kemudian mentranslokasikannya ke jaringan batang atau daun. Beberapa polutan bahkan dapat diuraikan menjadi bentuk yang tidak berbahaya melalui proses metabolisme tanaman (Sahani et al., 2024). Efektivitas fitoremediasi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tanaman, pH air, suhu, serta waktu kontak antara akar dan zat pencemar. Dengan karakteristik tersebut, fitoremediasi menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah cair yang ekonomis, efisien, dan berkelanjutan (Megagupita et al., 2024).

Fitoremediasi memiliki beberapa mekanisme kerja utama, yaitu phytoextraction, phytostabilization, phytodegradation, phytovolatilization, dan rhizofiltration (Najwa et al., 2023). Pada proses *phytoextraction*, tanaman menyerap logam berat melalui akar dan mengakumulasikannya di jaringan tanaman. *Phytostabilization* berfungsi untuk menahan pergerakan polutan agar tidak menyebar ke lingkungan sekitar. *Phytodegradation* terjadi ketika enzim dalam tanaman menguraikan senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan tidak beracun. *Phytovolatilization* memungkinkan beberapa senyawa kimia diuapkan ke atmosfer dalam bentuk yang kurang berbahaya. Sementara itu, *rhizofiltration* bekerja dengan menyerap dan mengendapkan polutan yang terlarut dalam air melalui akar tanaman. Kombinasi dari berbagai mekanisme ini menjadikan fitoremediasi sebagai metode pengolahan limbah cair yang efektif dalam menurunkan kandungan COD, BOD, dan logam berat pada air lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Prastitianti & Purwanti, 2024).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air mengapung yang memiliki morfologi khas dan mudah dikenali. Tanaman ini memiliki daun berbentuk bulat hingga oval dengan tangkai yang menggembung seperti spons, berfungsi sebagai alat pengapung alami. Akar eceng gondok berbentuk serabut panjang berwarna hitam kecokelatan yang menggantung di air, berfungsi untuk

menyerap nutrisi dan zat pencemar. Batangnya lunak dan berisi jaringan aerenkima yang memungkinkan pertukaran gas sehingga tanaman dapat bertahan di perairan rendah oksigen. Bunga eceng gondok berwarna ungu kebiruan dan tumbuh di atas permukaan air dalam bentuk tandan. Struktur morfologi tersebut menjadikan eceng gondok sangat adaptif terhadap kondisi perairan yang tercemar (Sahani et al., 2024).

Eceng gondok memiliki kemampuan ekologis yang tinggi dalam beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan perairan. Tanaman ini dapat tumbuh dengan cepat di air tenang, dangkal, dan kaya nutrisi seperti nitrogen dan fosfor. Laju pertumbuhannya yang tinggi memungkinkan eceng gondok menutupi permukaan air dalam waktu singkat, sehingga mampu menyerap polutan secara lebih luas. Selain itu, tanaman ini mampu bertahan pada variasi suhu, pH, dan kadar oksigen yang rendah. Eceng gondok juga berperan dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme di sekitar akar yang membantu proses degradasi bahan organik. Dengan kemampuan ekologis tersebut, eceng gondok menjadi tanaman ideal untuk digunakan dalam sistem pengolahan limbah cair secara alami atau fitoremediasi (Oktavia, 2020).

Eceng gondok bekerja melalui beberapa mekanisme dalam menurunkan kadar polutan di air tercemar. Akar tanaman ini mampu melakukan adsorpsi dan absorpsi terhadap senyawa organik serta logam berat yang terlarut di air. Proses adsorpsi terjadi ketika partikel polutan menempel pada permukaan akar, sementara absorpsi melibatkan penyerapan zat pencemar ke dalam jaringan tanaman. Selain itu, mikroorganisme yang hidup di rizosfer (daerah sekitar akar) turut berperan dalam menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Tanaman ini juga dapat mengendapkan partikel tersuspensi dan memperbaiki kualitas air melalui peningkatan kadar oksigen terlarut. Dengan kombinasi mekanisme tersebut, eceng gondok efektif dalam menurunkan nilai COD, BOD, dan kandungan logam berat pada air lindi maupun air limbah lainnya (Siswoyo, 2023).

Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas eceng gondok dalam menurunkan kandungan polutan pada air limbah dan air lindi. Menurut hasil penelitian, eceng gondok mampu menurunkan nilai COD hingga lebih dari 70% dan BOD hingga 80% setelah beberapa hari proses fitoremediasi. Tanaman ini juga terbukti efektif dalam menyerap logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan besi (Fe) melalui sistem perakarannya. Penelitian lain menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara eceng gondok dan air limbah, maka semakin besar pula efisiensi penurunan polutannya. Selain itu, kepadatan tanaman dan kondisi lingkungan seperti pH serta suhu turut memengaruhi hasil fitoremediasi. Berdasarkan hasil-hasil tersebut, eceng gondok dinilai sebagai tanaman potensial untuk pengolahan air lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) secara alami dan berkelanjutan (Santoso et al., 2010).

#### **1.1.4 Pengelolaan Air Lindi Di TPA**

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Banjarsari yang terletak di Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu fasilitas utama pengelolaan sampah di wilayah tersebut. Seiring meningkatnya volume timbulan sampah setiap tahun, produksi air lindi di TPA ini juga mengalami peningkatan signifikan (Elvania, 2022). Air lindi yang dihasilkan berasal dari proses dekomposisi sampah organik yang bercampur dengan air hujan dan air permukaan. Saat ini, sistem pengelolaan air lindi di TPA Banjarsari dilakukan melalui proses penampungan awal dan dialirkan menuju kolam stabilisasi. Namun, kapasitas instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang tersedia masih terbatas sehingga belum mampu mengolah seluruh volume air lindi yang dihasilkan. Akibatnya, sebagian air lindi berpotensi meluap dan mencemari lingkungan sekitar terutama pada musim hujan (Prisilla et al., 2024). Pemerintah daerah telah melakukan berbagai upaya untuk memperbaiki sistem drainase dan kolam pengolahan, tetapi efektivitasnya masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif solusi yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk mendukung sistem pengelolaan air lindi di TPA Banjarsari (Elvania, 2025).

TPA Banjarsari menghadapi berbagai kendala teknis dan lingkungan dalam pengelolaan air lindi yang dihasilkan dari aktivitas penimbunan sampah. Salah satu masalah utama adalah keterbatasan kapasitas IPAL yang tidak sebanding dengan volume air lindi yang terus meningkat setiap tahunnya. Selain itu, sistem pengaliran dari area penimbunan ke kolam penampungan sering mengalami penyumbatan atau kerusakan akibat sedimentasi dan kondisi topografi yang kurang mendukung (Elvania, 2022). Permasalahan lain yang muncul adalah keterbatasan lahan untuk perluasan kolam pengolahan air lindi sehingga proses pengendapan dan penyaringan tidak dapat berlangsung optimal. Pada saat musim hujan, limpasan air lindi dapat mencemari tanah dan air permukaan di sekitar lokasi TPA. Kondisi tersebut berdampak terhadap menurunnya kualitas lingkungan, termasuk potensi pencemaran air tanah yang digunakan masyarakat sekitar. Kurangnya pemeliharaan rutin serta keterbatasan sumber daya manusia juga memperburuk efektivitas sistem pengelolaan yang ada. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang mampu meningkatkan efisiensi pengolahan tanpa membutuhkan lahan atau biaya besar (Elvania, 2025).

