

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS MELATI AIR  
(*ECHINODORUS PALIFOLIUS*) DAN ECENG GONDOK  
(*EICHORNIA CRASSIPES*) SEBAGAI FITOREMEDIATOR  
LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)**

**Skripsi**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Biologi



Oleh :

**Nilatul Amna  
1608016027**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Nilatul Amna

NIM : 1608016027

Prodi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS MELATI AIR (*ECHINODORUS PALIFOLIUS*) DAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CRASSIPES*) SEBAGAI FITOREMEDIATOR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)**

Secara keseluruhan adalah hasil/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 Desember 2022  
Pembuat pernyataan



**Nilatul Amna**  
NIM 1608016027



### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Perbandingan Efektivitas Melati Air (*Echinodorus Palifolius*) dan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb)**

Nama : Nilatul Amna

NIM : 1608016027

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang *monopartyah* oleh Dewan Penguji fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi.

Semarang, 5 Desember 2022

### DEWAN PENGUJI

Penguji I,

**Abdul Malik, M.Si**  
NIP. 198911032018011001

Penguji II,

**Dwimeil Ayudewardari Pranatami, M.Sc.**  
NIP. 199209022019032031

Penguji III,

**Galih Kholilatur Nisa, M.Sc.**  
NIP. 199006132019032010

Penguji IV,

**Dr. Ling Kusmadi, M.Si**  
NIDN. 20260183002

Berbimbing I

**Dr. Hj Nurhasanah, S.Pd, M.Kes.**  
NIP. 197511132005012001

Berbimbing II

**Dr. Ling Kusmadi, M.Si**  
NIDN. 20260183002



**NOTA DINAS**

Semarang, 13 Desember 2022

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

di Semarang

*Assalamu'alaikum, wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Elektivitas Melati Air (*Echinodorus Pulifolius*) dan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb)

Nama : Nisatul Amna

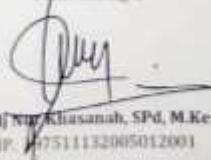
NIM : 1608016027

Jurusan : Biologi

Saya memohon bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum, wr. wb.*

Pembimbing I,



Dr. Hj. Nur Khasanah, SPd, M.Kes  
NIP. 47511132005012001

**NOTA DINAS**

Semarang, 20 November 2022

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

di Semarang

*Assalamu'alaikum, wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Perbandingan Efektivitas Melati Air (*Echinodorus Paltifolius*) dan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb)

Nama : Nislatul Amna

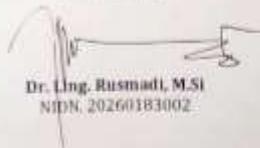
NIM : 1608016027

Jurusan : Biologi

Saya memandangi bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi (FS) Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum, wr. wb.*

Pembimbing II,



**Dr. Ling. Rusnadi, M.Si**  
NIDN. 20260183002

## ABSTRAK

Fitoremediasi adalah metode untuk mendegradasi kandungan pada limbah yang berpotensi mencemari lingkungan dengan bantuan tumbuhan. Tumbuhan yang digunakan yaitu (*Eichornia crassipes*) dan melati air (*Echonodorus palaeifolius*). Melati air termasuk ke dalam jenis tumbuhan akuatik berumpun setengah terendam. Tumbuhan ini berasal dari alismataceae yang berasal dari Brazil, Peru, Meksiko dan Uruguay. Melati air mempunyai daun tunggal dengan tangkai persegi hingga membulat kearah pangkal daun. Panjang tangkai melati air berkisar 50 - 100 cm, diameter 1 - 3 cm, keras beralur sepanjang tangkai dengan bintik putih dan mempunyai warna dasar hijau muda. Eceng gondok merupakan jenis tumbuhan yang dapat dengan mudah hidup dan berkembang biak di habitat mana pun. Eceng gondok biasa tumbuh di sungai maupun rawa. Eceng gondok mempunyai tangkai yang bertekstur lunak. Tinggi eceng gondok tidak lebih dari 50 cm. Logam Pb (timbal) dipilih karena sering dijumpai dalam limbah cair industri dan tingkat toksisitasnya yang cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui perbandingan efektivitas tanaman eceng gondok dan melati air dalam menyerap logam timbal. Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimental. Analisis datanya menggunakan alat spektrofotometer AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Setiap 3 hari sekali diamati kondisi tumbuhan, pH, suhu dan pengambilan sampel air logam untuk selanjutnya dianalisis kadar logamnya. Hasil penelitian menunjukkan fitoremediasi menggunakan melati air lebih efektif. Dengan perbandingan pada bak isi melati air dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0193 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ ) sedangkan pada bak berisi eceng gondok dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0249 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ ). Melati air lebih efektif dibanding eceng gondok karena melati air mempunyai bentuk perakaran serabut yang lebih lebat, sehingga memungkinkan untuk menyerap air logam lebih banyak dan lebih cepat.

**Kata Kunci : Fitoremediasi, eceng gondok, melati air, logam Pb, perbandingan efektivitas.**

## **ABSTRACT**

*Phytoremediation is a method to degrade the content in waste that has the potential to pollute the environment with the help of plants. The plants used are (Eichornia crassipes) and water jasmine (Echonodorus palaefolius). Water jasmine belongs to the type of aquatic plants with semi-submerged thickets. This plant is native to alismataceae native to Brazil, Peru, Mexico and Uruguay. Water jasmine has single leaves with square peduncles to rounded towards the base of the leaves. The length of the stalk of water jasmine ranges from 50 – 100 cm, diameter 1 – 3 cm, hard grooved along the stalk with white spots and has a light green base color. Hyacinth is a type of plant that can easily live and multiply in any habitat. Common hyacinths grow in rivers as well as swamps. Hyacinths have a soft textured stalk. Hyacinth height is no more than 50 cm. Pb (lead) metal was chosen because it is often found in industrial liquid waste and its toxicity level is quite high. The purpose of this study was to determine the comparison of the effectiveness of hyacinth and water jasmine plants in absorbing lead metal. This research is included in experimental research. The data analysis uses an AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) spectrophotometry tool. Every 3 days, plant conditions, pH, temperature and sampling of metal water are observed for further analysis of metal content. The results showed that phytoremediation using water jasmine was more effective. With the ratio in the water jasmine content bath from the original content of 0.5833 mg / L dropped to 0.0193 mg / L on day 15 (H 15) while in the bath containing hyacinth from the original content of 0.5833 mg / L dropped to 0.0249 mg / L on day<sub>15</sub> (H<sub>15</sub>). Water jasmine is more effective than hyacinth because water jasmine has a denser fiber root shape, making it possible to absorb more and faster metal water.*

**Keywords : Phytoremediation, hyacinth, water jasmine, Pb metal, effectiveness comparison.**

## TRANSLITERASI ARAB LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin di dalam skripsi ini mengacu pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan nomor: 0543b/U/1987/. Penyimpangan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsistensi agar sesuai teks arab.

ا	A	ط	T
ب	B	ظ	Z
ت	T	ع	'
ث	S	غ	G
ج	J	ف	F
ح	H	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Z	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	S	ي	Y
ض	D		

### Bacaan Madd :

ā = a panjang

ī = i panjang

ū = u panjang

### Bacaan Diftong:

أَي = ay

أَوْ = aw

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Alhamdulillah* rabbil'alamin, Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Biologi.

Sebuah proses panjang untuk menyelesaikan skripsi ini. Banyak hambatan dalam proses penyusunan skripsi, namun dengan adanya bantuan, bimbingan, doa, dan peran serta berbagai pihak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis memberikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M. Ag, selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M. Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M. Si, selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Arnia Sari Mukaromah, M.Si, selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

5. Dr. Hj Nur Khasanah, SPd, M.Kes, selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Dr. Rusmadi, M.Si, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Abdul Malik, M.Si, selaku Dosen Pendamping yang telah membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini
8. Segenap Dosen, Pegawai dan Civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
9. Kedua orangtua tersayang, Bapak Chamidun dan Ibu Surotun yang telah mencurahkan do'a serta dukungan lahir dan batin kepada penulis sehingga studi ini dapat terselesaikan dengan baik.
10. Adik tercinta (M Nasrul Bahtiar), yang telah mencurahkan do'a dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
11. Pengasuh Pondok Pesantren Al-Hikmah (KH. Ahmad Amnan Muqoddam dan Hj Rofiqotul Makiyyah) yang telah memberikan do'a restu serta motivasi.

12. Teman-teman Jurusan Biologi angkatan 2016, yang telah bersama berjuang, memberi warna dan membantu penulis dalam menempuh studi di UIN Walisongo serta dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Seluruh keluarga besar Pondok Pesantren Al-Hikmah, yang telah menemani dan memberi warna dalam kehidupan penulis.
14. Seluruh keluarga besar Pondok Pesantren Raudlotut Tholibin, yang telah sempat menemani dan memberi warna dalam kehidupan penulis.
15. Seluruh staf dan karyawan Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, yang telah memberikan pengalaman dan motivasi bagi penulis.
16. Teguh Priyanto yang telah memberikan tenaga, waktu, doa, dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
17. Seluruh pihak yang telah bersedia memberikan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis sampaikan terima kasih dan memanjatkan doa semoga perlakuan baik yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah yang dirihoi Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna serta perlu ada kritik dan saran untuk memperbaiki kekurangan dalam penyelesaiannya. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi

pengembangan ilmu, dan pembaca dari seluruh kalangan masyarakat

Semarang, 20 November 2022

Penulis,

**Nilatul Amna**

NIM: 1608016027

## DAFTAR ISI

<b>PERBANDINGAN EFEKTIVITAS MELATI AIR (<i>ECHINODORUS PALIFOLIUS</i>) DAN ECENG GONDOK (<i>EICHORNIA CRASSIPES</i>) SEBAGAI FITOREMEDIATOR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb).....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>TRANSLITERASI ARAB LATIN.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>A. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>B. Rumusan Masalah.....</b>	<b>8</b>
<b>C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....</b>	<b>8</b>
1. Tujuan Penelitian.....	8
2. Manfaat Penelitian.....	8
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>10</b>
<b>A. Deskripsi Teori.....</b>	<b>10</b>
1. Logam Berat.....	10
2. Fitoremediasi.....	13

3.	Efektivitas.....	30
4.	Karakteristik Suhu dan pH Terhadap Timbal (Pb) dalam Air.....	30
<b>B.</b>	<b>Tinjauan Pustaka .....</b>	<b>32</b>
<b>C.</b>	<b>Kerangka Pemikiran.....</b>	<b>36</b>
<b>D.</b>	<b>Rumusan Hipotesis .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
<b>A.</b>	<b>Jenis dan Pendekatan Penelitian .....</b>	<b>38</b>
1.	Jenis Penelitian.....	38
2.	Pendekatan Penelitian .....	38
<b>B.</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>39</b>
<b>C.</b>	<b>Variabel Penelitian.....</b>	<b>39</b>
<b>D.</b>	<b>Ruang Lingkup Penelitian.....</b>	<b>39</b>
<b>E.</b>	<b>Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>40</b>
1.	Alat Penelitian.....	40
2.	Bahan Penelitian.....	40
<b>F.</b>	<b>Prosedur Penelitian .....</b>	<b>41</b>
1.	Pembuatan media tanam .....	41
2.	Penanaman melati air dan eceng gondok pada media buatan .....	41

3. Aklimatisasi .....	42
4. Proses fitoremediasi .....	42
<b>G. Analisis Data .....</b>	<b>43</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>44</b>
<b>A. Hasil Penelitian.....</b>	<b>44</b>
1. Kondisi Suhu.....	44
2. Kondisi pH Air.....	46
3. Kadar Timbal (Pb).....	47
4. Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok .....	49
<b>B. Pembahasan.....</b>	<b>53</b>
1. Analisis Perbandingan Suhu .....	53
2. Analisis Perbandingan pH.....	55
3. Analisis Efektivitas Melati Air dan Eceng Gondok terhadap Logam Pb.....	56
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>62</b>
<b>A. Kesimpulan .....</b>	<b>62</b>
<b>B. Saran.....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Jenis Tumbuhan yang Berpotensi sebagai Fitoremediator menurut Jenis Logam Berat yang Diserap.....	21
<b>Tabel 4.1</b> Kondisi Suhu Air .....	45
<b>Tabel 4.2</b> Kondisi pH Air.....	46
<b>Tabel 4.3</b> Kadar timbal (Pb) dalam Air.....	47

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Mekanisme Proses Fitoremediasi ( <i>Sumber: Sukono, 2020</i> ).....	17
<b>Gambar 2.2</b> Melati Air (Kurniawati, 2018).....	24
<b>Gambar 2.3</b> Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ) (Ulya, 2019) .....	27
<b>Gambar 2.4</b> Struktur Kerangka Pemikiran .....	36
<b>Gambar 4.1</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-0 (H <sub>0</sub> ).....	49
<b>Gambar 4.2</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-3 (H <sub>3</sub> ).....	50
<b>Gambar 4.3</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-6 (H <sub>6</sub> ).....	50
<b>Gambar 4.4</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hai ke-9 (H <sub>9</sub> ).....	51
<b>Gambar 4.5</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-12 (H <sub>12</sub> ) .....	52
<b>Gambar 4.6</b> Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-15 (H <sub>15</sub> ) .....	52
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Perbandingan Suhu.....	54
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Perbandingan pH.....	55
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Perbandingan Kadar Pb .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Suhu, pH dan Kondisi Tanaman .....	74
Lampiran 2. Hasil Uji Kadar Timbal (Pb) .....	86
Lampiran 3. Riwayat Hidup .....	92

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kehidupan manusia di dunia tidak akan terlepas dari proses interaksi dengan lingkungan. Karena manusia membutuhkan daya dukung unsur lingkungan untuk kelangsungan hidupnya. Sandang, pangan, dan papan yang menjadi kebutuhan manusia berasal dari lingkungan, baik melalui proses terlebih dahulu maupun tidak. Proses yang dimaksud dapat berupa pengolahan, pengemasan ataupun perubahan.

Hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya mempunyai faktor yang menguntungkan maupun merugikan. Contoh dari faktor yang merugikan yaitu memberi efek toksikologis. Interaksi bahan kimia dapat terjadi karena adanya proses seperti absorpsi, pengikatan protein dan biotransformasi. Risiko kemungkinan bahan kimia jika masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan dan hal terburuk seperti kematian, bahan kimia juga mempunyai risiko untuk mencemari lingkungan dan akan berdampak pada kelangsungan ekosistem yang ada (Endrinaldi, 2009).

Bahan-bahan berbahaya yang biasa mencemari lingkungan hingga dapat mengganggu kelangsungan hidup manusia dan sekitarnya biasa berasal dari limbah

hasil industri tekstil. Tidak hanya kegiatan industri, namun bisa juga dari kegiatan pertanian maupun rumah tangga. Kegiatan industri yang mengakibatkan pencemaran lingkungan dikarenakan dari pihak perusahaan kurang memperhatikan aspek lingkungan, pengelolaan yang belum maksimal, pengolahan limbah yang belum memenuhi standar baku mutu, dan penyimpanan serta pembuangan limbah yang belum memenuhi syarat.

Salah satu bahan kimia yang terkandung di dalam limbah dan cukup berbahaya bagi manusia maupun lingkungan adalah logam berat. Logam berat merupakan unsur yang bersifat racun bagi manusia, dan makhluk hidup lainnya. Unsur ini dapat mencemari lingkungan serta berbahaya bagi kesehatan manusia. Jenis dari logam berat yang terkandung beragam antara lain timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd), arsen (As), kromium (Cr), dan nikel (Ni). (Handayanto dkk., 2017).

Menurut (Anon, 1985 *dalam* Siregar dkk., 2008) logam dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu logam dengan tingkat toksik tinggi, logam dengan tingkat toksik sedang dan logam dengan tingkat toksik rendah. Yang termasuk dalam logam dengan tingkat toksik tinggi yaitu Pb, Cd, Hg, As, Cu dan Zn. Sedangkan logam yang

termasuk kedalam tingkat toksik sedang yaitu ada Cr, Ni. Dan logam dengan tingkat toksik rendah ada Mn dan Fe.

Dari kasus pencemaran air yang telah terjadi, kandungan logam yang sering menjadi momok adalah timbal, karena logam ini merupakan salah satu logam yang paling beracun dan berbahaya. Di jurnal (Hananingtyas, 2017) timbal merupakan logam yang menjadi sumber racun bagi perairan di sepanjang wilayah pantai utara. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dari 10 sampel ikan tongkol yang diambil dari wilayah sepanjang pantai utara, terdapat empat sampel ikan tongkol melebihi batas maksimum cemaran Pb pada ikan ( $< 0,3$  mg/kg). kadar dari empat ikan tongkol antara  $0,420-0,610$  mg/kg. Menurut (Sudarmawan, 2020) dari hasil analisis kadar Pb di Teluk Benoa, Badung, Bali, menunjukkan bahwa konsentrasi timbal yang terkandung di air permukaan Teluk Benoa melebihi batas maksimum. Berdasarkan MNLH baku mutu timbal untuk perairan laut yaitu  $<0,008$  mg/l, sedangkan konsentrasi Pb di Teluk Benoa berkisar antara  $0,001-0,053$  mg/l dengan rata-rata  $0,0153$  mg/l.

Dampak negatif logam tersebut cukup terasa bila keberadaannya tidak diminimalisir, mulai dari kerusakan lingkungan hingga berujung pada kesehatan manusia. Oleh karena itu, Pb yang berasal dari limbah industri

harus diminimalisir kadarnya terlebih dahulu dan harus sesuai baku mutu jika limbah ingin dibuang ke lingkungan.

Timbal yang terdapat pada limbah dapat dihilangkan dengan berbagai cara. Baik secara kimiawi maupun biologi. Secara kimiawi timbal dapat dihilangkan dengan cara proses pengendapan sulfida, koagulasi atau copresipitasi. Timbal juga dapat dihilangkan dengan proses adsorpsi karbon aktif, dengan proses pertukaran ion (*ion exchange*), (Said, 2010). Sedangkan penghilangan timbal dengan cara biologi yaitu dengan proses remediasi. Proses remediasi yang digunakan dibantu dengan tumbuhan untuk mengakumulasi timbal. Proses tersebut disebut dengan fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan cara pengolahan limbah sederhana, ekonomis serta ramah lingkungan (Dordio dan Carvalho, 2011). Menurut Singgih dan Jain (2003), fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan hijau khususnya tumbuhan air yang bekerja sama dengan mikro biota, enzim, konsumsi air, perubahan tanah dan teknik yang ekonomis untuk menghilangkan, menetralkan kontaminan berbahaya dari lingkungan seperti logam berat, pestisida, *xenobiotic*, senyawa organik, polutan aromatik beracun, drainase

pertambangan yang asam (Suresh dan Ravishankar, 2004).

Tumbuhan yang dapat mengakumulasi cemaran banyak jenisnya, mulai dari cemaran yang berada di tanah hingga cemaran yang berada di perairan. Contoh jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fitoremediasi di antaranya kiambang (*Pistia stratiotes*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kangkung (*Ipomoea aquatica*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), bambu air (*Dracaena sandersoniana*), melati air (*Echinodorus palaefolius*), dan lainnya. (Sriyana, 2006).

Keunggulan pengolahan limbah cair secara fitoremediasi selain kualitas hasil air sesuai dengan baku mutu juga dapat meningkatkan estetika lingkungan sebagai ruang terbuka hijau (RTH). Penelitian ini menggunakan dua tumbuhan yang sudah cukup umum dalam bidang fitoremediasi, yaitu eceng gondok dan melati air. Melati air dan eceng gondok merupakan tumbuhan air yang memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat. Tumbuhan ini berpotensi dalam menyerap logam berat karena mempunyai daya toleransi tinggi yang dapat tumbuh baik dalam suatu limbah, pertumbuhannya cepat serta menyerap dan mengakumulasi logam dengan baik.

Eceng gondok dipilih karena kedudukannya di alam bebas sangat melimpah akibat pertumbuhannya yang sangat cepat. Eceng gondok termasuk tumbuhan jenis gulma yang keberadaannya belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu dengan adanya pengetahuan tentang eceng gondok untuk fitoremediator limbah cair diharapkan dapat memberi informasi untuk bidang industri terutama industri rumahan terkait proses mendegradasi limbahnya sebelum dialirkan ke lingkungan. Sedangkan melati air dipilih selain karena alasan di atas, melati air juga merupakan tumbuhan yang keberadaannya belum secara maksimal dimanfaatkan selain dalam bidang estetika.

Melati air dan eceng gondok dipilih selain untuk memaksimalkan dari segi manfaatnya, dari segi morfologinya juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan kedua tumbuhan tersebut. Eceng gondok dan melati air memiliki akar yang rimbun dibandingkan dengan tanaman air lain seperti kayu apu, kangkung, bambu air dll. Dilihat dari daun dan batang, kedua tanaman ini memiliki bentuk daun yang tergolong lebar serta memiliki batang yang berongga. Sedangkan pada tanaman lain tidak memiliki batang yang berongga. Menurut jurnal - jurnal terdahulu eceng gondok dan

melati air sudah terbukti dapat mengakumulasi logam berat.

Permasalahan lingkungan akibat tercemarnya timbal tidak bisa dianggap remeh. Kerusakan lingkungan yang terjadi berimbas pada ketidakseimbangannya ekosistem, tidak hanya manusia, tumbuhan dan hewan pun akan ikut terkena dampaknya. Pencemaran akibat timbal tersebut tidak lain berasal dari kegiatan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Terkadang manusia tidak sadar dan tidak memikirkan dampak buruk yang akan terjadi dari kegiatan yang mereka lakukan. Seperti halnya yang difirmankan Allah SWT mengenai kerusakan lingkungan akibat perbuatan manusia yang terkandung dalam Q.S Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ  
لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya :

*“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”*. (Q.S Ar-Rum: 41)

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, akhirnya penulis perlu untuk melakukan penelitian mengenai

perbandingan efektivitas antara eceng gondok dan melati air dalam menyerap timbal agar ke depannya selain dapat menjadi referensi bagi masyarakat tentang proses penghilangan kadar timbal pada limbah dengan cara yang sederhana, juga dapat menjadi acuan bagi masyarakat dalam memilih agen fitoremediasi yang lebih efektif dalam mendegradasi limbah. Jika masyarakat memilih antara kedua tumbuhan tersebut secara tidak langsung juga membantu dalam memaksimalkan fungsi dari eceng gondok maupun melati air.

## **B. Rumusan Masalah**

Bagaimana perbandingan efektivitas eceng gondok dan melati air dalam menyerap timbal ?

## **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### 1. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui perbandingan efektivitas eceng gondok dan melati air dalam menyerap timbal

### 2. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat secara teoritis

- 1) Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai tingkat keefektifan antara eceng gondok dan melati air sebagai fitoremediator timbal.

- 2) Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai teknik

sederhana untuk proses degradasi kandungan timbal pada limbah kepada masyarakat sehingga masyarakat dapat melakukan teknik sederhana ini guna mengurangi kandungan timbal pada air limbah yang ada di lingkungan masyarakat.

b. Manfaat secara praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain di bidang biologi lingkungan. Khususnya terkait pengolahan limbah untuk mengurangi kandungan timbal .

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. Logam Berat

###### a. Pengertian Logam Berat

Logam berat merupakan unsur yang mempunyai massa jenis lebih dari 5 mg/L/cm<sup>3</sup>. Unsur logam mempunyai berbagai jenis, di antaranya yaitu Pb, Ag, Ni, Cr, Cd, Zn, Cd. Logam merupakan jenis bahan berbahaya dan beracun (B3), yaitu bahan yang berdasarkan sifat, konsentrasi, jumlah secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan, serta mengganggu kesehatan manusia dan makhluk hidup yang lain (Pasal 1 (17) UU No. 23 1997).

Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) beberapa logam berat masuk dalam 20 besar zat kimia B<sub>3</sub> antara lain: arsen (As), timbal (Pb), kadmium (Cd) dan kromium (Cr) (Priyanto, 2010). Tingkat toksisitas logam berat terhadap hewan air, mulai yang paling toksik yaitu Pb, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni. Sementara itu tingkat toksisitas terhadap manusia dari yang paling toksik yaitu Pb, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn dan Zn (Wahyu.Dkk, 2008).

## b. Timbal (Pb)

### 1) Pengertian Timbal

Timbal merupakan logam dengan ciri-ciri mempunyai tekstur lunak dan berwarna coklat kehitaman serta mudah untuk dimurnikan. Timbal mempunyai simbol Pb yang mempunyai nama ilmiah plumbum. Logam ini digolongkan ke dalam golongan IVA pada tabel periodik, nomor atom 82, berat atom 207,2, titik lebur  $600,65^{\circ}\text{K}$ . Unsur Pb dapat larut dalam  $\text{HNO}_3$  pekat, sedikit sukar larut jika dengan HCL dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Tingkat larut Pb relatif rendah sehingga kadar Pb dalam air juga relatif sedikit. (Musriadi, 2014)

Sifat – sifat timbal berdasarkan (Darmono, 2001) antara lain:

1. Memiliki titik cair rendah
2. Logam dengan tekstur yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk
3. Memiliki densitas yang tinggi dibanding logam lain yaitu  $11,34 \text{ g/cm}^3$
4. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai pelindung jika kontak dengan udara lembap.

## 2) Dampak Negatif dari Timbal

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam yang dapat menyebabkan pencemaran, baik itu pencemaran tanah, perairan maupun udara. Pb yang mencemari lingkungan perairan akan merusak tatanan ekosistem yang ada. Dari kerusakan ekosistem, manusia pun akan ikut merasakan dampaknya. Menurut (Adhani, 2017) Logam Pb mempunyai efek samping yang cukup berbahaya bagi makhluk hidup, antara lain :

1. Pada saluran pencernaan dapat menyebabkan konstipasi berat pada sistem hematopoietik. Dapat menghambat aktivitas enzim di saluran pencernaan yang dapat memperpendek umur sel darah merah
2. Pada sistem syaraf, logam Pb dapat mengakibatkan epilepsi, halusinasi, dilerium, serta kerusakan otak besar
3. Efek yang timbul dalam sistem urinaria yaitu dapat menyebabkan kelainan pada ginjal hingga gagal ginjal
4. Efek yang timbul pada sistem reproduksi yaitu dapat terjadi penurunan kemampuan reproduksi

### 3) Sumber Pencemaran Timbal di Lingkungan

Keberadaan Pb di alam terdapat dalam bentuk senyawa sulfat ( $\text{PbSO}_4$ ) karbonat ( $\text{PbCO}_3$ ) dan *sulfide* ( $\text{PbS}$ ). Keberadaan timbal di udara diakibatkan karena adanya hasil pembakaran bahan bakar bensin dalam berbagai senyawa Pb terutama  $\text{PbBrCl}$  dan  $\text{PbBrCl}_2\text{PbO}$ .

Timbal yang mencemari tanah atau perairan biasanya berasal dari limbah industri yang masih mengandung bahan-bahan toksik seperti Pb ini. Keberadaan timbal di dunia industri memang cukup populer. Limbah industri yang biasanya mengandung timbal antara lain dari peleburan tembaga dan kuningan, limbah industri batik, limbah industri dari pembuatan cat, limbah industri keramik, limbah dari industri kertas, dll. (Suksmerri, 2008)

## 2. Fitoremediasi

### a. Pengertian Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan proses dalam, menyerap, mendegradasi dan membantu membersihkan berbagai macam kontaminan dalam

suatu limbah air maupun tanah menggunakan bantuan tumbuhan sebagai medianya. Mekanisme fitoremediasi diawali dengan akar tumbuhan yang menyerap bahan polutan, kemudian dialirkan dengan proses transportasi ke seluruh bagian tumbuhan. Proses tersebut dapat dilakukan oleh tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung (Waluyo, 2018).

