

**ADSORPSI ION LOGAM Pb<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN SILIKA (SiO<sub>2</sub>) DARI EKSTRAKSI  
TANAH NAPA SITUJUAH**

**SKRIPSI**

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



**PUTRI MELAN**

**NIM. 20036022/2020**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

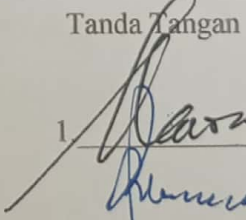
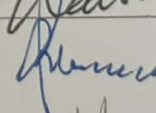
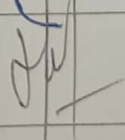
Nama : Putri Melan  
TM/NIM : 2020/20036022  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### ADSORPSI ION LOGAM $Pb^{2+}$ MENGGUNAKAN SILIKA ( $SiO_2$ ) DARI EKSTRAKSI TANAH NAPA SITUJUAH

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

Padang, 25 Agustus 2024

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Prof. Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si	2. 
3	Anggota	Prof. Dr. Hardeli, M.Si	3. 

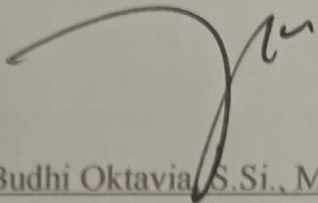
## PERSETUJUAN SKRIPSI

### ADSORPSI ION LOGAM $Pb^{2+}$ MENGGUNAKAN SILIKA ( $SiO_2$ ) DARI EKSTRAKSI TANAH NAPA SITUJUAH

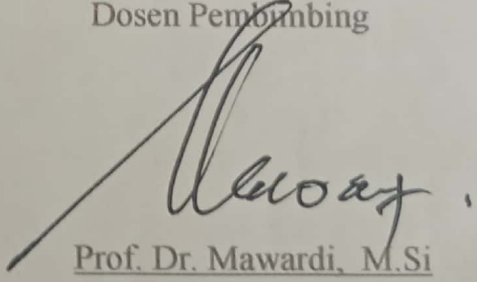
Nama : Putri Melan  
NIM : 20036022  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 Agustus 2024

Mengetahui :  
Kepala Departemen Kimia

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

Disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing

  
Prof. Dr. Mawardi, M.Si  
NIP. 19611123 198903 1 002

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

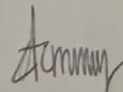
Nama : Putri Melan  
NIM : 20036022  
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/2 Mei 2002  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : Adsorpsi Ion Logam  $Pb^{2+}$  menggunakan silika ( $SiO_2$ )  
dari Ekstraksi Tanah Napa Situjuh

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, 25 Agustus 2024  
Yang Menyatakan



**Putri Melan**  
NIM. 20036022

# Adsorpsi Ion Logam $Pb^{2+}$ Menggunakan Silika ( $SiO_2$ ) dari Ekstraksi Tanah Napa Situjuah

Putri Melan

## ABSTRAK

Silika merupakan salah satu mineral yang memiliki banyak kegunaan di berbagai industri seperti keramik, semen dan bangunan, kosmetik, biosensor dan lain sebagainya. Pada umumnya, silika dapat diperoleh dengan cara sintesis dan ekstraksi dari bahan alam yakni salah satunya mineral tanah napa yang memiliki kandungan silika yang tinggi di dalamnya yang dapat diekstraksi dengan menggunakan pelarut basa seperti NaOH. Silika ini nantinya dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam penelitian dengan logam seperti logam timbal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi maksimum silika terhadap ion  $Pb^{2+}$  dengan menggunakan metode kolom yang berhubungan dengan pengaruh konsentrasi, pH, laju alir dan aplikasi pada sampel *real* serta menentukan kapasitas serapan maksimum dan afinitas penyerapan adsorben ditentukan dengan *Persamaan Isoterm Langmuir*, analisa logam dilakukan dengan instrument AAS, menentukan kristalinitas silika dengan XRD dan menentukan luas permukaan menggunakan BET. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi optimum adalah 300 mg/L, pH larutan optimum adalah 4, laju alir optimum pada 10 tetes/menit dan 0,09 mg/g kapasitas penyerapan untuk sampel *real*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran kristal sebesar 48,76 nm dengan analisis XRD, luas permukaan sebesar 86,096 m<sup>2</sup>/g dan volume pori 0,223 cc/g dengan Metode BET.