Salah satu pendekatan yang dinilai potensial untuk mengatasi permasalahan air lindi di TPA adalah penerapan teknologi alami berbasis fitoteknologi. Fitoteknologi memanfaatkan kemampuan tanaman air seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menyerap, menstabilkan, dan menguraikan zat pencemar secara biologis (Sahani et al., 2024). Teknologi ini tergolong ramah lingkungan, berbiaya rendah, dan dapat diterapkan pada lahan terbatas seperti kolam pengolahan sederhana. Penggunaan tanaman air dalam sistem pengolahan lindi juga dapat memperbaiki kualitas air dengan menurunkan kadar COD, BOD, dan logam berat secara signifikan. Selain itu, penerapan fitoteknologi dapat mendukung konsep pengelolaan TPA yang berkelanjutan dengan menekan emisi karbon dan mengurangi beban IPAL. Dengan memanfaatkan potensi alami tanaman, TPA dapat mengembangkan sistem pengolahan terintegrasi yang lebih efisien dan ekonomis. Penerapan metode ini juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam mengembangkan solusi hijau untuk pengelolaan limbah padat

perkotaan. Oleh sebab itu, studi tentang efektivitas eceng gondok dalam mengolah air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro sangat penting untuk dikaji secara ilmiah (Siswoyo, 2023).

## 1.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama, Tahun Dan Judul Penelitian	Metode Penelitian	Variable Atau Instrumen	Hasil Penelitian
1	Wahyuni Sahani., dkk. 2024 (Efektivitas Fitoremediasi Menggunakan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Dalam Mengurangi Kadar BOD Dan COD Pada Air Lindi TPA Tamangapa , Kota Makassar)	Penelitian yang diterapkan adalah eksperimen semu ( <i>quasi experimental design</i> ) menggunakan media eceng gondok dengan rancangan pre test-post test yang menggunakan 3 variasi media, 5 rumpun, 10 rumpun, dan 15 rumpun.	Variabel bebas: Metode Fitoremedisi. Variabel terikat: penurunan kadar BOD, dan Penurunan kadar COD.	Hasil penelitian menunjukkan angka penurunan kadar BOD dan COD pada air lindi menunjukkan angka penurunan dengan variasi 5 rumpun menurunkan kadar BOD sebesar 411,20 mg/l (33,07%) sedangkan COD sebesar 1048,53 mg/l (36,81%). Untuk 10 rumpun menurunkan kadar BOD sebesar 231,46 mg/l (62,33%) sedangkan COD sebesar 589,40 mg/l (63,92%). Dan 15 rumpun menurunkan kadar BOD sebedar 233,73 mg/l (61,87%) sedangkan COD sebesar 603,16 mg/l (63,71%). Hasil ini penggunaan metode fitoremediasi dengan variasi media 5 rumpun, 10 rumpun, dan 15 rumpun dapat menurunkan kadar BOD dan

				COD pada air lindi tetapi belum mampu menurunkan sampai ambang batas menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.
2	Sukma Vidiyanti., dkk. 2025. (Penyisihan BOD, COD, dan Amonia pada Lindi Menggunakan Spons dan Sumbu Kompor Sebagai Media Biofilter)	Pada penelitian ini lindi TPA Batulayang dikontakkan dengan media spons dan sumbu kompor yang masing masing memiliki 2 kombinasi jarak yaitu 4-2-4 cm dan 4-2 cm di dalam 4 reaktor aerob bersirkulasi melalui proses seeding selama 14 hari dengan komposisi 50% lindi (21 liter), 42,5% air bebas klor (17,85 liter), 7,5% filtrat lumpur TPA (3,15 liter) dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi	Objek penelitian dalam penelitian ini dengan media spons dan sumbu kompor yang masing masing memiliki 2 kombinasi jarak yaitu 4-2-4 cm dan 4-2 cm	Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase terbaik terdapat pada reaktor dengan media sumbu kompor berjarak 4-2-4 cm mampu menurunkan BOD hingga 84,38%, dan media spons berjarak 2-4 cm yang mampu menurunkan COD 61,6% dan amonia 98,34%.

