

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI  
LIMBAH KACA BENING DENGAN BANTUAN  
PEMANASAN MICROWAVE**

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**Abdul Rahman**

**NIM/TM. 19036050/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**


**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA  
BENING DENGAN BANTUAN PEMANASAN MIKROWAVE**

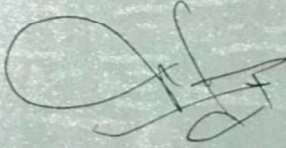
Nama : Abdul Rahman  
NIM : 19036050  
Program Studi : Kimia NK  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Februari 2024

Mengetahui  
Kepala Departemen Kimia

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

Disetujui Oleh  
Dosen Pembimbing

  
Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19770912 200312 1 004



## PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI


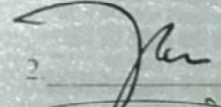
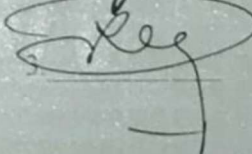
Nama : Abdul Rahman  
TM/NIM : 2019/19036050  
Program Studi : Kimia NK  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING DENGAN BANTUAN PEMANASAN MIKROWAVE

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

Padang, 26 Februari 2024

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D	
2	Anggota	Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D	
3	Anggota	Dr. Rija, S.Pd., M.Si.	



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Abdul Rahman  
NIM : 19036050  
Tempat/Tanggal Lahir : Surian / 23 September 2000  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : **SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL  
DARI LIMBAH KACA BENING DENGAN  
BANTUAN PEMANASAN MIKROWAVE**

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, 26 Februari 2024  
Yang Menyatakan



Abdul Rahman  
NIM. 19036050

# PREPARASI DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING DENGAN BANTUAN PEMANASAN MICROWAVE

Abdul Rahman

## ABSTRAK

Limbah logam berat Pb yang dibuang ke perairan oleh pelaku industri yang tidak bertanggung jawab menyebabkan perairan menjadi tercemar dan menyebabkan air menjadi berbahaya jika dikonsumsi. Sehingga dilakukan inovasi untuk mengurangi limbah Pb di perairan dengan cara adsorpsi oleh silika gel dari limbah kaca bening. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan microwave dalam pembuatan silika gel, hasil karakterisasi XRD dan FTIR silika gel serta kapasitas penyerapan silika gel limbah kaca bening terhadap air dan logam Pb dengan silika gel yang dihasilkan dibandingkan dengan silika gel dibuat dengan pemanasan konvensional. Pada penelitian ini digunakan microwave sebagai aktivasi pada natrium silikat karena menerapkan prinsip kimia hijau dan sebagai variasi daya serta waktu pemanasan dalam pembuatan silika gel. Hasil penelitian ini didapatkan rendemen silika gel optimum sebesar 68,13 %, gugus silanol (SiOH) dan gugus siloksan(Si-O-Si) pada silika gel dengan bilangan gelombang  $956,44 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1082 \text{ cm}^{-1}$ , serta puncak lebar  $2\theta = 23^\circ$  dari karakterisasi XRD, dan kapasitas penyerapan silika gel optimum pada daya serap air yaitu 85,42% dan daya serap ion logam  $\text{Pb}^{2+}$  optimum yaitu 2,2399 mg/g.

Kata kunci: Silika gel, limbah kaca bening, microwave, adsorpsi, dan ion logam  $\text{Pb}^{2+}$

# PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SILICA GEL FROM CLEAR GLASS WASTE WITH THE AID OF MICROWAVE HEATING

Abdul Rahman

## ABSTRACT

The heavy metal Pb waste that is dumped into waters by irresponsible industrial players causes waters to become polluted and causes the water to become dangerous if consumed. So an innovation was carried out to reduce Pb waste in waters by adsorbing silica gel from clear glass waste. The aim of this research is to determine the effect of using microwaves in making silica gel, the results of XRD and FTIR characterization of silica gel and the absorption capacity of clear glass waste silica gel on water and Pb metal with the resulting silica gel compared with silica gel made by conventional heating. In this research, microwave was used as activation for sodium silicate because it applies the principles of green chemistry and as a variation of power and heating time in making silica gel. The results of this research showed that the optimum silica gel yield was 68.13%, silanol groups (SiOH) and siloxane groups (Si-O-Si) on silica gel with wave numbers of  $956.44\text{ cm}^{-1}$  and  $1082\text{ cm}^{-1}$ , as well as wide peaks.  $2\theta = 23^\circ$  from XRD characterization, and the optimum absorption capacity of silica gel at water absorption capacity is 85.42% and  $\text{Pb}^{2+}$  metal ion optimum absorption capacity is 2.2399 mg/g.

