



**PENENTUAN TEGANGAN OPTIMUM PEMISAHAN LOGAM Pb  
MENGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS SERTA PENERAPANNYA  
UNTUK ISOLASI LOGAM Pb PADA TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia  
crassipes* (Mart.) Solm)**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Hibbatur Rahmah**  
**NIM 091810301022**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PENENTUAN TEGANGAN OPTIMUM PEMISAHAN LOGAM Pb  
MENGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS SERTA PENERAPANNYA  
UNTUK ISOLASI LOGAM Pb PADA TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia  
crassipes* (Mart.) Solm)**

**SKRIPSI**

**diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains**

Oleh  
**Hibbatur Rahmah  
NIM 091810301022**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Skripsi yang berjudul "Penentuan Tegangan Optimum Pemisahan Logam Pb Menggunakan Metode Elektrolisis serta Penerapannya untuk Isolasi Logam Pb pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*)" saya persembahkan kepada:

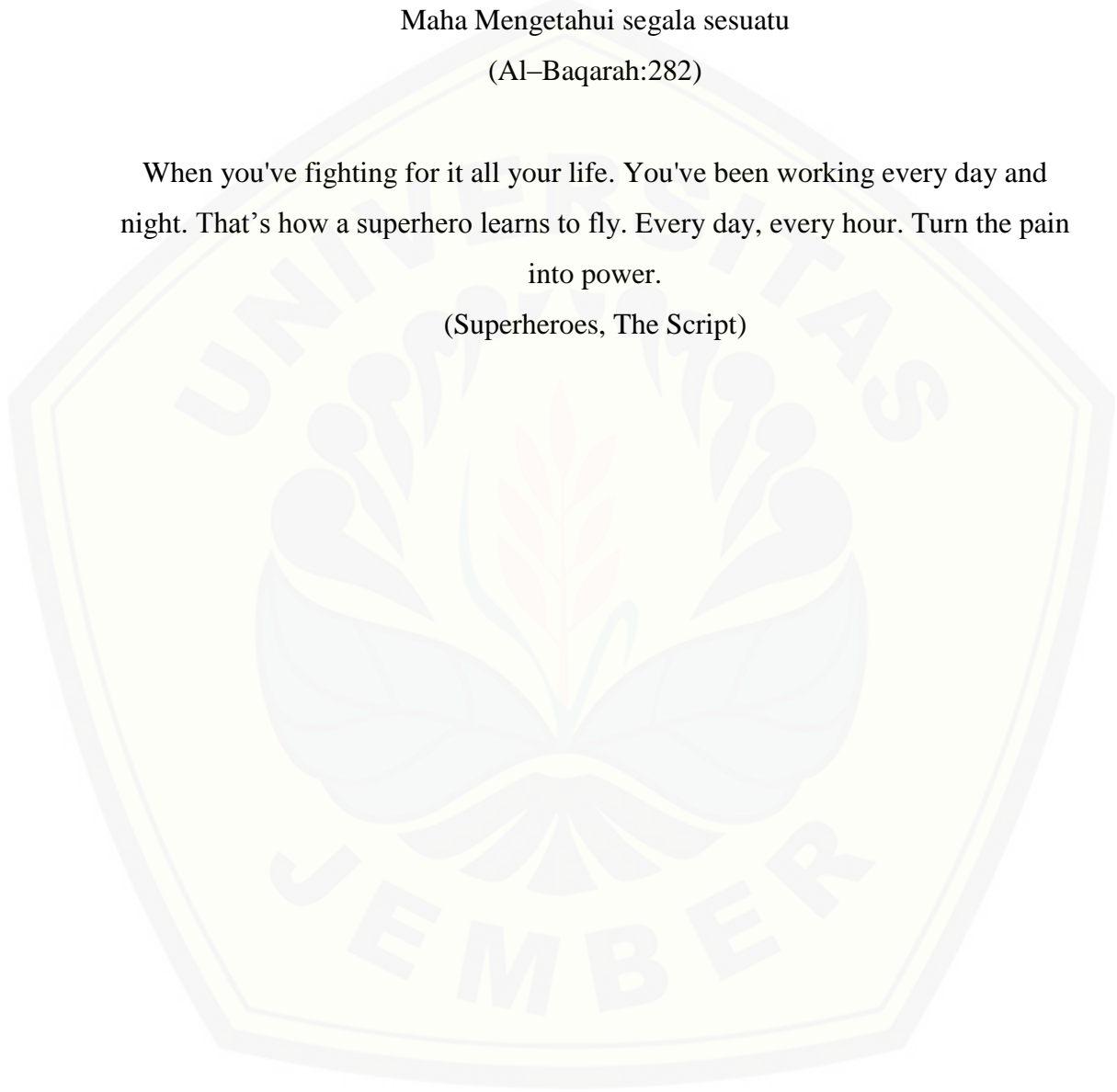
1. Ayahanda Khairul Makin dan Ibunda Barratul Jamilah tercinta, yang telah memberikan banyak motivasi dan inspirasi kehidupan.
2. Saudara kembarku Hadiyatur Rahmah yang selalu memberi dukungan, kepercayaan, motivasi dan perhatiannya dalam penyusunan skripsi;
3. Guru-guruku di TK Al-Asy'ari, SDN Wonosari I, MTsN I Bondowoso, SMA Nurul Jadid, dan dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta bimbingan dengan penuh kesabaran;
4. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
5. Rekan kerja penelitian: Widayanti Nirmalasari, Dessy Kartika, Yusril Ihza Mahendra, Riskon Ahmad, Khusnul Khotimah, Syarifatul Laili yang telah menemani, membantu, membagi ilmu dan perhatian, serta motivasi dan semangat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik selama penyusunan skripsi;
6. Teman-teman Boarkim 2009 tanpa terkecuali yang telah menjadi teman berbagi ilmu, serta banyak memberikan motivasi dan perhatian sehingga skripsi dan studi di Jurusan Kimia terselesaikan dengan baik;

**MOTTO**

Bertakwalah kepada Allah maka Allah akan mengajarmu. Sesungguhnya Allah  
Maha Mengetahui segala sesuatu  
(Al-Baqarah:282)

When you've fighting for it all your life. You've been working every day and  
night. That's how a superhero learns to fly. Every day, every hour. Turn the pain  
into power.

(Superheroes, The Script)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hibbatur Rahmah

NIM : 091810301022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penentuan Tegangan Optimum Pemisahan Logam Pb Menggunakan Metode Elektrolisis serta Penerapannya untuk Isolasi Logam Pb pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang menyatakan,

Hibbatur Rahmah

NIM 091810301022

**SKRIPSI**

**PENENTUAN TEGANGAN OPTIMUM PEMISAHAN LOGAM Pb  
MENGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS SERTA PENERAPANNYA  
UNTUK ISOLASI LOGAM Pb PADA TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia  
crassipes (Mart.) Solm*)**

Oleh  
**Hibbatur Rahmah**  
**NIM 091810301022**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswoyo, M.Sc., PhD.

Dosen Pembimbing Anggota : Yeni Maulidah Muflihah, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Penentuan Tegangan Optimum Pemisahan Logam Pb Menggunakan Metode Elektrolisis serta Penerapannya untuk Isolasi Logam Pb pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Tim Penguji:**

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Siswoyo M.Sc., Ph.D.

Yeni Maulidah Muflihah, S.Si., M.Si.

NIP 196605291993031003

NIP 198008302006042002

Anggota I,

Anggota II,

Asnawati S.Si., M.Si.

Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

NIP 196808141999032001

NIP. 196810201998021002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**Penentuan Tegangan Optimum Pemisahan Logam Pb Menggunakan Metode Elektrolisis serta Penerapannya untuk Isolasi Logam Pb pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm);** Hibbatur Rahmah., 091810301022; 2015: 35 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Logam Pb atau biasa disebut timbal, merupakan unsur yang terbanyak di alam yang sebagian besar terdapat sebagai galena (PbS). Timbal memiliki nilai guna yang tinggi namun penggunaannya dalam jumlah yang berlebih dapat berbahaya bagi makhluk hidup karena memiliki daya toksik yang tinggi.

Upaya yang dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran logam salah satunya fitoremediasi, yaitu teknik yang digunakan untuk mengurangi pencemaran limbah menggunakan media tanaman. Tanaman eceng gondok merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai penyerap logam-logam berat yang didasarkan pada sifat hiperakumulatornya. Pemanfaatan tanaman eceng gondok kurang optimal karena pada akhirnya tanaman tersebut akan dibuang ke lingkungan sehingga masalah baru timbul dalam lingkungan. Metode elektrolisis merupakan metode yang dapat digunakan untuk memisahkan logam dari campurannya.

Hasil pengujian kualitatif yang dilakukan pada larutan sampel eceng gondok dengan penambahan reagen tertentu memberikan hasil sampel eceng gondok mengandung logam Pb. Optimasi tegangan menggunakan metode voltametri siklik dilakukan dengan scanning tegangan 0 hingga -400 mV dan *scan rate* sebesar 10 mV/s, menghasilkan tegangan optimum pada nilai -250 mV. Sebelum dilakukan elektrolisis, kadar logam Pb dalam sampel eceng gondok diukur dengan SSA, didapatkan hasil massa awal Pb sebesar 0.8503 mg.



Elektrolisis sampel dikontrol pada tegangan  $-250$  mV dengan variasi waktu 2, 5, 8, 11 dan 14 detik untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap massa logam Pb yang terisolasi selama proses elektrolisis. Seiring kenaikan waktu elektrolisis, massa logam Pb yang terisolasi semakin meningkat. Hal ini membuktikan bahwa waktu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi hasil elektrolisis. Massa logam Pb yang berhasil terisolasi sebesar  $0.6567$  mg. Nilai efisiensi yang diperoleh dari perhitungan sebesar  $62,45\%$  yang menunjukkan bahwa metode elektrolisis dinilai cukup efisien untuk pemisahan logam Pb dari campurannya.

## PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Tegangan Optimum Pemisahan Logam Pb Menggunakan Metode Elektrolisis serta Penerapannya untuk Isolasi Logam Pb pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*)” ini guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia Universitas Jember.