**Kata kunci:** Silika, adsorpsi, Pb, kapasitas serapan, optimum.

# Adsorpsi Ion Logam Pb<sup>2+</sup> Menggunakan Silika (SiO<sub>2</sub>) dari Ekstraksi Tanah Napa Situjuah

Putri Melan

## ABSTRACT

Silica is one of the minerals that has many uses in various industries such as ceramics, cement and building, cosmetics, biosensors and so on. In general, silica can be obtained by synthesizing and extracting from natural materials, one of which is the napa soil mineral which has a high silica content in it which can be extracted using bitter solvents. extracted using basic solvents such as NaOH. This silica can later be utilized as an adsorbent in research with metals such as lead metal. This research this study aims to determine the maximum adsorption capacity of silica to Pb<sup>2+</sup> ions using the column method related to the effect of concentration of lead metal. using the column method related to the effect of concentration, pH, flow rate and application on real samples and determine the maximum sorption capacity and absorption affinity of the adsorbent. adsorbent is determined by the Langmuir Isotherm Equation, metal analysis is carried out with an AAS instrument, determining the crystallinity and AAS instrument, determining silica crystallinity by XRD and determining surface area using BET. using BET. The results of this study showed that the optimum concentration was 300 mg/L, optimum solution pH is 4, optimum flow rate at 10 drops/minute and 0.09 mg/g sorption capacity for real samples. absorption capacity for the real sample. The results showed that the crystal size was 48.76 nm by XRD analysis, surface area of 86.096 m<sup>2</sup>/g and pore volume of 0.223 cc/g by BET method.

**Keywords:** *Silica, adsorption, Pb, adsorption capacity, optimum.*

## KATA PENGANTAR

Penulis ucapkan puji serta syukur atas limpahan rahmat dan karunia Allah *Subhanahu Wata'ala* dan juga kepada Rasulullah *Shalallahu'alayhu* Wassalam dan keluarga, sehingga *Alhamdulillah* penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Adsorpsi Ion Logam Pb<sup>2+</sup> Menggunakan Silika (SiO<sub>2</sub>) Dari Ekstraksi Tanah Napa Situjuh**”.

Skripsi yang penulis buat ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains. Penulisan skripsi ini dapat terlaksana berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mawardi, M.Si, sebagai Penasihat Akademik sekaligus pembimbing yang telah mengarahkan serta membimbing penulis sampai selesainya penulisan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Indang Dewata, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia dan sekaligus Kepala Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Mama tercinta Mama Febrianti yang jika bukan dukungan serta doa dari nya penulis tidak akan bisa menyelesaikan skripsi dan jadi titik balik dari hidup penulis.
5. Papa tersayang Papa Rusdi (Alm) yang selalu jadi motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, gelar ini untuk mu papaku tersayang.

6. Makdang dan Uncu yang jika bukan juga semangat dan dorongan dari kalian penulis tidak akan bisa sampai tahap ini.
7. Pemilik nim 20079066 yang telah membersamai dan mendukung penulis dalam penulisan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
9. Kepada diri sendiri yang Alhamdulillah tidak pernah berhenti berusaha dan berdoa setelah banyaknya masalah dan rintangan yang datang.

Oleh karena itu untuk kesempurnaan skripsi ini, dengan kerendahan hati penulis sangat mengharapkan masukan dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2024

Putri Melan



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Tanah Napa.....	5
B. Ekstraksi .....	6
C. Silika.....	9
D. Logam Timbal (Pb) .....	12
E. Adsorpsi .....	14
F. Instrumentasi .....	16
1. XRD (X-Ray Diffraction).....	16
2. AAS (Atomic Absorption Spectrophometry) .....	18

