

**STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Pb(II) MELALUI PRESIPITASI
DENGAN POLIAKRILAMIDA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:
AFRAN MARCELINO PRATAMA
NIM. 18036101/ 2018

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**


PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Stabilisasi/Solidifikasi Ion Pb(II) Melalui Presipitasi Dengan
Poliakrilamida
Nama : Afran Marcelino Pratama
NIM : 18036101
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Desember 2022

Mengetahui:

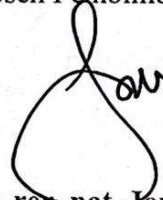
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si
NIP. 19630310 19901 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

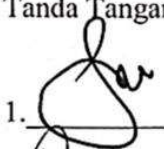


Nama : Afran Marcelino Pratama
NIM : 18036101
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Pb(II) MELALUI PRESIPITASI DENGAN POLIAKRILAMIDA

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 13 Desember 2022

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Rahadian Z, S.Pd, M.Si	2. 
3	Anggota	Prof. Dr. Mawardi, M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Afran Marcelino Pratama

NIM : 18036101

Tempat/Tanggal Lahir : Padang, 29 Juni 1997

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Stabilisasi/Solidifikasi Ion Pb(II) Melalui Presipitasi Dengan Poliakrilamida**

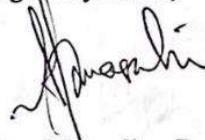
Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 13 Desember 2022

Yang Menyatakan,



Afran Marcelino Pratama

NIM: 18036101

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Pb(II) MELALUI PRESIPITASI DENGAN POLIAKRILAMIDA

AFRAN MARCELINO PRATAMA

ABSTRAK

Pencemaran lingkungan dipicu oleh masuknya bahan berbahaya seperti limbah industri yang mengandung logam berat Pb ke dalam badan air. Logam Pb biasa ditemui dalam bentuk ion Pb(II). Timbal(II) merupakan elemen toksik umum ketiga dalam daftar toksisitas logam berat. Paparan timbal memiliki efek buruk pada fungsi neurologis, biologis, dan kognitif dalam tubuh. Batas maksimum dalam air minum 0,01 mg/L

Stabilisasi/solidifikasi (S/S) dinilai tepat untuk mengatasi cemaran ion Pb(II). Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (U.S EPA) menanggapi S/S sebagai teknologi yang tepat untuk menangani limbah beracun dan berbahaya. Poliakrilamida merupakan agen pengikat dengan sifat rekat dan higroskopisitas yang tinggi serta kelarutan yang baik di dalam air. Poliakrilamida kaya akan gugus anion sehingga mampu mengikat ion Pb(II) yang bermuatan positif.

Penelitian dilakukan dengan membuat variasi konsentrasi poliakrilamida menjadi 500, 1000, 1500, 2000, dan 2500 mg/L. Hasil studi menunjukkan bahwa konsentrasi Pb(II) yang mengalami presipitasi cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi poliakrilamida. Konsentrasi *leaching out* Pb(II) pada endapan memiliki persentase rendah. Karakterisasi endapan dari campuran PAM-Pb(II) menggunakan FTIR terdapat pergeseran puncak serapan pada bilangan gelombang 1554 cm^{-1} . Campuran PAM-Pb(II) yang telah diuji dengan TGA stabil secara termal hingga suhu kalsinasi 900°C.

Kata kunci: Solidifikasi/stabilisasi, ion Pb(II), logam berat, presipitasi, poliakrilamida

STABILIZATION/SOLIDIFICATION OF Pb(II) IONS THROUGH PRECIPITATION WITH POLYACRYLAMIDE

AFRAN MARCELINO PRATAMA

ABSTRACT

Environmental pollution is triggered by the entry of hazardous materials such as industrial waste containing the heavy metal Pb into water bodies. Pb metal is usually found in the form of Pb(II) ions. Lead(II) is the third common toxic element on the list of heavy metal toxicity. Lead exposure has adverse effects on neurological, biological and cognitive functions in the body. The maximum limit in drinking water is 0.01 mg/L

Stabilization/solidification (S/S) is considered appropriate to overcome Pb(II) ion contamination. The United States Environmental Protection Agency (U.S EPA) identified S/S as the right technology for dealing with toxic and hazardous waste. Polyacrylamide is a bonding agent with high adhesive properties and hygroscopicity and good solubility in water. Polyacrylamide is rich in anion groups so that it can bind positively charged Pb(II) ions.

