

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH
KACA BENING DENGAN VARIASI KONSENTRASI NaOH
SEBAGAI ADSORBEN ION Pb²⁺**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

Renanda Ridela

NIM/TM. 19036034/2019

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2024

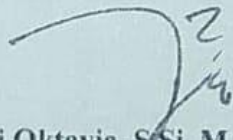
PERSETUJUAN SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI
LIMBAH KACA BENING DENGAN VARIASI KONSENTRASI
NaOH SEBAGAI ADSORBEN ION Pb²⁺**

Nama : Renanda Ridela
NIM : 19036034
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

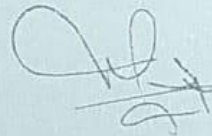
Padang, 26 Februari 2024

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

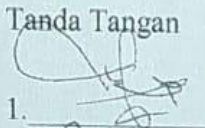
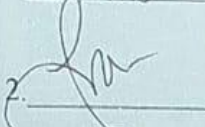
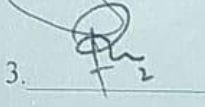
Nama : Renanda Ridela
NIM : 19036034
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING DENGAN VARIASI KONSENTRASI NaOH SEBAGAI ADSORBEN ION Pb^{2+}

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	1. 
2	Anggota	Dr.rer.nat. Jon Efendi, M.Si	2. 
3	Anggota	Romy Dwipa Yamesa Away, S.Si., M.Eng., Ph.D.	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Renanda Ridela
NIM : 19036034
Tempat/Tanggal Lahir : Padang, 23 Oktober 2001
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL
DARI LIMBAH KACA BENING DENGAN
VARIASI KONSENTRASI NaOH SEBAGAI
ADSORBEN ION Pb²⁺**

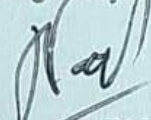
Dengan ini menyatakan bahwa :

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



Renanda Ridela

NIM:19036034

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA
BENING DENGAN VARIASI KONSENTRASI NaOH SEBAGAI
ADSORBEN ION Pb²⁺**

Renanda Ridela

ABSTRAK

Limbah kaca bening merupakan salah satu limbah anorganik yang jumlahnya melimpah di Indonesia. Limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai adsorben ion Pb²⁺ untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dalam pembuatan silika gel dengan metode sol-gel dengan dan tanpa bantuan microwave. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen silika gel terbesar 55,3% diperoleh pada konsentrasi NaOH 4M. Analisis FTIR menunjukkan bahwa silika gel mengandung gugus silanol (SiOH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) dengan bilangan gelombang 957 cm⁻¹ dan 1098 cm⁻¹. Analisis XRD menunjukkan bahwa silika gel memiliki struktur amorf dengan puncak lebar 2θ=22°. Daya serap air silika gel terbesar 2,4718 gram dan daya serap ion Pb²⁺ sebesar 2,2865 mg/g. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH yang paling optimal untuk menghasilkan silika gel dengan rendemen, daya serap air dan daya serap ion Pb²⁺ yang tinggi adalah 4M.

Kata kunci: Adsorpsi, limbah kaca bening, microwave, silika gel

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILICA GEL FROM
CLEAR GLASS WASTE WITH VARIATION OF NaOH
CONCENTRATION AS Pb²⁺ ION ADSORBENT**

Renanda Ridela

ABSTRACT

Clear glass waste is one of the most abundant inorganic waste in Indonesia. This waste can be used as a Pb²⁺ ion adsorbent to reduce environmental pollution. This study was conducted to investigate the effect of NaOH concentration on the preparation and characterization of silica gel from clear glass waste. The silica gel was prepared using the sol-gel method with and without microwave assistance. The clear glass waste was washed with water until clean, then added with NaOH solution with various concentrations. The solution was then heated and not heated in a microwave oven for 30 minutes. The results showed that the highest silica gel yield of 55.3% was obtained at a NaOH concentration of 2M. The FTIR analysis showed that the silica gel contained silanol (SiOH) and siloxane (Si-O-Si) groups with wavenumbers of 957 cm⁻¹ and 1098 cm⁻¹. The XRD analysis showed that the silica gel had an amorphous structure with a broad peak at 2θ=22°. The maximum water absorption of the silica gel was 2.4718 gram and the lead ion absorption was 2.2865 mg/g. Based on the results of this study, it can be concluded that NaOH concentration affects the yield, silica content, water absorption, and lead ion absorption of silica gel. The optimal NaOH concentration for producing silica gel with high yield, silica content, water absorption, and lead ion absorption is 4M.