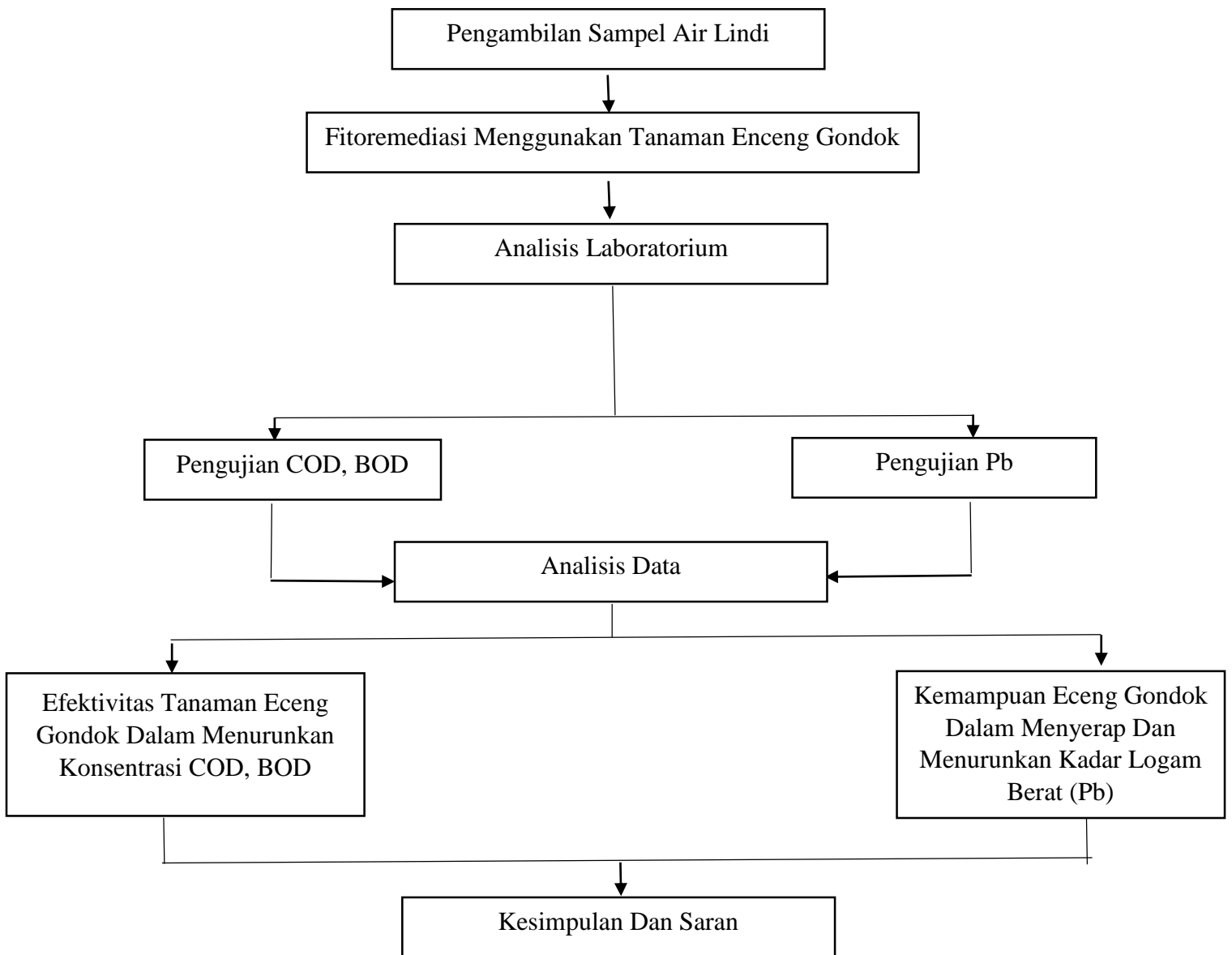
		(10,5 gram). Setelah itu dilanjutkan dengan proses aklimatisasi selama 7 hari dengan komposisi 75% lindi (31,5 liter), 25% air tanpa klor (10,5 liter), dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi (15,75 gram). Kemudian proses running sebanyak 42 liter lindi tanpa penambahan apapun selama 6 hari yang dilanjutkan pengukuran BOD, COD dan amonia dan uji statistik menggunakan <i>Analysis of Variance (ANOVA) one way</i> dan uji lanjut <i>Duncan's Multiple Range Test (DMRT)</i> .		
3	<b>Eko Siswoyo.</b> , dkk. 2023. (Penyerapan Logam Berat Timbal (Pb) Air Lindi Tempat	Penelitian ini menggunakan reaktor constructed wetland berukuran 50 x 100 cm dengan diberikan tanah setebal 5 cm dan tumbuhan Eceng	Variabel independen adalah jenis tanaman yang digunakan, yaitu tumbuhan Eceng gondok dengan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem constructed wetland dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok mampu menyerap kadar Pb dalam air lindi TPA Piyungan

	<p>Pemrosesan Akhir (TPA) oleh Eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) dalam Sistem <i>Constructed Wetland</i>)</p>	<p>gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) sebanyak 14 buah. Beberapa variabel penelitian yaitu konsentrasi awal limbah (0; 25; 50; 75 dan 100%) dan waktu pengujian 0, 3, 6, 9 dan 12 hari. Pengujian konsentrasi Pb dilakukan dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).</p>	<p>karakteristik akar, jumlah daun, dan lebar daun yang serupa.</p> <p>Variabel dependen adalah kandungan logam timbal dalam limbah.</p>	<p>hingga 0,086 mg/l (akar) dan 0,02 mg/l (daun) untuk waktu kontak 12 hari. Kondisi tumbuhan Eceng gondok sampai dengan akhir penelitian masih terlihat normal dan dapat hidup dan berkembang dengan baik.</p>
4	<p>Ragil Andika Putra Hartono. 2022. (Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan)</p>	<p>Parameter yang digunakan Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Dissolved Oxygen (DO), dan pH. Titik pengambilan sampel terdiri dari 4 titik yaitu titik TPA, titik Sumur Warga 1 (SW1), titik Sumur Warga 2 (SW2), dan titik Sumur Warga 3 (SW3). Sampel yang</p>	<p>Objek penelitian dalam penelitian ini adalah air lindi</p>	<p><i>Dari hasil yang didapat parameter BOD di 4 titik melewati baku mutu, sedangkan parameter COD, TSS, DO, dan pH hanya pada titik TPA yang melewati baku mutu dan untuk 3 titik di daerah sumur warga tidak melewati baku mutu. Standar baku mutu yang digunakan mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001. Status mutu air dihitung menggunakan metode indeks pencemar dengan hasil 6,05 di</i></p>

		diambil dilakukan pengujian di laboratorium BTKLPP.		<i>titik TPA masuk kategori Cemar sedang, pada daerah permukiman menunjukkan hasil 1,91, 1,77, 1,58 yang masuk kategori cemar ringan. Berdasarkan hasil pemodelan yang ada dapat dilihat penyebaran kontaminan ke arah tenggara dan menuju ke daerah permukiman. Jarak sebaran kontaminan sekitar 300 – 450 m dari titik TPA. Dengan luasan penyebaran yaitu sebesar 4,3 ha. Dengan cakupan daerah sekitar TPA seperti permukiman warga di Desa Kawangkoan Bawah Lingkungan 11.</i>
5	Nindy Callista Elvania. 2022. (Analisis Kualitas Lindi dan Potensi Distribusinya di Lingkungan Sekitar TPA Banjarsari	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode grab sample yang diambil langsung dari badan lindi yang dipantau.	Variabel yang diamati adalah persebaran air indi	Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata konsentrasi lindi dengan nilai pH 7,55, untuk kandungan bahan organik dalam lindi untuk parameter BOD = 91,5 mg/L; COD = 264,5 mg/L dan TSS = 83 mg/L, untuk konsentrasi N total sebesar 48,5 mg/L, dan merkuri (Hg) = 0,092 mg/L; dan Kadmium (Cd) = 0,009

	Kabupaten Bojonegoro)			mg/L; Pola sebaran lindi dari TPA Banjarsari mengikuti elevasi tanah, yaitu menyebar hampir ke segala arah di mana lindi yang muncul mengarah ke saluran irigasi dan mengarah ke persawahan. Lindi memiliki dampak terhadap lingkungan sekitar seperti tanah, air permukaan, dan tanaman.
--	--------------------------	--	--	---