Ada beberapa kriteria tumbuhan yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi, antara lain harus memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi, hidup di habitat yang kosmopolitan, dapat mengonsumsi air dalam jumlah banyak serta dalam waktu singkat, mampu meremediasi lebih dari satu jenis polutan, mempunyai tingkat toleransi tinggi terhadap berbagai jenis polutan serta mudah dalam masa pemeliharaannya. Proses fitoremediasi dapat dilakukan secara aktif maupun pasif. Proses secara aktif antara lain proses transformasi, fitoekstraksi (pengambilan dan pemulihan dari kontaminan pada biomassa bawah tanah), *fitovolatasi*, *fitodegradasi*, *fitostabilisasi* dan *rizhofiltrasi*. Proses - proses tersebut dibedakan berdasarkan proses fisik dan biologisnya. Sedangkan proses pasif

dilakukan oleh tumbuhan yang mempunyai kemampuan biofilter, transfer oksigen, menghasilkan karbon, dan menciptakan kondisi lingkungan bagi pertumbuhan mikroorganisme (Waluyo, 2018).

Mekanisme kerja tumbuhan secara aktif adalah sebagai berikut :

1) Fitoekstraksi

Tumbuhan menyerap polutan yang berada di air maupun tanah dengan menyimpan atau mengakumulasi polutan tersebut di dalam daun atau batang. Tumbuhan seperti ini biasa disebut dengan hiperakumulator.

2) Fitovolatilisasi

Polutan yang diserap oleh tumbuhan kemudian diubah menjadi bersifat *volatile*, hasil tersebut kemudian ditransparasikan dengan melepaskannya ke udara berupa bentuk senyawa awal polutan atau menjadi senyawa yang berbeda dengan senyawa awal.

3) Fitodegradasi

Polutan diserap oleh tumbuhan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme di dalam tumbuhan, metabolisme dapat

melibatkan enzim seperti *nitroductase*, *laccase*, *dehalogenase* dan *nitrilase*.

#### 4) Fitostabilisasi

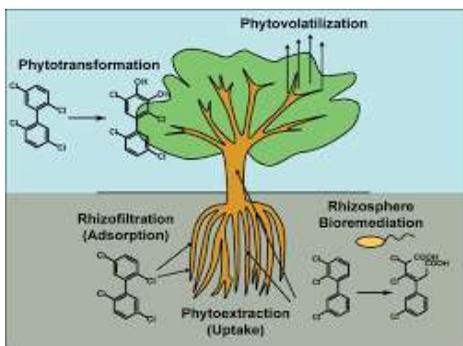
Tumbuhan mengubah senyawa polutan dengan mengubah senyawa polutan tersebut menjadi senyawa yang non toksik tanpa adanya penyerapan polutan di dalam tubuh tumbuhan. Hasil transformasi tersebut tetap berada di air ataupun tanah.

#### 5) Rizhofiltrasi

Tumbuhan menyerap polutan dengan cara adsorpsi kontaminan, sehingga kontaminan menempel pada akar. Biasanya proses ini terjadi apabila kontaminan berada di badan air.

#### 6) Rhizodegradasi

Tumbuhan mengurai kontaminan dengan adanya bantuan dari aktivitas mikroba yang berada di sekitar tumbuhan. (Nur, 2013).



**Gambar 2.1** Mekanisme Proses Fitoremediasi  
(Sumber: Sukono, 2020)

Proses degradasi limbah dengan tumbuhan mempunyai berbagai macam kelebihan dan kekurangan, berikut merupakan beberapa kelebihan dari proses fitoremediasi, yaitu :

- 1) Fitoremediasi merupakan teknologi yang inovatif, ekonomis dan ramah lingkungan sehingga dapat menjadi solusi untuk menurunkan logam berat yang berada di lingkungan.
- 2) Logam berharga dapat di daur ulang melalui fitoremediasi.
- 3) Kemampuan dalam menghasilkan buangan sekunder yang relatif rendah sifat toksisitasnya. (Rahmawati, 2020).

Adapun kekurangan dari proses fitoremediasi adalah:

- 1) Memerlukan waktu lebih lama dalam proses pendegradasiannya.
- 2) Adanya kemungkinan kontaminan yang masuk ke dalam rantai makanan melalui hewan yang mengonsumsi tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi.
- 3) Mempengaruhi keseimbangan rantai makanan pada ekosistem (Rahmawati, 2020).

Sejak tahun 1970-an tumbuhan sudah digunakan sebagai ide dasar fitoremediator. Berawal dari seorang ahli geobotani di Caledonia yang menemukan tumbuhan *Sebertia acuminata* dapat mengakumulasi logam Ni sebesar 20% pada tahun 1980-an. Hingga sekarang penelitian-penelitian mengenai hal tersebut semakin marak dan berkembang, dan telah menemukan berbagai macam tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bioakumulator polutan (Hidayati, 2005).

b. Tumbuhan Berpotensi sebagai Fitoremediator

Proses remediasi merupakan proses pembersihan limbah agar tidak mencemari lingkungan, proses remediasi dilakukan dengan adanya bantuan dari organisme atau makhluk hidup lain, begitu pun dengan fitoremediasi. Proses fitoremediasi merupakan proses pembersihan limbah menggunakan tumbuhan sebagai medianya. Tumbuhan yang dapat menjadi agen fitoremediasi cukup bermacam ragamnya. Seperti yang telah ALLAH SWT dalam Al-Qur'an surat Ali-Imran ayat 191 yang berbunyi :

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ فِيْمَا وَفُعُوْدًا وَعَلَىٰ جُنُوْبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ  
السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطْلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya :

*“(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Maha Suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka “ (Q.S Ali Imran : 191).*

Dalam tafsir kementerian agama RI menjelaskan bahwa ayat 191 di surat ali-Imran ini berisi tentang bagaimana manusia yang memiliki

akal memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi, bahwa semua ciptaan Allah pastilah ada manfaatnya, dan Allah pasti menciptakan semuanya tidak ada yang sia-sia. Hal itu merupakan tanda dari kekuasaan Allah.

Maksud dari ayat ini selaras dengan penelitian berikut, bahwa tumbuhan yang Allah ciptakan dengan berbagai macam ragam tidak ada yang sia-sia. Karena limbah yang semestinya bisa membahayakan lingkungan serta manusia, mempunyai penawar agar keberadaannya tidak menjadi masalah. salah satunya dengan memanfaatkan ciptaan Allah yang lain, yaitu tumbuhan. Bagi orang-orang yang mengetahui, tumbuhan mempunyai berbagai macam manfaat bagi kehidupan, salah satunya yaitu sebagai fitoremediator limbah.

Berikut merupakan tabel jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai fitoremediator :

**Tabel 02.1** Jenis Tumbuhan yang Berpotensi sebagai Fitoremediator menurut Jenis Logam Berat yang Diserap

<b>Jenis Kontaminan</b>	<b>Tumbuhan sebagai Fitoremediator</b>
Zn (zink)	<i>Thlaspi caerulescens, T. calaminare, Sambucus, Rumex</i>
Cd (kadmium)	<i>Sambucus, Rumex, Mimulus guttatus, Lolium miscanthus</i>
Pb (plumbum)	<i>Lolium miscanthus, Thlaspi rotundifolium</i>
Co (kobalt)	<i>Agrotis gigantean, Haumaniastrum robertii, Mimulus guttatus</i>
Cu (kuprum)	<i>Aeolanthus biformifolius, Lolium miscanthus</i>
Mn (mangan)	<i>Alyxia rubricaulis</i>
Ni (nikel)	<i>Alyssum bertolonii, A. lesbiacum, Hybanthus floribundus, Senesio coronatus, T. montanum, Phyllanthus serpens</i>
Fe (besi)	<i>Poaceae</i>
Hg (merkuri)	<i>Arabidopsis thaliana</i>
Minyak bumi	<i>Euphorbia, Cetraria, Amaranthus retroflexus</i>
As (arsen)	<i>Reynoutria sachalinensis, Chlamidomonas sp.</i>
Cs (cesium)	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Salinitas	<i>Halosarcia spp., Enneapogon spp., Attriplex spp.</i>

Sumber : (Hidayati, 2005)

Tumbuhan yang disebutkan pada tabel di atas merupakan contoh dari sebagian besar

tumbuhan yang berpotensi sebagai remediator polutan terutama logam berat. Dalam penelitian ini, peneliti telah melakukan riset tentang dua tumbuhan yang juga berfungsi sebagai fitoremediator, yaitu melati air dan eceng gondok. Berikut merupakan ulasan mengenai kedua tumbuhan tersebut.

#### 1) Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)

Melati air termasuk ke dalam jenis tumbuhan akuatik berumpun setengah terendam. Tumbuhan ini berasal dari alismataceae yang berasal dari Brazil, Peru, Meksiko dan Uruguay. Melati air mempunyai daun tunggal dengan tangkai persegi hingga membulat kearah pangkal daun. Panjang tangkai melati air berkisar 50 – 100 cm, diameter 1 – 3 cm, keras beralur sepanjang tangkai dengan bintik putih dan mempunyai warna dasar hijau muda. Melati air mempunyai daun yang berbentuk bulat. Pangkal daunnya berlekuk dengan ujung yang membulat. Melati air mempunyai tulang daun menjari dan menonjol ke bawah. Bunga dari melati air berwarna putih yang muncul di tengah tangkai daun dan

tersusun seperti untaian payung. Putik dan benang sari berwarna kuning. Perbanyak melati air yaitu dengan biji. (Kurniawati, 2018).

Tumbuhan ini mempunyai habitat di air yang bervariasi. Persebaran dari melati air berada di Amerika Tengah, Lembah Mississipi dan Vanezuela. (Kurniawati, 2018).

Adapun klasifikasi dari melati air (*Echinodorus Palaefolius*) sebagai berikut:

Kingdom : Plantea  
Sub-Kingdom : Tracheobionta  
Sub-Divisi : Spermatophyta  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Lilipsida  
Sub-Kelas : Alismataceace  
Famili : Alismataceace  
Genus : *Echinodorus*  
Spesies : *Echinidorus palaefolius var. latifolius* (Kurniawati, 2018).



**Gambar 02.2** Melati Air (Kurniawati, 2018)

Melati air mempunyai komposisi kimia yang bergantung pada kandungan unsur hara pada tempatnya tumbuh dan sifat daya serap tanaman tersebut. Sifat dari melati air yang dapat menyerap logam berat dan senyawa sulfida. Selain itu melati air mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya. (Oktaviani, 2017).

Hasil analisis kimia dari melati air ketika dalam keadaan segar diperoleh bahan organik 37,59%, C-organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016%. Kandungan kimia pada tangkai segar adalah air 95,6%, abu 0,44%, serat kasar 2,09%, karbohidrat 0,17%, lemak 0,35%, protein 0,16%, fosfor 0,52%,

kalium 0,42% klorida 0,26% alkaloid 2,22%. Pada keadaan kering mempunyai kandungan selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12% dan lignin 7,69% (Oktaviani, 2017).

Melati air memiliki akar serabut yang mempengaruhi tingkat efektivitas suatu tanaman dalam menyerap zat pencemar. Melati air memiliki akar serabut yang banyak sehingga memungkinkan memiliki kapasitas dalam penyerapan logam berat dan lebih efektif. Melati air dapat dijadikan sebagai agen fitoremediasi karena memiliki kemampuan menyuplai oksigen ke akar dalam jumlah yang besar sehingga melati air memiliki kemampuan untuk mengolah kandungan pencemar dalam air (Santiyana, 2013).

Melati air mempunyai daya tarik tersendiri bagi pecinta tanaman hias.. Palsnya ketika berbunga melati air dapat menambah nilai estetika lingkungan dengan bunga yang rimbun dan berwarna putih bersih. Selain itu melati air juga dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediator limbah cair, karena melati air memenuhi syarat sebagai media dalam proses fitoremediasi, antara lain mampu tumbuh dengan cepat di

lingkungan yang toksik, memiliki resistensi tinggi, mampu menyerap air dalam jumlah banyak, dan mempunyai potensi untuk mendekontaminasi lebih dari satu polutan. (Rahayu, 2019)

## 2) Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok merupakan jenis tumbuhan mengapung yang ada di permukaan air. Tumbuhan ini sering dianggap sebagai gulma yang dapat merusak perairan. Hal ini dikarenakan eceng gondok mempunyai tingkat pertumbuhan yang cukup tinggi. Eceng gondok pertama kali ditemukan oleh ahli botani asal Jerman yang bernama Carl Friedrich Philipp von Martius di abad ke-19 saat ekspedisi di Sungai Amazon Brazil (Ulya, 2019).

Tumbuhan ini merupakan jenis tumbuhan yang dapat dengan mudah hidup dan berkembang biak di habitat mana pun. Eceng gondok biasa tumbuh di sungai maupun rawa. Eceng gondok mempunyai tangkai yang bertekstur lunak. Tinggi eceng gondok tidak lebih dari 50 cm. Tumbuhan ini mempunyai daun berwarna hijau yang terlihat seperti mekar hanya sebagian. Eceng gondok mempunyai

beberapa helai daun. Bunganya berwarna ungu serta mempunyai akar berbentuk serabut yang akan menangkap tanah yang ada di dalam air. (Haslita, 2018).

Klasifikasi dari eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah :

- Kingdom : Plantae
- Divisi : Tracheophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Ordo : Commelinales
- Famili : Pontederiaceae
- Genus : *Eichornia*
- Spesies : *Eichornia crassipes* (Ulya, 2019).



**Gambar 02.3** Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) (Ulya, 2019)

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi limbah cair. Karena selain merupakan tumbuhan air, eceng gondok mempunyai komposisi kimia yang bergantung pada unsur hara yang berada di tempat tumbuh. Eceng gondok mempunyai sifat dapat menyerap logam-logam berat dan senyawa sulfida. Eceng gondok dikenal sebagai tumbuhan gulma, karena proses pertumbuhannya yang sangat cepat, eceng gondok dapat menutupi seluruh permukaan air yang akhirnya dapat menyebabkan masalah lingkungan. Eceng gondok dapat menyerap zat organik, zat anorganik dan logam berat yang berasal dari suatu pencemaran. Tumbuhan ini mempunyai kemampuan dalam menyerap logam berat dengan konsentrasi tinggi. Karena eceng gondok mempunyai daya tingkat toleransi tinggi terhadap logam berat, yang berasal dari kemampuannya membentuk *fitokelatin* yang di mana senyawa *peptide* yang dihasilkan dapat menyerap logam dalam jumlah yang besar (Djo dkk., 2017).

