

**PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP PREPARASI  
SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING  
MENGUNAKAN AKTIVATOR ULTRASONIK**



**Oleh :**

**MUHAMAD LUTHFI**

**NIM/TM. 19036134/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**

**PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP PREPARASI  
SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING  
MENGUNAKAN AKTIVATOR ULTRASONIK**

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**MUHAMAD LUTHFI**

**NIM/TM. 19036134/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

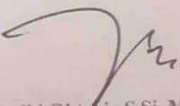
**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Preparasi Silika Gel dari  
Limbah Kaca Bening Menggunakan Aktivator Ultrasonik  
Nama : Muhamad Luthfi  
NIM : 19036134  
Program Studi : Kimia NK  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:  
Ketua Departemen Kimia

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

Padang, 26 Februari 2024  
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI


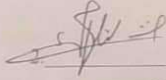
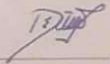
Nama : Muhamad Luthfi  
NIM : 19036134  
Program Studi : Kimia NK  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Preparasi Silika Gel dari Limbah Kaca Bening Menggunakan Aktivator Ultrasonik

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	Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D	2. 
3	Anggota	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si	3. 

## SURAT PERNYATAAN

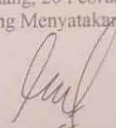
Saya yang bertandatangan dibawah ini  
Nama : Muhamad Luthfi  
NIM : 19036134  
Tempat/Tanggal Lahir : Tembilahan/14 Mei 2001  
Program Studi : Kimia NK  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Preparasi Silika Gel dari Limbah Kaca Bening Menggunakan Aktivator Ultrasonik

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

  
Muhamad Luthfi  
NIM. 19036134

# **PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP PREPARASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING MENGGUNAKAN AKTIVATOR ULTRASONIK**

**Muhamad Luthfi**

## **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dalam pembuatan silika gel yang terbuat dari limbah kaca bening dengan bantuan aktivasi ultrasonik. Ultrasonik sebagai aktivasi pada natrium silikat karena menerapkan prinsip kimia hijau. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 2 M, 3 M, 4 M, 5 M, dan 6 M. Hasil penelitian ini didapatkan rendemen silika gel optimum sebesar 68,8035% pada konsentrasi NaOH 4 M. Karakterisasi FTIR pada silika gel masing-masing konsentrasi terdapat gugus silanol (SiOH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) yang merupakan gugus utama dari silika gel dengan bilangan gelombang  $956,45\text{ cm}^{-1}$  dan  $1082\text{ cm}^{-1}$ . Puncak lebar  $2\theta = 22,7^\circ$  dari karakterisasi XRD menunjukkan bahwa silika gel dari limbah kaca bening bersifat amorf. Kemampuan daya serap air tertinggi yaitu pada silika gel dengan konsentrasi 4 M sebesar 59,47% yang memiliki luas permukaan  $16,2\text{Å}^2/\text{mol}$ , dengan rata-rata diameter pori 26,6186 nm.

Kata kunci : Silika gel, limbah kaca bening, ultrasonik, adsorpsi.

# **THE EFEFCT OF NaOH CONCENTRATION ON THE PREPARATION OF SILICA GEL FROM CLEAR GLASS WASTE USING AN ULTRASONIC ACTIVATOR**

**Muhamad Luthfi**

## **ABSTRACT**

This research was conducted to determine the effect of NaOH concentration in making silica gel made from clear glass waste with the help of ultrasonic activation. Ultrasonic as activation of sodium silicate because it applies the principles of green chemistry. The variations in NaOH concentration used were 2 M, 3 M, 4 M, 5 M and 6 M. The results of this research showed that the optimum silica gel yield was 68,8035% at a NaOH concentration of 4 M. The FTIR characterization of each concentration of silica gel was silanol groups (SiOH) and siloxane groups (Si-O-Si) which are the main groups of silica gel with wave numbers of 956,45  $\text{cm}^{-1}$  and 1082  $\text{cm}^{-1}$ . The wide peak  $2\theta = 22,7^\circ$  from XRD characterization shows that the silica gel from clear glass waste is amorphous. The highest water absorption capacity is silica gel with a concentration of 4 M of 59,47% which has a cross sectional area of 16.2Å<sup>2</sup>/mol, and an average pore diameter of 26.6186 nm.