### 1.3 Kerangka Konsep Penelitian



**Gambar 2.1** Kerangka Pikir Penelitian

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

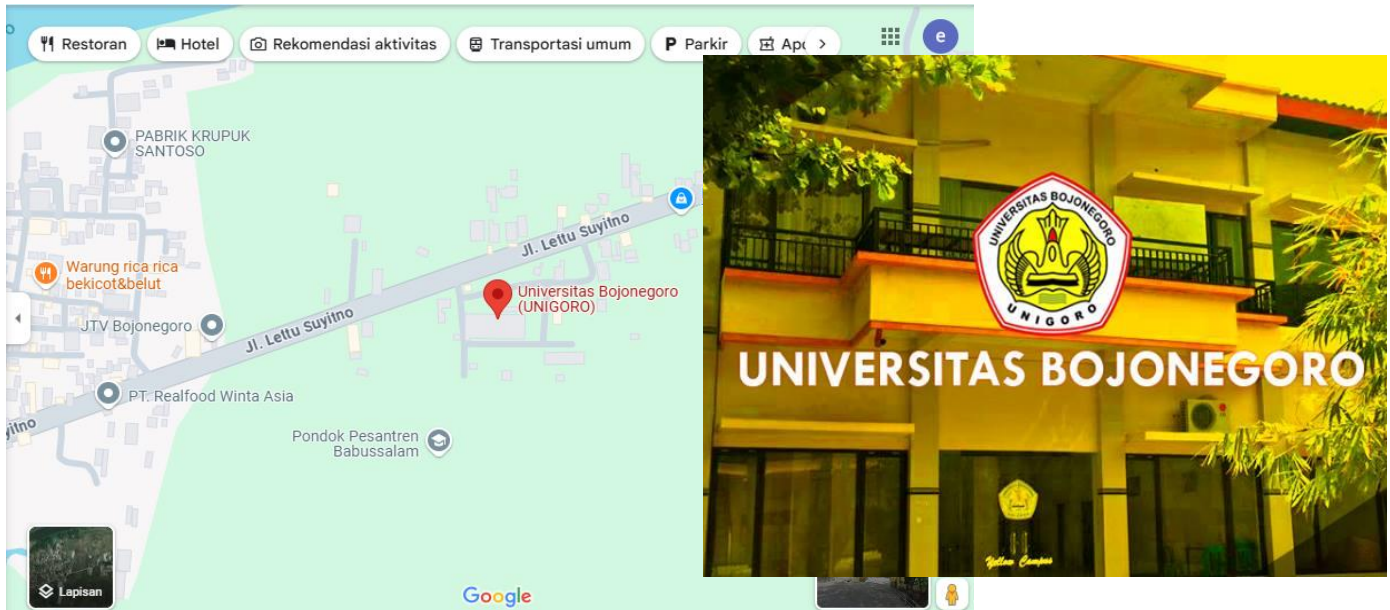
#### **3.1 Jenis Dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen karena bertujuan untuk menguji efektivitas tanaman eceng gondok dalam menurunkan kadar COD, BOD, dan logam berat (Pb) pada air lindi. Penelitian eksperimen dilakukan dengan memberikan perlakuan tertentu terhadap variabel yang diteliti, yaitu penambahan tanaman eceng gondok dalam media air lindi. Hasil pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan akan dibandingkan untuk mengetahui tingkat penurunan konsentrasi pencemar. Jenis penelitian ini bersifat kuantitatif, karena data yang diperoleh berupa angka hasil pengukuran laboratorium yang dianalisis secara statistik. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada hubungan sebab-akibat antara perlakuan (penggunaan eceng gondok) dan hasil yang diperoleh (penurunan polutan). Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh data yang objektif dan terukur untuk membuktikan efektivitas tanaman secara ilmiah.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan eksperimental lapangan (*field experiment*) dengan pengamatan langsung terhadap proses fitoremediasi air lindi. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengamati kondisi nyata dan respon tanaman eceng gondok terhadap air lindi secara alami. Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pengambilan sampel air lindi, penyiapan media dan tanaman, perlakuan fitoremediasi, serta analisis laboratorium terhadap parameter COD, BOD, dan Pb. Data hasil pengukuran akan diolah untuk mengetahui efisiensi penurunan masing-masing parameter setelah periode tertentu. Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian lebih representatif terhadap kondisi lapangan dan dapat diterapkan pada sistem pengolahan air lindi secara nyata. Pendekatan eksperimental lapangan ini juga relevan untuk mendukung pengembangan teknologi alami yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan bagi pengelolaan air lindi di TPA.

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Ilmu Lingkungan Universitas Bojonegoro. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan November 2025 – April 2026.



**Gambar 3.1** Lokasi Penelitian Di Laboratorium Ilmu Lingkungan

### 3.3 Populasi, Sampel, Dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air lindi yang terdapat di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Banjarsari Bojonegoro) yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah organik dan anorganik. Populasi ini memiliki karakteristik kandungan bahan organik tinggi serta logam berat yang bervariasi tergantung pada jenis sampah dan waktu penimbunan. Dari populasi tersebut, diambil sampel air lindi yang akan digunakan sebagai bahan uji dalam proses fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Sampel diambil dari beberapa titik kolam penampungan air lindi untuk mendapatkan representasi kualitas air yang menyeluruh. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling, yaitu pemilihan sampel secara sengaja berdasarkan lokasi yang dianggap paling mewakili kondisi air lindi di TPA. Pengambilan

sampel dilakukan menggunakan wadah steril, kemudian disimpan dalam kondisi tertutup untuk mencegah perubahan sifat fisik dan kimia sebelum dianalisis di laboratorium. Dengan teknik ini, sampel yang diperoleh diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat dan menggambarkan kondisi sebenarnya dari air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro.

### **3.4 Jenis Data Dan Teknik Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan serta hasil analisis laboratorium terhadap parameter kualitas air lindi, yaitu COD, BOD, dan logam berat (Pb). Data ini mencakup hasil pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Bojonegoro, laporan pengelolaan TPA, serta literatur ilmiah yang relevan. Data sekunder ini digunakan untuk memperkuat landasan teori, mendukung analisis, serta membandingkan hasil penelitian dengan studi sebelumnya. Kombinasi kedua jenis data tersebut diharapkan memberikan gambaran yang komprehensif terhadap efektivitas eceng gondok dalam menurunkan kadar pencemar pada air lindi.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu observasi, pengambilan sampel air lindi, dan analisis laboratorium. Observasi dilakukan secara langsung di TPA Banjarsari Bojonegoro untuk mengetahui kondisi pengelolaan air lindi dan lokasi pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling, yaitu pemilihan titik sampel berdasarkan lokasi yang dianggap paling mewakili kondisi air lindi di TPA. Sampel air kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui nilai COD, BOD, dan kadar logam berat (Pb) sebelum dan sesudah perlakuan dengan eceng gondok. Selain itu, dokumentasi dan pencatatan hasil pengamatan lapangan dilakukan untuk mendukung data kuantitatif yang diperoleh. Semua data yang terkumpul kemudian

diolah dan dianalisis untuk menilai efektivitas tanaman eceng gondok sebagai agen fitoremediasi pada air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro.

### 3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran parameter COD, BOD, dan logam berat (Pb) sebelum dan sesudah perlakuan dengan tanaman eceng gondok dianalisis secara kuantitatif. Analisis dilakukan untuk mengetahui persentase penurunan konsentrasi masing-masing parameter sebagai indikator efektivitas fitoremediasi. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Efisiensi Penurunan (\%)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100$$

Dengan :

C<sub>0</sub>= konsentrasi awal

C<sub>t</sub> = konsentrasi akhir setelah perlakuan.