Menurut (Noviana, 2010) beberapa manfaat eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) antara lain:

1) Sebagai *biomonitoring*

Eceng gondok sebagai *biomonitoring* pencemaran logam berat (Cd) dan timbal (Pb) dengan tingkat akumulasi terbanyak pada organ batang.

2) Sebagai fitoremediator

Eceng gondok dapat digunakan sebagai fitoremediator limbah. Salah satunya yaitu dapat menyerap berbagai jenis logam. Eceng gondok mampu menyerap logam kadmium (Cd), timbal (Pb) dan nikel (Ni), masing – masing sebesar 1,35 mg/g, 1,77 mg/g dan 1,16 mg/g. Selain itu, Eceng gondok juga menyerap logam yang lain, yaitu Cd sebesar 1,23 mg/g, Pb sebesar 1,88 mg/g dan Ni sebesar 0,35 mg/g. Eceng gondok juga dapat digunakan sebagai fitoremediasi terhadap *cesium* (Cs) dengan akumulasi tertinggi pada bagian batang dan daun. Eceng gondok juga dapat menyerap residu dalam pestisida.

### 3. Efektivitas

Dalam KBBI efektivitas berasal dari kata efektif yang berarti ada efeknya (ada akibatnya, pengaruh, ada kesannya). Efektif yang dimaksud dalam penelitian ini mengacu pada dua parameter, yaitu :

#### 1. Kadar logam yang terserap

Kadar logam juga mempengaruhi keefektifan dari sebuah tumbuhan. Selain waktu yang menjadi acuan, besaran logam yang diserap juga menjadi acuan. Jadi semakin banyak logam yang terserap maka tumbuhan tersebut bisa dikatakan efektif sebagai fitoremediator (Fathullah, 2020).

#### 2. Parameter waktu

Parameter waktu dibutuhkan dalam penelitian yang membahas tentang remediasi. Maksud dari parameter waktu ini yaitu melihat seberapa cepat sebuah tumbuhan dalam mendegradasi limbah. Semakin cepat tumbuhan mendegradasi limbah dan menyerap habis sebuah logam maka semakin efektif tumbuhan tersebut sebagai agen fitoremediasi(Fathullah, 2020).

#### 4. Karakteristik Suhu dan pH Terhadap Timbal (Pb) dalam Air

##### a. Karakteristik Suhu Terhadap Timbal (Pb)

Suhu adalah salah satu parameter penting dalam badan air yang berperan dalam menentukan kecepatan reaksi penguraian badan anorganik maupun organik yang terlarut, suhu juga berpengaruh pada tingkat kelarutan garam – garam dan gas – gas dalam air. Nilai suhu juga mempengaruhi toksisitas dari logam berat seperti mangan, besi, timbal dan kadmium serta reaksi kimia perairan juga kelarutan dari berbagai zat di dalam air (Handriyani, dkk. 2020).

Suhu juga berpengaruh pada toksisitas logam berat terhadap biota. Apabila terjadi peningkatan suhu, proses pemasukan logam berat dalam tubuh meningkat (Budiastuti. Dkk., 2016). Kadar Pb pada air dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu yang tinggi senyawa logam berat akan larut dalam air (Sukoasih. Dkk, 2016).

#### b. Karakteristik pH Terhadap Timbal (Pb)

pH (derajat keasaman) mempengaruhi tingkat kesuburan perairan. Air murni dengan kandungan ion  $H^+$  dan  $OH^-$  dalam jumlah seimbang akan menghasilkan pH netral. Namun jika jumlah kandungan  $OH^-$  dalam air makin banyak, maka nilai pH air juga akan meningkat menjadi basa, begitu pula sebaliknya, jika kandungan ion  $H^+$  dalam air

makin tinggi maka pH air akan turun menjadi asam (Andayani, 2005).

Tingkat toksisitas senyawa kimia dalam air salah satunya juga dipengaruhi oleh pH. Jika pH pada air rendah maka tingkat toksisitas logam berat akan semakin tinggi, namun jika kadar pH tinggi maka tingkat toksisitas logam berat dalam air akan turun. Selain itu kadar pH yang rendah di suatu perairan juga akan meningkatkan konsentrasi logam berat (Sarjono. 2009).

Adapun beberapa faktor yang dapat meningkatnya nilai pH pada air (Sarjono. 2009):

- a. Suhu atau temperatur
- b. Konsentrasi senyawa organik dan anorganik
- c. Konsentrasi karbonat dan bikarbonat
- d. Konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam air

## **B. Tinjauan Pustaka**

Penelitian ini menggunakan berbagai macam referensi yang diambil dari penelitian-penelitian terdahulu dengan merujuk pada kesamaan topik. Referensi ini dijadikan untuk perbandingan dan acuan dalam menemukan hal baru yang bisa diteliti. Beberapa penelitian tersebut antara lain:

1. Sibero, dkk (2019) tentang fitoremediasi logam berat timbal (Pb) dengan bantuan kiapu (*Pistia stratiotes*)

berdasarkan analisis *mass balance*. Dalam penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan dan mekanisme fitoremediasi logam berat Pb oleh tumbuhan kiapu berdasarkan analisis *mass balance*. Analisis ini digunakan untuk menentukan bagian dari tumbuhan kiapu yang menyerap Pb paling banyak.

2. Djo (2017) tentang fitoremediasi menggunakan eceng gondok untuk menurunkan COD dan kandungan logam Cu dan Cr limbah cair laboratorium analitik Universitas Udayana. Penelitian tersebut menunjukkan terjadinya penurunan COD serta kadar logam Cu dan Cr selama 14 hari perlakuan.
3. Novi (2017) tentang fitoremediasi timbal (Pb) dari limbah cair industri kertas dengan pemanfaatan *Marsilea crenata* dan *Hydrilla verticillata*. Penelitian ini dilakukan pengamatan kondisi tumbuhan dan pengujian kadar Pb pada limbah cair industri kertas dengan interval waktu lima hari selama 15 hari perlakuan. Kedua Tumbuhan tersebut dipilih karena ingin lebih mengetahui kegunaan lain selain sebagai penghias kolam ikan/akuarium.
4. Suharto (2011) tentang penurunan kandungan Pb dan Cr leachate melalui fitoremediasi bambu air (*Equisetum hymale*) dan *zeolite*. Penelitian ini

merupakan jenis penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas Tumbuhan bambu air dan media tanam zeolit dalam menurunkan kadar timbal dengan dua perlakuan, yaitu perlakuan dengan System batch dan System kontinyu.

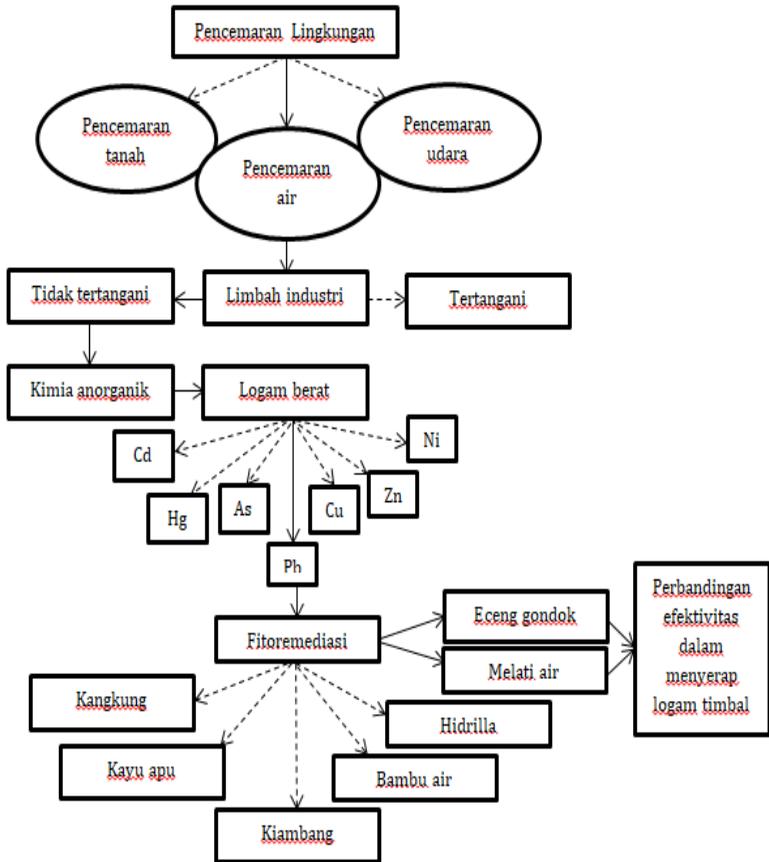
5. Rachmawati (2020) tentang fitoremediasi menggunakan melati air (*Echinodorus palaefolius*) untuk menurunkan logam besi (Fe). Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui perubahan morfologi melati air, perbedaan jumlah tumbuhan dalam proses fitoremediasi serta nilai efisiensi *removal* logam besi (Fe). Selama uji fitoremediasi menunjukkan hasil perubahan yang dialami oleh melati air. Tumbuhan tersebut mengalami gejala klorosis dan tumbuh daun baru. Tingkat efisiensi tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada variasi jumlah tumbuhan 0, 6, dan 9.
6. Ratnawati (2018) tentang fitoremediasi tanah tercemar timbal (Pb) menggunakan lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan jengger ayam (*Celosia plumose*). Penelitian ini menyebutkan bahwa di dalam tanah yang sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia juga rawan tercemar

oleh logam berat, salah satunya adalah timbal. Tujuan dilaksanakannya penelitian tersebut adalah untuk mengetahui efisiensi dari kedua tumbuhan tersebut dalam fitoremediasi Pb serta mengkaji persebaran konsentrasi Pb dalam bagian-bagian tumbuhannya. Prosesnya berlangsung selama empat minggu dengan pengambilan sampel pada hari ke 0, 7, 14, 21, dan 28. Nilai persebaran konsentrasi tertinggi ada pada bagian akar dan nilai persebaran konsentrasi terendah ada pada bagian daun tumbuhan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti-peneliti terdahulu, proses fitoremediasi timbal serta penggunaan eceng gondok dan melati air sebagai fitoremediator sudah banyak yang mengkaji, namun masing-masing mempunyai karakteristik tersendiri terkait tema. Selain itu fokus masalah yang dikaji dalam penelitian ini yaitu tentang perbandingan efektivitas dari eceng gondok dan melati air untuk fitoremediasi logam timbal sebagai upaya lebih dalam hal pemanfaatannya belum banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Dari beberapa jurnal penelitian yang telah disebutkan, tidak ada yang khusus membahas perbandingan efektivitas antara tumbuhan eceng gondok dan melati air sebagai fitoremediator logam timbal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan ini

tergolong baru dan belum banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu.

### C. Kerangka Pemikiran



**Gambar 2.4** Struktur Kerangka Pemikiran

#### D. Rumusan Hipotesis

Hipotesis adalah suatu dugaan sementara yang digunakan oleh peneliti dalam menyusun berbagai pertanyaan untuk diuji kebenarannya dalam sebuah penelitian. (Winarsumu, 2004)

Berdasarkan kajian pustaka dan kerangka berpikir, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Hipotesis ( $H_{1a}$ ) : Ada perbandingan efektivitas melati air dan eceng gondok sebagai fitoremediator timbal (Pb)
- b. Hipotesis ( $H_{0a}$ ) : Tidak ada perbandingan efektivitas melati air dan eceng gondok sebagai fitoremediator timbal (Pb)
- c. Hipotesis ( $H_{1b}$ ): Melati air lebih efektif sebagai fitoremediator timbal (Pb)
- d. Hipotesis ( $H_{0b}$ ): Eceng gondok lebih efektif sebagai fitoremediator timbal (Pb)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Pendekatan Penelitian**

##### **1. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis dari penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen (*experimental research*) digunakan untuk mengetahui akibat yang akan muncul pada suatu pengujian jika diberi perlakuan secara sengaja oleh seorang peneliti. Penelitian eksperimen bertujuan untuk mencari sebab-akibat menggunakan satu atau lebih suatu perlakuan ke kelompok eksperimen serta membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol. Penelitian ini bisa mengubah teori-teori terdahulu, atau dengan kata lain dapat memberi suatu kebaruan dibidangnya. (Payadnya, dkk, 2018)

##### **2. Pendekatan Penelitian**

Berdasarkan dari jenis data yang diperoleh, pendekatan penelitian ini merupakan jenis dari pendekatan kuantitatif. Menurut (Sugiyono, 2018) penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang berdasarkan data konkrit, data penelitian berupa angka-angka yang dapat diukur menggunakan statistik sebagai alat uji perhitungannya. Pendekatan kuantitatif dimaksudkan

untuk memperoleh informasi perbandingan tingkat efektivitas tumbuhan eceng gondok dan melati air pada fitoremediasi logam berat timbal (Pb)

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 31 Juli-28 Agustus 2022 di Laboratorium Terpadu UIN Walisongo Semarang.

#### **C. Variabel Penelitian**

Penelitian ini mempunyai dua variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Yang termasuk ke dalam variabel bebas yaitu eceng gondok dan melati air. Variabel terikat dari penelitian ini yaitu kadar logam berat timbal (Pb).

#### **D. Ruang Lingkup Penelitian**

Batasan penelitian ditetapkan peneliti untuk menentukan parameter pengujian dari air yang tercemar logam Pb. Pada penelitian ini suhu dan pH merupakan parameter yang dipilih untuk menunjang hasil penelitian yang dibutuhkan. Pasalnya, menurut (Budiastuti dkk., 2016) suhu mempunyai pengaruh yang sangat besar untuk seluruh proses alami di perairan. Suhu juga mempengaruhi tingkat toksisitas logam berat. Begitu pun dengan pH, dalam jurnal karya (Caroline, 2015) pH juga dapat mempengaruhi tingkat toksisitas suatu logam berat.