The research was carried out by varying the concentration of polyacrylamide to 500, 1000, 1500, 2000 and 2500 mg/L. The results of the study indicated that the concentration of Pb(II) which experienced precipitation tended to increase with increasing polyacrylamide concentrations. The concentration of leaching out Pb(II) in the precipitate has a low percentage. Characterization of the precipitate from the PAM-Pb(II) mixture using FTIR showed a shift in the absorption peak at wave number 1554 cm^{-1} . The PAM-Pb(II) mixture that has been tested with TGA is thermally stable up to a calcination temperature of 900°C .

Keywords: *Solidification/stabilization, Pb(II) ions, heavy metals, precipitation, polyacrylamide*

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur hanyalah kepada Allah *subhanahu wata'ala* Tuhan Semesta Alam. Atas sebab Kasih Sayang, Rahmat dan Petunjuk-Nya, penulis mampu menyelesaikan sebuah penelitian dengan baik. Sehingga segala informasi dan keterangan dari penelitian tersebut dapat dituangkan dalam karya tulis skripsi berjudul **“Stabilisasi/Solidifikasi Ion Pb(II) Melalui Presipitasi dengan Poliakrilamida”**. Tentunya *Shalawat* serta Salam diucapkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* sebagai figur terbaik dalam menuntut ilmu di bumi Allah yang luas ini.

Selama penelitian hingga pengerjaan skripsi ini, tentu tidak terlepas dari bantuan dan dukungan yang amat banyak, baik materil maupun moril dari berbagai pihak. Maka, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir sekaligus Dosen Pembimbing Akademik;
2. Bapak Prof. Dr. Mawardi, M.Si selaku Dosen Pembahas dan Penguji Skripsi I;
3. Bapak Prof. Dr. Rahadian Z, S.Pd, M.Si selaku Dosen Pembahas dan Penguji Skripsi II;
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia di Departemen Kimia FMIPA UNP;
5. Dosen serta staf akademik maupun non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP yang terlibat dalam kegiatan penelitian ini;
6. Bu Desi, Nadia, Kak Silvi, Kak Bela, Kak Fitri, dan Kak Willy selaku staf PLP di Laboratorium Kimia yang telah amat berjasa dalam penelitian ini;

7. Orang tua penulis selaku *support system* yang telah memberikan segala hal baik moril maupun materil yang amat sulit diungkapkan dengan perkataan;
8. Elfitri, Geni, Anggun, dan Sesria selaku partner seperjuangan dan sepembimbingan selama jalannya penelitian dari awal hingga usai;
9. Teman-teman kimia angkatan 2018 dan sahabat di luar kampus selaku *support system* yang terlibat dalam semua rangkaian kegiatan penelitian yang tidak dapat disebutkan satu persatu;
10. Serta pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berkontribusi banyak dalam kegiatan penelitian dan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini tentunya telah dilakukan semaksimal mungkin. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Padang, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Timbal (Pb)	6
1. Logam Pb di Lingkungan	6
2. Dampak Logam Pb Bagi Kesehatan Manusia	7
B. Metode Stabilisasi/Solidifikasi.....	8
C. <i>Leaching Out</i>	10
D. Poliakrilamida	11
E. Karakterisasi.....	13
1. FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	13
2. AAS (<i>Atomic Absorption Spectrometry</i>).....	14
3. TGA (<i>Thermo Gravimetric Analyzer</i>).....	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Variabel Penelitian.....	16
C. Alat dan Bahan.....	16
D. Prosedur Penelitian.....	17
1. Preparasi Bahan.....	17
2. Pencampuran Pb(II) dengan Larutan Poliakrilamida	18
3. Pengujian <i>Leaching Out</i> Konsentrasi Ion Pb(II)	18
4. Pengujian dan Karakterisasi Hasil Reaksi Pb(II) dengan Poliakrilamida	18

