

**STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cd^{2+} MENGGUNAKAN CAMPURAN
TANAH LIAT (CLAY) DAN POLIAKRILAMIDA**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



ELFITRI RAMADANI

NIM. 18036116/2018

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

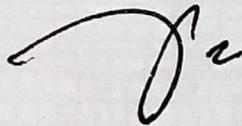
2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Stabilisasi/Solidifikasi Ion Cd^{2+} menggunakan Campuran Tanah
Liat (*Clay*) dan Poliakrilamida
Nama : Elfitri Ramadani
NIM : 18036116
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

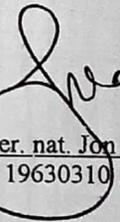
Padang, Desember 2022

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 199001 1 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

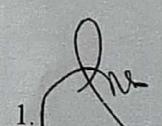
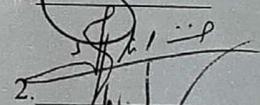
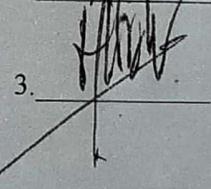
Nama : Elfitri Ramadani
TM/NIM : 2018/18036116
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cd^{2+} MENGGUNAKAN CAMPURAN TANAH LIAT (*Clay*) DAN POLIAKRILAMIDA

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Desember 2022

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si	1. 
2	Anggota	Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D	2. 
3	Anggota	Dr. Hardeli, M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Elfitri Ramadani

NIM : 18036116

Tempat/Tanggal Lahir : Sungai Talang, 19 Desember 2000

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

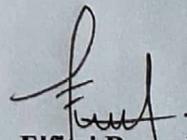
Judul Skripsi : Stabilisasi/Solidifikasi Ion Cd^{2+} menggunakan Campuran Poliakrilamida dan Tanah Liat (*Clay*)

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, Desember 2022
Yang Menyatakan



Elfitri Ramadani
NIM : 18036116

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cd^{2+} MENGGUNAKAN CAMPURAN TANAH LIAT (CLAY) DAN POLIAKRILAMIDA

Elfitri Ramadani

ABSTRAK

Peningkatan populasi di dunia dengan aktivitas industri yang tinggi telah menghasilkan zat yang mengandung logam beracun yang dikenal dengan logam berat. Salah satu metode untuk menghilangkan komponen berbahaya atau melumpuhkan logam berat tersebut adalah Stabilisasi/solidifikasi. Stabilisasi/solidifikasi (S/S) bertujuan untuk melumpuhkan kandungan racun dalam limbah B3 untuk mencegah leaching dari limbah setelah dibuang. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk melihat interaksi variasi komposisi Tanah Liat (Clay) dengan poliakrilamida pada Stabilisasi/Solidifikasi logam Cd(II) dan melihat sifat leaching out logam Cd(II) dalam campuran PAM-Tanah Liat (Clay) serta mengetahui Kuat Tekan dari campuran PAM-Cd-Clay. Instrument yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin Compressive Strength, FTIR dan AAS. Mesin Compressive strength berguna untuk melihat kuat tekan dari setiap variasi, hasil kuat tekan cetakan campuran PAM-Clay-Cd pada berbagai perbandingan berkisar antara 0,5 MPa – 1,3 MPa. Pada spectrum yang dihasilkan oleh FTIR terdapat interaksi pada masing-masing variasi yaitu adanya ikatan Si-O-Si dan Si-O-Al, kemudian terjadi pergeseran bilangan gelombang pada ikatan C=O serta terjadi interaksi Cd-O. Pada hasil *leaching out* campuran PAM-Clay-Cd pada berbagai perbandingan berkisar antara 0,01% - 0,13%.