3. BET (Brunauer-Emmet-Teller).....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
B. Objek Penelitian .....	22
C. Variabel Penelitian .....	22
D. Alat dan Bahan .....	23
E. Prosedur Penelitian .....	23
1. Preparasi Tanah Napa .....	23
2. Acid Washing Tanah Napa dengan HCl 2 M.....	24
3. Fusi Alkali dan Pembentukan Na-Silikat.....	24
4. Pembentukan Silika Gel .....	24
5. Pengeringan Silika Hasil Ekstrak .....	24
6. Pembuatan Reagen .....	25
7. Mempersiapkan Adsorben dan Pengemasan Kolom .....	25
8. Perlakuan Penelitian dengan Metode Adsorpsi .....	25
9. Analisis Kandungan Logam .....	25
10. Perlakuan Penelitian dengan Metode Adsorpsi .....	26
11. Teknik Analisa Data.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
A. Ekstraksi Silika dari Tanah Napa .....	28
B. X-RAY DIFFRACTION (XRD) .....	30
C. Variasi Konsentrasi larutan Pb <sup>2+</sup> .....	33
D. Variasi pH Larutan Pb <sup>2+</sup> .....	35

E. Variasi Laju Alir .....	37
F. Aplikasi Pada Sampel Real.....	38
G. Analisis Uji BET .....	40
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>42</b>
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Silika .....	10
Gambar 2. Pb .....	14
Gambar 3. XRD .....	16
Gambar 4. AAS .....	19
Gambar 5. BET .....	20
Gambar 6. (a). Tanah Napa (b). Tanah Napa Setelah Kalsinasi (c). Hasil Ekstraksi Silika.....	29
Gambar 7. Difraktogram XRD Silika pada Tanah Napa .....	31
Gambar 8. Difraktogram Silika Standar .....	32
Gambar 9. Pengaruh Konsentrasi Larutan $Pb^{2+}$ terhadap Daya Adsorpsi Silika .....	34
Gambar 10. Grafik isoterm Langmuir .....	34
Gambar 11. Grafik isoterm Freundlich .....	35
Gambar 12. Pengaruh pH larutan $Pb^{2+}$ terhadap Serapan Silika.....	36
Gambar 13. Interaksi ion logam $Pb^{2+}$ dengan gugus $-OH$ pada Silika dari Tanah Napa .....	37
Gambar 14. Pengaruh Laju Alir Pb (II) terhadap Serapan Silika .....	37
Gambar 15. Pengaruh Sampel Real terhadap serapan silika.....	39
Gambar 16. Grafik Analisis BET.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Penelitian .....	47
Lampiran 2. Diagram Alir .....	48
Lampiran 3. Perhitungan pembuatan reagen .....	54
Lampiran 4. Perhitungan rendemen silika dari tanah napa.....	56
Lampiran 5. Uji XRD silika hasil ekstraksi dari tanah napa.....	57
Lampiran 6. Data hasil pengukuran penyerapan ion $Pb^{2+}$ .....	58
Lampiran 7. Perhitungan isoterm adsorpsi .....	63
Lampiran 8. Dokumentasi penelitian .....	68

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Di Indonesia kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam kegiatan industri telah berkembang dengan pesat. Kemajuan ini berdampak positif dan negatif pada masyarakat. Salah satu mineral alami di Sumatera Barat adalah tanah napa, yang dianggap pemanfaatannya di Sumatera Barat masih sangat rendah, monoton dan tidak bernilai ekonomis. Tanah napa yang dapat digolongkan sebagai zeolit karena pori-porinya yang besar dan kandungan alumina-silikat yang tinggi sehingga akan menjadi bahan anorganik yang sangat berharga dan potensial yang dapat digunakan untuk penelitian pembuatan bahan anorganik seperti adsorben, katalis dan bahan tambahan industri lainnya (Mawardi *et al.*, 2018).

Silika dengan kemurnian tinggi memiliki titik leleh yang relatif tinggi yaitu 1700°C, yang dimana penerapannya dalam industri relatif mahal. Salah satu strategi untuk menurunkan biaya produksi adalah mengekstrak silika menggunakan sumber daya alam seperti tanah napa. Tanah napa dapat dinilai sebagai komoditas anorganik dan memiliki harga yang dapat dipasarkan dan bisa dimanfaatkan, salah satunya untuk adsorben pada penyerapan logam serta kegunaan lainnya (Luthfiah *et al.*, 2021).