Keyword: Adsorption, clear glass waste, microwave, silica gel

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan serta ilmu yang bermanfaat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Kaca Bening dengan Variasi Konsentrasi NaOH sebagai Adsorben Ion Pb²⁺”**

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Selama dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Dengan demikian, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr.rer.nat. Jon Efendi, M.Si dan Bapak Romy Dwipa Yamesa Away, S.Si., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Departemen Kimia sekaligus Ketua Prodi Kimia Universitas Negeri padang.
4. Bapak dan Ibu staf pengajar serta seluruh staf akademik non akademik di Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

5. Orang tua, Opa, Oma dan keluarga yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini
6. Teman teman seperbimbingan dan teman-teman Kimia angkatan 2019 yang telah memberi masukan dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
7. Temen-teman saya yang tergabung dalam Since 01, sahabat terdekat , yang telah memberi masukan, saran serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak terkait yang telah turut berkontribusi dalam penyelesaian penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan masukan, kritikan, dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini. Semoga masukan, kritikan, dan saran yang diberikan menjadi amal ibadah, aamiin. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di dunia sains.

Padang, 26 Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	3
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Limbah Kaca Bening.....	5
B. Silika	6
C. Silika Gel.....	9
D. NaOH	12
E. Microwave.....	13
F. Adsorpsi	16
G. Ion Pb^{2+}	18
H. Instrumen	19
1. <i>X-ray Fluorosence (XRF)</i>	19
2. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	20
3. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	22
4. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	24
5. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Objek Penelitian.....	27

C. Variabel Penelitian.....	27
D. Alat dan Bahan.....	28
E. Prosedur Kerja.....	28
BAB IV Hasil dan Pembahasan	32
A. Hasil Analisis Komposisi Serbuk Limbah Kaca Bening dengan XRF	32
B. Hasil Ekstraksi Silika Gel	33
C. Rendemen Silika Gel.....	36
D. Kapasitas Daya Serap Air pada Silika Gel.....	38
E. Karakterisasi FTIR	41
F. Karakterisasi XRD	44
G. Karakterisasi SEM	46
H. Uji Daya Serap Ion Pb ²⁺	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Kimia Kaca (Fahnur, 2018).....	6
Tabel 2. Nanosilika Batu Apung Hasil Ekstrak (Ginting et al., 2018).....	13
Tabel 3. Hasil Analisa XRF Limbah Kaca Bening	32
Tabel 4. Massa Silika Gel dari Variasi Konsentrasi NaOH	37
Tabel 5. Pertambahan Berat Silika Gel	39
Tabel 6. Luas puncak Silanol dan Daya Serap Air pada Silika Gel dengan Bantuan Microwave.....	43
Tabel 7. Jadwal Kegiatan	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Silika (Hanawindy & Mawardi, 2023).	7
Gambar 2. Ikatan Si-O-Si (Indira & Khair, 2023).	7
Gambar 3. Struktur Silika Kristal	8
Gambar 4. Struktur Silika Amorf (Indira & Khair, 2023).	9
Gambar 5. Struktur Silika Gel (Sulastri & Kristianingrum, 2010).	9
Gambar 6. Pembentukan Natrium Silikat (Prastiyanto et al., 2008).	11
Gambar 7. Grafik Rendemen Adsorben Hasil Sintesis pada Variasi Jenis Asam (Kristianingrum et al., 2016).	11
Gambar 8. Gelombang Mikro	14
Gambar 9. Gelombang Elektromagnetik	14
Gambar 10. Instrumen XRF (Fitri & Widyastuti, 2020).	19
Gambar 11. Skema Spektrofotometer XRF (Jamaludin & Adiantoro, 2012).	20
Gambar 12. Alat Uji FTIR (Pambudi et al., 2017).	21
Gambar 13. Spektra FTIR Silika Gel (Khair et al., 2023).	21
Gambar 14. Komponen Alat X-Ray Diffractometer (Oktamuliani, 2015)	23
Gambar 15. Difraktogram Silika Gel (Maulana et al., 2014).	23
Gambar 16. Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Ainna, 2013).	24
Gambar 17. Hasil SEM Silika Gel dari Limbah Botol Kaca Ukuran Partikel 100 mesh (Livia et al., 2020)	25
Gambar 18. Hasil Silika Gel setelah dioven	35
Gambar 19. Hasil Silika Gel dengan Pemanasan Microwave dan Pemanasan Konvensional	35
Gambar 20. Grafik Rendemen Silika Gel	37
Gambar 21. Grafik Pertambahan Berat Silika Gel berdasarkan Uji Daya Serap Air selama 32 Hari.	38
Gambar 22. Hasil Karakterisasi FTIR Silika, Silika Gel, dan Silika Gel Konvensional	41
Gambar 23. Peak Area Silika Gel NaOH 4M	42
Gambar 24. Hasil Karakterisasi XRD Limbah Kaca Bening	44
Gambar 25. Hasil Karakterisasi XRD Silika Gel	45