Key words: Silica gel, clear glass waste, ultrasonic, adsorption.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan rahmat pengetahuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Preparasi Silika Gel Dari Limbah Kaca Bening Menggunakan Aktivator Ultrasonik”**. Skripsi ini diajukan untuk dapat menyelesaikan mata kuliah tugas akhir dan salah satu persyaratan kelulusan dalam rangka memperoleh gelar sarjana S-1 pada program studi kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan masukan yang bermanfaat dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Miftahul Khair, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing serta penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan hingga skripsi ini selesai.
2. Ibu Dra. Syamsi Aini, M.Si., Ph.D dan Ibu Dr. Desy Kurniawati S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Departemen Kimia serta Koordinator Prodi Kimia, Universitas Negeri Padang.
4. Bapak dan Ibu seluruh staf pengajar baik akademik maupun non akademik Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.



5. Kedua orang tua, saudara dan kerabat penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman penulis yang telah mendukung dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan hasil penelitian ini kedepannya. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 29 November 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Limbah Kaca Bening .....	7
B. Silika .....	8
C. Silika Gel .....	10
D. Pengaruh NaOH Pada Sintesis Natrium Silikat.....	12
E. Ultrasonik.....	13
F. Adsorpsi .....	15
G. Instrumen .....	16
1. <i>X-ray Fluoresence (XRF)</i> .....	16
2. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	18
3. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	19

4. <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i> .....	20
5. <i>Brunnaeur Emmet Teller (BET)</i> .....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
B. Objek Penelitian.....	24
C. Variabel Penelitian.....	24
D. Alat dan Bahan.....	25
E. Prosedur Kerja .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
A. XRF Silika Limbah Kaca Bening Royalex .....	29
B. Silika Gel dari Limbah Kaca Bening .....	30
C. Hasil Rendemen Silika Gel.....	32
D. Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	34
E. Kapasitas Daya Serap Air pada Silika Gel .....	37
F. Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	38
G. Uji Daya Serap Ion $Pb^{2+}$ .....	40
H. Karakterisasi BET .....	43
I. Peak FTIR Silika Gel .....	46
BAB V PENUTUP.....	50
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Kimia Kaca (Fahnur, 2018).....	7
Tabel 2. Persen kelarutan Natrium Silikat dalam air berdasarkan konsentrasi NaOH (Budhi dkk, 2021) .....	13
Tabel 3. Hasil Karakterisasi XRF Natrium Silikat (Ramadhani dkk., 2021).....	17
Tabel 3. Hasil Karakterisasi XRF Limbah Kaca Bening Royalex.....	29
Tabel 5. Luas puncak silanol dan daya serap air pada silika gel yang disintesis..	48
Tabel 6. Jadwal Kegiatan .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Limbah kaca bening .....	8
Gambar 2. Struktur silika (Susanti dkk, 2017).....	9
Gambar 3. Struktur silika kristal (Susanti dkk., 2017).....	9
Gambar 4. Struktur silika amorf (Susanti dkk., 2017). .....	10
Gambar 5. Silika Gel (Sulastri & Kristianingrum, 2010). .....	11
Gambar 6. Struktur silika gel (Sulastri & Kristianingrum, 2010).....	11
Gambar 7. Alat ultrasonik .....	14
Gambar 8. Cara kerja ultrasonic (Adewuyi, 2001; Chowdhury and Viraraghavan, 2009; Mason and Lorimer, 1988; Suslick, 1989, 1990).....	14
Gambar 9. Instrumen XRF (Jamaludin & Adiantoro, 2012). .....	17
Gambar 10. Instrumen FTIR (Sulistiyani, 2018). .....	18
Gambar 11. Instrumen XRD .....	20
Gambar 12. Instrumen SSA (Sharma & Tyagi, 2013). .....	21
Gambar 13. Instrument BET (Martin, 1993). .....	22
Gambar 14. Hasil Preparasi Silika gel (a) Ultrasonik (b) tanpa Ultrasonik.....	32
Gambar 15. Rendemen Silika Gel.....	32
Gambar 16. Hasil Karakterisasi FTIR Silika, Silika Gel, .....	35
Gambar 17. Grafik Peningkatan Daya Serap Air.....	37
Gambar 18. Grafik Uji Daya Serap Air .....	38
Gambar 19. Hasil Karakterisasi XRD Limbah Kaca Bening.....	39
Gambar 20. Hasil Karakterisasi XRD Silika Gel Optimum .....	40
Gambar 21. Grafik Uji Daya Serap Ion $Pb^{2+}$ .....	41
Gambar 22. Interaksi pertukaran ion antara adsorben dan adsorbat (Kusumawardani Riska, Anita Titin, 2018).....	42
Gambar 23. Adsorpsi isothermal silika gel hasil sintesis.....	44
Gambar 24. Isoterm BET untuk silika gel hasil sintesis .....	45
Gambar 25. Spektrum FTIR silika gel yang disintesis dengan konsentrasi NaOH 2M dengan bantuan ultrasonic 30 menit (a), konsentrasi NaOH 4M (b), dan konsentrasi NaOH 4M dengan menggunakan <i>furnace</i> . .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja .....	56
Lampiran 2. Perhitungan.....	60
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRF, FTIR, XRD, dan BET .....	66
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	75

