

**STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cr³⁺ MENGGUNAKAN
CAMPURAN POLIAKRILAMIDA DAN TANAH LIAT (CLAY)**



Oleh:
GENI YULIANDA
NIM. 18036123/2018

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

2022

**STABILISASI/SOLIDIKASI ION Cr^{3+} MENGGUNAKAN
CAMPURAN POLIAKRILAMIDA DAN TANAH LIAT (CLAY)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

**GENI YULIANDA
NIM. 18036123/2018**

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

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cr^{3+} MENGGUNAKAN CAMPURAN POLIAKRILAMIDA DAN TANAH LIAT (CLAY)

Nama : Geni Yulianda
NIM : 18036123
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 1001

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si
NIP. 19630310 199001 1002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


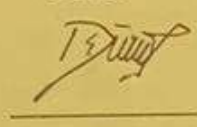

Nama : Geni Yulianda
NIM : 18036123
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cr^{3+} MENGGUNAKAN CAMPURAN POLIAKRILAMIDA DAN TANAH LIAT (CLAY)

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

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si	
Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	
Anggota	Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D	

SURAT PERNYATAAN

Nama : Geni Yulianda
NIM : 18036123
Tempat/Tanggal Lahir : Katapiang/ 31 Juli 1999
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Stabilisasi/Solidifikasi Ion Cr³⁺ Menggunakan Campuran Poliakrilamida dan Tanah Liat (Clay)**

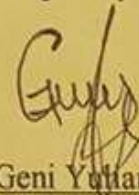
Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan 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 daftar pustaka.
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



Geni Yulianda
NIM : 18036123

STABILISASI/SOLIDIFIKASI ION Cr^{3+} MENGGUNAKAN CAMPURAN POLIAKRILAMIDA DAN TANAH LIAT (*CLAY*)

GENI YULIANDA

ABSTRAK

Logam berat merupakan polutan yang terkandung dalam limbah industri. Dengan batas konsentrasi tertentu, logam berat menimbulkan ancaman bagi lingkungan dan berbahaya bagi manusia. Oleh sebab itu, diperlukan metode yang bisa menangani sifat toksik dari limbah logam berat dengan mengetahui sifat *leaching out* logam kromium trivalent dengan campuran tanah liat dan poliakrilamida.

Metode remediasi yang memiliki efisiensi tinggi terhadap tanah yang terkontaminasi logam berat dan hemat biaya yaitu dengan metode stabilisasi/solidifikasi (S/S). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui S/S pada campuran clay-poliakrilamida terhadap interaksi ion Cr^{3+} . Interaksi ini dapat dilihat dari instrument *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) untuk mengetahui sifat *leaching out* dari campuran clay-PAM-logam kromium dan instrument *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui interaksi antara sampel serta uji kuat tekan pada bata campuran clay-PAM-logam kromium untuk mengetahui kekerasan pada bata.

Pengujian kuat tekan pada variasi 1:3 memiliki nilai kuat tekan yang tinggi yaitu 0,8 mPa sedangkan yang rendah pada variasi 1:5 dengan nilai 0,4 mPa. Karakterisasi pada instrument FTIR menandakan adanya gugus Si-O-Si dan Si-O-Al pada bilangan gelombang 998 cm^{-1} dan 908 cm^{-1} . Terlihat puncak 530 cm^{-1} dan gugus C=O yang merupakan dari amida pada bilangan gelombang 1640 cm^{-1} . Hasil AAS pada sampel menunjukkan persentase *leaching out* terbesar yaitu 0,02% pada variasi 1:6 dan terendah yaitu 0,001% pada variasi 1:2.

Kata kunci : Solidifikasi/stabilisasi, Logam Kromium, Poliakrilamida, Tanah Liat

**STABILIZATION/SOLIDIFICATION OF IONS Cr^{3+} USING MIXTURE A
POLYACRYLAMIDE AND CLAY**

GENI YULIANDA

ABSTRACT

Heavy metals are pollutants contained in industrial waste. With certain concentration limits, heavy metals pose a threat to the environment and are harmful to humans. Therefore, we need a method that can handle toxic heavy metal waste by knowing the leaching out properties of trivalent chromium metal with a mixture of clay and polyacrylamide.

The remediation method that has high efficiency on soil contaminated with heavy metals and is cost-effective is the stabilization/solidification (S/S) method. This study aims to determine the S/S of the clay-polyacrylamide mixture on the interaction of ions Cr^{3+} . This interaction can be seen from the Atomic Absorption Spectrometry (AAS) instrument to determine the leaching properties of the clay-PAM-chromium metal mixture and the Fourier Transform Infra Red (FTIR) instrument to determine the interaction between the samples and the compressive strength test on the clay-PAM-metal chromium to find hardness in bricks.