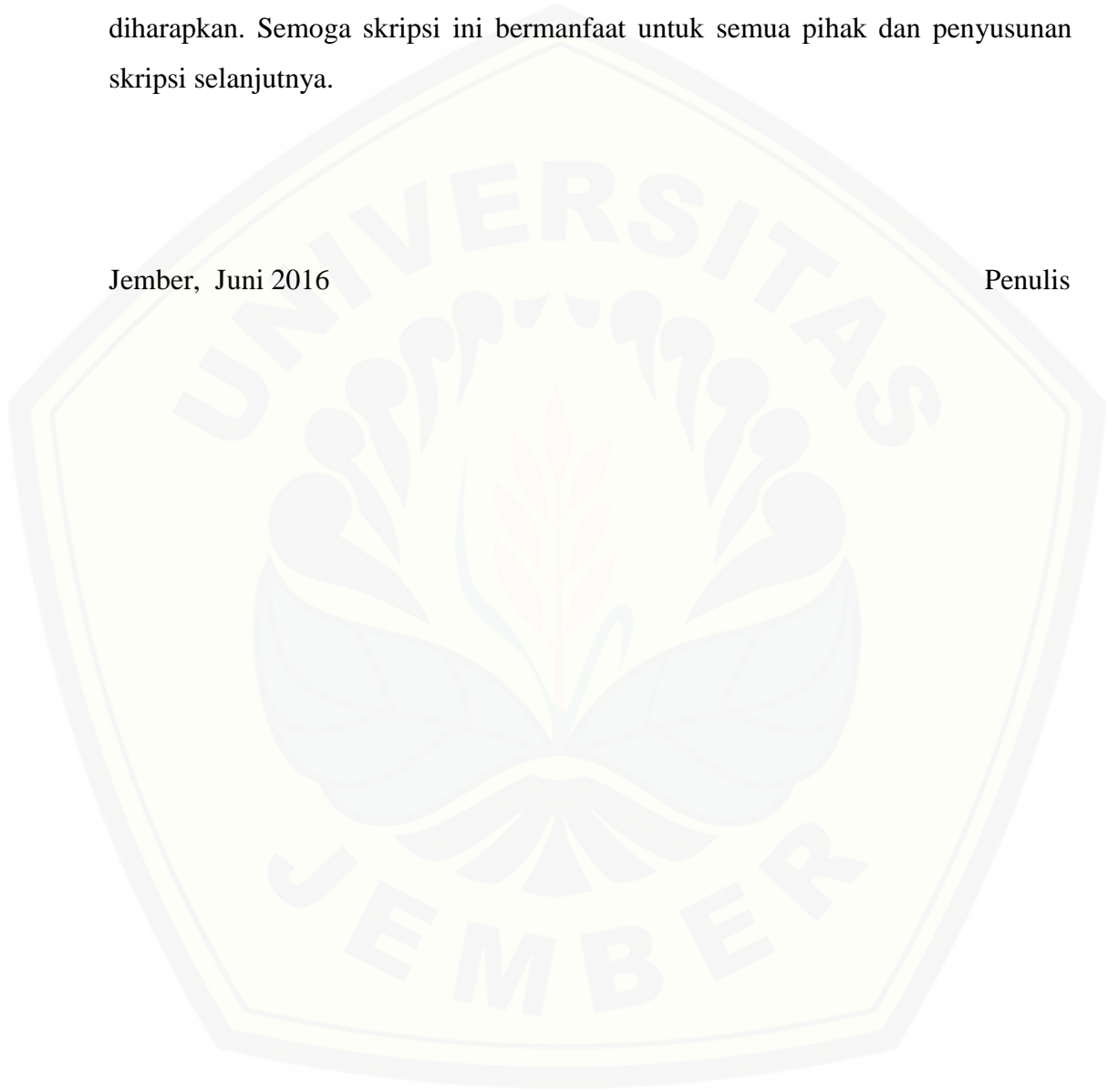
Skripsi ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa adanya komitmen dan kerjasama yang harmonis antara berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas FMIPA Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Ibu Tanti Haryati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Bapak Drs. Siswoyo M.Sc, PhD., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ibu Yeni Maulidah Muflihah, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan perhatian dalam penyelesaian studi di Jurusan Kimia serta penyelesaian skripsi;
5. Ibu Asnawati S.Si.,M.Si., selaku Dosen Penguji I, dan Bapak Tri Mulyono, S.Si.,M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi;
6. Kepala Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan kesempatan untuk menggunakan fasilitas laboratorium;
7. Para teknisi laboratorium dan staf Jurusan Kimia atas segala pelayanannya;
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran untuk perbaikan dan penyempunaaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk semua pihak dan penyusunan skripsi selanjutnya.

Jember, Juni 2016

Penulis



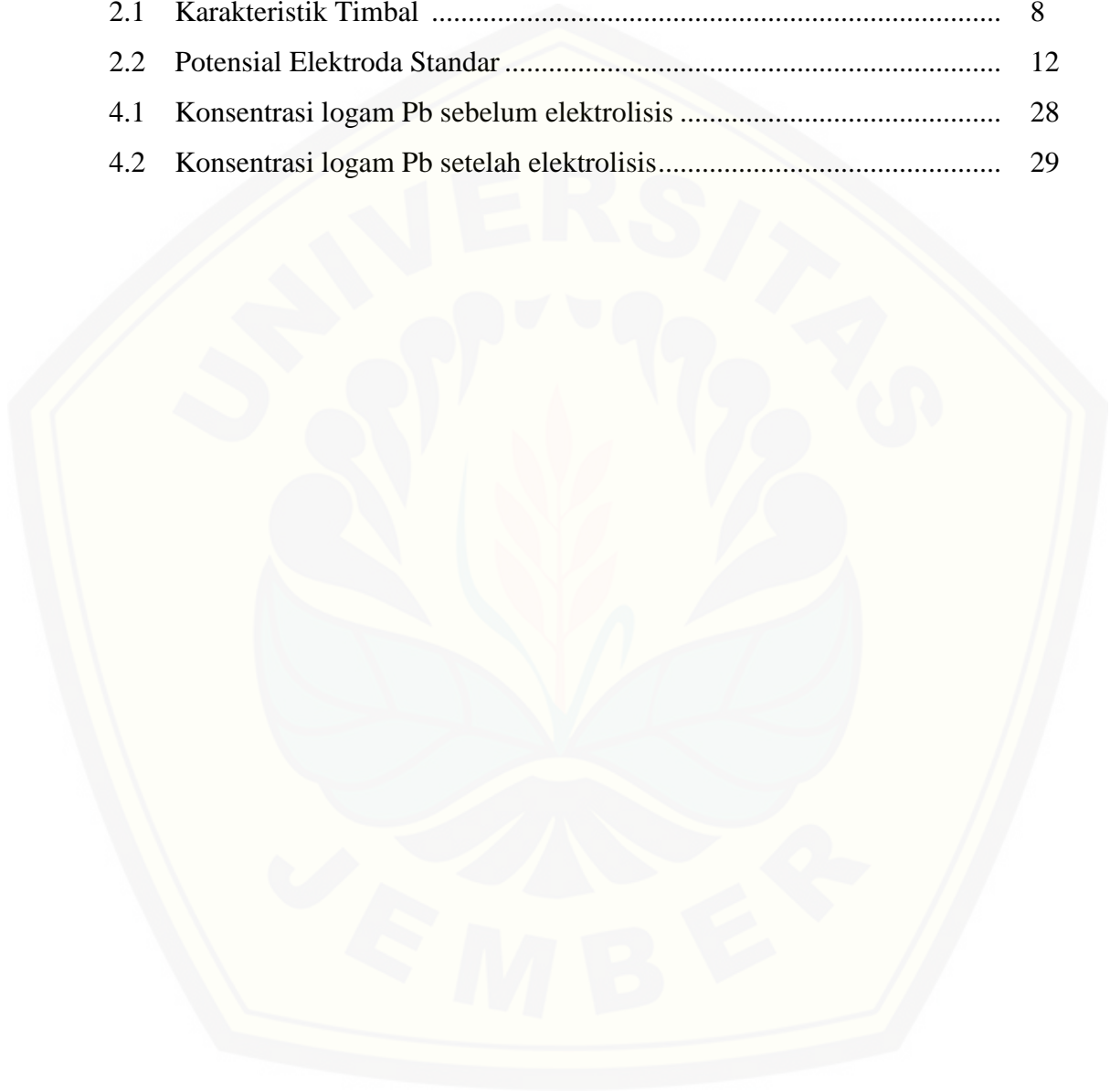
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
RINGKASAN .....	viii
PRAKATA .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tanaman Eceng Gondok .....	5
2.2 Logam Timbal .....	8
2.3 Elektrolisis .....	10
2.4 Voltametri .....	12
2.5 Elektroda .....	13
2.5.1 Elektroda Pembanding .....	13

2.5.2 Elektroda Kerja .....	13
<b>2.5 Spektrofotometri Serapan Atom .....</b>	<b>14</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Metode Penelitian .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Alat dan Bahan .....	16
3.2.2 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2.3 Skema Kerja .....	17
3.2.4 Analisa Data .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Analisis Kualitatif .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Penentuan Tegangan Optimum Logam Pb pada Metode Voltametri Siklik .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Kadar Logam Pb dalam Eceng Gondok Sebelum Elektrolisis .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 Kadar Logam Pb dalam Eceng Gondok Sebelum Elektrolisis .....</b>	<b>29</b>
<b>4.5 Pengaruh Waktu terhadap Massa Logam Pb yang Terisolasi dalam Elektrolisis .....</b>	<b>30</b>
<b>4.6 Efisiensi Metode Elektrolisis .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Karakteristik Timbal .....	8
2.2 Potensial Elektroda Standar .....	12
4.1 Konsentrasi logam Pb sebelum elektrolisis .....	28
4.2 Konsentrasi logam Pb setelah elektrolisis.....	29



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
2.1 Eceng gondok .....	5
2.2 Struktur morfologi eceng gondok .....	6
2.3 Logam timbal .....	8
3.1 Rangkaian alat elektrolisis .....	20
4.1 Larutan sampel .....	22
4.2 Penambahan reagen HCl 6 M .....	23
4.3 Penambahan reagen $K_2CrO_4$ 0,1 M .....	24
4.4 Penambahan reagen KI 0,2 M.....	24
4.5 Voltamogram larutan standard Pb .....	26
4.6 Voltamogram sampel eceng gondok .....	27
4.7 Kurva kalibrasi .....	28
4.8 Rangkaian sel elektrolisis .....	29
4.9 Perbandingan massa logam Pb .....	31

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
A. Penentuan Rentang Potensial Pb Sampel pada Voltametri Siklik .....	37
B. Pembuatan Larutan standar dan Reagen .....	38
C. Penentuan Tegangan Optimum Pb Sampel pada Voltametri Siklik .....	42
D. Pengukuran Konsentrasi Pb .....	44
E. Data Hasil Elektrolisis .....	51
F. Perbandingan Massa Logam Pb .....	53
G. Pengukuran Arus .....	54
H. Efisiensi .....	55
I. Gambar Penelitian .....	56



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan kimia sebagai bahan utama maupun bahan tambahan dalam industri mengakibatkan limbah buangnya memiliki beban cemaran logam berat dan zat padat terlarut yang cukup tinggi. Pencemaran logam berat telah menjadi masalah lingkungan yang serius di seluruh dunia. Logam berat tersebut dihasilkan dari berbagai industri seperti pertambangan, penyulingan logam, peleburan, elektroplating, penyamakan kulit dan tekstil (Palar, 1994).

Logam memiliki nilai guna yang tinggi namun penggunaannya dalam jumlah yang berlebihan dapat berbahaya bagi makhluk hidup. Berdasarkan berat jenisnya, logam dibagi menjadi 2 yaitu logam ringan dan logam berat. Logam ringan merupakan logam yang memiliki berat jenis  $<5 \text{ g/cm}^3$ , sedangkan logam berat merupakan logam yang memiliki berat jenis  $>5 \text{ g/cm}^3$  diantaranya Cd, Hg, Pb, Zn, dan Ni (Darmono, 1995).