Batasan Penelitian juga ditetapkan oleh peneliti pada parameter pengamatan kondisi tumbuhan setelah menyerap air dengan cemaran logam berat. Pengamatan yang dilakukan yaitu hanya dari warna daun.

Menurut (Ulfa dkk., 2015) warna daun merupakan parameter paling mencolok dalam proses fitoremediasi logam timbal. Toksisitas dari timbal berpengaruh terhadap mekanisme klorofil. Kadar klorofil pada daun akan semakin menurun jika kadar logam timbal yang diserap oleh tumbuhan meningkat. Hal itu disebabkan karena struktur kloroplas akan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh kadar timbal yang semakin meningkat.

## **E. Alat dan Bahan Penelitian**

### **1. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah media penanaman (terpal ukuran 1 m x 1 m), paralon, pH meter (HANNA Instrumen), termometer, dan Spektrofotometer AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

### **2. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini Pb 0,5833 mg/L dalam Pb(NO<sub>3</sub>) 1 gram, eceng gondok (*Eichornia crassipes*), melati air (*Echinodorus palaefolius*), air.

## **F. Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian terdiri dari lima tahap yaitu pembuatan media tanam menggunakan terpal, penanaman melati air dan eceng gondok, aklimatisasi dan perlakuan pemberian cecair timbal pada media tanam.

### **1. Pembuatan media tanam**

Media tanam dibuat menggunakan terpal ukuran 1 m x 1 m. penggunaan terpal dengan ukuran tersebut bertujuan agar media tanam yang digunakan cukup luas dan mirip seperti habitat aslinya bila ditanami oleh eceng gondok maupun melati air. Media tanam yang dibuat berjumlah dua bak, bak pertama berisi eceng gondok dan bak kedua berisi melati air.

### **2. Penanaman melati air dan eceng gondok pada media buatan**

Media yang sudah dibuat kemudian diberi air hingga batas yang telah ditentukan, jumlah air yang dibutuhkan yaitu 20 L. Eceng gondok dan melati air yang dipilih mempunyai spesifikasi tinggi sekitar 30-60 cm dengan jumlah masing-masing kolam berisi 20 batang. Kemudian kedua tumbuhan tersebut dibersihkan dari tanah yang masih menempel. Setelah keduanya bersih melati air dan eceng gondok dipindahkan ke media tanam.

### 3. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan proses yang cukup penting. Setelah pemindahan tumbuhan ke media sudah selesai, proses aklimatisasi pun dilaksanakan. Aklimatisasi bertujuan agar tumbuhan mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru (Dewi dkk., 2013). Pasalnya jika tumbuhan tidak melalui proses aklimatisasi dikhawatirkan tumbuhan akan *stress* dan tidak kuat jika langsung diberi suatu perlakuan. Aklimatisasi berlangsung selama dua minggu. Dalam proses ini tumbuhan juga diberi pupuk cair agar pertumbuhannya semakin subur hingga siap untuk diberi perlakuan.

### 4. Proses fitoremediasi

Sembari menunggu proses aklimatisasi, di tempat lain disiapkan dua terpal berisi air. Kemudian diberi serbuk  $Pb(NO_3)_2$  masing-masing satu gram. Sebelum tumbuhan dipindahkan, sampel air diambil 100 ml untuk diujikan kadar logam Pb yang ada di dalamnya. Setelah itu eceng gondok dan melati air dipindahkan ke media tanam berisi logam Pb.

Percobaan dilakukan selama 15 hari. Pada tiap tiga hari dilakukan pengamatan kondisi tanaman, pengukuran kadar pH, suhu, dan pengambilan sampel air untuk dianalisis kadar timbalnya.

Sampel air yang sudah diambil kemudian diuji di Laboratorium Jurusan Kimia UIN Walisongo Semarang. Pengujian kadar timbal menggunakan spektrofotometer AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Tahapan dari pengujian tersebut menurut SNI 19-2896-1998 yaitu sebagai berikut :

- a.  $\text{HNO}_3$  diteteskan ke dalam botol sampel sebanyak 10 tetes
- b. Botol sampel diaduk dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi
- c. Tabung reaksi dimasukkan ke dalam spektrofotometer AAS untuk di uji (Putri, 2018)

#### **G. Analisis Data**

Pengukuran pH, suhu, dan kadar Pb dilakukan setiap tiga hari selama 15 hari. Pengukuran pH menggunakan pH meter dan suhu menggunakan termometer air. Pengukuran kadar Pb menggunakan alat spektrofotometer AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) di laboratorium jurusan kimia UIN Walisongo.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Fitoremediasi yang dilakukan oleh melati air dan eceng gondok berpengaruh sangat nyata dalam mendegradasi kadar Pb dalam air. Eceng gondok dan melati air yang digunakan masing-masing sebanyak 20 batang diaklimatisasi selama 14 hari. Setelah proses aklimatisasi selesai, di tempat berbeda disiapkan dua buah terpal yang sama besar untuk diberi air dan timbal. Setelah diberi air 20 liter dilanjutkan dengan memberi timbal masing-masing 1 mg/L dengan kadar Pb di dalamnya 0,5833 mg/L. Tumbuhan yang sudah di aklimatisasi kemudian di pindahkan ke terpal yang sudah diberi cemaran. Eceng gondok dan melati air ditanam dalam air yang telah diberi cemaran timbal selama 15 hari serta di ukur kadar pH, suhu, dan kadar Pb setiap tiga hari sekali.

##### **1. Kondisi Suhu**

Fitoremediasi yang dilakukan oleh eceng gondok dan melati air dari hari ke-0 hingga hari ke-15 terlihat adanya perubahan pada suhu air. Berikut merupakan hasil dari pengukuran suhu selama 15 hari.

**Tabel 4.1** Kondisi Suhu Air

Hari	Melati Air	Eceng Gondok
	Suhu (°C)	Suhu (°C)
H <sub>0</sub>	26	26
H <sub>3</sub>	27	27
H <sub>6</sub>	28	27
H <sub>9</sub>	29	29
H <sub>12</sub>	30	30
H <sub>15</sub>	30	30

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat hasil pengukuran suhu air pada proses remediasi selama 15 hari. Pengambilan data suhu ini dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12 dan 15. Pada media tanam yang berisi melati air didapatkan suhu pada hari ke-0 (H<sub>0</sub>) sebesar 26°C, hari ke-3 (H<sub>3</sub>) 27°C, hari ke-6 (H<sub>6</sub>) 28°C, hari ke-9 (H<sub>9</sub>) 29°C, hari ke-12 (H<sub>12</sub>) 30°C dan hari ke-15 (H<sub>15</sub>) 30°C. Pengambilan suhu juga dilakukan pada media tanam yang berisi eceng gondok, di mana pada hari ke-0 (H<sub>0</sub>) didapatkan suhu sebesar 26°C, hari ke-3 (H<sub>3</sub>) 27°C, hari ke-6 (H<sub>6</sub>) 27°C, hari ke-9 (H<sub>9</sub>) 29°C, hari ke-12 (H<sub>12</sub>) 30°C dan hari ke-15 (H<sub>15</sub>) 30°C. Berdasarkan nilai suhu yang telah diperoleh terdapat kenaikan nilai suhu dari hari ke-0 (H<sub>0</sub>) sampai hari ke-15 (H<sub>15</sub>) baik dari media tanam yang berisi melati air maupun eceng gondok, kenaikan ini sebesar 13%.

## 2. Kondisi pH Air

pH merupakan faktor penting dalam penelitian ini. Pasalnya pH mempengaruhi pertumbuhan eceng gondok dan melati air, pH juga merupakan parameter yang menunjukkan kondisi air yang tercemar atau tidak. Berikut merupakan tabel perubahan pH pada air dari hari ke-0 hingga hari ke-15.

**Tabel 4.2** Kondisi pH Air

Hari	Melati Air	Eceng Gondok
	pH	pH
H <sub>0</sub>	6.4	6.2
H <sub>3</sub>	6.8	6.6
H <sub>6</sub>	7.4	7.3
H <sub>9</sub>	7.7	7.8
H <sub>12</sub>	8.0	8.1
H <sub>15</sub>	8.2	8.2

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pengukuran pH yang dilakukan dari hari ke-0, 3, 6, 9, 12 hingga hari ke-15, pada media yang berisi melati air didapatkan pH sebesar 6,4 pada hari ke-0, di hari ke-3 didapatkan nilai pH sebesar 6,8. Pada hari ke-6 sebesar 7,4, hari ke-9 sebesar 7,7, hari ke-12 sebesar 8,0 dan hari ke-15 sebesar 8,2. Pengambilan pH juga dilakukan pada media tanaman eceng gondok, di mana pada hari ke-0 didapatkan nilai pH sebesar 6,2, hari ke-3 yaitu 6,6,

hari ke-6 sebesar 7,3, hari ke-9 didapatkan nilai pH 7,8, hari ke-12 nilai pH 8,1 dan hari ke-15 nilai pH nya 8,2. Berdasarkan nilai pH yang telah diperoleh terpadat kenaikan nilai pH dari hari ke-0 ( $H_0$ ) hingga hari ke-15 ( $H_{15}$ ). Media tanam yang berisi melati air terjadi kenaikan nilai pH sebesar 22%, sedangkan pada media tanam yang berisi eceng gondok mengalami kenaikan nilai pH sebesar 24%.

### 3. Kadar Timbal (Pb)

Timbal 1 mg/L yang dilarutkan dalam air diuji kadar logamnya menggunakan alat spektrofotometer AAS dengan hasil 0.5833 mg/L. Kemudian setelah adanya proses fitoremediasi, kadar logam pada kolam berisi eceng gondok dan melati air mengalami penurunan. Berikut merupakan tabel yang menyajikan hasil dari pengujian kadar timbal.

**Tabel 4.3** Kadar timbal (Pb) dalam Air

Hari	Melati Air	Eceng Gondok
	Kadar Pb (mg/L)	Kadar Pb (mg/L)
$H_0$	0.5833	0.5833
$H_3$	0.2990	0.3781
$H_6$	0.1108	0.1048
$H_9$	0.0937	0.0724
$H_{12}$	0.0378	0.0393
$H_{15}$	0.0193	0.0249

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan hasil penurunan kadar Pb pada proses fitoremediasi dengan menggunakan media tanaman melati air dan eceng gondok pengambilan sampel dilakukan dimulai pada hari ke-0 di mana pada saat itu tanaman melati air maupun eceng gondok belum dimasukkan ke dalam air yang mengandung timbal (Pb) dengan hasil awal didapatkan kandungan timbal sebesar 0,5833 mg/L. Setelah dilakukan pengambilan sampel pada hari ke-0 ( $H_0$ ) kedua tanaman mulai dimasukkan ke air tersebut dengan dua kolam yang berbeda.

Pada hari ke-3 ( $H_3$ ) didapatkan kadar logam sebesar 0,2990 mg/L pada melati air dan 0,3781 mg/L pada eceng gondok. Hari ke-6 ( $H_6$ ) dilakukan pengambilan sampel kembali dengan didapatkan kadar Pb sebesar 0,1108 mg/L pada melati air dan 0,1048 mg/L pada eceng gondok. Pada hari ke-9 ( $H_9$ ) dilakukan pengambilan sampel didapatkan kadar Pb sebesar 0,0937 mg/L pada melati air dan 0,0724 mg/L pada eceng gondok. Hari ke-12 ( $H_{12}$ ) didapatkan kadar Pb sebesar 0,0378 mg/L pada melati air dan 0,0393 mg/L pada eceng gondok, kemudian di hari terakhir atau hari ke-15 ( $H_{15}$ ) dilakukan pengambilan sampel dan didapatkan kadar Pb sebesar 0,0193 mg/L pada melati air dan 0,0249 mg/L pada eceng gondok.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari hari ke-0 ( $H_0$ ) sampai ke-15 ( $H_{15}$ ) terjadi penurunan kadar Pb sebesar 0,5640 mg/L pada melati air dan 0,5584 mg/L pada eceng gondok. Prosentase penurunan kadar timbal dalam air kolam yang berisi melati air yaitu 96,69%, sedangkan prosentase penurunan kolam yang berisi eceng gondok yaitu 95,73%.

#### 4. Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok

Proses fitoremediasi yang memerlukan tumbuhan sebagai alat bantu dalam menyerap logam dalam air yang tercemar. Oleh karena itu tumbuhan lama-kelamaan akan mengalami perubahan pada fisiknya, karena logam yang diserap tumbuhan mempengaruhi proses pertumbuhannya. Berikut adalah gambar kondisi tumbuhan dari hari ke-0 sampai hari ke-15 setelah air dalam media tanam diberi cemaran timbal.

##### a. Hari ke-0 ( $H_0$ )



**Gambar 4.1** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok  
Hari ke-0 ( $H_0$ )

Berdasarkan gambar 4.1 kondisi melati air pada hari ke-0 mempunyai daun yang rimbun dan

berwarna hijau. Begitu pula dengan eceng gondok, kondisi eceng gondok pada hari ke-0 pun segar dan daunnya berwarna hijau.

b. Hari ke-3 ( $H_3$ )



**Gambar 04.2** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-3 ( $H_3$ )

Berdasarkan gambar 4.2 kondisi melati air pada hari ke-3 sudah mulai agak layu, daun mulai menguning dan mengering. Sedangkan kondisi eceng gondok pada hari ke-3 daun masih tampak segar dan berwarna hijau.

c. Hari ke-6 ( $H_6$ )



**Gambar 4.3** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok Hari ke-6 ( $H_6$ )

Berdasarkan gambar 4.3 kondisi melati air pada hari ke-6 tidak terlalu banyak ada perubahan setelah hari ke-3. Daun tampak berwarna hijau, ada beberapa daun yang kering dan menguning. Sedangkan kondisi eceng gondok pada hari ke-6 tetap masih terlihat segar dan daunnya berwarna hijau.

d. Hari ke-9 (H<sub>9</sub>)



**Gambar 4.4** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok  
Hari ke-9 (H<sub>9</sub>)

Berdasarkan gambar 4.4 kondisi melati air pada hari ke-9 juga tidak ada perubahan yang signifikan dari hari sebelumnya. Ada beberapa daun yang kering, daun tampak berwarna kuning dan sedikit layu. Pada eceng gondok kondisi masih tetap terlihat segar dan belum tampak ada daun yang mengering atau menguning.

e. Hari ke-12 (H<sub>12</sub>)

**Gambar 4.5** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok  
Hari ke-12 (H<sub>12</sub>)

Berdasarkan gambar 4.5 kondisi melati air pada hari ke-12 daun yang berwarna hijau tampak layu. Serta ada beberapa daun yang warnanya kecokelatan karena mengering. Sedangkan kondisi eceng gondok pada hari k-12 tampak masih segar, tidak ada yang menguning.

f. Hari ke-15 (H<sub>15</sub>)

**Gambar 4.6** Kondisi Melati Air dan Eceng Gondok  
Hari ke-15 (H<sub>15</sub>)

Berdasarkan gambar 4.6 kondisi melati air pada hari ke-15 ada daun yang kering dan berwarna coklat, daun tampak layu, serta ada beberapa daun yang berwarna kuning. Sedangkan eceng gondok pada hari ke-15 kondisinya masih tetap terlihat segar, namun ada satu helai daun yang mengering dan berwarna coklat.