Kata Kunci : *Stabilisasi/Solidifikasi, Poliakrilamida, Tanah Liat (clay), Cd(II)*

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cd²⁺ DENGAN CAMPURAN TANAH LIAT (CLAY) DAN POLIAKRILAMIDA

Elfitri Ramadani

Abstract

The increasing population in the world with high industrial activity has produced substances containing toxic metals known as heavy metals. One of the methods to remove the harmful components or immobilize these heavy metals is stabilization/solidification. Stabilization/solidification (S/S) aims to immobilize the toxic content in B3 waste to prevent leaching of the waste after it is disposed of. The objective of this research is to observe the interaction of variations in the composition of Clay (Clay) with polyacrylamide in the Stabilization/Solidification of Cd(II) metal. and looking at the leaching out properties of Cd(II) metal in the PAM-Clay mixture and knowing the compressive strength of the PAM-Cd-Clay mixture. The instruments used in this study were Compressive Strength, FTIR and AAS machines. Compressive strength machine is used to see the compressive strength of each variation, the results of the compressive strength of the PAM-Clay-Cd mixture in various comparisons range from 0.5 MPa – 1.3 MPa. In the spectrum produced by FTIR, there are interactions in each variation, namely the presence of Si-O-Si and Si-O-Al bonds, then a shift in wave numbers occurs in the C=O bond and Cd-O interactions occur. The results of leaching out the PAM-Clay-Cd mixture at various ratios ranged from 0.01% - 0.13%.

Keywords : *Stabilization/Solidification, Polyacrylamide, Clay, Cd(II)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya teruntuk Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Stabilisasi/Solidifikasi Ion Cd^{2+} menggunakan campuran Tanah Liat (*Clay*) dan Poliakrilamida”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan mata kuliah Skripsi pada program studi Kimia (NK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan Skripsi tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan, dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D., sebagai Ketua Jurusan Kimia sekaligus Ketua Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Dr. rer.nat. Jon Efendi, M.Si., sebagai pembimbing sekaligus Penasihat Akademik.
3. Bapak Hardeli, M.Si dan Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D sebagai Dosen pembahas.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Orang Tua penulis yang telah meridhoi dan mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman – teman satu tim penelitian yaitu Anggun, Geni, Sesria dan Afran yang selalu berbagi informasi penelitian.

7. Teman – teman jurusan Kimia angkatan 2018 yang telah memberikan semangat dan masukan kepada penulis selama pembuatan proposal penelitian.
8. Semua pihak terkait yang telah ikut berkontribusi dalam proposal penelitian ini.

Penulis sadar bahwasanya Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan kerendahan hati penulis berharap akan masukan, kritikan dan saran yang membangun semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih

Padang, Desember 2022

Elfitri Ramadani

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I.....	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.....	6
A. Logam Kadmium (Cd).....	6
B. Metode Stabilisasi/Solidifikasi (S/S)	7
C. Poliakrilamid.....	9
D. Tanah liat (Clay)	10
E. Instrumentasi.....	12
BAB III.....	15
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17
B. Variable Penelitian	17
C. Alat dan Bahan	17
D. Prosedur Penelitian.....	18
BAB IV.....	20
A. Kuat Tekan (Compressive Strength).....	22
B. Leaching Out	23
C. FTIR.....	25
BAB V.....	30