Tidak semua industri mengolah limbah yang dihasilkan secara optimal, sehingga limbah yang masih mengandung logam berat sebagian terbuang ke sungai kemudian masuk ke lingkungan dan menimbulkan masalah pencemaran. Upaya untuk mengurangi pencemaran logam salah satunya ialah menggunakan tanaman eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman gulma air yang berfungsi sebagai agen fitoremediasi dan *hyperaccumulator*. Menurut Mahmood *et al.* (2005), tanaman eceng gondok memiliki beberapa keunggulan, antara lain: efisien untuk menurunkan kadar TSS, pH, BOD, COD, konduktivitas dan logam berat. Beberapa logam yang dapat diserap oleh tanaman eceng gondok antara lain:

Zn, Cu, Pb, Cr, Cd, Mn. Logam Pb dikenal sebagai salah satu dari tiga logam berat paling beracun (merkuri, timbal dan kadmium). Konsentrasi logam ini yang rendah bahkan beracun bagi manusia dan organisme lainnya. Win *et al.* (2003) menggunakan tanaman eceng gondok sebagai agen fitoremediasi dalam pengolahan limbah cair industri yang tercemar logam Pb dan menyatakan bahwa akumulasi logam Pb pada konsentrasi kurang dari 0,001 M terdapat pada bagian akar dan daun, sedangkan pada konsentrasi lebih dari 0,01 M logam Pb terakumulasi pada tangkai eceng gondok. Indrasti *et al.* (2006) dalam penelitiannya berhasil menurunkan kadar logam berat Pb dan Cd menggunakan tanaman eceng gondok yang dilakukan dalam bak simulasi.

Logam timbal yang terakumulasi pada tanaman eceng gondok akan mencemari air atau tanah bila tidak ditangani dengan baik. Salah satu upaya penanganan yang dapat dilakukan ialah pemisahan logam berat yang telah terakumulasi dalam tanaman eceng gondok. Pemisahan logam dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain: ekstraksi pelarut (Ahn dan Lee, 2011), membran cair (Djunaidi dan Haris, 2003), kromatografi (Hu *et al.*, 2004), dan secara elektrokimia (Haris *et al.*, 2006). Metode elektrokimia memiliki beberapa kelebihan, antara lain: prosesnya cepat, sederhana dan tidak membutuhkan pemisahan terlebih dahulu dibandingkan dengan metode lainnya.

Pemisahan logam dari campurannya secara elektrokimia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni: kerapatan arus listrik, tegangan atau potensial terpasang, waktu, jarak elektroda, ketebalan plat, dan derajat keasaman (Putero *et al.*, 2008). Tegangan efektif dalam proses elektrolisis perlu ditentukan terlebih dahulu karena setiap logam menghasilkan respon yang berbeda terhadap arus dan potensial yang diberikan. Peran tegangan terhadap pengendapan logam dalam proses elektrolisis berhasil dikaji oleh Wida (2003) dalam memisahkan campuran tembaga dan perak menggunakan elektroda platina dan karbon, berhasil mengendapkan logam perak sebesar 40,800 mg dengan kemurnian endapan 70,182% dan efisiensi 57%.

Penentuan tegangan efektif dapat dilakukan dengan teknik voltametri siklik menggunakan bantuan alat potensiostat. Ion Pb dalam sampel akan mengalami reduksi pada tegangan optimumnya. Arus katodik dari *voltammogram* yang dihasilkan merupakan nilai potensial reduksi logam dalam sampel, sedangkan daerah terjadinya puncak katodik merupakan besarnya tegangan optimum dalam proses elektrolisis. Nilai potensial terpasang yang didapatkan akan berpengaruh terhadap kualitas dan kemurnian pengendapan logam.

Tegangan optimal yang telah diketahui kemudian diterapkan dalam proses elektrolisis untuk mengekstrak logam Pb dari tanaman eceng gondok. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu metode pemisahan logam timbal yang memberikan efisiensi tinggi dan dapat mengurangi masalah pencemaran logam dari industri elektroplating.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Berapa tegangan yang optimal dalam proses elektrolisis pemisahan logam Pb pada tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm)?
2. Bagaimana pengaruh waktu terhadap massa logam Pb yang terisolasi setelah proses elektrolisis?
3. Berapa nilai efisiensi pemisahan logam Pb dengan metode elektrolisis?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) yang digunakan diambil dari sekitar pembuangan limbah industri elektroplating secara acak di Bangil.

2. Elektrolisis dilakukan dengan menggunakan elektroda Pt sebagai anoda dan plat Pb sebagai katoda dengan tegangan optimum yang diperoleh dalam penelitian.

#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui tegangan yang optimal dalam proses elektrolisis pemisahan logam Pb pada tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*).
2. Mengetahui pengaruh waktu terhadap massa logam Pb yang terisolasi setelah proses elektrolisis
3. Mengetahui nilai efisiensi pemisahan logam Pb dalam metode elektrolisis.

#### 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang fungsi elektrolisis dalam pemisahan logam Pb dari tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart.) Solm*) serta sebagai salah satu metode pemisahan logam timbal yang memberikan efisiensi tinggi sehingga mampu mengurangi masalah pencemaran logam di lingkungan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Eceng Gondok

Tanaman eceng gondok di Indonesia pertama kali didatangkan dari Brasil oleh orang-orang Belanda yang kemudian dijadikan sebagai tanaman hias. Tanaman ini berkembang sangat pesat apabila mendapat paparan sinar matahari yang melimpah sehingga seringkali menjadi gulma air. Dewasa ini tanaman eceng gondok dimanfaatkan sebagai filter air dari pencemaran logam-logam berat, juga dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan dan pakan ternak (Don *et al.*, 2000).



Gambar 2.1 Eceng gondok (Sumber: Anonim, 2014)

Menurut *Integrated Taxonomic Information System*, ITIS (2013), eceng gondok (*water hyacinth*) memiliki taksonomi sebagai berikut:

Divisio : Tracheophyta  
Sub Divisio : Spermatophytina  
Klas : Magnoliopsida  
Ordo : Commelinales

Familia : Pontederiaceae  
Genus : *Eichornia*  
Spesies : *Eichornia crassipes* (Mart.) solm

Eceng gondok umumnya berkembang biak dengan cara vegetatif, yaitu menggunakan stolon. Tanaman ini merupakan tanaman hidrofita dan mengapung yang memiliki morfologi tumbuhan meliputi:



Gambar 2.2 Struktur morfologi Eceng gondok (Sumber: Anonim, 2014)

a. Akar

Akar eceng gondok berserabut dan menggantung dalam air, sistem akar tidak berkontak dengan tanah dan tumbuh memanjang ke dalam air. Akar berfungsi menyerap air dan mineral hara dari medium habitatnya. Tunas dari eceng gondok tumbuh dan mengapung pada permukaan air (Don *et al.*, 2000).

b. Tangkai

Bentuk tangkai daun eceng gondok menggelembung karena adanya rongga udara yang berfungsi untuk menjaga eceng gondok tetap mengapung di atas permukaan air. Rongga ini merupakan ruangan interseluler yang umumnya berbentuk beraturan. Tangkai daun eceng gondok tumbuh tegak dan mampu mencapai tinggi  $\pm 90$  cm (Don *et al.*, 2000).

c. Daun

Daun eceng gondok berbentuk bulat dengan ujung agak meruncing. Berwarna hijau cerah dan permukaannya diselubungi lapisan lilin (Don *et al.*,

2000). Permukaan atas daun dipenuhi oleh stomata dan bulu daun. Rongga udara juga terdapat pada seluruh bagian daun, berfungsi sebagai alat mengapung pada permukaan air (Fahn, 1991).

#### d. Bunga

Bunga tanaman ini berwarna ungu muda atau ungu bercampur putih berukuran 4-5 cm yang tersusun dalam malai (bunga tandan berganda) dan hanya mekar dalam waktu sehari. Bunga eceng gondok umumnya terdiri dari 4-6 kuntum pada tiap tangkainya (Don *et al.*, 2000).

Mahmood *et al.* (2005) dalam penelitiannya tentang penggunaan eceng gondok sebagai *biotreatment* terhadap limbah tekstil memberikan hasil bahwa eceng gondok mampu menurunkan kadar TSS, pH, BOD, COD, TS, konduktivitas dan logam berat. Penurunan parameter-parameter tersebut menyebabkan adanya perubahan anatomi eceng gondok karena eceng gondok merespon lingkungannya dengan adaptasi morfologi. Penelitian serupa juga dilakukan Win *et al.* (2003) tentang penggunaan eceng gondok sebagai agen fitoremediasi dalam pengolahan limbah cair industri yang tercemar logam Pb, memberikan hasil bahwa akumulasi logam Pb sebagian besar berada di akar dan tangkai eceng gondok. Akumulasi logam Pb pada konsentrasi  $<0,001$  M terdapat pada bagian akar dan daun, sedangkan pada konsentrasi  $>0,001$  M terakumulasi pada tangkai eceng gondok. Indrasti *et al.* (2006) dalam penelitiannya berhasil mereduksi logam Pb dan Cd dalam limbah menggunakan tanaman eceng gondok dengan perlakuan variasi konsentrasi logam berat dan waktu kontak pada bak simulasi yang mengandung limbah. Kemampuan tanaman eceng gondok dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi logam dalam limbah.

## 2.2 Logam Timbal

Timbal pertama kali digunakan untuk bahan dasar pembuatan pipa air pada zaman Romawi dan masih digunakan secara luas hingga tahun 1950 di Inggris. Sejak saat itu pipa yang terbuat dari timbal secara besar-besaran digantikan dengan tembaga yang lebih mudah dibuat dan lentur (O'neill, 1993).



Gambar 2.3 Logam Timbal (Sumber: <http://www.Geology.com/usgs/lead/>)

Timbal merupakan unsur yang terbanyak di alam, sebagian besar terdapat sebagai galena (PbS), namun beberapa bijih lain yang mungkin terbentuk akibat pengaruh cuaca atau iklim pada galena ialah sebagai karbonat, yaitu *cerrusite* (kerusit),  $\text{PbCO}_3$  dan sebagai sulfat, yaitu *anglesite* (anglesit),  $\text{PbSO}_4$ . Istilah logam berat digunakan karena timbal memiliki densitas yang sangat tinggi, yaitu  $11,34 \text{ g cm}^{-3}$ . Densitas timbal melebihi densitas tertinggi logam transisi pertama, yaitu  $8,92 \text{ g cm}^{-3}$  untuk tembaga (Sugiyarto dan Suyanti, 2010).

Titik leleh timbal  $327^\circ\text{C}$  dan bersifat lembek-lemah, ketika baru dipotong nampak mengkilat, namun ketika terkena kontak dengan udara akan segera menjadi buram. Hal ini terjadi karena adanya pembentukan lapisan timbal-oksida atau timbal-karbonat yang kuat melapisi sehingga dapat mencegah reaksi lebih lanjut. Sifat ini menyebabkan timbal sering digunakan sebagai bingkai kaca berwarna yang dibentuk sebagai lukisan pada jendela kaca (Sugiyarto dan Suyanti, 2010).