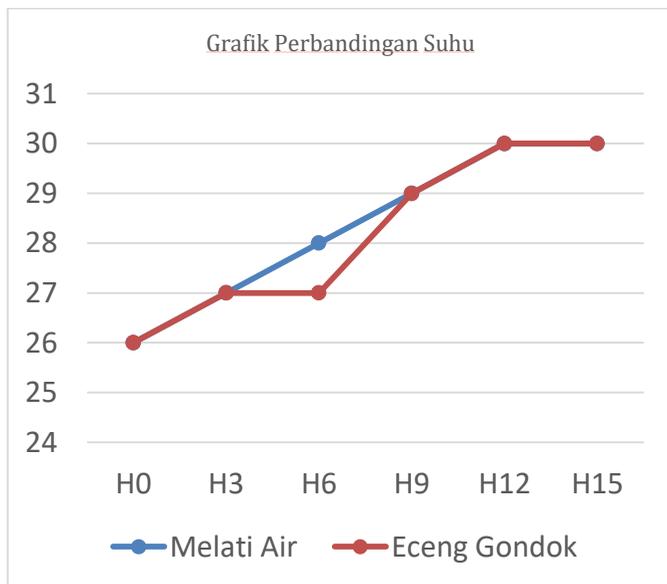
## B. Pembahasan

### 1. Analisis Perbandingan Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam proses fitoremediasi. Pasalnya, fitoremediasi menggunakan tumbuhan dalam medianya. Oleh karena itu untuk membuat tumbuhan optimal dalam penyerapan logam juga harus ada proses fotosintesis yang optimal. Seperti yang telah diketahui bahwa suhu adalah faktor penting dalam proses fotosintesis. Menurut (Hidayat, 2011) mengungkapkan bahwa semakin tinggi suhu lingkungan, semakin tinggi pula tumbuhan dalam menyerap *nutrient*, dan jika tumbuhan menyerap *nutrient* lebih banyak maka akan semakin meningkat pula proses fotosintesis. Sementara itu suhu optimal untuk sebuah tumbuhan berfotosintesis yaitu berkisar antara suhu 10-30°C.

Suhu keseluruhan pada proses perlakuan dari awal hingga akhir berkisar 26-30°C baik media yang berisi eceng gondok maupun melati air. Hal ini berarti suhu untuk pertumbuhan eceng gondok sudah sesuai dengan suhu standar dalam menunjang proses fotosintesis. Namun suhu yang dibutuhkan setiap tumbuhan terkadang berbeda dan tergantung pada jenisnya. Menurut (Hasan dkk., 2019) eceng gondok memerlukan suhu berkisar antara 20-30°C untuk

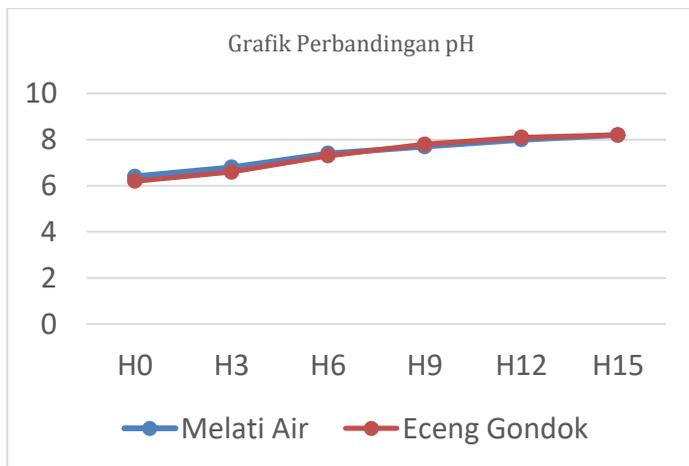
mencapai proses maksimal dalam melakukan fotosintesis. Sedangkan menurut (Riyadhi dkk., 2019) melati air tumbuh optimal di suhu yang berkisar 24-30°C. Pada suhu berkisar 26°C-30°C juga merupakan suhu yang dapat mengakibatkan beberapa jenis biota air tidak bisa bertahan hidup. Oleh karena itu suhu dan kehidupan organisme serta tumbuhan air memiliki faktor pembatas. Karena tumbuhan dapat hidup dengan baik atau optimal pada suhu 26°C-30°C, sedangkan organisme yang lain hidup pada suhu dibawah suhu tersebut.



**Gambar 04.7** Grafik Perbandingan Suhu

## 2. Analisis Perbandingan pH

pH merupakan parameter yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dari eceng gondok dan melati air. Pada penelitian ini pH air berkisar antara 6,2-8,2. Pada hari ke-0 pH air dari media yang ditanami melati air yaitu 6,4 dan pH air dari media yang ditanami eceng gondok yaitu 6,2, yang berarti air dalam media dari kedua tumbuhan bersifat basa. Pengukuran pH dari hari ke-0 sampai hari ke-15 mengalami kenaikan, sehingga semakin bertambah hari keadaan air dalam media semakin bersifat basa, di mana perbandingan nilai pH dapat dilihat pada gambar 4.8.



**Gambar 04.8** Grafik Perbandingan pH

### 3. Analisis Efektivitas Melati Air dan Eceng Gondok terhadap Logam Pb

Pada hari ke-0 ( $H_0$ ) media yang ditanami eceng gondok dengan kode BD1 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $26^\circ\text{C}$  dan pH air 6,2 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,5833 mg/L. Pada media yang ditanami melati air dengan kode AD1 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $26^\circ\text{C}$  dan pH air 6,4 didapatkan kandungan Pb sebesar 0,5833 mg/L.

Pada hari ke-3 ( $H_3$ ) media yang ditanami eceng gondok dengan kode BD2 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $27^\circ\text{C}$  dan pH air 6,6 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,3781 mg/L. Pada media yang ditanami melati air dengan kode AD2 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $27^\circ\text{C}$  dan pH air 6,8 didapatkan kandungan Pb sebesar 0,2990 mg/L.

Pada hari ke-6 ( $H_6$ ) media yang berisi eceng gondok dengan kode BD3 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $27^\circ\text{C}$  dan pH air 7,3 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,1048 mg/L. Pada media yang ditanami melati air dengan kode AD3 diambil sampel 100 ml dengan suhu  $28^\circ\text{C}$  dan pH air 7,4 didapatkan kandungan Pb sebesar 0,1108 mg/L.

Pada hari ke-9 ( $H_9$ ) media yang berisi eceng gondok dengan kode BD4 diambil sampel 100 ml

dengan suhu 29°C dan pH air 7,8 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,0724 mg/L. Pada media yang ditanami melati air dengan kode AD4 diambil sampel 100 ml dengan suhu 29°C dan pH air 7,7 didapatkan kandungan Pb yaitu 0,0937 mg/L.

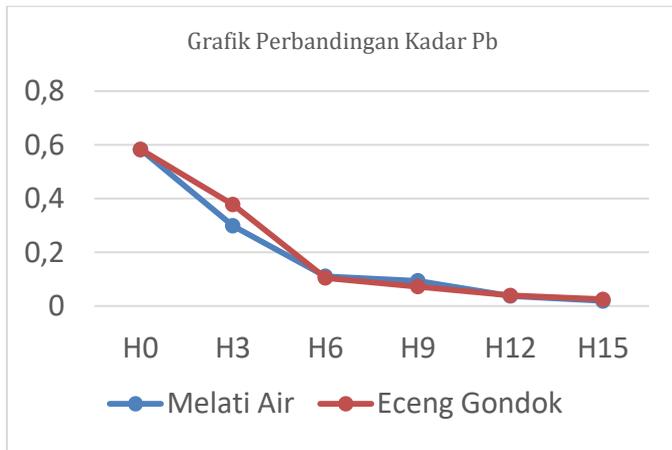
Pada hari ke-12 (H<sub>12</sub>) media yang berisi eceng gondok dengan kode BD5 diambil sampel 100 ml dengan suhu 30°C dan pH air 8,1 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,0378 mg/L. Pada media yang ditanami melati air dengan kode AD5 diambil sampel 100 ml dengan suhu 30°C dan pH air 8,0 didapatkan kandungan Pb sebesar 0,0393 mg/L.

Pada hari ke-15 (H<sub>15</sub>) media yang berisi eceng gondok dengan kode BD6 diambil sampel 100 ml dengan suhu 30°C dan pH air 8,2 didapatkan kandungan kadar Pb sebesar 0,0193 mg/L. Pada media yang berisi melati air dengan kode AD6 diambil sampel 100 ml dengan suhu 30°C dan pH air 8,2 didapatkan kandungan Pb sebesar 0,0249 mg/L.

Kadar logam yang berada di lingkungan biasanya melebihi baku mutu dari logam itu sendiri. Begitupun dengan logam timbal. Baku mutu dari logam timbal di perairan menurut PP No. 82 Tahun 2001 yaitu 0,03 mg/L. Pada penelitian ini hasil akhir dari kadar timbal didapatkan >0,03 mg/L atau kurang dari baku mutu

loogam timbal pada perairan, baik dari melati air maupun eceng gondok. Oleh karena itu melati air dan eceng gondok berarti sama-sama dapat menurunkan kadar dari logam timbal. Hal ini juga sejalan dengan uraian hasil analisa penelitian di atas, kadar kandungan Pb pada proses fitoremediasi mengalami penurunan dengan menggunakan media eceng gondok dan melati air (lihat di lampiran hasil penelitian).

Hasil penelitian dari hari ke 0 ( $H_0$ ) sampai hari ke-15 ( $H_{15}$ ) pada media melati air dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0193 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ ) dan pada media yang ditanami eceng gondok dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0249 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ ). Hasil tersebut menunjukkan bahwa fitoremediasi menggunakan melati air lebih efektif, hal ini dapat dilihat dari tingkat penurunan kadar kandungan Pb sampai hari ke-15 ( $H_{15}$ ). Perbandingan penurunan kadar Pb sangat terlihat jelas di hari ke-3 ( $H_3$ ). Media yang berisi melati air terdeteksi kandungan kadar Pb sebesar 0,2990 mg/L dan pada media yang ditanami eceng gondok terdeteksi kadar Pb sebesar 0,3781 mg/L (dapat dilihat pada gambar 4.9).



**Gambar 4.9** Grafik Perbandingan Kadar Pb

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan diatas didapatkan beberapa perbandingan dari suhu, nilai pH dan kadar penurunan Pb pada masing – masing media tanam. Perbandingan suhu pada kedua kolam tersebut mengalami kenaikan dengan puncak kenaikan dari hari ke- 0 sampai hari ke- 15 sebesar 1°C. Kedua sampel memiliki nilai pH yang sama di hari ke-15 yaitu sebesar 8,2, namun pada saat pengambilan sampel nilai pH selalu mengalami kenaikan. Kenaikan ini besar kemungkinan disebabkan karena keadaan suhu air yang naik. Menurut (Sarjono. 2009) di antara faktor yang menyebabkan nilai pH mengalami kenaikan yaitu naiknya suhu atau temperatur dari air.

Kenaikan pH pada penelitian ini setelah dianalisis juga disebabkan karena rendahnya kadar CO<sub>2</sub> pada air. Rendahnya CO<sub>2</sub> dalam air diakibatkan karena diambil oleh tanaman air untuk fotosintesis. Pasalnya pada proses fotosintesis membutuhkan banyak CO<sub>2</sub> sebagai bahan baku utamanya. (Rachmawati, 2020).