The compressive strength test at variation 1:3 has a high compressive strength value of 0.8 mPa while the low at variation 1:5 with a value of 0.4 mPa. Characterization of the FTIR instrument indicated the presence of Si-O-Si and Si-O-Al groups at wave numbers 998 cm^{-1} and 908 cm^{-1} . The peaks of 530 cm^{-1} and C=O groups from amide at the wave number of 1640 cm^{-1} . The results of AAS on the sample showed the largest percentage of leaching out was 0.02% in the 1:6 variation and the lowest was 0.001% in the 1:2 variation.

Keywords : Solidification/stabilization, Chromium Metal, Polyacrylamide, Clay

KATA PENGATAR

Puji dan syukur kehadiran ALLAH SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Stabilisasi/Solidifikasi Ion Cr^{3+} Menggunakan Campuran Poliakrilamida dan Tanah Liat (*Clay*)”**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi dan melengkapi persyaratan mata kuliah Seminar Hasil pada program studi Kimia (NK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan, petunjuk, arahan, masukan dan dukungan dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si selaku dosen pembimbing
2. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si selaku dosen pembahas I
3. Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas II
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia sekaligus Kepala Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Kedua Orang Tua tercinta atas segala motivasi, dukungan serta memberikan bantuan moril maupun materil.
6. Teman-teman tercinta yang satu tim penelitian yaitu Atik, Anggun, Sesria, Afran yang selalu berbagi informasi dalam menyelesaikan skripsi.
7. Laboran di Laboratorium Kimia, FMIPA UNP yang telah membantu peneliti dalam memperoleh data-data untuk penelitian ini.

8. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberi support dan doa dalam pembuatan skripsi.
9. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi.

Semoga bimbingan yang telah Bapak dan Ibu berikan dapat menjadi amal kebaikan dan memperoleh balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Untuk kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan masukan dan saran dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Logam Kromium (Cr)	7
B. Metode Solidifikasi/Stabilisasi (S/S)	8
C. Poliakrilamida (PAM)	10
D. Tanah liat (<i>Clay</i>)	11
E. Destruksi.....	13
F. Karakterisasi	14
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
B. Variabel Penelitian	19
C. Alat dan Bahan.....	19

D. Metode Penelitian.....	19
E. Desain Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
A. Pengujian kuat tekan	24
B. <i>Leaching Out Test</i>	25
C. Interaksi Logam Cr(III) dengan Poliakrilamida dan Tanah Liat (<i>Clay</i>)	26
BAB V PENUTUP	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. Struktur PAM	10
Gambar 3. Struktur Kaolinit	12
Gambar 4. Alat FT-IR	15
Gambar 5. Skema AAS	16
Gambar 6. Skema kuat tekan	17
Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Bata	24
Gambar 8. Grafik Hasil Leaching Out Ion Cr(III)	25
Gambar 9. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam Cr 1:1	27
Gambar 10. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam 1:2	28
Gambar 11. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam 1:3	29
Gambar 12. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam 1:4	30
Gambar 13. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam 1:5	31
Gambar 14. Spektrum FTIR (a) PAM (b) <i>clay</i> (c) PAM- <i>clay</i> -Logam 1:6	32

DAFTAR LAMPIRAN

1. Preparasi sampel	39
2. Campuran logam-clay-PAM	40
3. Uji <i>Leaching Out</i>	42
4. Karakterisasi	43
5. Perhitungan Pembuatan Larutan dan Massa Clay serta Massa PAM	44
6. Perhitungan Nilai Kuat Tekan	47
7. Perhitungan Konsentrasi Awal Sampel dari Hasil Destruksi	50
8. Perhitungan ion Cr^{3+} yang Terlepas ke Pelarut	63
9. Persentase Konsentrasi <i>Leaching Out</i>	65
10. Perhitungan Konsentrasi Terikat <i>Leaching Out</i>	67
11. Gambar Prosedur Kerja	70

DAFTAR TABEL

1. Nilai Kuat Tekan.....	24
2. Data Hasil <i>Leaching Out</i> menggunakan AAS.....	25

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Isu lingkungan akibat globalisasi dan industrialisasi yang cepat menjadi pusat perhatian terhadap peningkatan produksi limbah yang merupakan zat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan (Gunatilake, 2015). Menurut (Fu & Wang, 2011), Perkembangan dan peningkatan industri seperti aktivitas pertambangan, aktivitas pelapisan logam, industri pupuk, baterai, serta industri kertas menghasilkan air limbah yang mengandung logam berat. Produksi limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut biasanya di buang secara langsung ataupun tidak langsung ke lingkungan. Kegiatan industrilisasi menghasilkan limbah logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia apabila melebihi batas yang telah ditentukan.