E. Desain Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
A. Persentase Pb(II) yang Mengalami Presipitasi oleh Poliakrilamida	20
B. Konsentrasi <i>Leaching Out</i> Ion Pb(II) pada Endapan	21
C. Karakterisasi Endapan.....	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
A. Kesimpulan	27
B. Saran.....	27
KEPUSTAKAAN.....	28
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur poliakrilamida anion	11
Gambar 2. Skema Instrument FTIR.....	14
Gambar 3. Skema Instrument AAS.....	14
Gambar 4. Skema Instrument TGA	15
Gambar 5. Grafik persentase Pb(II) yang mengalami presipitasi	20
Gambar 6. <i>Leaching out</i> ion Pb(II) dari poliakrilamida.....	22
Gambar 7. Spektrum IR PAM murni dan endapan PAM-Pb(II)	24
Gambar 8. Termogram TGA endapan PAM-Pb(II).....	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Konsentrasi Pb(II) yang mengalami presipitasi	20
Tabel 2. Persentase <i>leaching out</i> ion Pb(II)	21
Tabel 3. Perhitungan Pb(II) yang mengalami presipitasi oleh Poliakrilamida	37
Tabel 4. Perhitungan konsentrasi <i>leaching out</i> ion Pb(II).....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Penelitian.....	33
Lampiran 2. Perhitungan.....	36
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	39

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan dipicu oleh masuknya bahan berbahaya seperti limbah industri ke dalam badan air (Ukaogo dkk., 2020). Limbah tersebut mengandung logam berat. Logam berat merupakan komponen utama dari polutan anorganik yang telah mencemari air secara luas (Gu dkk., 2019). Logam berat berpotensi toksik, tidak dapat terurai, dan dapat terbioakumulasi (Chheang dkk., 2021). Diantara logam berat yang berbahaya adalah Pb, As, Cd, dan Hg (Rai dkk., 2019). Logam-logam tersebut dilepaskan ke lingkungan melalui aktifitas industri. Logam Pb (timbal) salah satunya, didistribusikan ke lingkungan melalui industri baterai timbal, kertas, kaca, dan industri pemolesan (Xia dkk., 2022). Logam tersebut biasanya dilepaskan ke dalam tanah, air tanah, dan air permukaan dalam bentuk timbal ionik (Wuana dan Okieimen, 2011).

Sebuah riset pernah dilakukan pada limbah cair hasil aktifitas industri cetak yang berlokasi di pinggiran Kota Padang. Industri tersebut diketahui langsung membuang limbah cairnya ke saluran menuju sungai. Sehingga aliran sungai teridentifikasi mengandung ion Pb(II) yang berasal dari penggunaan tinta berupa garam logam Pb dari aktifitas industri tersebut (Ihsan, Edwin, dkk., 2017). Terdapat korelasi pada sebuah penelitian yang dilakukan pada ikan mas (*Cyprinus carpio L.*). Biota tersebut hidup di sepanjang aliran sungai yang langsung terhubung ke industri percetakan Kota Padang. Hasilnya terjadi peningkatan kandungan logam Pb di dalam insang dan daging ikan mas yang sebanding dengan peningkatan konsentrasi logam pada limbah cair industri tersebut. Sehingga ikan mas mengalami penurunan laju pertumbuhan dengan efek akut

yang ditimbulkan yaitu masa hidup yang singkat. Secara tidak langsung menginformasikan bahwa logam Pb memiliki mobilitas tinggi dalam air, terbioakumulasi dan tidak dapat terurai dalam tubuh makhluk hidup (Ihsan, Regia, dkk., 2017).

Timbal merupakan elemen toksik umum ketiga dalam daftar toksisitas logam berat. *World Health Organization* (WHO) menetapkan bahwa timbal merupakan salah satu dari 10 bahan kimia penyebab masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Batas yang diizinkan untuk timbal dalam air minum adalah 0,01 mg/L (Yin dkk., 2018). Paparan timbal memiliki efek buruk pada fungsi neurologis, biologis, dan kognitif dalam tubuh (Balali-Mood dkk., 2021). Timbal yang terakumulasi dalam otak, dapat menyebabkan keracunan (plumbisme) atau bahkan kematian (Wuana dan Okieimen, 2011). Oleh sebab itu, pentingnya dilakukan upaya untuk menanggulangi cemaran logam tersebut.

Stabilisasi/solidifikasi (S/S) dinilai sebagai metode yang tepat untuk mengatasi persoalan ini. Dikarenakan telah tercakup beberapa metode umum di dalam prosesnya, seperti pengendapan logam pada permukaan padat (presipitasi) serta pembentukan kompleks ligan-logam berat yang stabil (Fijałkowska dkk., 2020). Secara umum, stabilisasi yaitu mengubah sifat fisik dan kimia limbah. Sedangkan solidifikasi yaitu pencampuran aditif ke dalam limbah untuk meningkatkan sifat fisiknya agar mudah ditangani (Singh dan Budarayavalasa, 2021). Metode tersebut relatif cepat, ekonomis dan nyaman. Bahkan, Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (U.S EPA) menganggap S/S sebagai teknologi terbaik untuk menangani limbah beracun dan berbahaya (B3) (J. S. Li dkk., 2014).