Kadar penurunan Pb pada eceng gondok dan melati air sama-sama mengalami penurunan. Berdasarkan gambar 4.9 pada media yang ditanami melati air memiliki tingkat efektivitas lebih tinggi dibandingkan dengan media tanam oleh eceng gondok. Hal itu disebabkan karena hasil akhir dari penyerapan logam timbal oleh melati air dihitung dari hari ke - 0 hingga hari ke - 15 yaitu tersisa 0,0193 mg/L. Sedangkan pada eceng gondok penyerapan logam Pb masih menyisakan kadar Pb sebesar 0,0249 mg/L. Dari segi morfologinya, melati air mempunyai daun yang lebih lebar dibandingkan dengan eceng gondok, hal itu yang mengakibatkan melati air lebih banyak mengakumulasi logam yang kemudian ditranspirasikan ke udara. Karena pada daun yang lebar mempunyai lebih banyak klorofil yang mana mekanisme klorofil dapat dipengaruhi dari toksisitas logam timbal. Hal ini selaras dengan mekanisme kerja tumbuhan secara aktif yang menyebutkan bahwa

tumbuhan yang menyerap polutan mengakumulasi pada daun atau batang. Menurut (Satriyana, 2013) Melati air dan eceng gondok juga memiliki akar serabut dan batang yang berongga besar yang memiliki kemampuan menyuplai oksigen ke akar dalam jumlah yang besar. Kemampuan itulah yang dapat mempengaruhi tingkat penyerapan melati air dalam mendegradasi bahan pencemar yang ada di dalam air. Namun menurut (Luciana, 2018) melati air mempunyai akar dengan volume yang lebih lebat dibandingkan dengan akar eceng gondok, walaupun sama-sama berakar serabut. Oleh karena itu melati air lebih mengalami peningkatan tiap harinya dalam menyerap logam dibandingkan dengan eceng gondok. Melalui akar, tumbuhan dapat menyebarkan apa yang diserap ke seluruh bagian tumbuhan. Melalui akar pun tumbuhan dapat melakukan difusi antara zat yang ada di dalam tumbuhan menuju akar. Karena hal itulah akar mempunyai peranan penting dalam proses fitoremediasi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses fitoremediasi menggunakan eceng gondok dan melati air mengalami selisih dalam penurunan kadar logam timbal. Hal ini terlihat dari hasil penelitian dari hari ke-0 ( $H_0$ ) sampai hari ke-15 ( $H_{15}$ ) sebagai berikut:

1. Pada media melati air dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0193 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ )
2. Pada media eceng gondok dari kadar semula 0,5833 mg/L turun menjadi 0,0249 mg/L di hari ke-15 ( $H_{15}$ )

Hasil tersebut menunjukkan bahwa fitoremediasi menggunakan melati air lebih efektif, hal ini dapat dilihat dari tingkat penurunan kadar kandungan Pb sampai hari ke-15 ( $H_{15}$ ). Perbandingan penurunan kadar Pb sangat terlihat jelas di hari ke-3 ( $H_3$ ). Media yang ditanami melati air terdeteksi kandungan kadar Pb yaitu 0,2990 mg/L dan pada media eceng gondok terdeteksi kadar Pb yaitu 0,3781 mg/L.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini penulis menyarankan agar :

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait proses fitoremediasi antara eceng gondok dan melati air dengan variasi logam lainnya.
2. Perlu ditambah waktu proses penanaman eceng gondok dengan melati air dalam media cecair timbal.
3. Sebaiknya dilakukan pengamatan lebih detail tentang kondisi tumbuhan selama proses perlakuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R, Husaini. 2017. *Logam Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin
- Amalina. 2015. *Pengaruh pH dan Waktu Proses dalam Penyisihan Logam Berat Cr, Fe, Zn, Cu, Mn, dan Ni dalam Air Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Oksidasi Biokimia*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 4. No. 3
- Cahyanto, T, dkk. 2018. *Fitoremediasi Air Llimbah Pencelupan Batik Parakannyasag Tasikmalaya menggunakan Ki Apu (Pistia stratiotes L.)*. *Jurnal Scripta Biologica*. Vol 2. No 2. Hal 83-89
- Caroline, Jenny, Guido Arron Moa. 2015. *Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan*. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI-Press. Jakarta.
- Dewi, Monica Tri Kumala. 2017. *Fitoremediasi Limbah Binatu menggunakan Tumbuhan Melati Air (Echinodorus palifolius) dan Jerami Hasil Fermentasi Pseudomonas*

*aeruginosa*. Skripsi. Biologi Fakultas Teknobiologi.  
Universitas Atma Jaya

- Dewi, Ratih K, dkk. 2013. *Efektivitas dan Efisiensi Fitoremediasi Orthofosfat pada Deterjen menggunakan Kiambang (Pistia stratiotes)*. *Journal Promg/Lamme Study Management of Aquatic Resources Faculty of Marine Science and Fisheries. Maritime Raja Ali Haji of Univercity*
- Diantariani, Ni Putu, Dkk. 2006. *Penentuan Kandungan Pb Dan Cr Pada Air Dan Sedimen Di Sungai Ao Desa Sam Sam Kabupaten Tabanan*
- Djo, Yuliana H.W. Dkk. 2017. *Fitoremediasi menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratrium Analitik Universitas Udayana. Jurnal of applied chemistry. Vol 5. No 2*
- Fathullah, Wiga. 2020. *Efektifitas Penyerapan Logam Timbal (Pb) pada Daun Flamboyan, Mahoni dan Pinus serta Korelasinya Terhadap Pencemaran Tanah di Kawasan Industri Daur Ulang Aki Bekas*. Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Hachiya, Noriyuki. 2006. *The History and the Present of Minamata Disease*. *JMAJ*. Vol 49. No 3

- Hafi Handayanto, E, dkk. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemaran Tanah*. Malang : UB Press
- Hananingtyas, Izzah. 2017. *Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (Euthynnus sp.) di Pantai Utara Jawa. Biotropic: The Jurnal of Tropical Biology*. Vol 1. No 2
- Handriyani, Kadek A, dkk. 2020. *Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Air Sumur Gali di Kawasan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Banjar Suwung Batan Kendal Denpasar Selatan*. Denpasar: Politeknik Kesehatan Kemenkes
- Harmita. 2019. *Analisis Fisika Kimia Spektrofotometer Serapan Atom(SAA)*.  
<http://staff.ui.ac.id/system/files/users/harmita/material/anfiskimssaatauaasdr.harmita.pdf>. Diakses pada tanggal 5 Desember 2019
- Hasan, Amrafidah dkk. 2019. *Pengaruh Berat dan Waktu Detensi Eceng Gondok terhadap pH dan Suhu Air Limbah Industri Tahu*. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Haslita. 2018. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) Sebagai Kompos terhadap Pertumbuhan Tumbuhan Cabai Besar (Capsium annum L.)*. Makassar: UIN Alauddin Makassar.

- Hidayat, I. 2011. *Efektivitas Tumbuhan Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dalam Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Limbah Rumah Tangga*. Universitas Muhammadiyah Semarang: Semarang
- Hidayati, Nuril. 2005. *Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator (Phytoremediation and Potency of Hyperaccumulator Plants)*. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Vol 12. No. 1
- Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta. Pemerintah Republik Indonesia
- Indrayani, Lilin, dkk. 2018. *Nilai Parameter Kadar Pencemaran sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair industri Batik*. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol 12. No 1
- Irhamni, dkk. 2016. *Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat secara Fitoremediasi*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Kareliasari, Nur Aini Dewi. 2021. *Analisis Suhu, pH, DHL, TDS, BOD, COD, dan Kadar Timbal pada Air dan Sedimen Sungai Lesti Kabupaten Malang*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Kasiram. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Malang: UIN Maliki Press

- Kasman, Monik dkk. 2019. *Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air menggunakan Tumbuhan Melati Air (Echinodorus palaefolius)*. *Jurnal Daur Lingkungan*. No 2. Vol 1. Hal 7-10
- Kurniawati, D.L. 2018. *Melati Air (Echinodorus palaefolius Nees & Mart. [F Macbr.]) sebagai Agen Fitoremediasi pada Air Daerah Aliran Sungai Opak Desa Banyakan, Piyungan Bantul*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- Malik, Rizal Awaludin, dkk. 2016. *Potensi Tumbuhan Air sebagai Fitoakumulator Timbal dalam Limbah Cair Tekstil*. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol 7. No 1
- Marselina. 2015. *Efektivitas Dinas Perindustrian Perdagangan, Koperasi dan UMKM dalam Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah (UKM) Batik di Kota Pekalongan*. Perpustakaan. Universitas Negeri Surakarta. [Jurnal digilib.uns.ac.id](http://jurnal.digilib.uns.ac.id)
- Masnesia. 2017. *Pengolahan Limbah Cair Batik menggunakan Metode Presipitasi dan Fitoremediasi*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta

- Murniati, Tri, dkk. 2015. *Pengelolaan Limbah Cair Industri Batik dengan Metode Elektrolisis sebagai upaya Penurunan Tingkat Konsentrasi Logam Berat di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. Jurnal Ekosains . Vol. VII. No. 1*
- Musriadi. 2014. *Akumulasi Logam Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) pada Karang Acropora formosa dan Acropora hyacinthus di Pulau Samalona, Barranglompo dan Bonebatang, Jurnal Universitas Hasanuddin Makassar. 56*
- Novi C, Nurullah Asep Abdillah. 2017. *Fitoremediasi Timbal (Pb) dari Limbah Cair Industri Kertas dengan Pemanfaatan Marsilea crenata dan Hydrilla verticillata. Jurnal J.Sci Phar. Vol 03. No.3*
- Nur, F. (2013). *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi, 1(1), 74–83. <https://doi.org/10.24252/Bio.V1i1.450>*
- Oktaviani, Mega. 2017. *Pemanfaatan Melati Air (Echinodorus palifolius) sebagai Agen Fitoremediator pada Air Terkontaminasi Kadmium (Cd) dan Seng (Zn). Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas*
- Payadnya, I Gusti Agung. 2018. *Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik dengan SPSS. Yogyakarta : Penerbit Deepublish*

- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang *Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemar Air*. Presiden Republik Indonesia.
- Priadie, Bambang. 2017. *Potensi IPAL Skala Individu untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik di Pekalongan*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol 28. No 1
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup (Puslitbang LH). 2011. *Dokumen Evaluasi Lingkungan Hidup (DELH) Industri Semen Portland PT Semen Tonasa*. Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar.
- Rachmawati, Dania. 2020. *Fitoremediasi menggunakan Melati Air (Echinodorus palaefolius) untuk Menurunkan Logam Besi (Fe)*. *Skripsi. Teknik Lingkungan*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel
- Rahayu, Sri P. 2019. *Mengembalikan Kesuburan Tanah melalui Fitoremediasi*. <http://cybex.pertanian.go.id//> diakses pada tanggal 1 April 2022
- Ratnawati Rhenny, Risna Dwi Fatmasari. 2018. *Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal menggunakan Tumbuhan Lidah Mertua (Sansevieria trifasciata) dan Jengger Ayam (Celosia plumosa)*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 3. No.2
- Riyadhi, Kezia A, dkk. 2019. *Penggunaan Melati Air (Echinodorus palaefolius) sebagai Filter Biologi pada*

- Pemeliharaan Ikan Maanvis (Pterophyllum scalare). Jurnal Lahan Suboptimal. Vol 8. No 1*
- Said, Idaman, Nusa. 2010. *Metoda Penghilangan Timbal di dalam Air Limbah Industri. Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Jln. MH. Thamrin No.8 Jakarta Pusat. Gedung II Lt.20. JAI Vol 6. No. 1*
- Santriyana, D. D. (2013). *Ekplorasi Tanaman Fitoremediator Alumunium (Al) yang ditumbuhkan pada Limbah Ipa Pdam Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, I(1).*
- Serang, Lia Kurniawati O, dkk. 2018. *Fitoremediasi Air Tercemar Timbal dengan menggunakan Sagittaria lancifolia dan Pistia stratiotes serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomea reptans). Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan. Vol 5. No 1 . Hal 739-746*
- Sibero, Nita Handayani Br Tarigan, dkk. 2019. *Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tumbuhan Kiapu (Pistia stratiotes) Berdasarkan Analisis Mass Balance. Jurnal Current Trends in Aquatic Science. Vol II(2)*
- Siswandari, Ayu Maharani, dkk. 2016. *Echinodorus palifolius sebagai Tumbuhan Fitoremedian dalam Menurunkan Phospat Limbah Cair Laundry. Jurnal Seminar Nasional dan Gelar Produk. 17-18 Oktober 2016*

- Smith. (1998). *Element Of Ecology*. Benjamin/Cumming Science Publishing.
- Sudarmawan, Ade R, dkk. 2020. *Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Plankton di Teluk Benoa, Badung, Bali. Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*. Vol 6. No. 1
- Suharto, Bambang, dkk. 2011. *Penurunan Kandungan Pb dan Cr Leachate melalui Fitoremediasi bambu air (Equisetum hyemale) dan Zeolit. Jurnal Amg/Lointek*. Vol 5, No 2
- Sukono, Geo Aghni Bintan, dkk. 2020. *Mekanisme Fitoremediasi: Review. Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*. Vol 2. No 2
- Suksmerri. 2008. *Dampak Pencemaran Logam Timah Hitam (Pb) terhadap Kesehatan. Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol II (2)
- Ulya. 2019. *Tumbuhan Eceng Gondok Menyerap Senyawa Nitrogen*. <https://ulyadays.com/Tumbuhan-eceng-gondok-menyerap-senyawa-nitrogen/>. Diakses pada tanggal 5 Desember 2019
- Waluyo, Lud. 2018. *Bioremediasi Limbah*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang Press (UMM Press)
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Cetakan Keempat. Yogyakarta: Penerbit ANDI

WHO (World Health Organization), 2000. *Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC

Widowati, Wahyu Dr.,Dr.Astiana Sastiono,Dr.Raymon Yusuf. 2008. *Efek Toksik Logam*. Penerbit Andi. Yogyakarta

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Hasil Pengukuran Suhu, pH dan Kondisi Tanaman