Nilai efisiensi penurunan kemudian dibandingkan antarperlakuan atau antarwaktu pengamatan untuk menilai tingkat efektivitas tanaman. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar mudah dianalisis dan diinterpretasikan. Selain perhitungan kuantitatif, dilakukan pula analisis deskriptif untuk menjelaskan hubungan antara efektivitas penurunan polutan dengan faktor-faktor lingkungan seperti waktu perendaman, kepadatan tanaman, dan kondisi fisik air lindi. Analisis ini bertujuan untuk memahami mekanisme penyerapan polutan oleh eceng gondok secara lebih mendalam. Data yang diperoleh akan dibandingkan dengan nilai baku mutu air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. 11 Tahun 2021. Dengan demikian, dapat diketahui apakah hasil pengolahan air lindi menggunakan eceng gondok sudah memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan. Selain itu, hasil analisis juga dibandingkan dengan penelitian terdahulu untuk melihat konsistensi efektivitas eceng gondok dalam menurunkan kadar COD, BOD, dan logam berat (Pb). Kesimpulan akhir diperoleh berdasarkan hasil analisis data tersebut, yang akan

menunjukkan sejauh mana tanaman eceng gondok efektif digunakan dalam pengolahan air lindi di TPA Banjarsari Bojonegoro.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan air lindi yang dihasilkan dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Air lindi umumnya mengandung konsentrasi bahan organik yang tinggi, yang ditunjukkan oleh nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD), serta mengandung logam berat berbahaya. Apabila tidak dikelola dengan baik, air lindi dapat mencemari tanah, air permukaan, dan air tanah di sekitar TPA. Pencemaran tersebut dapat berdampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan air lindi yang efektif, sederhana, dan ramah lingkungan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah fitoremediasi menggunakan tanaman air. Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dikenal memiliki kemampuan menyerap berbagai jenis polutan dari perairan tercemar. Pemanfaatan tanaman ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan air lindi.



**Gambar 4.1** Kolam Pengambilan Sampel Air Lindi

Penelitian ini difokuskan pada analisis efektivitas tanaman eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan logam berat timbal (Pb) pada air lindi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan sistem reaktor batch, di mana air lindi diberi perlakuan tanaman eceng gondok selama waktu 7

hari, 14 hari, dan 21 hari dengan rumpun tanaman eceng gondok sebanyak 30 rumpun. Sampel air lindi diambil dari lokasi TPA Banjarsari Bojonegoro sebagai objek penelitian. Pengujian kualitas air dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengetahui perubahan konsentrasi parameter pencemar. Parameter COD dan BOD dianalisis untuk menilai tingkat pencemaran organik. Sementara itu, analisis logam berat Pb dilakukan untuk mengetahui kemampuan eceng gondok dalam menyerap logam berat. Hasil pengujian laboratorium menjadi dasar dalam menilai keberhasilan proses fitoremediasi. Dengan pendekatan ini, efektivitas eceng gondok dapat dievaluasi secara ilmiah.



7 Hari

14 Hari

21 Hari

**Gambar 4.2** Fitoremediasi Dengan Eceng Gondok

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi tanaman eceng gondok sebagai media pengolahan air lindi. Penurunan konsentrasi COD dan BOD menunjukkan keberhasilan eceng gondok dalam mengurangi beban pencemar organik. Selain itu, kemampuan tanaman dalam menurunkan kadar logam berat Pb menunjukkan perannya dalam meminimalkan risiko pencemaran logam berat. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengelola TPA dalam menerapkan teknologi pengolahan air lindi yang ramah lingkungan. Penggunaan eceng gondok juga dapat menjadi alternatif pengolahan yang relatif murah dan mudah diterapkan. Namun demikian, pengelolaan tanaman setelah proses fitoremediasi perlu diperhatikan agar tidak

menimbulkan pencemaran sekunder. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait pengolahan air lindi.

#### 4.2 Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi

Hasil pengujian COD, BOD, dan logam berat Pb pada air lindi menunjukkan bahwa variasi waktu kontak 7 hari, 14 hari, dan 21 hari dengan jumlah 30 rumpun tanaman eceng gondok pada setiap bak reaktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi parameter pencemar yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Kualitas Air Lindi

No	Parameter	Sebelum (Mg/L)	Sebelum			Penurunan (Mg/L)	Presentase (%)
			7 Hari (Mg/L)	14 Hari (Mg/L)	21 Hari (Mg/L)		
1	COD	1551,21	1180,45	820,67	520,32	1030,89	66,44
2	BOD	576,34	410,28	265,74	150,62	425,72	73,88
3	Pb	0,92	0,65	0,38	0,18	0,74	80,43

Nilai Chemical Oxygen Demand (COD) pada air lindi sebelum perlakuan menunjukkan konsentrasi yang sangat tinggi, yaitu sebesar 1551,21 mg/L. Tingginya nilai COD ini mengindikasikan bahwa air lindi mengandung bahan organik terlarut dalam jumlah besar yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok, terjadi penurunan nilai COD secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada waktu kontak 7 hari, nilai COD menurun menjadi 1180,45 mg/L, yang menunjukkan bahwa eceng gondok mulai beradaptasi dan berperan dalam mengurangi kandungan bahan organik. Selanjutnya, pada waktu kontak 14 hari, nilai COD kembali mengalami penurunan yang lebih signifikan menjadi 820,67 mg/L. Penurunan ini menunjukkan bahwa proses penyerapan dan degradasi bahan organik oleh

tanaman serta mikroorganisme di zona perakaran berlangsung semakin efektif. Hasil terbaik diperoleh pada waktu kontak 21 hari, di mana nilai COD turun hingga 520,32 mg/L. Secara keseluruhan, penurunan COD dari kondisi awal hingga akhir perlakuan mencapai 1030,89 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 66,44%. Persentase penurunan ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok memiliki efektivitas yang tinggi dalam menurunkan beban pencemar organik pada air lindi. Semakin lama waktu kontak, semakin optimal proses fitoremediasi yang terjadi, karena tanaman eceng gondok dan mikroorganisme yang berasosiasi dengannya bekerja secara maksimal dalam menguraikan dan menyerap senyawa organik. Hasil ini membuktikan bahwa waktu kontak merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan penurunan COD, di mana waktu kontak 21 hari memberikan kinerja terbaik dalam penelitian ini.