Dalam pengaplikasiannya, metode stabilisasi/solidifikasi melalui proses presipitasi memerlukan agen pengikat untuk mengendapkan kation logam. Agen pengikat yang umum digunakan yaitu reagen kimia seperti hidroksida atau sulfida. Penggunaan hidroksida memang relatif sederhana dengan biaya implementasi yang rendah. Namun keterbatasannya terdapat pada proses presipitasi dimana logam yang diendapkan dapat kembali ke dalam limbah. Sementara penggunaan sulfida menghasilkan emisi hidrogen sulfida beracun selama proses presipitasi berlangsung. Keterbatasan tersebut menjadi alasan perlunya dicari agen pengikat baru dan efektif untuk meningkatkan teknik presipitasi ion logam berat (Pohl, 2020).

Poliakrilamida memiliki beberapa keunggulan seperti biaya sumber yang rendah dan juga sifat toksisitasnya yang rendah. Poliakrilamida biasa diaplikasikan dalam biomedis sehingga tentu aman digunakan (Gyles dkk., 2020). Poliakrilamida memiliki sifat rekat serta higroskopisitas yang tinggi atau larut baik di dalam air. Polimer yang kaya akan gugus anionnya ini memiliki kemampuan mengikat ion logam berat yang bermuatan positif (Zheng dkk., 2013). Sehingga poliakrilamida dianggap tepat sebagai agen pengikat yang digunakan untuk mengimobilisasi ion Pb(II).

Dari penjabaran tersebut di atas, pentingnya dilakukan penelitian mengenai imobilisasi ion Pb(II) menggunakan agen pengikat poliakrilamida. Ion Pb(II) yang diimobilisasi berasal dari larutan $Pb(NO_3)_2$. Sedangkan konsentrasi poliakrilamida divariasikan untuk mengetahui konsentrasi Pb(II) yang mengalami presipitasi oleh poliakrilamida. Interaksi PAM dengan Pb(II) pada presipitat yang dihasilkan, dikarakterisasi menggunakan beberapa instrumen.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Kegiatan industri menghasilkan limbah cair yang mengandung ion logam berat Pb(II) dengan kemampuan mobilitas dan kelarutan yang tinggi dalam air, sehingga dapat mengancam lingkungan terutama kesehatan manusia;
2. Variasi konsentrasi poliakrilamida mempengaruhi kemampuan poliakrilamida mengikat ion Pb(II).

C. Batasan Masalah

Dari latar belakang di atas, dapat dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi poliakrilamida yaitu 500; 1000; 1500; 2000; dan 2500 mg/L;
2. Interaksi antara ion Pb(II) dengan poliakrilamida diamati menggunakan instrumen FTIR, AAS, dan TGA.

D. Rumusan Masalah

Mengacu pada batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai konsentrasi ion Pb(II) yang mengalami presipitasi oleh poliakrilamida?
2. Bagaimana interaksi yang terjadi antara ion Pb(II) dengan poliakrilamida pada presipitat yang terbentuk dari hasil reaksi keduanya?

3. Bagaimana pola *leaching out* ion Pb(II) pada presipitat yang terbentuk dari pencampuran larutan yang mengandung ion Pb(II) dengan larutan poliakrilamida?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu menjelaskan nilai konsentrasi ion Pb(II) yang mengalami presipitasi oleh poliakrilamida;
2. Mampu menjelaskan interaksi yang terjadi antara ion Pb(II) dengan poliakrilamida pada presipitat yang terbentuk dari hasil reaksi keduanya;
3. Mampu menjelaskan pola *leaching out* ion Pb(II) pada presipitat yang terbentuk dari pencampuran larutan yang mengandung ion Pb(II) dengan larutan poliakrilamida.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka manfaat yang diharapkan adalah mengetahui nilai konsentrasi ion Pb(II) yang mengalami presipitasi oleh poliakrilamida, mengetahui interaksi yang terjadi antara ion Pb(II) dengan poliakrilamida pada presipitat yang terbentuk dari hasil reaksi keduanya, dan mengetahui pola konsentrasi *leaching out* ion Pb(II) pada presipitat yang terbentuk dari pencampuran larutan yang mengandung ion Pb(II) dengan larutan poliakrilamida.