A. Hari ke-0 ( $H_0$ )

1. Tanaman Melati Air

a. Suhu  $H_0$



b. pH  $H_0$



## Tanaman Eceng Gondok

a. Suhu  $H_0$



b. pH  $H_0$



B. Hari ke-3 ( $H_3$ )

1. Tanaman Melati Air

a. Suhu  $H_3$



b. pH  $H_3$



## 2. Tanaman Eceng Gondok

### a. Suhu $H_3$



### b. pH $H_3$



- C. Hari ke-6 (H6)
1. Tanaman Melati Air
    - a. Suhu  $H_6$



- b. pH  $H_6$



## 2. Tanaman Eceng Gondok

### a. Suhu $H_6$



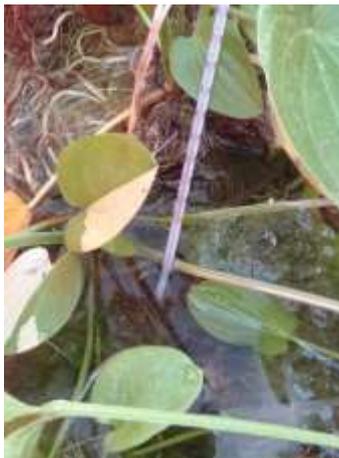
### b. pH $H_6$



D. Hari ke-9 (H9)

1. Tanaman Melati Air

a. Suhu H<sub>9</sub>



b. pH H<sub>9</sub>



## 2. Tanaman Eceng Gondok

### a. Suhu $H_9$



### b. pH $H_9$



E. Hari ke-12 ( $H_{12}$ )

1. Tanaman Melati Air

a. Suhu  $H_{12}$



b. pH  $H_{12}$



## 2. Tanaman Eceng Gondok

### a. Suhu $H_{12}$



### b. pH $H_{12}$



F. Hari ke-15 ( $H_{15}$ )

1. Tanaman Melati Air

a. Suhu  $H_{15}$



b. pH  $H_{15}$



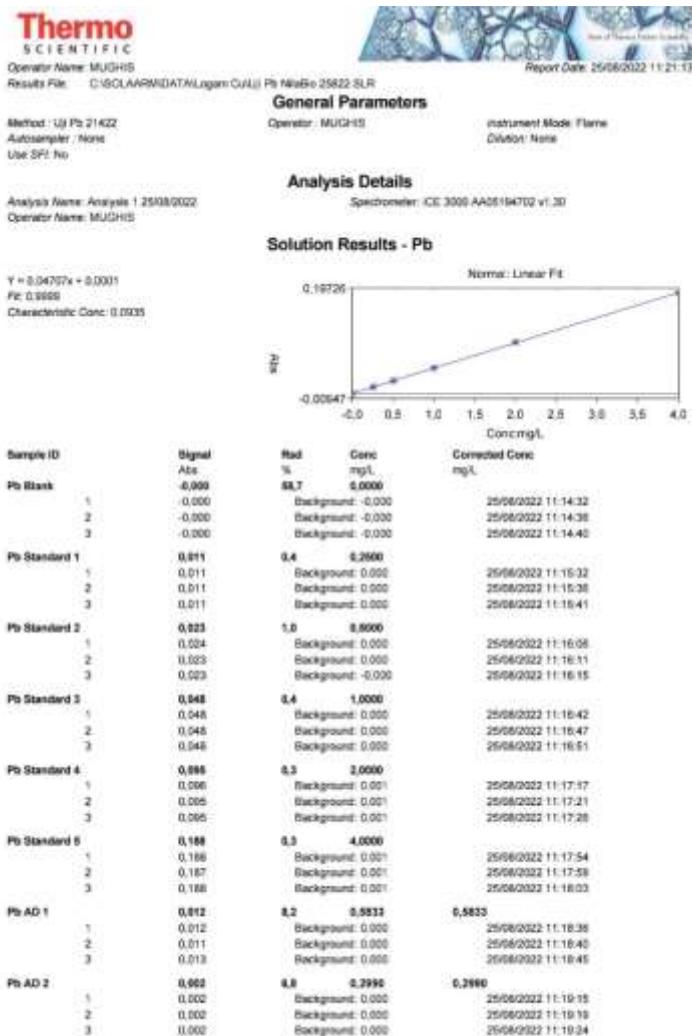
2. Tanaman Eceng Gondok
  - a. Suhu  $H_{15}$



- b. pH  $H_{15}$



## Lampiran 2. Hasil Uji Kadar Timbal (Pb)



**SOLAAR AA Report**

Operator Name: MUDHIS

Report Date: 25/08/2022 11:21:13

Results File: C:\SOLAAR\MDATA\Logan C\A\ Pb Nalite 25822 SLR

**Solution Results - Pb**

Sample ID	Signal	Std	Conc	Corrected Conc
	Abs	%	mg/L	mg/L
<b>Pb BD 1</b>	<b>0.018</b>	<b>2.4</b>	<b>0.5833</b>	<b>0.5833</b>
1	0.018	Background: 0.001		25/08/2022 11:19:55
2	0.018	Background: 0.001		25/08/2022 11:19:59
3	0.018	Background: 0.001		25/08/2022 11:20:03
<b>Pb BD 2</b>	<b>0.004</b>	<b>4.1</b>	<b>0.3781</b>	<b>0.3781</b>
1	0.003	Background: 0.000		25/08/2022 11:20:30
2	0.004	Background: 0.001		25/08/2022 11:20:35
3	0.003	Background: 0.000		25/08/2022 11:20:38



### General Parameters

Operator: MUGHIS

Instrument Mode: Flame

Cobalt: None

Method: UJ Pb 21422

Autosampler: None

Use SPI: No

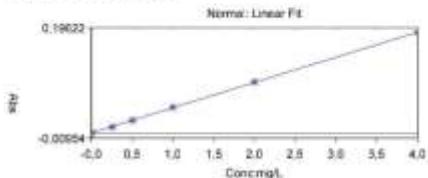
### Analysis Details

Spectrometer: ICE 3000 AA25194702 v1.30

Analysis Name: Analysis 1 25/08/2022

Operator Name: MUGHIS

### Solution Results - Pb

 $Y = 0.04667x + 0.0001$   
 $R^2: 0.9999$   
 Characteristic Conc: 0.0039


Sample ID	Signal Abs	Rad %	Conc mg/L	Corrected Conc mg/L
<b>Pb Blank</b>	<b>4.999</b>	<b>78.8</b>	<b>0.0000</b>	
1	0.000		Background: 0.000	25/08/2022 11:22:57
2	-0.000		Background: 0.001	25/08/2022 11:23:01
3	-0.000		Background: 0.001	25/08/2022 11:23:06
<b>Pb Standard 1</b>	<b>0.011</b>	<b>2.8</b>	<b>0.2500</b>	
1	0.011		Background: 0.000	25/08/2022 11:23:24
2	0.011		Background: 0.000	25/08/2022 11:23:28
3	0.011		Background: 0.000	25/08/2022 11:23:33
<b>Pb Standard 2</b>	<b>0.023</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8000</b>	
1	0.023		Background: 0.000	25/08/2022 11:23:58
2	0.023		Background: 0.000	25/08/2022 11:24:00
3	0.023		Background: 0.001	25/08/2022 11:24:05
<b>Pb Standard 3</b>	<b>0.048</b>	<b>0.6</b>	<b>1.0000</b>	
1	0.048		Background: 0.000	25/08/2022 11:24:33
2	0.048		Background: 0.001	25/08/2022 11:24:37
3	0.048		Background: 0.001	25/08/2022 11:24:41
<b>Pb Standard 4</b>	<b>0.096</b>	<b>0.4</b>	<b>2.0000</b>	
1	0.096		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:06
2	0.096		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:10
3	0.096		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:15
<b>Pb Standard 5</b>	<b>0.187</b>	<b>0.1</b>	<b>4.0000</b>	
1	0.187		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:37
2	0.187		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:42
3	0.187		Background: 0.001	25/08/2022 11:25:46
<b>Pb AD 3</b>	<b>0.014</b>	<b>1.9</b>	<b>0.1168</b>	<b>0.1168</b>
1	0.014		Background: 0.001	25/08/2022 11:26:20
2	0.014		Background: 0.001	25/08/2022 11:26:24
3	0.014		Background: 0.001	25/08/2022 11:26:29
<b>Pb AD 4</b>	<b>0.006</b>	<b>2.1</b>	<b>0.0837</b>	<b>0.0837</b>
1	0.006		Background: 0.000	25/08/2022 11:27:11
2	0.006		Background: 0.001	25/08/2022 11:27:15
3	0.006		Background: 0.001	25/08/2022 11:27:20

**SOLAAR AA Report**

Operator Name: MUDHIS

Report Date: 25/08/2022 11:31:51

Results File: C:\SOLAAR\DATA\Logan\GAA\ Pb Ni&amp;Bz 25822 ug 2.BLF

**Solution Results - Pb**

Sample ID	Signal	Std	Conc	Corrected Conc
				mg/L
<b>Pb BD 3</b>	<b>0.027</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1048</b>	<b>0.1048</b>
	1	0.027	Background: 0.000	25/08/2022 11:27:54
	2	0.028	Background: 0.001	25/08/2022 11:27:58
	3	0.027	Background: 0.000	25/08/2022 11:28:02
<b>Pb BD 4</b>	<b>0.005</b>	<b>1.8</b>	<b>0.0724</b>	<b>0.0724</b>
	1	0.005	Background: 0.000	25/08/2022 11:30:07
	2	0.005	Background: 0.000	25/08/2022 11:30:11
	3	0.005	Background: 0.001	25/08/2022 11:30:15


**General Parameters**

Operator: MUGHIS

Instrument Mode: Flame

Dilution: None

Method: 10 Pb 21422

Autosampler: None

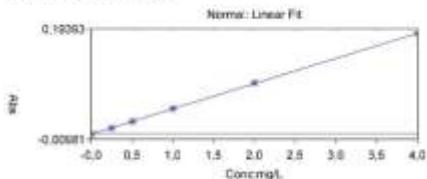
Use SPI: No

**Analysis Details**

Spectrometer: ICE 3000 AA25194702 v1.30

Analysis Name: Analysis 1 01/09/2022

Operator Name: MUGHIS

**Solution Results - Pb**
 $Y = 0.04642x - 0.0004$   
 $R^2: 0.9995$   
 Characteristic Conc: 0.0041


Sample ID	Signal Abs	Rad %	Conc mg/L	Corrected Conc mg/L
<b>Pb Blank</b>	<b>0.001</b>	<b>30.8</b>	<b>0.0000</b>	
1	0.001		Background: 0.000	01/09/2022 14:51:14
2	-0.000		Background: 0.000	01/09/2022 14:51:19
3	-0.001		Background: 0.001	01/09/2022 14:51:23
<b>Pb Standard 1</b>	<b>0.019</b>	<b>2.8</b>	<b>0.2500</b>	
1	0.019		Background: 0.001	01/09/2022 14:51:43
2	0.010		Background: 0.001	01/09/2022 14:51:48
3	0.011		Background: 0.001	01/09/2022 14:51:52
<b>Pb Standard 2</b>	<b>0.023</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8000</b>	
1	0.023		Background: 0.001	01/09/2022 14:52:11
2	0.023		Background: 0.001	01/09/2022 14:52:16
3	0.023		Background: 0.001	01/09/2022 14:52:20
<b>Pb Standard 3</b>	<b>0.047</b>	<b>0.4</b>	<b>1.0000</b>	
1	0.047		Background: 0.001	01/09/2022 14:52:58
2	0.047		Background: 0.001	01/09/2022 14:53:02
3	0.047		Background: 0.001	01/09/2022 14:53:06
<b>Pb Standard 4</b>	<b>0.093</b>	<b>0.2</b>	<b>2.0000</b>	
1	0.093		Background: 0.001	01/09/2022 14:53:33
2	0.094		Background: 0.001	01/09/2022 14:53:37
3	0.094		Background: 0.001	01/09/2022 14:53:42
<b>Pb Standard 5</b>	<b>0.185</b>	<b>0.6</b>	<b>4.0000</b>	
1	0.186		Background: 0.001	01/09/2022 14:54:11
2	0.184		Background: 0.002	01/09/2022 14:54:16
3	0.184		Background: 0.001	01/09/2022 14:54:20
<b>Pb Sample AD 5</b>	<b>0.004</b>	<b>5.0</b>	<b>0.0378</b>	<b>0.0378</b>
1	0.004		Background: 0.001	01/09/2022 14:55:58
2	0.004		Background: 0.001	01/09/2022 15:00:02
3	0.004		Background: 0.001	01/09/2022 15:00:06
<b>Pb Sample BD 5</b>	<b>0.001</b>	<b>21.6</b>	<b>0.0283</b>	<b>0.0283</b>
1	0.001		Background: 0.001	01/09/2022 14:55:45
2	0.001		Background: 0.002	01/09/2022 14:55:50
3	0.001		Background: 0.001	01/09/2022 14:55:55

**SOLAAR AA Report**

Operator Name: MUGHIS

Report Date: 01/09/2022 15:02:55

Results File: C:\SOLAAR\DATA\Logan (JAJ) Pb Nitrate Std 1522.SLR

**Solution Results - Pb**

Sample ID	Signal	Std	Conc	Corrected Conc
	Abs	%	mg/L	mg/L
<b>Pb Sample AD 6</b>	<b>0.001</b>	<b>43.4</b>	<b>0.0193</b>	<b>0.0193</b>
1	0.001		Background: 0.001	01/09/2022 14:56:46
2	0.001		Background: 0.000	01/09/2022 14:56:50
3	0.000		Background: 0.001	01/09/2022 14:56:54
<b>Pb Sample BD 6</b>	<b>0.001</b>	<b>14.0</b>	<b>0.0249</b>	<b>0.0249</b>
1	0.002		Background: 0.000	01/09/2022 15:02:18
2	0.001		Background: 0.001	01/09/2022 15:02:20
3	0.002		Background: 0.001	01/09/2022 15:02:25

## Lampiran 3. Riwayat Hidup

**RIWAYAT HIDUP****A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Nilatul Amna
2. Tempat & Tgl. Lahir : Kendal, 02 Agustus 1998
3. Alamat Rumah : Desa Wonosari, RT 01/ RW  
01, Kec. Pegandon, Kab.  
Kendal
4. HP : 089649044632
5. E-mail : [nilatulamna10@gmail.com](mailto:nilatulamna10@gmail.com)

**B. Riwayat Pendidikan****1. Pendidikan Formal**

- a. Taman Kanak-kanak (TK)  
Nama Sekolah : TK Tarbiyatul Athfal  
Tahun Ajaran : 2004-2005
- b. Sekolah Dasar  
Nama Sekolah : SDN 1 Wonosari  
Tahun Ajaran : 2005-2010
- c. Sekolah Menengah Pertama  
Nama Sekolah : SMP N 1 Pegandon  
Tahun Ajaran : 2010-2013
- d. Sekolah Menengah Atas  
Nama Sekolah : MA Sunan Pandanaran  
Yogyakarta

Tahun Ajaran : 2013-2016

e. Perguruan Tinggi

Nama Institusi : UIN Walisongo Semarang

Tahun Ajaran : 2016-2022

Kerja Praktek : Dinas Lingkungan Kota  
Semarang

## **2. Pendidikan Non-Formal**

- a. Pondok Pesantren Sunan Pandanaran Sleman  
Yogyakarta ( 2013-2016)
- b. Pondok Pesantren Roudlotut Tholibin Tugu  
Semarang ( 2016-2018)
- c. PPTQ Al-Hikmah Tugu Semarang (2018-  
sekarang )