Tabel 1. Karakteristik Timbal,  $^{82}\text{Pb}$ 

Karakteristik	$^{82}\text{Pb}$
Konfigurasi elektron	$[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
Titik leleh / °C	327
Titik didih / °C	1620
Densitas / $\text{g cm}^{-3}$	11,29
Jari-jari atomik (pm)	175
Jari-jari ionik, $\text{M}^{2+}$ / pm	120
Energi ionisasi / $\text{kJ mol}^{-1}$	
I	0,7155
II	1,4504
IV	4,083
Elektronegativitas	1,6
Potensial reduksi standar / V	
$\text{M}^{2+} + 2e \rightarrow \text{M}_{(s)}$	-0,126
$\text{BiO}^+ + 2\text{H}^+ + 3e \rightarrow \text{Bi}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}$	
Tingkat oksidasi	+2, +4

(Sumber: Sugiyarto dan Suyanti, 2010)

Logam timbal saat ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan baterai, persenyawaan timbal merupakan racun berbahaya yang bersifat kumulatif sehingga penggunaan timbal pada pipa air telah dihentikan karena adanya udara dan tidak adanya karbonat menyebabkan logam perlahan membentuk senyawa hidroksida  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  yang mudah larut dalam air (Sharpe, 1992).

Campuran timbal dan timah digunakan sebagai bahan solder untuk perekat barang-barang elektronik. Senyawa timbal dalam industri cat digunakan sebagai pewarna, misalnya  $\text{PbCrO}_4$  berwarna kuning yang digunakan untuk cat pewarna jalan dan bahan plastic,  $\text{PbO}$  berwarna kuning kenari,  $\text{PbMoO}_4$  berwarna merah dan  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$  sebagai pewarna putih. Timbal juga merupakan bahan paduan yang baik dan memiliki kemampuan yang sangat tinggi untuk menahan sinar X

dan sinar  $\gamma$  sehingga banyak digunakan sebagai pelindung bahan radioaktif (Sugiyarto dan Suyanti, 2010).

Daya racun timbal yang tinggi pada perairan dapat menyebabkan kerusakan ginjal, sistem reproduksi, hati, otak, system syaraf pusat hingga kematian. Efek dari proses pelapisan kertas-kertas timbal atau cat-cat dengan kandungan timbal yang tinggi diperkirakan telah menyebabkan hambatan perkembangan mental pada anak-anak (Achmad, 2004). Timbal terikat kuat dengan molekul yang berukuran besar seperti asam amino, hemoglobin, enzim, RNA dan DNA yang kemudian dapat mengganggu proses metabolisme tubuh. Pengaruh toksisitas timbal beragam dan mencakup gangguan sintesis darah, hipertensi, hiperaktivitas dan kerusakan otak (O'Neill, 1993).

Kadar maksimum timbal pada perairan yang digunakan sebagai air minum adalah 0,5 mg/liter, perairan yang digunakan untuk pertanian pada tanah yang bersifat netral dan alkalis adalah 10 mg/liter, sedangkan pada tanah yang bersifat asam adalah 5 mg/liter. Kadar timbal pada hewan ternak sebaiknya tidak lebih dari 0,1 mg/liter (Efendi, 2003).

### **2.3 Elektrolisis**

Elektrolisis merupakan reaksi kimia yang terjadi ketika listrik dilewatkan pada larutan ionik atau larutan elektrolit. Perubahan kimia mulai terjadi ketika listrik dialirkan. Seperangkat alat elektrolisis biasa disebut sel elektrolisis atau sel elektrolitik (Brady dan Holum, 1993).

Suatu elektrolit yang dicelupkan dua buah elektroda yang dihubungkan dengan rangkaian listrik luar menyebabkan arus mengalir melalui larutan bila suatu baterai atau sumber energi diletakkan pada rangkaian luar, atau sistem elektrolit dengan dua elektroda sebagai suatu sel elektrolisis akan berfungsi sebagai sumber energi dan menghasilkan arus yang akan mengalir ke rangkaian luar. Arus yang secara langsung dialirkan pada larutan akan menimbulkan

terjadinya suatu reaksi reduksi-oksidasi. Reaksi oksidasi terjadi pada anoda dengan adanya transfer elektron dari spesies tereduksi kepada elektroda, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi dengan transfer elektron dari elektroda ke spesies teroksidasi. Rangkaian luar berperan dalam pengangkutan elektron dari anoda (+) ke katoda (-) (Khopkar, 2010).

Arus listrik yang berasal dari sumber luar digunakan untuk menggerakkan reaksi kimia nonsontan dalam elektrolisis. Pengembangan analisa kuantitatif dari elektrolisis dikembangkan oleh Faraday yang mengamati bahwa massa produk yang terbentuk (reaktan yang dikonsumsi) pada suatu elektroda berbanding lurus dengan banyaknya listrik yang ditransfer dari elektroda itu dan massa molar yang terkait (Chang, 2005).

Metode elektrolisis kebanyakan mengukur (1) arus dalam sel elektrokimia pada potensial tetap, atau (2) potensial sel dimana arus ditetapkan pada tingkat tertentu atau nol. Secara umum pada percobaan elektrokimia, variabel yang dapat dikontrol hanya potensial sel pada tingkat tertentu sehingga dapat dilakukan pengukuran arus, atau sebaliknya (Skoog *et al.*, 2007).

Proses Elektrolisis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Tegangan (Potensial terpasang)

Tegangan yang digunakan dalam proses elektrolisis berpengaruh terhadap laju reaksinya. Kenaikan tegangan menyebabkan bertambahnya arus sehingga menaikkan laju elektrolisis, namun untuk memisahkan ion-ion diperlukan penggunaan potensial efektif dalam keadaan tetap karena potensial katoda menentukan kesempurnaan elektrolisis (Wida, 2003).

b. Waktu

Berdasarkan hukum Faraday, Jumlah muatan yang mengalir selama elektrolisis sebanding dengan waktu kontak yang digunakan, sehingga semakin lama waktu elektrolisis maka semakin tebal lapisan yang terbentuk pada katoda (Putero, 2008).

c. Jenis dan jarak elektroda

Pemilihan jenis elektroda didasarkan pada stabilitasnya, yang meliputi ketahanan terhadap korosi, pembentukan oksida, konduktivitas listrik dan sebagainya. Jarak elektroda yang semakin besar mempengaruhi hambatan elektrolit, semakin besar jaraknya maka semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir (Putero, 2008).

d. pH

Terbentuknya gas hidrogen dan ion hidroksida selama proses elektrolisis menyebabkan terjadinya perubahan pH dalam larutan yang mempengaruhi kondisi spesi pada larutan dan kelarutan produk yang terbentuk (Putero, 2008).

e. Larutan elektrolit pendukung

Spesi tertentu dalam larutan akan mengambil dan melepas elektron dari elektroda melalui larutan elektrolit. Larutan elektrolit mengandung ion-ion yang dapat bergerak bebas sehingga dapat menghantarkan listrik.

f. Temperatur

Kenaikan temperatur mempercepat berlangsungnya reaksi redoks karena energi molekul akan meningkat sehingga semakin banyak molekul yang mencapai energi pengaktifan. Adanya kenaikan suhu juga mempercepat molekul-molekul bergerak semakin cepat.

## 2.4 Voltametri

Voltametri merupakan bagian dari elektroanalisis yang didasarkan pada respon arus dari analit terhadap potensial yang diterapkan, menghasilkan plot arus sebagai fungsi potensial yang disebut voltamogram.

Voltametri siklik adalah teknik elektrolisis yang umum digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif. Sel voltametri ini menggunakan 3 buah elektroda yaitu elektroda kerja, pembanding dan pembantu yang dicelupkan dalam larutan yang mengandung analit. Elektroda kerja bergantung pada potensial yang diberikan, dimana merupakan tempat terjadinya reaksi redoks. Elektroda

pembanding merupakan elektroda yang potensialnya dibuat tetap selama proses elektrolisis dimana nilainya tidak bergantung jenis dan komposisi larutan yang akan dianalisis. Elektroda pembantu berfungsi mengalirkan arus antara elektroda kerja dan pembantu sehingga arus dapat terukur (Skoog *et al.*, 2007).

## 2.5 Elektroda

Penentuan elektroda sebagai anoda atau katoda bergantung dimana reaksi oksidasi atau reduksi itu terjadi. Anoda merupakan elektroda dimana reaksi oksidasi terjadi, sedangkan katoda merupakan elektroda dimana reaksi reduksi terjadi (Brady dan Holum, 1993).

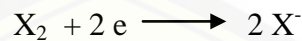
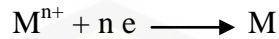
Tabel 2. Potensial elektroda standar,  $E^\ominus$  (tegangan mengacu pada elektroda hidrogen standar) pada 298 K.

Elektroda	$E^\ominus$	Elektroda	$E^\ominus$
Li <sup>+</sup> /Li	-3,05	Cu <sup>2+</sup> /Cu <sup>+</sup>	+0,16
Ca <sup>2+</sup> /Ca	-2,87	Bi <sup>3+</sup> /Bi	+0,23
Na <sup>+</sup> /Na	-2,71	Cu <sup>2+</sup> /Cu	+0,34
Mg <sup>2+</sup> /Mg	-2,37	O <sup>2</sup> /OH <sup>-</sup>	+0,40
Al <sup>3+</sup> /Al	-1,66	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup>	+0,76
Zn <sup>2+</sup> /Zn	-0,76	Ag <sup>+</sup> /Ag	+0,80
Cd <sup>2+</sup> /Cd	-0,40	Hg <sup>2+</sup> /Hg	+0,80
Ni <sup>2+</sup> /Ni	-0,25	Hg <sup>2+</sup> /Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0,92
Pb <sup>2+</sup> /Pb	-0,13	Cl <sub>2</sub> /Cl <sup>-</sup>	+1,36
H <sup>+</sup> /H	0,00	Ce <sup>4+</sup> /Ce <sup>3+</sup>	+1,61

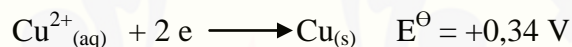
(Sumber: Crow, 1994)

Elektroda yang memiliki potensial lebih negatif selalu ditulis di sebelah kiri sebagaimana kutub negatif dalam sel, sedangkan elektroda yang memiliki potensial lebih positif ditulis di sebelah kanan sebagaimana kutub positif dalam sel (Crow, 1994).

Nilai potensial elektroda dapat menjelaskan reaksi yang terjadi pada elektroda. Menggunakan data potensial elektroda, dapat dilihat kecenderungan untuk berlangsungnya kedua proses di bawah ini:



Reaksi dengan potensial elektroda yang lebih positif, lebih mudah terjadi. Salah satu contoh yaitu: suatu larutan mengandung ion  $Cu^{2+}$  dan  $Ag^+$  dengan konsentrasi yang sama, ion yang terlebih dahulu mengalami reaksi ialah ion  $Ag^+$ , sebagaimana reaksi berikut:



Pembentukan ion negatif merupakan kebalikan dari pembentukan ion positif, sehingga reaksi oksidasi yang mudah terjadi ialah yang memiliki potensial elektroda lebih negatif (Achmad, 2001).

#### 2.5.1 Elektroda Pembanding.

Elektroda pembanding yang baik digunakan adalah elektroda yang praktis, mudah disiapkan, *reproducible*, perawatannya mudah, relatif murah, stabil sepanjang waktu dan dapat digunakan pada berbagai keadaan (Rieger, 1994).