A. Kesimpulan.....	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Anionik Poliakrilamida	10
Gambar 2. Struktur Tanah liat.....	11
Gambar 3. Skema FTIR	13
Gambar 4. Skema AAS	15
Gambar 5. Compressive Strength Machine	16
Gambar 6. Grafik Kuat Tekan (Compressive Strength).....	22
Gambar 7. Grafik Leaching Out.....	23
Gambar 8. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:1.....	24
Gambar 9. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:2.....	25
Gambar 10. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:3.....	26
Gambar 11. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:4.....	27
Gambar 12. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:5.....	28
Gambar 13. Spektrum a) Poliakrilamid b) Cd+clay c) PAM-Cd-clay 1:6.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Tanah Liat.....	12
Table 2. Hasil <i>Leaching out</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Preparasi Tanah Liat (<i>Clay</i>).....	37
Lampiran 2. Campuran Poliakrilamid- <i>clay</i> -CdCl ₂ .H ₂ O.....	38
Lampiran 3. Uji kuat tekan.....	40
Lampiran 4. Uji karakteristik campuran Poliakrilamid- <i>clay</i> -Cd.....	40
Lampiran 5. <i>Leaching Out</i>	41
Lampiran 6. Perhitungan pembuatan larutan CdCl ₂ .H ₂ O 0,12 mol serta massa poliakrilamid dan tanah liat (<i>Clay</i>)	41
Lampiran 7. Konsentrasi awal campuran Poliakrilamid-Clay-Cd	45
Lampiran 8. Perhitungan konsentrasi ion logam Cd ²⁺ yang terlepas ke pelarut (<i>Leaching out</i>)	59
Lampiran 9. Persentase konsentrasi ion logam Cd yang lepas (<i>% Leaching Out</i>)	61
Lampiran 10. Hasil uji kuat tekan	63
Lampiran 11. Gambar prosedur kerja	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan populasi di dunia dengan aktivitas industri yang tinggi telah menghasilkan limbah domestik, kota, dan industri dalam jumlah besar. Limbah ini menghasilkan zat yang mengandung logam beracun yang dikenal dengan logam berat (Sari et al., 2019). Logam berat diklasifikasikan sebagai logam yang terjadi secara alami di kerak bumi dan menunjukkan massa jenis lebih dari 5 g/cm (El-kady & Abdel-wahhab, 2018). Logam tersebut termasuk timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), seng (Zn) dan zat gizi mikro (misalnya besi (Fe), tembaga (Cu) dan nikel (Ni)) (Awokunmi et al., 2013). Tingginya keberadaan logam berat di lingkungan muncul dari kegiatan antropogenik termasuk pertambangan, pengecatan, baterai, limbah kota, sisa logam, oli motor, aplikasi pestisida, herbisida dan pupuk (Amerh et al., 2020).

Cd merupakan logam berat yang bersifat ekotoksik dan mempengaruhi semua fungsi biologis pada tumbuhan, hewan, dan manusia (Suhani et al., 2021). Misalnya, pada manusia dapat mengubah fungsi normal ginjal (Amerh et al., 2020). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan batas maksimum untuk logam berat Cd adalah 0,003 ppm. Lebih dari batas tersebut dalam perairan, maka menunjukkan tingkat toksisitas yang tinggi bagi manusia dan hewan. Pencemaran air oleh logam berat yang dikeluarkan dari industri menyebabkan masalah yang serius karena sifatnya yang tidak dapat terurai, dan bersifat bioakumulatif (Agasti, 2021). Selain itu air yang tercemar logam berat dapat diserap oleh tanaman penghasil makanan. Paparan kontaminan lingkungan dari

makanan sehari-hari merupakan masalah bagi segala usia. Namun, anak-anak lebih rentan karena mereka mengonsumsi lebih banyak makanan dengan berat badan dan sistem saraf mereka yang masih berkembang. Pada orang dewasa, kadmium diketahui terakumulasi dalam organ dari waktu ke waktu yang menyebabkan disfungsi ginjal dan penurunan kepadatan mineral tulang di antara efek samping lainnya (Flannery et al., 2022) (Brenna, et al. 2022). Adapun efek samping lainnya yaitu menyebabkan kerusakan pada saraf, paru-paru, dan organ lain pada manusia (Agasti, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir sejumlah metode telah dieksplorasi untuk menghilangkan logam berat dari air termasuk pertukaran ion, filtrasi membran, pengendapan kimia, teknologi perawatan elektrokimia, adsorpsi dan stabilisasi/solidifikasi (Piekkari et al., 2020) (Kobielska et al., 2017). Salah satu metode yang efektif untuk penanganan limbah logam berat adalah Stabilisasi/solidifikasi. Stabilisasi/solidifikasi bertujuan untuk mengubah bahan yang terkontaminasi menjadi bentuk kimia yang lebih stabil. Metode ini memerlukan penambahan bahan pengikat (misalnya semen Portland, kapur, kaolin, dll.) untuk memperbaiki (secara kimia) atau membungkus (secara fisik) kontaminan dalam bahan yang diolah (Ra et al., 2019).