Nilai Biological Oxygen Demand (BOD) pada air lindi sebelum perlakuan menunjukkan konsentrasi yang tinggi, yaitu sebesar 576,34 mg/L. Tingginya nilai BOD ini menandakan bahwa air lindi mengandung bahan organik yang mudah terurai secara biologis dalam jumlah besar, sehingga membutuhkan oksigen terlarut yang tinggi untuk proses penguraiannya. Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok, terjadi penurunan nilai BOD secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada waktu kontak 7 hari, nilai BOD menurun menjadi 410,28 mg/L, yang menunjukkan bahwa proses biodegradasi mulai berlangsung dengan adanya aktivitas mikroorganisme yang berasosiasi dengan akar tanaman. Pada waktu kontak 14 hari, nilai BOD kembali mengalami penurunan yang lebih signifikan menjadi 265,74 mg/L. Penurunan ini menunjukkan bahwa eceng gondok telah beradaptasi dengan baik dan mampu mendukung proses penguraian bahan organik secara biologis. Hasil pengujian pada waktu kontak 21 hari menunjukkan penurunan nilai BOD yang paling besar, yaitu hingga mencapai 150,62 mg/L. Secara keseluruhan, penurunan nilai BOD dari kondisi awal hingga akhir perlakuan mencapai 425,72 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 73,88%. Persentase penurunan ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok sangat efektif dalam menurunkan kebutuhan

oksigen biologis pada air lindi. Semakin lama waktu kontak, semakin optimal proses biodegradasi yang terjadi akibat meningkatnya aktivitas mikroorganisme di zona perakaran tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu kontak 21 hari merupakan kondisi terbaik dalam penelitian ini untuk menurunkan nilai BOD pada air lindi, sehingga mendukung keberhasilan metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok.

Nilai logam berat timbal (Pb) pada air lindi sebelum perlakuan menunjukkan konsentrasi sebesar 0,92 mg/L, yang mengindikasikan adanya potensi pencemaran logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok, kadar Pb mengalami penurunan secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada waktu kontak 7 hari, kadar Pb menurun menjadi 0,65 mg/L, yang menunjukkan bahwa eceng gondok mulai menyerap logam berat melalui sistem perakarannya. Selanjutnya, pada waktu kontak 14 hari, kadar Pb kembali mengalami penurunan yang lebih signifikan menjadi 0,38 mg/L. Penurunan ini menunjukkan bahwa proses penyerapan dan akumulasi logam berat oleh eceng gondok berlangsung semakin optimal seiring dengan kemampuan adaptasi tanaman terhadap media air lindi. Hasil pengujian pada waktu kontak 21 hari menunjukkan penurunan kadar Pb yang paling besar, yaitu hingga mencapai 0,18 mg/L. Secara keseluruhan, penurunan kadar Pb dari kondisi awal hingga akhir perlakuan mencapai 0,74 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 80,43%. Persentase penurunan ini merupakan yang tertinggi dibandingkan dengan parameter COD dan BOD, yang menunjukkan bahwa eceng gondok sangat efektif dalam menyerap dan menurunkan logam berat Pb. Semakin lama waktu kontak, semakin besar jumlah logam berat yang terikat dan terakumulasi pada jaringan tanaman, terutama pada bagian akar. Hasil ini membuktikan bahwa waktu kontak 21 hari merupakan kondisi paling efektif dalam menurunkan kadar Pb pada air lindi melalui metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok.

#### 4.3 Efektivitas Tanaman Eceng Gondok dalam Menurunkan COD dan BOD

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan efektivitas yang baik dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD pada air lindi berdasarkan hasil pengujian dengan variasi waktu kontak 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Nilai COD awal sebesar 1551,21 mg/L dan BOD sebesar 576,34 mg/L menunjukkan bahwa air lindi memiliki beban pencemar organik yang sangat tinggi sebelum perlakuan. Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi, kedua parameter tersebut mengalami penurunan secara bertahap seiring bertambahnya waktu kontak. Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok mampu beradaptasi dengan media air lindi dan mulai berperan dalam proses penurunan kandungan bahan organik. Penurunan yang terjadi sejak hari ke-7 menandakan bahwa proses fitoremediasi mulai berjalan meskipun belum optimal. Dengan demikian, eceng gondok memiliki potensi awal yang baik sebagai agen penurun pencemar organik.

Pada waktu kontak 7 hari, nilai COD menurun menjadi 1180,45 mg/L dan BOD menjadi 410,28 mg/L. Penurunan ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok mulai menyerap bahan organik terlarut serta mendukung aktivitas mikroorganisme di sekitar zona perakaran. Sistem akar eceng gondok yang lebat menyediakan permukaan yang luas bagi mikroorganisme untuk berkembang, sehingga proses degradasi bahan organik mulai berlangsung. Namun, penurunan pada tahap ini masih relatif terbatas karena tanaman masih berada pada fase adaptasi terhadap kondisi air lindi yang memiliki tingkat pencemaran tinggi. Meskipun demikian, hasil ini membuktikan bahwa eceng gondok mampu memberikan dampak positif sejak tahap awal perlakuan. Keberadaan tanaman berkontribusi dalam menurunkan kebutuhan oksigen kimia dan biologis pada air lindi.

Pada waktu kontak 14 hari, efektivitas eceng gondok dalam menurunkan COD dan BOD semakin terlihat, dengan nilai COD turun menjadi 820,67 mg/L dan BOD menjadi 265,74 mg/L. Penurunan yang lebih signifikan ini menunjukkan bahwa tanaman telah beradaptasi dengan baik dan proses fitoremediasi berlangsung lebih optimal. Aktivitas mikroorganisme di zona perakaran semakin

meningkat, sehingga proses biodegradasi bahan organik berlangsung lebih intensif. Selain itu, penyerapan senyawa organik oleh jaringan tanaman juga berkontribusi terhadap penurunan nilai COD dan BOD. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu kontak yang lebih lama memberikan kesempatan yang lebih besar bagi tanaman dan mikroorganisme untuk bekerja secara maksimal. Dengan demikian, fase ini merupakan tahap transisi menuju kondisi penurunan yang optimal.

Hasil terbaik diperoleh pada waktu kontak 21 hari, di mana nilai COD menurun hingga 520,32 mg/L dan BOD menjadi 150,62 mg/L. Secara keseluruhan, persentase penurunan COD mencapai 66,44% dan BOD sebesar 73,88%, yang menunjukkan efektivitas eceng gondok yang tinggi dalam menurunkan beban pencemar organik. Persentase penurunan BOD yang lebih besar dibandingkan COD menunjukkan bahwa eceng gondok sangat efektif dalam mendukung proses biodegradasi bahan organik yang mudah terurai. Semakin lama waktu kontak, semakin optimal kinerja eceng gondok dalam menyerap dan membantu penguraian bahan organik. Hasil ini membuktikan bahwa tanaman eceng gondok efektif digunakan sebagai metode fitoremediasi untuk menurunkan COD dan BOD pada air lindi, dengan waktu kontak 21 hari sebagai kondisi paling optimal dalam penelitian ini.