#### 2.5.2 Elektroda Kerja.

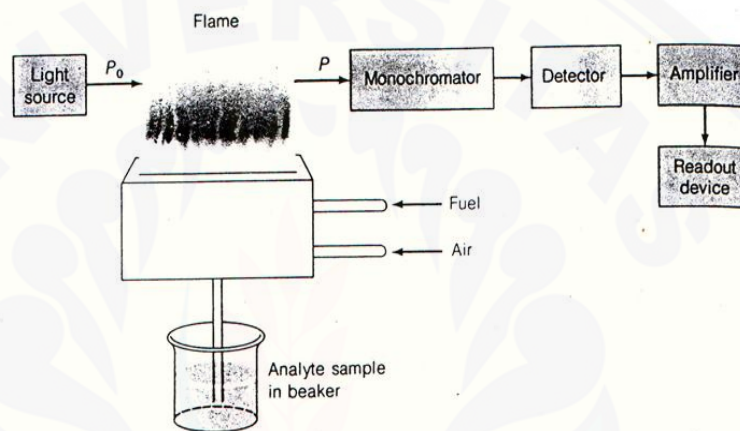
Jika salah satu elektroda dalam sel elektroda adalah elektroda pembanding, maka elektroda lainnya adalah elektroda kerja. Elektroda ini bereaksi (menunjukkan) terhadap setengah reaksi beberapa elektroda tertentu (Rieger, 1994).

### 2.6 Spektrofotometri Serapan Atom

Atom suatu unsur pada keadaan dasar apabila disinari dengan sinar elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu maka atom akan menyerap sinar dan tereksitasi. Panjang gelombang penyerapan dan jumlah sinar yang diserap menunjukkan parameter kualitatif dan kuantitatif untuk penentuan unsur.

Teknik yang didasarkan pada peristiwa tersebut dikenal sebagai spektrofotometri serapan atom (Fifield dan Haines, 1997).

Prinsip kerja spektrometri serapan atom mirip dengan metode fotometri nyala, namun sumber energinya berasal dari lampu katoda berlubang (*hollow cathode lamp*). Nyala pembakar digunakan untuk mengaktifkan atom-atom logam sebelum menyerap energi, sehingga hampir semua logam pada sistem periodik dapat ditentukan konsentrasinya (Hendayana *et al.*, 1994).



Gambar 2.4 Instrumentasi AAS (Sumber: Harris, 1982)

Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom terdiri dari sumber sinar, tempat sampel, *atomizer*, monokromator, detektor dan *read out*. Masing-masing bagian memiliki fungsi yang berperan dalam proses analisis.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Analitik dan Kimia Dasar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember mulai bulan Maret 2015 sampai Maret 2016.

### 3.2 Metode penelitian

#### 3.2.1 Alat dan Bahan

##### a. Alat

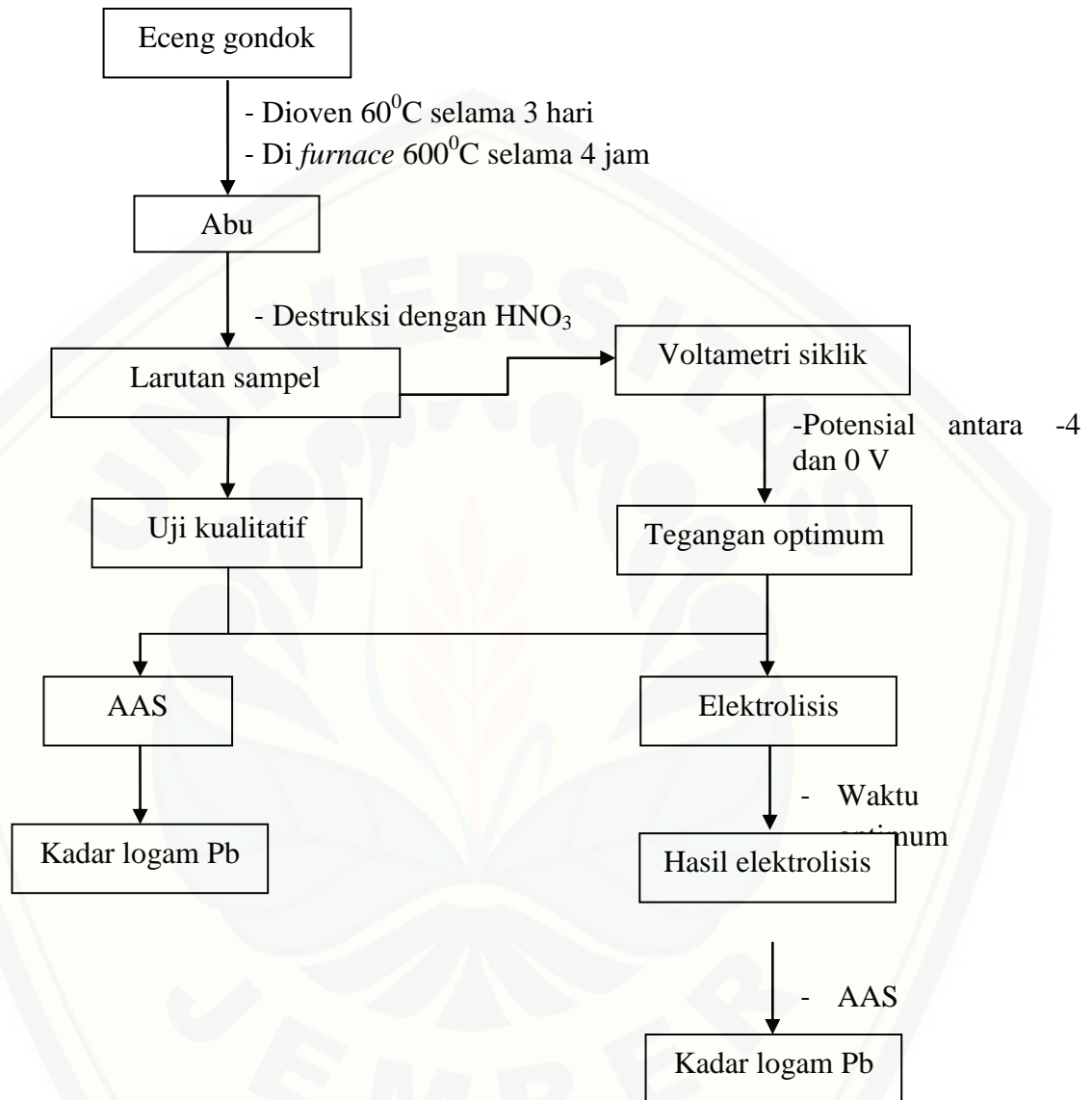
Beaker glass 50 mL, 250 mL dan 500 mL; Labu ukur 1000 mL, 250 mL, 50 mL dan 25 mL; Pipet volume 5 mL; Pipet mohr 10 ml; Pipet tetes; *Hotplate*; Neraca analitik; Oven; *Adaptor*; Spektrometer Serapan Atom (AAS); Potensiostat AMEL 433WIN7ASC; Corong; Cawan porselen; Tabung reaksi dan rak tabung; *Ball* pipet; Botol semprot; Desikator; Spatula; *Furnace*.

##### b. Bahan

Aquades, Aseton, Eceng gondok,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , Larutan  $\text{HNO}_3$  p.a 65%, Larutan  $\text{HCl}$  p.a 37%,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  p.a,  $\text{KI}$  p.a, Kertas saring *Whatman 42*, *Aluminium foil* .



## 3.2.2 Diagram Alir Penelitian



## 3.2.3 Skema Kerja

## 1) Pengambilan Tanaman Eceng Gondok

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) yang dijadikan sampel diambil dari sekitar pembuangan limbah industri elektroplating di Bangil.

## 2) Preparasi Sampel Laboratorium

### a. Pengeringan

Tanaman eceng gondok yang telah diambil dibersihkan dengan aquades untuk menghilangkan debu dan kotoran lainnya. Eceng gondok kemudian dipotong-potong dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 3 hari dan didinginkan dalam desikator.

### b. Pengabuan

Eceng gondok kering dari hasil pengeringan dalam oven ditimbang dan dimasukkan ke dalam *furnace* dengan temperatur 600°C selama 4 jam. Abu yang diperoleh kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan (Fillaeli *et al.*, 2012).

## 3) Destruksi Sampel

Abu yang dihasilkan dari proses pengabuan ditimbang sebanyak  $\pm 1$  gram dan dimasukkan dalam beaker glass 10 mL, kemudian ditambahkan dengan larutan HNO<sub>3</sub> pekat 65% sebanyak 1 mL dan diaduk agar larutan menjadi homogen, kemudian diencerkan dengan akuades hingga tanda batas. Larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman 42 (Fillaeli *et al.*, 2012).

## 4) Uji Kualitatif

5 mL larutan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL larutan HCl 6 M, terbentuknya endapan menunjukkan sampel mengandung kation golongan I. Endapan selanjutnya ditambahkan dengan 10 mL air panas, jika endapan larut dalam air panas maka sampel mengandung PbCl<sub>2</sub>. Analisis kualitatif logam Pb dilakukan dengan menambahkan larutan K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 0,1 M pada sampel yang membentuk endapan jika mengandung logam Pb. Ditambahkan juga

KI 0,2 M pada sampel, uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya endapan kuning  $\text{PbI}_2$ .

#### 5) Uji Kuantitatif

##### a. Pembuatan Larutan Induk Pb 1000 ppm

Sebanyak 1.6 g  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dalam beaker glass 250 mL. Dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas labu, kemudian dihomogenkan.

##### b. Pembuatan Larutan Pb 100 ppm

Larutan Pb 100 ppm dibuat dengan melarutkan sebanyak 25 mL larutan Induk Pb 1000 ppm ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sedikit demi sedikit hingga tanda batas labu, kemudian dihomogenkan.

##### c. Pembuatan Deret Standar Pb untuk membuat kurva kalibrasi

Larutan standar ini dibuat dari larutan Pb 100 ppm dengan cara diambil masing-masing sebanyak 0, 10, 20, 30, 40, dan 50 mL larutan Pb 100 ppm kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL secara terpisah. Ditambahkan aquades sedikit demi sedikit hingga tanda batas labu dan dihomogenkan. Sehingga akan diperoleh larutan standar Pb sebesar 0, 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Kurva yang dihasilkan akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan kadar Pb dalam sampel.

##### d. Penentuan Kadar Pb Menggunakan AAS

Larutan sampel diambil sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 50 mL. Dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom pada panjang gelombang 283,3 nm.

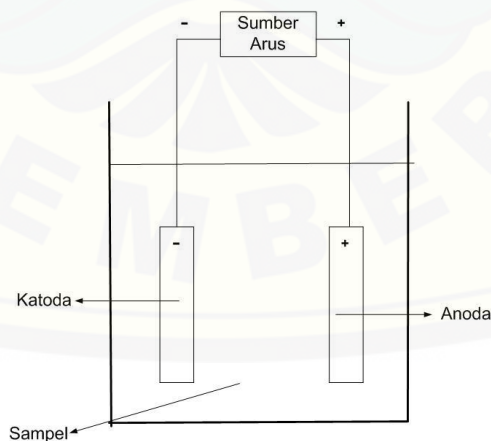
## 6) Pemisahan logam Pb menggunakan metode elektrolisis

### a. Penentuan tegangan optimum

Elektroda kerja (Pb), pembanding (Ag/AgCl) dan pembantu (Pt) dihubungkan dengan potensiostat yang telah terhubung dengan komputer. Elektroda kerja dicuci menggunakan aseton dan dibilas dengan akuades sebelum digunakan. Ketiga elektroda dicelupkan dalam sel elektrolisis yang telah berisi larutan sampel. Potensiostat dihidupkan dan software pengontrol analisis voltametri dijalankan. Proses voltametri dijalankan pada *range* potensial antara 0 dan -400 mV vs Ag/AgCl dengan *scan rate* 10 mV/min berdasarkan persamaan Nernst dengan asumsi eceng gondok mengandung logam Pb paling tinggi dalam konsentrasi 0,01 M. Voltammogram yang dihasilkan kemudian diamati dan dibandingkan untuk mengetahui tegangan optimum elektrolisis.