Keywords: Silica gel, clear glass waste, microwave, adsorption, and  $\text{Pb}^{2+}$  metals ion

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Preparasi Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Kaca Bening dengan Bantuan Pemanasan Microwave”. Shalawat serta salam untuk nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan sampai zaman sekarang ini.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan mata kuliah ujian skripsi pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Selama proses pembuatan skripsi ini tidak luput dari bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Dengan demikian, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta keluarga yang telah meridoi dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing serta penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D. dan Dr. Riga, S.Pd.,M.Si selaku Dosen Pembahas.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang sekaligus Ketua Prodi Kimia Universitas Negeri Padang.

5. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia FMIPA UNP.
6. Orang tua serta keluarga yang telah meridoi dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
7. Teman-teman penulis yang mendukung dan memberikan semangat serta masukan kepada penulis selama pembuatan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini, penulis berpedoman kepada buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan tahun 2019 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan, dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Atas kritik dan saran penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 1 Maret 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	II
ABSTRACT .....	II
KATA PENGANTAR .....	I
DAFTAR ISI.....	III
DAFTAR GAMBAR .....	V
DAFTAR TABEL.....	VI
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. RUMUSAN MASALAH.....	4
E. MANFAAT PENELITIAN .....	5
F. TUJUAN PENELITIAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. KACA BENING .....	6
B. SILIKA (SiO <sub>2</sub> ).....	8
C. SILIKA GEL.....	11
D. MIKROWAVE .....	12
E. ADSORPSI.....	16
F. ION TIMBAL (II) .....	17
G. INSTRUMEN .....	18
1. XRF (X-Ray Fluorescence).....	18
2. FTIR (Fourier Transform Infra Red) .....	20
3. XRD (X-Ray Diffraction).....	21
4. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) .....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. WAKTU DAN TEMPAT .....	24
B. OBJEK PENELITIAN .....	24
C. VARIABEL PENELITIAN .....	24
D. ALAT DAN BAHAN.....	24
E. PROSEDUR KERJA .....	25
1. Penyiapan sampel.....	25
2. Pembuatan Natrium Silikat .....	25
3. Preparasi Natrium Silikat tanpa Microwave.....	26
4. Preparasi Silika Gel.....	26
5. Preparasi Silika Gel Konvensional.....	27
6. Uji daya serap air pada silika gel .....	27
7. Pembuatan larutan Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 100 ppm.....	27
8. Uji daya serap silika gel pada ion Pb <sup>2+</sup> .....	28
9. Pengukuran area puncak silanol menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) ...	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29