#### **4.4 Kemampuan Tanaman Eceng Gondok dalam Menyerap dan Menurunkan Logam Berat (Pb)**

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan kemampuan yang baik dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada air lindi berdasarkan hasil pengujian dengan variasi waktu kontak 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Konsentrasi Pb awal pada air lindi sebesar 0,92 mg/L menunjukkan adanya potensi pencemaran logam berat yang cukup tinggi sebelum perlakuan. Setelah dilakukan fitoremediasi menggunakan eceng gondok, kadar Pb mengalami penurunan secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Pada waktu kontak 7 hari, kadar Pb menurun menjadi 0,65 mg/L, yang menunjukkan

bahwa eceng gondok mulai menyerap logam berat melalui sistem perakarannya. Penurunan ini menandakan bahwa proses adsorpsi logam berat telah berlangsung meskipun belum optimal.

Pada waktu kontak 14 hari, penurunan kadar Pb menjadi lebih signifikan, yaitu mencapai 0,38 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa eceng gondok telah beradaptasi dengan baik terhadap kondisi air lindi dan mampu meningkatkan kapasitas penyerapan logam berat. Sistem perakaran eceng gondok yang lebat dan berkembang dengan baik memberikan luas permukaan yang besar untuk proses adsorpsi dan akumulasi logam berat. Selain itu, meningkatnya aktivitas mikroorganisme di zona perakaran juga berperan dalam mengikat logam berat Pb, sehingga konsentrasinya dalam air semakin berkurang. Hal ini membuktikan bahwa lamanya waktu kontak berpengaruh terhadap efektivitas penyerapan logam berat oleh eceng gondok.

Hasil pengujian pada waktu kontak 21 hari menunjukkan penurunan kadar Pb yang paling besar, yaitu hingga mencapai 0,18 mg/L. Secara keseluruhan, penurunan kadar Pb dari kondisi awal hingga akhir perlakuan mencapai 0,74 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 80,43%. Persentase penurunan ini menunjukkan bahwa eceng gondok sangat efektif dalam menyerap dan menurunkan logam berat Pb dibandingkan dengan parameter pencemar lainnya. Semakin lama waktu kontak, semakin besar akumulasi logam berat yang terserap dalam jaringan tanaman, terutama pada bagian akar. Hasil ini membuktikan bahwa tanaman eceng gondok memiliki potensi yang sangat baik sebagai agen fitoremediasi logam berat Pb pada air lindi, dengan waktu kontak 21 hari sebagai kondisi paling optimal dalam penelitian ini.

#### **4.5 Implikasi Hasil Penelitian**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki efektivitas yang tinggi dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan logam berat Pb pada air lindi. Penurunan nilai COD dan BOD yang signifikan mengindikasikan bahwa metode fitoremediasi menggunakan eceng

gondok mampu mengurangi beban pencemar organik pada air lindi secara bertahap seiring dengan bertambahnya waktu kontak. Implikasi dari hasil ini adalah eceng gondok dapat dijadikan sebagai alternatif teknologi pengolahan air lindi yang sederhana dan ramah lingkungan. Metode ini sangat relevan untuk diterapkan pada TPA yang memiliki keterbatasan sarana dan biaya pengolahan air limbah. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap upaya pengendalian pencemaran lingkungan di sekitar TPA.

Penurunan kadar logam berat Pb dengan persentase yang tinggi menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki kemampuan yang baik sebagai tanaman penyerap logam berat. Implikasi dari temuan ini adalah potensi eceng gondok untuk digunakan dalam pengolahan air lindi yang mengandung logam berat berbahaya, sehingga dapat mengurangi risiko pencemaran tanah dan air di sekitar TPA. Penyerapan Pb yang optimal pada waktu kontak 21 hari menunjukkan bahwa faktor waktu sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses fitoremediasi. Oleh karena itu, penerapan eceng gondok sebagai media pengolahan air lindi perlu mempertimbangkan waktu tinggal yang cukup agar proses penyerapan logam berat dapat berlangsung maksimal. Hasil ini juga membuka peluang pemanfaatan eceng gondok dalam pengolahan limbah cair lainnya yang mengandung logam berat.

Implikasi lain dari hasil penelitian ini berkaitan dengan pengelolaan operasional TPA, khususnya dalam sistem pengolahan air lindi. Penggunaan eceng gondok dapat diterapkan sebagai tahap pengolahan awal (pra-treatment) sebelum air lindi dialirkan ke unit pengolahan lanjutan atau dibuang ke badan air. Dengan adanya penurunan COD, BOD, dan Pb sejak tahap awal, beban pengolahan pada unit selanjutnya dapat dikurangi. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi sistem pengolahan air lindi secara keseluruhan. Selain itu, pemanfaatan eceng gondok yang mudah diperoleh dan cepat tumbuh menjadikan metode ini lebih berkelanjutan secara ekologis.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan efektivitas yang tinggi, implikasi penting lainnya adalah perlunya pengelolaan biomassa eceng gondok setelah proses fitoremediasi. Tanaman yang telah menyerap bahan organik dan logam

berat berpotensi menjadi sumber pencemaran sekunder apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan lanjutan, seperti pemanenan berkala dan pengolahan tanaman terkontaminasi sesuai dengan ketentuan lingkungan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan terkait optimasi jumlah tanaman, waktu kontak, serta kombinasi dengan metode pengolahan lainnya. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan implikasi penting dalam pengembangan teknologi pengolahan air lindi yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terbukti efektif dalam menurunkan konsentrasi Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD) pada air lindi. Nilai COD awal sebesar 1551,21 mg/L mengalami penurunan hingga 520,32 mg/L pada waktu kontak 21 hari dengan persentase penurunan sebesar 66,44%. Sementara itu, nilai BOD awal sebesar 576,34 mg/L menurun menjadi 150,62 mg/L dengan persentase penurunan sebesar 73,88%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, semakin optimal kinerja tanaman eceng gondok dalam menurunkan beban pencemar organik pada air lindi. Dengan demikian, tujuan penelitian pertama, yaitu mengetahui efektivitas tanaman eceng gondok dalam menurunkan konsentrasi COD dan BOD pada air lindi, telah tercapai.

Selain itu, tanaman eceng gondok juga terbukti memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada air lindi. Konsentrasi Pb awal sebesar 0,92 mg/L mengalami penurunan hingga 0,18 mg/L setelah waktu kontak 21 hari, dengan persentase penurunan mencapai 80,43%. Penurunan ini menunjukkan bahwa eceng gondok mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat Pb melalui sistem perakarannya secara efektif. Hasil ini membuktikan bahwa tujuan penelitian kedua, yaitu menganalisis kemampuan eceng gondok dalam menyerap dan menurunkan kadar logam berat Pb pada air lindi, telah tercapai. Secara keseluruhan, tanaman eceng gondok berpotensi digunakan sebagai metode fitoremediasi yang ramah lingkungan dan efektif dalam pengolahan air lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat dipertimbangkan sebagai alternatif metode pengolahan air lindi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), khususnya sebagai tahap pengolahan awal. Penurunan konsentrasi COD, BOD, dan logam berat Pb yang signifikan menunjukkan bahwa metode fitoremediasi ini efektif, ramah lingkungan, dan relatif mudah diterapkan. Oleh karena itu, pengelola TPA dapat mempertimbangkan penerapan sistem kolam atau bak reaktor dengan eceng gondok sebelum air lindi dialirkan ke unit pengolahan lanjutan atau dibuang ke badan air.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan variasi jumlah tanaman, biomassa eceng gondok, serta waktu kontak yang lebih panjang guna mengetahui kondisi optimum dalam menurunkan parameter pencemar. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengkaji pengaruh faktor lingkungan seperti pH, suhu, dan oksigen terlarut terhadap efektivitas proses fitoremediasi. Penambahan parameter kualitas air lainnya, seperti TSS, amonia, atau logam berat lain, juga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kemampuan eceng gondok dalam pengolahan air lindi.