### b. Proses elektrolisis

Larutan sampel diambil sebanyak 25 mL dan dimasukkan dalam beaker glass 50 mL untuk dielektrolisis. Sebelum digunakan, semua elektroda terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui massa awalnya. Peralatan elektrolisis kemudian dirangkai seperti gambar 3.1 dan diberikan tegangan -0,25 V.



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Elektrolisis

Setiap perlakuan dilakukan triplo. Elektroda yang telah digunakan dalam proses elektrolisis dikeringkan dalam oven  $70^{\circ}\text{C}$  kemudian didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan. Selisih antara massa awal dan massa akhir elektroda merupakan massa Pb yang berhasil dipisahkan. Penentuan kadar Pb larutan sampel menggunakan AAS selanjutnya dilakukan, yang bertujuan mengetahui efisiensi metode elektrolisis untuk pengambilan logam berat Pb dalam sampel.

### 3.2.4 Analisa Data

#### a. Penentuan konsentrasi sampel menggunakan AAS

Konsentrasi sampel dapat diketahui dari persamaan regresi linier yang didapatkan dari pengukuran kurva kalibrasi larutan standar Pb. Persamaan yang diperoleh ialah sebagai berikut:

$$y = bx + c$$

dimana,  $y$  = nilai absorbansi

$b$  = kemiringan lereng

$x$  = konsentrasi sampel

$c$  = intersep

#### b. Efisiensi Metode Elektrolisis

Perbedaan konsentrasi Pb sebelum dan setelah dilakukan proses elektrolisis menunjukkan besarnya nilai efisiensi penurunan kadar logam Pb.

$$\text{Efisiensi} = \frac{Q_{\text{Aplikasi}}}{Q_{\text{Teori}}} \times 100\%$$

Dimana,  $Q_{\text{Aplikasi}}$  = Besarnya arus listrik yang didapat dari penelitian

$Q_{\text{Teori}}$  = Besarnya arus listrik yang mengalir selama elektrolisis secara teori

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari keseluruhan penelitian ini meliputi sebagai berikut :

1. Tegangan optimum yang dihasilkan dari scanning voltametri siklik yaitu sebesar -0.25 Volt .
2. Waktu berpengaruh terhadap hasil elektrolisis. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya massa logam Pb yang terisolasi seiring peningkatan waktu elektrolisis.
3. Nilai efisiensi pemisahan logam Pb pada tanaman eceng gondok menggunakan metode elektrolisis ialah sebesar 62,45%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini meliputi sebagai berikut :

1. Perlunya dikembangkan pemisahan logam Pb menggunakan variabel lainnya seperti suhu, larutan elektrolit pendukung, pH dan kerapatan arus.
2. Pemisahan logam menggunakan metode elektrolisis perlu diterapkan dan dikembangkan lebih lanjut untuk analisis unsur atau senyawa lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Achmad, H. 2001. *Elektrokimia & Kinetika Kimia*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.
- Ahn, J.W., dan Lee, J.C. 2011. Separation of Sn, Sb, Bi, As, Cu, Pb and Zn from Hydrochloric Acid Solution by Solvent Extraction Process Using TBP (tri-n-Butylphosphate) as an Extractant. *Material Transactions* 52(12): 2228-2232.
- Anonim. 2011. *Uses of Lead*. <http://www.Geology.com/usgs/lead/>. [20 Februari 2015]
- Anonim. 2014. *Water Hyacinth*. <http://plants.ifas.ufl.edu/manage/why-manage-plants/floridas-most-invasive-plants/water-hyacinth>. IFAS Extension Center for Aquatic and Invasive Plants, University of Florida. [10 Februari 2015]
- Brady, J. dan Holum, J. 1993. *Chemistry: The Study of Matter and Its Changes*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Crow, D.R. 1994. *Principles and Applications of Electrochemistry, Fourth Edition*. UK: Blackie Academic & Professional.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Djunaidi, M.C., dan Haris, A. 2003. Pemisahan Logam Berat Menggunakan Membran Cair Berpendukung dengan Variabel Konsentrasi Ion Logam dan pH Fasa Umpan. *JSKA* 6(2). <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/3338/3000>. [23 Februari 2015]

- Don, Emir, T., dan Hadibroto, C. 2000. *Tanaman Air*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Fifield, F.W. dan Haines, P. 1997. *Environmental Analytical Chemistry*. London: Blackie Academic and Professional.
- Fillaeli, A., Wiyarsi, A., Purwaningsih, D. 2012. *Studi Kandungan Pb dalam Gorengan yang Dijual di Pinggir Jalan*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan Mipa. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 2 Juni 2012. <http://seminar.uny.ac.id/semnasmipa/sites/seminar.uny.ac.id/semnasmipa/files/paper/Kimia/AnnisFillaeliMakalahkp-Semnasmipa2612AnnisaFillaeli.docx>. [12 Januari 2015]
- Haris, A., Suberta, M., Widodo, D.S. 2006. Pengaruh Bahan Elektrode Pada Pengambilan Cu dan Cd Secara Elektrokimia. *JSKA* 9(3). <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa/article/view/3286/2950>. [12 Januari 2015]
- Harris, D.C. 1982. *Quantitative Chemical analysis*. New York: W.H Freeman and Company.
- Hendayana, S., Kadarohman, A.A., Supriatna, A. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Hu, Q., Yang, G., Li, H., Tai, X., dan Yin, J. 2004. Study on Determination of Seven Transition Metal Ions in Water and Food by Microcolumn High-Performance Liquid Chromatography. *Bull. Korean Chem. Soc.* 25(5): 694-698.
- Indrasti, Nastiti I., Suprihatin, Burhanudin, dan Novita, A. 2006. Penyerapan Logam Pb dan Cd oleh Eceng Gondok: Pengaruh Konsentrasi Logam dan Lama Waktu Kontak. *J. Tek. Ind. Pert.* 16(1): 44-50.
- ITIS. 2013. *Eichornia crassipes*. <http://www.itis.gov>. [11 Januari 2015]
- Khopkar, S. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.



- Mahmood, Q., Ping, Z., Siddiqi, M.R., Islam, E., Rashid, M., dan Hayat, Y. 2005. Anatomical Studies on Water Hyacinth (*Eichornia crassipes* (Mart.) solms) Under The Influence of Textile Wastewater. *J. Zhejiang Univ. Sci* 6 (2005): 991-998.
- O'Neill, P. 1993. *Environmental Chemistry, Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Putero, S.H., Kusnanto, Yusriyani. 2008. *Pengaruh Tegangan dan Waktu Pada Pengolahan Limbah Radioaktif yang Mengandung Sr-90 Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Prosiding Seminar Nasional ke-14 Teknologi dan Keselamatan PLTN Fasilitas Nuklir. Bandung, 5 November 2008.
- Rieger, P.H. 1994. *Electrochemistry, Second Edition*. USA: Chapman & Hall, Inc.
- Sharpe, A.G. 1992. *Inorganic Chemistry, 3<sup>rd</sup> Edition*. Singapore: Longman.
- Skoog, D., Holler, F., Crouch, S. 2007. *Principles of Instrumental Analysis*. Canada: Thomson Brooks/Cole.
- Sugiyarto, K.H. dan Suyanti, R.D. 2010. *Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wida, F. 2003. Skripsi: *Pengaruh Potensial Terpasang pada Elektrolisis Campuran Perak dan Tembaga Terhadap Kemurnian Endapan*. Semarang: FMIPA UNDIP
- Win, D.T, Than, M.M., dan Tun, S. 2003. Lead Removal from Industrial Waters by Water Hyacinth. *AU J.T* 6(4): 187-192.

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN A. Penentuan Rentang Potensial Pb Sampel pada Voltametri Siklik

$E^0 \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 e \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})} = -0,13 \text{ V}$  pada *Standart Hydrogen Electrode* (SHE) dengan suhu  $25^\circ\text{C}$ , nilai E dapat diperoleh dengan persamaan Nernst berikut:

$$E = E^0 - \frac{0.0591}{nF} \log \left[ \frac{1}{\text{Pb}^{2+}} \right]$$

Keterangan:

E = potensial

$E^0$  = potensial standar

F = konstanta Faraday (96500)

n = valensi ion

Sampel eceng gondok diasumsikan memiliki konsentrasi logam Pb paling banyak 0,1 M, maka potensial katoda yang diperlukan yaitu:

- $$E = -0,13 \text{ V} - \frac{0,0591}{2} \log \frac{1}{0,1}$$

$$= (-0,13) \text{ V} - (0,0296)$$

$$= -0,1596 \text{ V}$$

Potensial yang diperoleh dikonversi menjadi potensial standar berbasis elektroda referensi gas hidrogen:

- $$E_{\text{sel}} = E_{(\text{katoda})} - E_{\text{Ag/AgCl}}$$

$$E_{\text{sel}} = -0,1596 - 0,244 = -0,4036 \text{ V} \approx -400 \text{ mV}$$

Sehingga rentang potensial yang diperlukan untuk menentukan potensial optimum pemisahan logam Pb dari sampel yaitu dari potensial 0 sampai -400 mV

**LAMPIRAN B. Pembuatan Larutan Standar dan Reagen****1. Preparasi Larutan Standar Pb 1000 ppm**

$$\text{Mr Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 331,21 \text{ g/mol}$$

$$\text{Ar Pb} = 207,19 \text{ g/mol}$$

Massa  $\text{Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan:

$$\frac{\text{Ar Pb}}{\text{Mr Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}} \times m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ mg/L}$$

$$1 \text{ L}$$

$$\frac{207,19 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{331,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ mg/L}$$

$$1 \text{ L}$$

$$\frac{207,19 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{331,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \times m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1000 \text{ mg}$$

$$m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \frac{1000 \text{ mg}}{207,19 \frac{\text{g}}{\text{mol}} / 331,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \frac{1 \text{ g}}{0,625}$$

$$m \text{ Pb(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 1,6 \text{ g}$$

**2. Larutan Standar 100 ppm**

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \cdot V_1 = 100 \text{ ppm} \cdot 250 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ ppm} \cdot 250 \text{ mL}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

**3. Larutan Standar Pb 10-50 ppm dari Larutan Standar Pb 100 ppm**

a. Konsentrasi 10 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100 \text{ ppm} \cdot V_1 = 10 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

b. Konsentrasi 20 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100 \text{ ppm} \cdot V_1 = 20 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{20 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 20 \text{ mL}$$

c. Konsentrasi 30 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100 \text{ ppm} \cdot V_1 = 30 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{30 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 30 \text{ mL}$$

d. Konsentrasi 40 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$100 \text{ ppm} \cdot V_1 = 40 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{40 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 40 \text{ mL}$$

e. Konsentrasi 50 ppm

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$10 \text{ ppm} \cdot V_1 = 50 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ ppm} \cdot 100 \text{ mL}}{10 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

#### 4. Pembuatan HCl 6 M

$$\%m/m \text{ HCl} = 37 \%$$

$$\text{Berat jenis} = 1,19 \text{ g/mL}$$

$$M_r = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{(10 \times \%m/m \times \rho)}{M_r}$$

$$M = \frac{(10 \times 37\% \times 1,19 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})}{36,5}$$

$$M = 12,06 \text{ M}$$

Dipipet larutan HCl 37% sebanyak 5 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas.