A.	HASIL SAMPEL LIMBAH KACA BENING .....	29
B.	HASIL KARAKTERISASI XRF DAN XRD SAMPEL LIMBAH KACA BENING .....	30
C.	HASIL PREPARASI SILIKA GEL.....	32
D.	HASIL RENDEMEN SILIKA GEL .....	34
E.	KARAKTERISASI FTIR SILIKA, SILIKA GEL, DAN SILIKA GEL KONVENSIONAL .....	36
F.	KARAKTERISASI XRD PADA SILIKA GEL OPTIMUM .....	42
G.	HASIL UJI DAYA SERAP AIR PADA SILIKA GEL .....	44
H.	UJI DAYA SERAP ION LOGAM $Pb^{2+}$ .....	47
<b>BAB V.....</b>		<b>50</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>50</b>
A.	KESIMPULAN .....	50
B.	SARAN .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>56</b>
A.	DESAIN PENELITIAN .....	56
B.	JADWAL PENELITIAN .....	57
C.	DESAIN PROSEDUR KERJA .....	58
D.	PERHITUNGAN.....	64
E.	LAMPIRAN HASIL PENELITIAN.....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema struktur kaca dua dimensi.....	6
Gambar 2 Struktur Silika Kristalin dan Amorf.....	9
Gambar 3 Silika Gel.....	11
Gambar 4 Struktur Silika Gel.....	12
Gambar 5 Mikrowave .....	13
Gambar 6 Skema Microwave.....	14
Gambar 7 Gelombang Microwave.....	15
Gambar 8 Logam Timbal.....	18
Gambar 9 Skema kerja XRF .....	19
Gambar 10 Skema FTIR .....	21
Gambar 11 Hasil Karakterisasi XRD Limbah Kaca Bening.....	31
Gambar 12. Silika Gel dengan pemanasan microwave dari daya 400 Watt dan waktu 10 menit serta silika gel dengan pemanasan tanpa microwave	34
Gambar 13. Grafik rendemen silika gel .....	35
Gambar 14. Hasil Karakterisasi FTIR Silika, Silika Gel, dan Silika Gel Konvensional .....	37
Gambar 15 Grafik (a) NaOH 0,5M, (b) Grafik NaOH 1M,(c) Grafik NaOH 2M (d) Grafik NaOH 3M, (e) Grafik NaOH 4M (f) Grafik NaOH 5M (g) Grafik NaOH 6M.....	41
Gambar 16. Hasil Karakterisasi XRD Silika Gel Optimum .....	43
Gambar 17. Grafik Uji Daya Serap Air .....	44
Gambar 18 Kapasitas Serapan Silika Gel .....	45
Gambar 19. Grafik Uji Daya Serap Ion Logam Pb <sup>2+</sup> .....	47
Gambar 20. Interaksi pertukaran ion antara adsorben dengan adsorbat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi Kaca (Pakpahan, 2016).....	7
Tabel 2 Sifat Silika (Pakpahan, 2016).....	10
Tabel 3 Hasil XRF Limbah Kaca Bening .....	30
Tabel 4 Tabel luas permukaan silanol pada slika gel.....	42
Tabel 5 Jadwal Penelitian.....	57



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan dunia industri berdampak positif dan negatif dalam kehidupan. Kemajuan industri memiliki dampak positif sangat besar bagi lingkungan, karena dapat mengubah hasil alam menjadi produk baru yang berguna, dan meningkatkan lapangan kerja bagi masyarakat (Anggriani et al., 2021). Namun disamping itu industri juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan hidup dimana pelaku industri yang tidak bertanggung jawab membuang limbah logam ke lingkungan perairan (Nurhasni et al., 2014). Limbah akan memperkecil nilai keindahan dari perairan, terganggunya proses fotosintesis didalam perairan karena terhalangnya cahaya yang masuk kedalam perairan, serta membuat air diperairan menjadi berbahaya jika dikonsumsi (Wismayanti & Diantariani, 2010).

Limbah yang tidak terkelola dengan baik, nantinya akan merusak lingkungan, baik limbah cair maupun limbah padat seperti logam berat. Logam berat hasil limbah industri yang banyak ditemukan di lingkungan baik daratan maupun perairan yaitunya limbah logam Cu dan logam Pb. Menurut Leonas dan Michael (1994), logam Cu dan logam Pb termasuk ke dalam jenis logam berat. Timbal merupakan anggota logam berat yang mempunyai derajat toksikitas yang tinggi. Logam timbal yang mencemari lingkungan biasanya berasal dari limbah industri baterai, karbon, dan industri pemurnian (Anggriani et al., 2021). Logam Timbal yang masuk kedalam tubuh manusia akan menyebabkan menurunnya kecerdasan anak, terhambatnya perumbuhan tubuh, dan fatalnya dapat

menyebabkan kelumpuhan. Berdasarkan hal ini sehingga sangat penting dilakukan inovasi untuk pengolahan dan penghilangan limbah timbal ini dari lingkungan.

Metode pengolahan yang ditawarkan untuk mengurangi limbah logam industri di perairan meliputi proses pertukaran ion (ion exchange), pemisahan dengan membran, pengendapan, dan adsorpsi. Dari berbagai metode tersebut yang cocok untuk dipakai adalah penggunaan metode adsorpsi dikarenakan efisiensinya yang tinggi dan biayanya yang rendah (Fitriani & Fadli, 2016).