Gambar 26. Hasil Karakterisasi SEM dengan Perbesaran 1.000 Kali pada Silika Gel	46
Gambar 27. Grafik Uji Daya Serap Ion Pb^{2+}	48
Gambar 28. Interaksi Pertukaran Ion antara Adsorben dan Adsorbat (Kusumawardani et al., 2018)	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja	59
Lampiran 2. Perhitungan	64
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRF, FTIR, XRD dan SEM.....	68
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	74
Lampiran 5. Jadwal Penelitian	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah kaca bening merupakan salah satu limbah anorganik yang jumlahnya melimpah di Indonesia yang mencapai 1,45 juta ton pertahun nya (Kafillah & Nurlina, 2018). Sebagai senyawa polimerik anorganik yang berikatan kovalen jaringan (*network covalent structure*), silika yang merupakan senyawa limbah kaca sangat stabil dan sulit terurai. Limbah ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, jika tidak dikelola dengan baik (Mulyanti et al., 2022). Komposisi limbah kaca sendiri adalah silica (65-75%), natrium oksida (12-15%), dan kalsium (6-12%) (Ni'mah et al., 2022). Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah kaca bening adalah dengan memanfaatkannya sebagai adsorben. Dengan tingginya SiO_2 (silika) yang terdapat dalam kaca membuatnya dapat diolah menjadi silika gel (Alkatiri et al., 2017).

Silika gel adalah padatan anorganik yang mempunyai 2 situs aktif pada permukaan yaitu sisi aktif gugus siloksan (Si-O-Si) dan gugus silanol (Si-OH) (Turmuzi et al., 2023). Silika gel memiliki kelebihan diantaranya: sangat inert, hidrofilik (dapat berikatan dengan air), mempunyai kestabilan termal dan mekanik. Sifat tersebut yang menyebabkan silika gel dapat digunakan sebagai adsorben (Reinho et al., 2022).

Silika gel merupakan salah satu jenis adsorben yang memiliki banyak aplikasi, seperti penyerap air, penyerap polutan, dan penyangga katalis. Silika gel dapat disintesis dari limbah kaca bening dengan menggunakan metode sol-

gel. Metode sol-gel merupakan metode yang sederhana dan mudah dilakukan, sehingga dapat diterapkan untuk skala industri (Turmuzi et al., 2023). Ekstraksi alkali yang didasarkan pada tingginya kelarutan silika yang cukup tinggi dalam pelarut basanya yaitu NaOH (Mujiyanti et al., 2021). Penggunaan konsentrasi pelarut NaOH yang meningkat dalam proses ekstraksi dapat meningkatkan endapan silika sehingga menghasilkan silika lebih banyak (Ulfa et al., 2020).

Reaksi pembentukan tersebut bisa juga dibantu microwave, microwave merupakan salah satu alat yang dalam penggunaannya mudah, murah dan efektif dalam pengaplikasian kimia (Alkatiri et al., 2017) karena dapat mempercepat laju reaksi dari pada pemanasan konvensional (Salmahaminati, 2022). Microwave memiliki efisiensi yang lebih pada proses pemanasan, dengan penggunaan energi yang lebih hemat dan durasi yang lebih singkat dalam proses sintesis serta menghasilkan struktur yang lebih seragam (Umam & Hernawati, 2018).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH terhadap sintesis dan karakterisasi silika gel dari limbah kaca bening dengan aktivasi microwave dan tanpa aktivasi microwave sebagai adsorben ion Pb^{2+} .

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya pemanfaatan limbah kaca bening sebagai sumber silika.
2. Microwave menjadi solusi terhadap metode pemanasan dalam pembentukan silika gel sebagai pengganti pemanasan konvensional.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Silika gel yang disintesis dari limbah kaca bening.
2. Microwave dilakukan selama 5 menit dan daya 400 watt.
3. Variasi konsentrasi larutan NaOH yaitu 0,5 M, 1 M, 2M, 3M, dan 4M.
4. Karakterisasi silika gel berdasarkan analisa FTIR, XRD dan SEM.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH terhadap rendemen silika gel dari limbah kaca bening?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH terhadap daya serap air silika gel dari limbah kaca bening?
3. Bagaimana karakteristik morfologi dan ukuran partikel silika gel dari limbah kaca bening?
4. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH terhadap daya serap ion Pb^{2+} silika gel dari limbah kaca bening?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil silika gel dari limbah kaca bening dengan aktivasi microwave daya 400 watt selama 5 menit.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan NaOH terhadap Silika gel yang terbentuk.
3. Mengetahui hasil serapan silika gel dari limbah kaca bening terhadap air dan logam Pb^{2+} .

4. Mengetahui karakteristik dari Silika gel berdasarkan pengaruh variasi konsentrasi larutan NaOH.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh konsentrasi NaOH terhadap sintesis dan karakterisasi silika gel dari limbah kaca bening. Informasi ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas silika gel yang dihasilkan dari limbah kaca bening. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan aplikasi silika gel dari limbah kaca bening.