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 6 \text{ M} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 4,97 \text{ mL} \approx 5 \text{ mL}$$

#### 5. Pembuatan $\text{K}_2\text{CrO}_4$ 0,1 M

$$M_r \text{ K}_2\text{CrO}_4 = 194 \text{ g/mol}$$

$$V = 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

$$M = 0,1 \text{ M} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$n = M \times V$$

$$= 0,1 \text{ mol/L} \times 0,01 \text{ L}$$

$$= 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_r}$$

$$10^{-3} \text{ mol} = \frac{x}{194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$x = 0,019 \text{ g}$$

Ditimbang  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  sebanyak 0,19 gram dan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambah dengan akuades hingga tanda batas.

**6. Pembuatan KI 0,2 M**

$$Mr \text{ KI} = 166 \text{ g/mol}$$

$$V = 10 \text{ mL} = 0,01 \text{ L}$$

$$M = 0,2 \text{ M} = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$n = M \times V$$

$$= 0,2 \text{ mol/L} \times 0,01 \text{ L}$$

$$= 0,002 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{Mr}$$

$$0,002 \text{ mol} = \frac{x}{166 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$x = 0,33 \text{ g}$$

Ditimbang KI sebanyak 0,33 gram dan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambah dengan akuades hingga tanda batas.

### LAMPIRAN C. Penentuan Tegangan Optimum Pb Sampel pada Voltametri Siklik

#### 1. Keterangan Penggunaan Potensiostat

433WIN7ASC

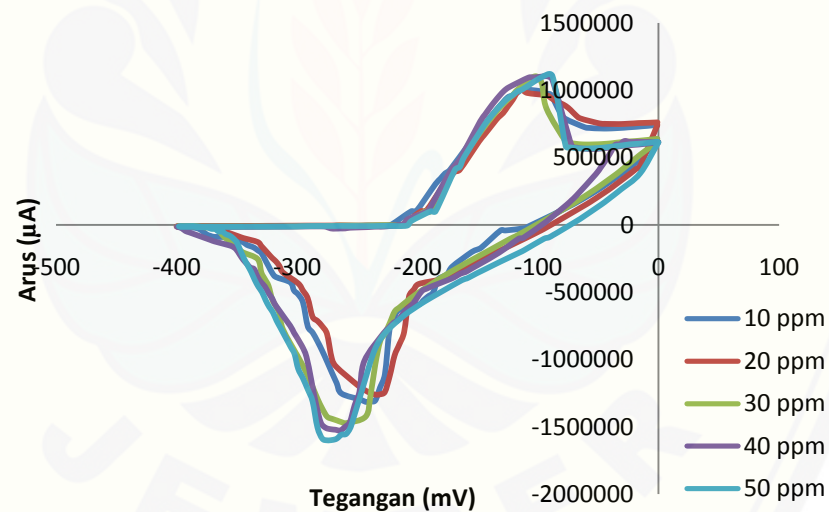
Funct. : CYV

Start Potential : 0 mV

End Potential : -400 mV

Scan Rate : 10 mV/s

#### 2. Voltamogram Larutan Standar Pb

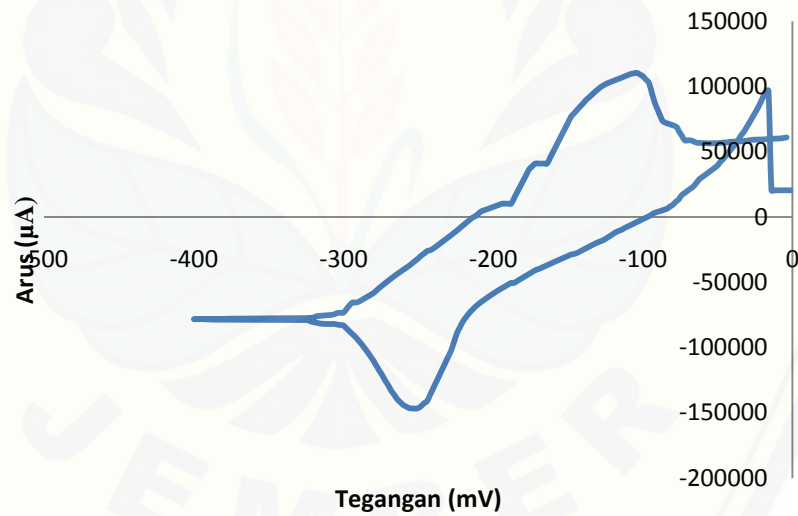


#### 3. Hasil Scanning Larutan Standar Pb

Konsentrasi (ppm)	Ulangan	Tegangan (mV)	Arus ( $\mu\text{A}$ )
10	1	-221	-122400
	2	-227,5	-126500
	3	-235	-128800
	Rata-rata	-227	-125900
20	1	-240	-130200

	2	-243	-131500
	3	-247	-137800
	Rata-rata	-243	-133167
30	1	-252	-140400
	2	-259	-142400
	3	-261	-146550
	Rata-rata	-257	-143117
40	1	-267	-147200
	2	-267	-146100
	3	-267	-144800
	Rata-rata	-267	-146033
50	1	-275	-159900
	2	-279,5	-157000
	3	-284	-159750
	Rata-rata	-280	-158883

4. Voltamogram Sampel Eceng Gondok



5. Hasil Scanning Sampel Eceng Gondok

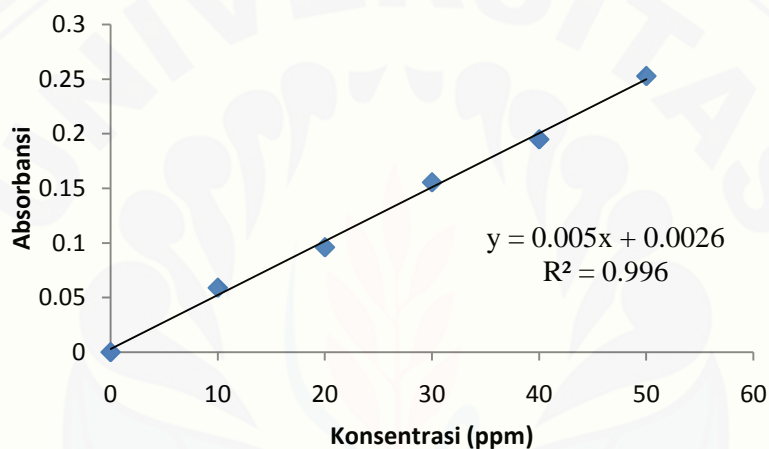
Ulangan	Tegangan (mV)	Arus ( $\mu\text{A}$ )
1	-252	-140600
2	-255	-143700
3	-252	-141500
Rata-rata	-253	-141933



**LAMPIRAN D. Pengukuran Konsentrasi Pb**

## 1. Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
10	0.058915
20	0.096012
30	0.155457
40	0.194784
50	0.252752



## 2. Pengukuran Konsentrasi Pb Sampel Sebelum Dielektrolisis

Ulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)
1	0,169	33,28	34,01
2	0,172	33,88	
3	0,177	34,88	

Konsentrasi logam Pb dalam sampel dapat ditentukan dari nilai absorbansi dengan cara:

- Ulangan 1

Diketahui:

$$A = 0,169 ; y = 0,005x + 0,0026$$

$$Y = 0,005x + 0,00026$$

$$x = \frac{0,169 - 0,0026}{0,005} = 33,28 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

Diketahui:

$$A = 0,172 ; y = 0,005x + 0,0026$$

$$Y = 0,005x + 0,0026$$

$$x = \frac{0,172 - 0,0026}{0,005} = 33,88 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

Diketahui:

$$A = 0,177 ; y = 0,005x + 0,0026$$

$$Y = 0,005x + 0,0026$$

$$x = \frac{0,177 - 0,0026}{0,005} = 34,88 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{33,28 + 33,88 + 34,88}{3} = 34,01 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 34,01 \text{ mg/L} = 0,8503 \text{ mg}$$

### 3. Pengukuran Absorbansi Logam Pb Setelah Elektrolisis

- a. Konsentrasi logam pada waktu 2 detik

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)	*Massa Pb (mg)
1	0.169	33.28		
2	0.167	32.88	33.08	0.827
3	0.168	33.08		

\*massa dalam 25 mL larutan sampel

Perhitungan konsentrasi:

- Ulangan 1

$$A = 0.169; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.169 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.169 - 0.0026}{0.005} = 33.28 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

$$A = 0.167; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.167 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.167 - 0.0026}{0.005} = 32.88 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

$$A = 0.168; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.168 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.168 - 0.0026}{0.005} = 33.08 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{33.28 + 32.88 + 33.08}{3} = 33,08 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 33.08 \text{ mg/L} = 0.827 \text{ mg}$$

b. Konsentrasi logam pada waktu 5 detik

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)	*Massa Pb (mg)
1	0.095	18.48		
2	0.098	19.08	19.14	0.4785
3	0.102	19.88		

\*massa dalam 25 mL larutan sampel

Perhitungan konsentrasi:

- Ulangan 1

$$A = 0.095; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.095 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.095 - 0.0026}{0.005} = 18.48 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

$$A = 0.098; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.098 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.098 - 0.0026}{0.005} = 19.08 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

$$A = 0.102; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.102 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.102 - 0.0026}{0.005} = 19.88 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{18.48 + 19.08 + 19.88}{3} = 19,14 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 19,14 \text{ mg/L} = 0.4785 \text{ mg}$$

c. Konsentrasi logam pada waktu 8 detik

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)	*Massa Pb (mg)
1	0.041	7.68		
2	0.041	7.68	7.74	0.1936
3	0.042	7.88		

\*massa dalam 25 mL larutan sampel

Perhitungan konsentrasi:

- Ulangan 1

$$A = 0.041; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.041 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.041 - 0.0026}{0.005} = 7.68 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

$$A = 0.041; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.041 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.041 - 0.0026}{0.005} = 7.68 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

$$A = 0.042; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.042 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.042 - 0.0026}{0.005} = 7.88 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{7.68 + 7.68 + 7.88}{3} = 7,74 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 7,74 \text{ mg/L} = 0.1936 \text{ mg}$$

d. Konsentrasi logam pada waktu 11 detik

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)	*Massa Pb (mg)
1	0.041	7.68		
2	0.042	7.88	7.74	0.1936
3	0.041	7.68		

\*massa dalam 25 mL larutan sampel

Perhitungan konsentrasi:

- Ulangan 1

$$A = 0.041; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.041 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.041 - 0.0026}{0.005} = 7.68 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

$$A = 0.042; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.042 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.042 - 0.0026}{0.005} = 7.88 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

$$A = 0.041; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.041 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.041 - 0.0026}{0.005} = 7.68 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{7.68 + 7.88 + 7.68}{3} = 7,74 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 7,74 \text{ mg/L} = 0.1936 \text{ mg}$$

e. Konsentrasi logam pada waktu 14 detik

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata (ppm)	*Massa Pb (mg)
1	0.042	7.88		
2	0.042	7.88	7.94	0.1986
3	0.043	8.08		