Adsorpsi didefinisikan sebagai sebuah proses serapan yang terjadi pada bagian terluar adsorben dikarenakan didalam air yang terlarut terjadi gaya tarik-menarik antara ion logam dan ion dan senyawa pengadsorpsi (Astuti, 2015) Metode adsorpsi membutuhkan adsorben yang sesuai untuk menyerap limbah logam. Ada berbagai adsorben yang bisa dipakai untuk menyerap logam berat ini, salah satunya adalah dengan silika gel.

Silika gel adalah senyawa anorganik yang tidak akan berubah oleh pengaruh mekanik dan suhu. Dalam kehidupan sehari-hari dan industri silika gel banyak digunakan, diantaranya fase diam kromatografi, bahan pengisi ban karet, komponen dalam industri keramik, perekat, detergen, dan produk farmasi (Kalapathy *et al.*, 2017). Rumus umum kimia dari silika gel yaitu  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Silika gel memiliki struktur mineral yang mengandung kation koordinasi secara tetrahedral dengan anion  $\text{O}_2$ . Gugus Silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) merupakan gugus aktif pada silika gel yang berfungsi untuk mengadsorpsi ion logam maupun logam didalam air. Karena inilah silika gel banyak digunakan

sebagai adsorben. Silika gel dapat disintesis dari bahan-bahan alam ataupun limbah yang mengandung silika seperti kuarsa, sekam padi dan limbah kaca. Namun sampai sekarang penggunaan kaca masih jarang diaplikasikan untuk silika gel, sehingga sangat cocok limbah kaca dijadikan untuk pembuatan silika gel karena mudah ditemukan dimana-mana. Pada penelitian sebelumnya limbah kaca bening sudah disintesis menjadi silika gel dengan metode kalsinasi (Azmiyawati *et al.*, 2019).

Sesuai dengan penjabaran diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang preparasi silika gel sebagai adsorben ion  $Pb^{2+}$ . Sehingga, judul yang akan diangkat dalam penelitian ini yaitu “Preparasi Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Kaca Bening Dengan Bantuan Pemanasan Microwave”.

## **B. Identifikasi Masalah**

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

1. Limbah kaca yang jarang dimanfaatkan kembali untuk hal yang bermanfaat
2. Perkembangan industri menghasilkan limbah yang berbahaya bila mencemari lingkungan

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Limbah kaca bening sebagai sumber silika gel.
2. Penggunaan microwave sebagai aktivator preparasi silika gel
3. Penggunaan basa kuat NaOH sebagai bahan baku preparasi dan asam kuat  $H_2SO_4$  sebagai penetral pH.
4. Karakterisasi silika gel menggunakan XRF, XRD, dan FTIR serta uji daya serap silika gel pada ion  $Pb^{2+}$  dengan spektrofotometer serapan atom.
5. Ion logam yang diserap pada proses adsorpsi yaitu ion logam  $Pb^{2+}$

## **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil karakterisasi XRD, AAS dan FTIR silika gel dari limbah kaca bening?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaOH yang digunakan dalam pembuatan silika gel ?
3. Bagaimana hasil kapasitas serapan antara silika gel konvensional dengan silika gel menggunakan mikrowave?



4. Bagaimana pengaruh penggunaan aktivator mikrowave dalam preparasi silika gel dari limbah kaca bening?

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Memberi pengetahuan mengenai hasil karakterisasi FTIR, XRD, dan AAS dari silika gel limbah kaca bening.
2. Memberi informasi mengenai pengaruh variasi konsentrasi NaOH yang digunakan dalam pembuatan silika gel.
3. Memberi informasi mengenai hasil penyerapan optimum dari penggunaan dan tanpa penggunaan mikrowave untuk pembuatan silika gel.
4. Memberi informasi mengenai pengaruh penggunaan aktivator microwave dalam preparasi silika gel dari limbah kaca bening.

#### **F. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Mengetahui hasil karakterisasi FTIR, XRD, dan AAS dari silika gel limbah kaca bening.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH yang digunakan dalam pembuatan silika gel.
3. Mengetahui hasil penyerapan dari penggunaan dan tanpa penggunaan mikrowave untuk pembuatan silika gel.
4. Mengetahui pengaruh penggunaan mikrowave sebagai aktivator preparasi silika gel dari limbah kaca bening