Semen Portland (PC) merupakan bahan pengikat paling populer yang digunakan dalam studi sebelumnya (Feng et al., 2020). S/S berbasis semen telah banyak digunakan dalam 30 tahun terakhir (Osvalda Senneca. 2020) Namun, manufaktur PC mengonsumsi energi dalam jumlah besar dan memancarkan gas rumah kaca yang tinggi. Dilaporkan bahwa industri PC menyumbang 15%

dari total konsumsi energi di sektor industri dan berkontribusi sebanyak 5% hingga 10% dari antropogenik emisi global CO₂ (Feng et al., 2020).

Tanah liat sering digunakan untuk mengolah limbah, karena memiliki kemampuan mengikat air dan membentuk padatan. Selain itu Tanah liat (*clay*) juga digunakan untuk mengadsorpsi logam karena mampu menghubungkan anion atau kation melalui pertukaran ion atau adsorpsi (Ra et al., 2019). Untuk meningkatkan kemampuan tanah liat (*clay*) menyerap logam maka perlu ditambahkan polimer organik yang berfungsi sebagai pembesar pori-pori (Uddin, 2017). Anionik Poliakrilamida (APAM) merupakan polimer yang banyak digunakan dalam pengolahan air. APAM ini memiliki keunggulan yaitu berat molekul tinggi dan kinerja flokulasi yang bisa diterima. Gugus kimia anionik dalam APAM mampu menetralkan muatan positif partikel koloid dalam air limbah dan menyebabkannya hancur, beragregasi dan mengendap (Zhang et al., 2018).

Pada penelitian sebelumnya imobilisasi ion Cd²⁺ dilakukan dengan menggunakan binder *Clay* dan CaO dengan variasi suhu 105°C, 200°C, 400°C, 600°C, dan 750°C yang menunjukkan hasil pola leaching test menurun seiring dengan naiknya suhu pembakaran. Jadi, semakin tinggi suhu pembakaran maka semakin kecil kemungkinan ion logam Cd²⁺ lepas ke lingkungan (Wahyuni.2021).

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat memberikan informasi tentang interaksi logam Cd(II) dengan campuran Tanah liat (*clay*) dan Poliakrilamid. Dengan demikian diharapkan terjadinya interaksi logam Cd(II) dengan campuran tanah liat (*clay*) dan Poliakrilamid.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Logam berat Cd(II) banyak terkandung dalam limbah industri yang berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan.
2. Kegiatan antropogenik memicu tingginya keberadaan logam berat di lingkungan.
3. Belum ditemukan metode yang tepat untuk penanggulangan limbah logam berat di lingkungan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, maka dapat dilakukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Tanah liat (*clay*) yang digunakan berasal dari daerah Lubuk Alung, Padang Pariaman, Sumatera Barat.
2. Campuran Tanah liat (*clay*), poliakrilamid dan logam Cd(II) dilakukan berdasarkan variasi komposisi Tanah liat (*clay*) 123,84 g, 247,68 g, 371,52 g, 495,36 g, 619,2 g dan 1,238 g.
3. Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi campuran Tanah liat (*clay*), poliakrilamid dan logam berat adalah Compressive Strength, FTIR dan AAS.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan di atas, maka dapat dituliskan rumusan masalah berikut

1. Bagaimana interaksi logam Cd(II) dengan campuran Poliakrilamid dan tanah liat (*clay*)?

2. Bagaimana sifat leaching out pada larutan yang mengandung logam Cd(II) dengan campuran Poliakrilamid dan tanah liat (*clay*)?
3. Bagaimana sifat kuat tekan pada campuran logam Cd(II) dengan Tanah liat dan Poliakrilamid?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu menjelaskan interaksi logam Cd(II) dengan campuran Poliakrilamid dan tanah liat (*clay*).
2. Mampu menjelaskan sifat leaching out logam Cd(II) dalam campuran Poliakrilamid dan tanah liat (*clay*).
3. Mampu menjelaskan sifat kuat tekan pada campuran logam Cd(II) dengan Tanah liat dan Poliakrilamid

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah dapat mengetahui interaksi dan *leaching out* logam Cd(II) dengan campuran Tanah liat (*Clay*) dan poliakrilamid serta dapat mengetahui sifat kuat tekan campuran Tanah liat (*Clay*) dengan Poliakrilamid dan logam Cd(II).