Selain aspek efektivitas, pengelolaan biomassa eceng gondok setelah proses fitoremediasi perlu mendapat perhatian khusus. Tanaman yang telah menyerap logam berat berpotensi menjadi sumber pencemaran sekunder apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai metode pemanenan dan pengolahan eceng gondok terkontaminasi, seperti pengomposan terkontrol atau pengolahan khusus sesuai ketentuan lingkungan. Dengan demikian, pemanfaatan eceng gondok sebagai media fitoremediasi dapat dilakukan secara berkelanjutan dan aman bagi lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N., & Lesmana, R. Y. (2020). Pengaruh Air Lindi Terhadap pH Dan Zat Organik Pada Air Tanah Di Tempat Penampungan Sementara Kelurahan Pahandut Kota Palangkaraya. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 25(2), 60–65. <https://doi.org/10.22146/jml.39489>
- Elvania, N. C. (2022). Analysis Of The Leachate Quality And Its Potential Distribution In The Banjarsari Landfill Environment , Bojonegoro Regency. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 25–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.26714/jps.10.2.2022.25-31>
- Elvania, N. C. (2025). Efektivitas Media Filtrasi Pasir, Zeolit, Dan Karbon Aktif Dalam Mengurangi Pencemar Pada Air Lindi. *CHEMVIRO: Jurnal Kimia Dan Ilmu Lingkungan*, 3(2), 245–250.
- Elvania, N. C., Anggara, O. C., & Khairiyah, N. N. (2025). Effectiveness Of Using Activated Carbon To Reduce Pollutants In Leachate. *Analytical : Analytical and Environmental Chemistry*, 10(01), 25–36.
- Faradika, M. (2024). Efektivitas Tanaman Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Menurunkan Kadar Logam Fe Dan Mn Pada Air Asam Tambang Batu Bara Berdasarkan Literatur Review. *Journal Of Global Forest And Environmental Science*, 4(1), 13–21.
- Hartono, A. R. P., Riogilang, H., & Mangangka, I. R. (2022). Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan. *Jurnal Tekno*, 20(82), 1285–1294.
- Ihtiar, A., Ulfah, M., & Kaswinarni, F. (2024). Effectiveness Of Water As Phytoremediation Agent BOD and COD Leachate. *Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 92–108. <https://doi.org/10.15294/jese.v4i2.4438>
- Megagupita, S., Marendra, P., Widiatmono, B. R., & Sari, E. (2024). Perbandingan Efektivitas Fitoremediasi Dalam Mereduksi BOD dan COD (Studi Kasus : Industri Batik Alam , Pasuruan). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 11(01), 20–29.
- Najwa, S., Elvania, N. C., & Margianti, Y. S. (2023). Efektivitas Metode Fitoremediasi

- Dengan Jenis Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica* Forsk) Terhadap Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Di Desa Ledok Kulon. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 15(2), 166–170.
- Oktavia, L. (2020). Fitoteknologi Pengolahan Limbah Cair Depo Pemasaran Ikan (DPI) Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic*). *Journal Of Research And Technology*, 06(2), 227–236.
- Permono, H., Mustain, A., & Pratiwi, M. K. (2024). Pemanfaatan Air Lindi Untuk Pupuk Organik Cair (POC) Dengan Bioaktivator EM4 Dan *Pseudomonas Fluorescens* Pada TPA Supit Urang. *Jurnal Teknologi Separasi*, 10(9), 498–504.
- Prastitianti, D., & Purwanti, I. F. (2024). Kajian Fitoremediasi Air Tanah Tercemar Lindi TPA Dengan Kandungan Logam (Studi Kasus : Fitoremediasi Fe Dan Besi Di Lahan Bekas TPA Keputih). *Jurnal Purifikasi*, 23(01), 17–26.
- Prisilla, C., Nur Insani, I., Rizky, M., Syamsia, S., Arsat, Y., Yusuf, H., & Yani, A. (2024). Analisis Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Desa Jononunu Terhadap Kualitas Air Dan Lingkungan Perkebunan :Studi Literatur. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(5), 1806–1812. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i5.5254>
- 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)*, 8(2), 219–232. <https://doi.org/10.36813/jplb.8.2.219-232>
- Rezagama, A., Purwono, P., Hadiwidodo, M., Yustika, M., & Prabowo, Z. N. (2017). Pengolahan Air Lindi TPA Jatibarang Menggunakan Fenton ( $H_2O_2 - Fe$ ). *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 14(1), 30–36. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v14i1.30-36>
- Sahani, W., Kasim, K. P., & Syarif, A. M. (2024). Efektivitas Fitoremediasi Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Mengurangi Kadar BOD Dan COD Ada Air Lindi TPA Tamangapa , Kota Makassar. *Jurnal*

*Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 24(1), 139–145.

Santoso, S., Lestari, S., & Anggorowati, S. (2010). Efisiensi Enceng Gondok Dalam Penyisihan Bahan Organik Pada Lindi TPA Gunung Tuger Purwokerto. *Jurnal Purifikasi*, 01(02), 163–170.

Siswoyo, E. (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*, 07(03), 76–81.

Syahdo, D., Khair, A., & Haris, A. (2025). Pengaruh Jenis Pasir Terhadap Kadar BOD Dan COD Pada Air Lindi Di Kecamatan Pulau Sebuku Kabupaten Kotabaru. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(11), 1970–1983.

Vidiyanti, S., Jhon, C., Simamora, K., & Utomo, P. (2025). Penyisihan BOD, COD, Dan Amonia pada Lindi Menggunakan Spons dan Sumbu Kompor Sebagai Media Biofilter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1316–1322.  
<https://doi.org/10.14710/jil.23.5.1316-1322>

# BUKTI SUBMIT JURNAL PENELITIAN

Universitas Bojonegoro | Unduh file | iLovePDF | Submissions | Journal of Geosci...

journal.luir.ac.id/index.php/JGEET/submissions

Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology

### Submissions

My Queue (1) Archives Help

**My Assigned** Search Filters New Submission

26904	Callista	Environmental Geoscience Approach of Water Hyacinth Phytoremediation in Reducing COD, BOD...	Submission	View	
-------	----------	--	------------	------	--

26°C Berawan Search ENG US 8:57 13/01/2026