Timbal (Pb) adalah salah satu dari sekian banyak logam berat yang mempunyai sifat beracun. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Menteri Kesehatan RI No 492/MENKES/PER/2010 menyatakan bahwa jumlah maksimum ion  $Pb^{2+}$  yang diperbolehkan di dalam air adalah 0,1 mg/L. Makhluk hidup dan ekosistem akan terganggu

jika kadar ion Pb meningkat di atas ambang batas yang ditetapkan. Sifat logam timbal beracun dapat memberikan dampak yang merugikan bagi manusia seperti mencegah enzim dan ion-ionnya melakukan tugasnya untuk membuat hemoglobin dalam darah. Jika terserap oleh tubuh, timbal juga dapat menimbulkan efek berbahaya pada sistem hematologi, sistem saraf dan fungsi ginjal pada manusia. Pada kegiatan industri, seperti degradasi lingkungan serta mudah terakumulasi di tubuh manusia ataupun biota laut tetapi sulit untuk didegradasi di perairan. Bahaya yang dihasilkan juga dapat menimbulkan penyakit hingga kematian sehingga harus diambil tindakan untuk mengurangi pencemaran timbal di lingkungan dan sekitarnya. Konsentrasi ion logam dapat dikurangi melalui beberapa teknik seperti adsorpsi, penyaringan, pertukaran ion berbasis resin dan pengendapan.

Salah satu teknik yang paling banyak digunakan adalah adsorpsi karena tidak terlalu rumit secara konseptual. Proses adsorpsi adalah salah satu metode pengelolaan limbah yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam yang berlebihan di lingkungan. Dibandingkan dengan proses lain, proses ini memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah biaya yang rendah dan tidak adanya efek samping yang berbahaya (Simatupang *et al.*, 2017).

Pada penelitian ini adsorben yang digunakan yaitu silika dari hasil ekstraksi tanah napa situjuah yang dijalankan dengan metode kolom, serta menggunakan karakterisasi XRD, AAS dan BET. Berdasarkan uraian tersebut, penulis mengkaji pemanfaatan silika hasil ekstraksi tanah napa kecamatan situjuah yang akan digunakan untuk adsorben pada adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  dengan judul **“Adsorpsi Ion Logam  $Pb^{2+}$  Menggunakan Silika ( $SiO_2$ ) dari Ekstraksi Tanah Napa Situjuah”**

## B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang diperoleh berdasarkan latar belakang di atas diantaranya:

1. Adsorpsi ion logam  $Pb^{2+}$  menggunakan silika hasil ekstraksi dari tanah napa situjuah belum pernah dilakukan sebelumnya.
2. Logam  $Pb^{2+}$  di lingkungan dapat mencemari dan membahayakan makhluk hidup sekitar sehingga harus diatasi.

## C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Adsorben yang digunakan yaitu silika yang di ekstraksi dari tanah napa situjuah.
2. Kapasitas serapan silika dari ekstraksi tanah napa situjuah terhadap penyerapan ion logam  $Pb^{2+}$  dianalisa menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), Karakterisasi silika menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dan karakterisasi untuk luas permukaan menggunakan Brunauer-Emmet-Teller (BET).
3. Penentuan kapasitas penyerapan optimum dilakukan pada variasi konsentrasi larutan ion logam  $Pb^{2+}$ , variasi pH dan variasi laju alir silika dengan ion logam  $Pb^{2+}$ .

## D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi larutan ion logam  $Pb^{2+}$ , pH dan laju alir silika terhadap daya serap silika hasil ekstraksi tanah napa situjuah pada ion logam  $Pb^{2+}$ .



2. Bagaimana kapasitas penyerapan silika dari ekstraksi tanah napa situjuah terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan pengaplikasiannya pada sampel *real*.

### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi optimum penyerapan silika dari ekstraksi tanah napa situjuah pada ion logam  $Pb^{2+}$  dengan variasi konsentrasi, pH dan laju alir silika dengan ion logam  $Pb^{2+}$ .
2. Mengetahui kapasitas penyerapan silika dari ekstraksi tanah napa situjuah terhadap ion logam  $Pb^{2+}$  dan pengaplikasiannya pada sampel *real*.

### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai kondisi optimum penyerapan silika dari ekstraksi tanah napa situjuah sebagai adsorben logam  $Pb^{2+}$ .
2. Dapat memberikan informasi mengenai kapasitas serapan maksimum logam  $Pb^{2+}$  oleh tanah napa situjuah.