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sejalan dengan meningkatnya produksi kaca, limbah padat berupa serpihan kaca juga meningkat, yang berbahaya jika bersentuhan dengan kulit manusia (Kafillah & Nurlina, 2018). Limbah kaca merupakan jenis limbah padat yang termasuk kategori limbah anorganik. Keberadaan limbah kaca melimpah di Indonesia sekitar 0,7 juta ton per tahunnya. Kebanyakan limbah ini berasal dari berbagai sumber, seperti industri kaca, peralatan rumah tangga dan bahan konstruksi (Alkatiri dkk., 2017). Limbah kaca mengandung silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup banyak sekitar 71-81% (Febriyanti dkk., 2014).

Silika adalah salah satu bahan mineral yang melimpah dikerak bumi. Silika ini terbentuk dari asam silikat yang berpolimerisasi. Silika berbentuk tetrahedral  $\text{SiO}_4$  yang terdiri dari silikon dan oksigen. Silika juga ditemukan dalam berbagai bentuk, termasuk kuarsa, amorf, pasir dan banyak lagi. Sebagai bentuk alami, silika memiliki struktur kristal, sedangkan sebagai senyawa sintetik memiliki struktur amorf (Sulastri & Kristianingrum, 2010). Silika yang diekstraksi dari limbah kaca dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan silika gel. Silika gel terbentuk oleh reaksi silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dalam limbah kaca dengan natrium hidroksida sehingga menghasilkan natrium silikat (Fahnur, 2018).

Pembuatan silika gel dari limbah kaca dapat dilakukan menggunakan aktivasi ultrasonik. Penggunaan ultrasonik sebagai aktivator pada silika dapat mempercepat reaksi dan mengurangi penggunaan bahan kimia yang limbahnya berdampak negatif bagi lingkungan sehingga dapat menjadi metoda yang berbasis *Green Chemistry*. *Green chemistry* adalah salah satu usaha untuk meminimalisir limbah dan polusi, serta menghasilkan proses kimia yang lebih ramah lingkungan. Salah satu metode yang digunakan pada green chemistry yaitu sonikasi (Dunn, 2012).

Sonikasi merupakan aplikasi dari penggunaan gelombang ultrasonik atau energi suara dalam suatu sampel dengan tujuan tertentu. Sonikasi berfungsi dalam mempercepat pelarutan suatu materi mengacu pada prinsip pemecahan reaksi intermolekuler. Gelombang ultrasonik adalah suatu gelombang longitudinal yang tidak dapat didengar oleh manusia karena memiliki frekuensi yang tinggi dan dapat menyebar pada media padat, cair dan gas. Pada medium cair, gelombang ini menyebabkan kavitasasi akustik (Candani dkk., 2018). Metode ini efektif untuk produksi silika gel karena menghemat waktu dan memberikan hasil yang lebih murni (Alkatiri dkk., 2017).