\*massa dalam 25 mL larutan sampel

Perhitungan konsentrasi:

- Ulangan 1

$$A = 0.042; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.042 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.042 - 0.0026}{0.005} = 7.88 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 2

$$A = 0.042; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.042 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.042 - 0.0026}{0.005} = 7.88 \text{ mg/L}$$

- Ulangan 3

$$A = 0.043; y = 0.005x + 0.0026$$

$$0.043 = 0.005x + 0.0026$$

$$x = \frac{0.043 - 0.0026}{0.005} = 8.08 \text{ mg/L}$$

- Konsentrasi logam Pb dalam sampel:

$$\text{Rata-rata ulangan} = \frac{7.68 + 7.68 + 8.08}{3} = 7,94 \text{ mg/L}$$

- Massa logam Pb dalam sampel:

$$\text{Massa Pb dalam 25 mL} = \frac{25 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 7,94 \text{ mg/L} = 0.1986 \text{ mg}$$

**LAMPIRAN E. Data Hasil Elektrolisis**

## 1. Data penimbangan katoda pada waktu 2 detik

Pengulangan	Massa katoda sebelum elektrolisis (g)	Massa katoda setelah elektrolisis (g)	Massa endapan (g)	Rata-rata massa endapan (g)
1	4.4171	4.4171	0	
2	4.3253	4.3253	0	$3.33 \times 10^{-5}$
3	4.6433	4.6434	0.0001	

Massa endapan yang melekat pada katoda =  $3.33 \times 10^{-5} \times 1000 \text{ mg} = 0.0333 \text{ mg}$

## 2. Data penimbangan katoda pada waktu 5 detik

Pengulangan	Massa katoda sebelum elektrolisis (g)	Massa katoda setelah elektrolisis (g)	Massa endapan (g)	Rata-rata massa endapan (g)
1	4.3135	4.3139	0.0004	
2	4.4787	4.4791	0.0004	$4.33 \times 10^{-4}$
3	4.3037	4.3042	0.0005	

Massa endapan yang melekat pada katoda =  $4.33 \times 10^{-4} \times 1000 \text{ mg} = 0.4333 \text{ mg}$

## 3. Data penimbangan katoda pada waktu 8 detik

Pengulangan	Massa katoda sebelum elektrolisis (g)	Massa katoda setelah elektrolisis (g)	Massa endapan (g)	rata-rata massa endapan (g)
1	4.4174	4.418	0.0006	
2	4.4792	4.4799	0.0007	$7.33 \times 10^{-4}$
3	4.4329	4.4337	0.0008	

Massa endapan yang melekat pada katoda =  $7.33 \times 10^{-4} \times 1000 \text{ mg} = 0.7333 \text{ mg}$

## 4. Data penimbangan katoda pada waktu 11 detik

Pengulangan	Massa katoda sebelum elektrolisis (g)	Massa katoda setelah elektrolisis (g)	Massa endapan (g)	rata-rata massa endapan (g)
1	4.4017	4.4023	0.0006	
2	4.2935	4.2944	0.0009	$7.66 \times 10^{-4}$
3	4.6253	4.6253	0.0009	

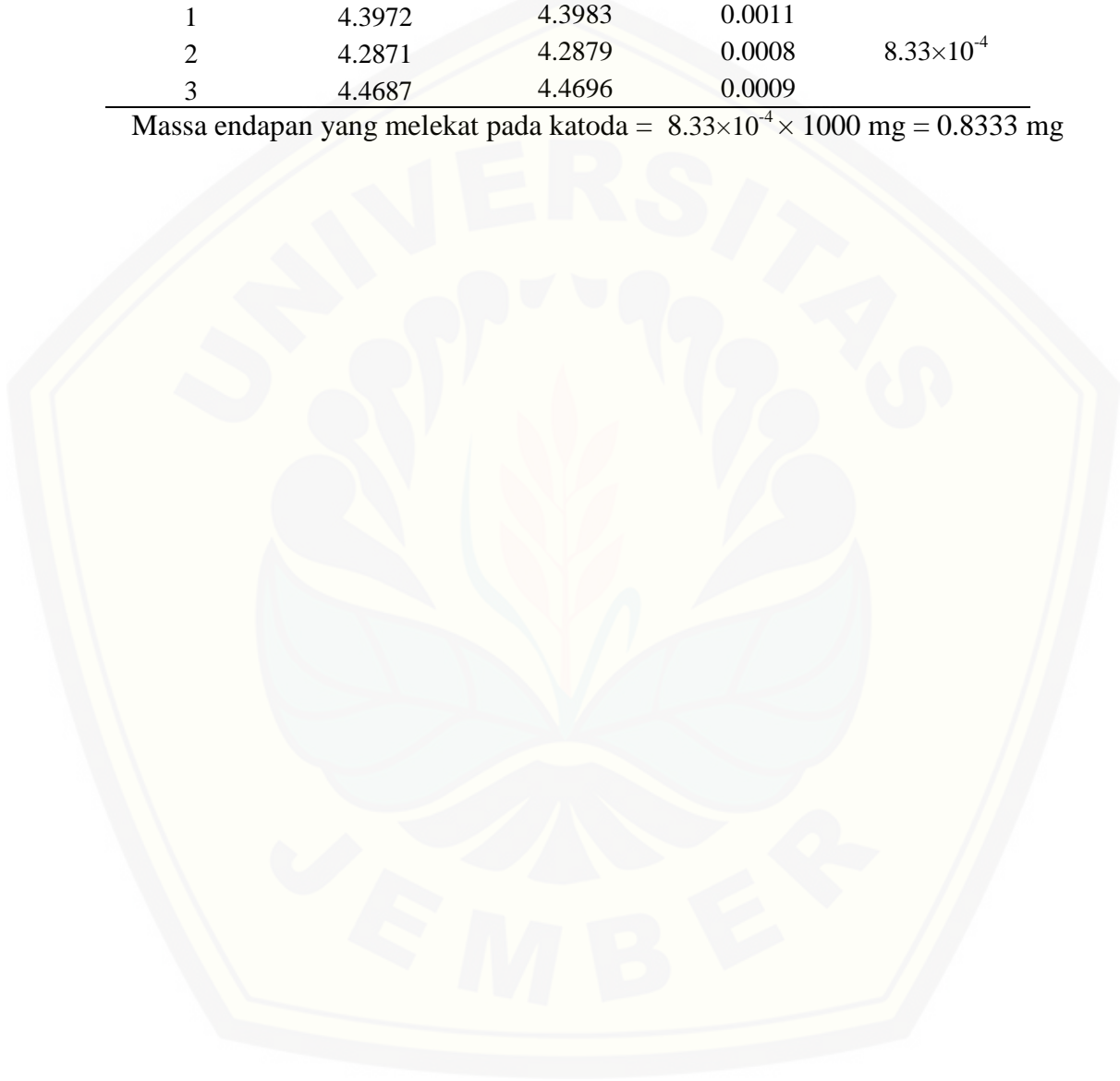
Massa endapan yang melekat pada katoda =  $7.66 \times 10^{-4} \times 1000 \text{ mg} = 0.7666 \text{ mg}$



## 5. Data penimbangan katoda pada waktu 14 detik

Pengulangan	Massa katoda sebelum elektrolisis (g)	Massa katoda setelah elektrolisis (g)	Massa endapan (g)	rata-rata massa endapan (g)
1	4.3972	4.3983	0.0011	
2	4.2871	4.2879	0.0008	$8.33 \times 10^{-4}$
3	4.4687	4.4696	0.0009	

Massa endapan yang melekat pada katoda =  $8.33 \times 10^{-4} \times 1000 \text{ mg} = 0.8333 \text{ mg}$



**LAMPIRAN F. Perbandingan Massa Logam Pb**

Waktu (detik)	m sisa (mg)	m Pb SSA (mg)	m penimbangan (mg)	$\Delta$ m endapan (mg)
2	0.827	0.0233	0.0333	0.0100
5	0.4785	0.3718	0.4333	0.0615
8	0.1936	0.6567	0.7330	0.0763
11	0.1936	0.6567	0.7667	0.1100
14	0.1986	0.6517	0.8333	0.1816

**Keterangan:**

m sisa = massa logam Pb yang tersisa dalam larutan setelah proses elektrolisis

m Pb SSA = massa logam Pb yang menempel pada katoda selama proses elektrolisis (massa awal – massa sisa).

m penimbangan = massa endapan yang menempel pada katoda selama proses elektrolisis

$\Delta$  m endapan = selisih massa penimbangan dan massa SSA

**LAMPIRAN G. Pengukuran Arus**

Pengukuran arus selama elektrolisis

t (detik)	Ulangan	Arus (A)
2	1	0.031
	2	0.033
	3	0.036
5	1	0.035
	2	0.038
	3	0.038
8	1	0.042
	2	0.043
	3	0.048
11	1	0.051
	2	0.044
	3	0.045
14	1	0.041
	2	0.035
	3	0.037

**LAMPIRAN H. Efisiensi**

Berat endapan ( $m_{\text{Penimbangan}}$ ) = 0.7330 mg

Berat endapan hasil analisis ( $m_{\text{SSA}}$ ) = 0.6567 mg

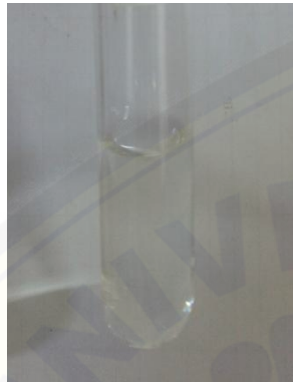
$$\bullet Q_{\text{Aplikasi}} = \frac{m_{\text{Penimbangan}} \times 96500}{\text{Ar Pb}} = \frac{0,7330 \cdot 10^{-3} \times 96500}{207,19} = 0,341 \text{ coulomb}$$

$$\bullet Q_{\text{Teori}} = I_{\text{rata-rata}} \times t_{\text{total}} = 0,039 \times 14 = 0,546 \text{ coulomb}$$

$$\bullet \text{Efisiensi} = \frac{Q_{\text{Aplikasi}}}{Q_{\text{Teori}}} \times 100\% = \frac{0,341}{0,546} \times 100\% = 62,45\%$$

Berdasarkan perhitungan, diperoleh nilai efisiensi elektrolisis logam Pb pada tanaman eceng gondok sebesar 62,45 %.

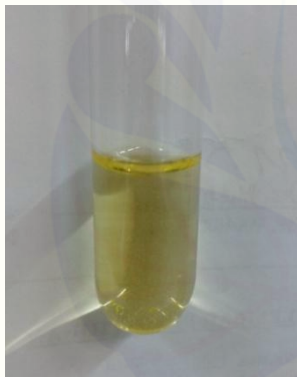
**LAMPIRAN I. Gambar Penelitian**



Larutan sampel



Penambahan reagen HCl 6 M



Penambahan reagen  $K_2CrO_4$  0,1 M



Penambahan reagen KI 0,2 M



Abu eceng gondok



Proses destruksi



Potensiostat AMEL 433WIN7ASC



Proses elektrolisis