Logam merupakan polutan yang terkandung dalam air limbah dari industri. Ion logam berat menimbulkan ancaman lingkungan karena sifatnya yang kumulatif, toksik, dan tidak dapat terurai secara hayati. Dengan batas konsentrasi tertentu, logam berat berbahaya bagi manusia, menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan, kardiovaskular dan ginjal serta sistem saraf perifer dan pusat. Toksisitas logam berat yang dihasilkan menyebabkan penghambatan enzim atau modifikasi struktur protein dan menyebabkan disfungsi seluler dalam tubuh (C. Liu et al., 2012).

Logam berat yang terdapat dalam konsentrasi tinggi pada buangan industri dapat menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologi pada komposisi badan air seperti kekeruhan, peningkatan kebutuhan oksigen, perubahan pH dan lain-lain.

Logam berat juga dapat menyebabkan kematian organisme yang lebih tinggi. Polusi dari logam yang berpotensi beracun menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan kesehatan manusia karena berlangsung terus-menerus dan memiliki efek buruk pada ekosistem dan kesehatan manusia (Gaetke et al., 2014). Logam berat biasanya memiliki dapat toksisitas terhadap organisme air, dan kemudian mempengaruhi kesehatan manusia melalui rantai makanan (Peng et al., 2009).

Pencemaran logam berat dimulai pada zaman kuno, masalah ini dipicu setelah revolusi industri karena peningkatan dramatis dalam penggunaan logam berat dalam berbagai teknologi modern. Logam berat umumnya yang ada dalam tanah termasuk nikel (Ni), timbal (Pb), kadmium (Cd), arsenik (As), kromium (Cr), tembaga (Cu), kobalt (Co), seng (Zn), Mangan (Mn), aluminium (Al), dan merkuri (Hg) (Khalid et al., 2017).

Kromium adalah salah satu elemen logam yang sangat beracun dan juga salah satu dari 20 polutan teratas di superfund daftar prioritas konstituen berbahaya. Sekitar 1-2% dari cadangan kromium digunakan dalam industri kulit, 25-30% diantaranya dibuang ke air limbah (Li et al., 2021). Logam kromium (Cr), dapat berdampak buruk bagi manusia dan kesehatannya jika terakumulasi dalam organ tubuh, seperti paru-paru, hati dan ginjal. Paparan kromium melalui inhalasi dan berhubungan dengan hati, paru-paru, kerusakan ginjal, dermatitis, kanker, kardiomiopati, dan penyakit (Pal & Priyanka, 2013).

Menurut (Antemir et al., 2010), metode yang baik untuk mengurangi immobilisasi pencemaran terhadap lingkungan yaitu teknik stabilisasi/solidifikasi (S/S). Stabilisasi/solidifikasi (S/S) yaitu metode remediasi yang memiliki efisiensi

tinggi terhadap tanah yang terkontaminasi logam berat dan hemat biaya. Keuntungan dari metode S/S ini selain keuntungan ekonomi juga mengurangi masalah pembuangan limbah serta penghematan energi. Tujuan dari metode S/S untuk melumpuhkan unsur-unsur yang mengandung racun dari limbah berbahaya serta mengantisipasi pencuciannya dari limbah yang pernah dibuang (Dassekpo et al., 2018).

Stabilisasi/solidifikasi telah digunakan selama 30 tahun terakhir, terutama dengan adanya logam berat. Metode S/S memiliki keuntungan sudah dikenal baik, biaya terbatas, efisiensi tinggi, dan teknologi rendah persyaratan. Efektivitas S/S bergantung pada pengembangan beberapa proses fisika-kimia yang terjadi ketika matriks padat yang terkontaminasi dicampur dengan pengikat berbasis semen (Senneca et al., 2020).

Tanah liat (*clay*) merupakan adsorben yang memiliki keunggulan biaya murah, ketersediaan melimpah, berpotensi besar untuk pertukaran ion. Dalam S/S tanah liat dapat digunakan sebagai pemadat. Perlakuan terhadap tanah liat yang terkontaminasi logam dilakukan ekstraksi atau imobilisasi logam. Dengan metode ekstraksi untuk mengurangi konsentrasi logam di tanah atau mengurangi volume tanah yang terkontaminasi. Imobilisasi logam dalam tanah mengacu pada pelepasan logam untuk memungkinkan pembuangan di TPA. Faktor-faktor yang berdampak pada tanah pada unsur-unsur As, Cr, Cu dari tanah yang stabil (Travar et al., 2015).

Poliakrilamida merupakan polimer berat molekul tinggi yang banyak digunakan pada bidang industri. Kegunaan terbesarnya adalah dalam pengeboran sumur, pengolahan air limbah sebagai flokulan, produksi kertas dan pulp sebagai

bahan perekat. Di bidang pertanian, PAM digunakan sebagai kondisioner tanah untuk menstabilkan struktur agregat tanah liat di alur irigasi serta pengendalian erosi dan kekeruhan di lokasi konstruksi. Agregat merupakan campuran dari limbah tertentu (lebih dari satu limbah). Sifat fluida PAM meningkatkan hambatan aliran daripada mempertahankan struktur agregat, yang mengurangi infiltrasi di *clay*. Penggunaan PAM ini untuk mengurangi rembesan di saluran yang tidak bergaris (Kang et al., 2015). Poliakrilamida ini termasuk polimer organik yang berfungsi sebagai pembesar pori-pori pada *clay* dan sebagai pengikat logam. Poliakrilamida memiliki sifat yang mampu mempengaruhi interaksi antara logam, *clay* seperti rasio pori-pori, permeabilitas, dan kekuatan campuran (Kim & Palomino, 2011). Pada campuran antara *clay* dengan poliakrilamida bisa mengubah struktur mekanis *clay* dengan memperbesar pori-pori. Selain itu, poliakrilamida dapat mengurangi tegangan permukaan air yang mempermudah pergerakan partikel tanah untuk saling bersilangan sehingga menghasilkan komponen *clay* yang kuat (Soltani et al., 2019).

Pada penelitian imobilisasi Cr (III) dengan (a) variasi suhu 105°C, 200°C, 400°C, 600°, dan (b) menggunakan agen pengikat (binder) *clay* dan CaO yang telah dilakukan dengan perbandingan mol 1:3:3, yang menunjukkan campuran tersebut memiliki agregat yang baik. Penelitian ini menghasilkan hasil pola *leaching out* menurun seiring naiknya suhu pembakaran. Semakin tinggi suhu pembakaran maka semakin kecil kemungkinan logam Cr (III) lepas ke lingkungan (Campisi et al., 2021).

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh komposisi tanah liat (*clay*) dengan poliakrilamida terhadap

solidifikasi/stabilisasi logam Cr (III). Sampel logam yang digunakan pada penelitian adalah $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Perbandingan komposisi tanah liat dengan poliakrilamida divariasikan untuk melihat kepadatan, interaksi dari campuran logam Cr(III)-PAM-tanah liat. Interaksi yang terjadi pada campuran logam Cr(III)-PAM-tanah liat dapat dilihat melalui FTIR, sedangkan uji leaching out dan destruksi dilihat menggunakan AAS. Sifat mekanik kekuatan campuran logam Cr(III)-PAM-tanah liat dengan uji kuat tekan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan identifikasi masalah, yaitu:

1. Peningkatan produksi industri menghasilkan limbah logam berat yang berbahaya bagi lingkungan.
2. Logam Cr (III) merupakan salah satu dari 20 polutan teratas terdaftar konstituen berbahaya.
3. Penanggulangan limbah di lingkungan belum bisa di atasi dengan metode yang tepat.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka didapatkan pembatasan masalah, yaitu:

- A. Tanah liat (*Clay*) yang digunakan berasal dari Kec. Lubuk Alung, Kab. Padang Pariaman, Sumatera Barat.
- B. Variasi campuran logam-*Clay*-poliakrilamida berdasarkan perbandingan *Clay* yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6.

C. Interaksi antara clay-PAM-logam menggunakan instrument FT-IR dan AAS.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah, maka didapatkan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimanan interaksi antara ion Cr^{3+} dalam campuran *Clay* dan poliakrilamida?
2. Bagaimana sifat *leaching out* yang terjadi pada ion Cr^{3+} dalam campuran *Clay* dan poliakrilamida?
3. Bagaimana sifat mekanik (sifat mekanik) pada pencampuran logam-clay-PAM?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka didapatkan tujuan penelitian yaitu:

1. Mampu menjelaskan interaksi ion Cr^{3+} dengan campuran tanah liat (*clay*) dan Poliakrilamida (PAM).
2. Mampu menjelaskan sifat *leaching out* yang terjadi pada ion Cr^{3+} dalam campuran tanah liat dan poliakrilamida.
3. Mampu menjelaskan sifat mekanik (kuat tekan) pada pencampuran logam Cr(III)-clay-PAM .

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah mengetahui sifat mekanik dan sifat interaksi yang terjadi pada campuran tanah liat, poliakrilamida dan larutan yang mengandung ion Cr^{3+} , serta sifat *leaching out* yang terjadi pada ion Cr^{3+} .