Silika gel adalah silika dalam bentuk amorf yang terdiri dari bola  $\text{SiO}_4$  dengan bentuk tetrahedral yang disusun secara teratur untuk membentuk kerangka tiga dimensi yang berukuran lebih besar sekitar 1-25  $\mu\text{m}$ . Pada umumnya, silika gel memiliki rumus kimia  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Pada dasarnya, unit struktural mineral silika mengandung anion  $\text{O}^{2-}$  dan kation  $\text{Si}^{4+}$  yang berkoordinasi secara tetrahedral. Namun, bentuk  $\text{SiO}_4$  pada silika



gel tidak teratur karena dihasilkan dari kondensasi asam ortosilikat atau monosilikat (Sholikha dkk., 2010). Silika gel mempunyai sisi aktif berupa gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si). Sisi aktif pada permukaan silika gel dan permukaan yang besar dapat digunakan untuk keperluan adsorpsi (Fahmiati dkk., 2006).

Adsorpsi adalah proses fisika atau kimia suatu permukaan dimana molekul, ion atau partikel lain diserap atau menempel pada permukaan adsorben. Adsorben adalah bahan (padat) yang dapat menyerap adsorbat (Megasari dkk., 2019). Proses adsorpsi diharapkan dapat berfungsi sebagai penurun konsentrasi logam yang berlebih pada sistem air. Adsorpsi banyak digunakan karena biaya yang diperlukan relatif rendah, kemampuannya untuk efisiensi dan selektif mengurangi logam berat yang ada di lingkungan (Mujiyanti dkk., 2016).

Penelitian sebelumnya oleh (Rungronmitchai dkk., 2009) dalam pembuatan silika gel menggunakan bantuan microwave, namun bahan baku yang digunakan yaitu abu sekam padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa silika gel dengan pemanasan microwave memberikan hasil gel silika yang lebih banyak dari pemanasan konvensional. Azmiyawati dan rekan kerja telah melakukan penelitian menggunakan limbah kaca bening sebagai bahan dasar sintesis silika gel dengan metode kalsinasi (Azmiyawati dkk., 2019). Akan tetapi, proses yang dilakukan kurang efektif karena suhu kalsinasi yang digunakan cukup tinggi dan masih menggunakan pemanasan konvensional. Penelitian lainnya menggunakan limbah kaca untuk sintesis silika gel dengan mengkombinasikan ultrasonik dan microwave. Hasil

penelitian diperoleh rendemen silika gel sebanyak 63,90%, namun tidak diketahui bagaimana pengaruh ultrasonik pada penelitian ini (Alkatiri dkk., 2017).

Dari uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi silika gel dengan menggunakan metode aktivasi ultrasonik. Sehingga, judul yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini berupa “Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Preparasi Silika Gel Dari Limbah Kaca Bening Menggunakan Aktivator Ultrasonik”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Limbah kaca bening masih banyak yang belum dimanfaatkan.
2. Metode pembuatan silika gel secara konvensional kurang efektif dari kapasitas daya serap air.

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. limbah kaca yang digunakan adalah kaca bening merek royalex.
2. Destruksi silika menggunakan basa kuat NaOH dan bantuan ultrasonik
3. Silika gel digunakan untuk penyerap air.
4. Silika gel yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, dan BET.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH pada pembuatan silika gel dari limbah kaca bening terbantu ultrasonik?
2. Bagaimana karakteristik silika gel dari limbah kaca bening?
3. Bagaimana kemampuan daya serap silika gel dari limbah kaca bening terhadap air?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi optimum NaOH pada pembuatan silika gel dari limbah kaca bening terbantu ultrasonik
2. Mengetahui hasil karakteristik silika gel dari limbah kaca bening.
3. Mengetahui kapasitas penyerapan silika gel dari limbah kaca bening terhadap air.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun terdapat beberapa manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kaca bening.
2. Dapat memanfaatkan ultrasonik sebagai penerapan *Green Chemistry* pada preparasi silika gel dari limbah kaca bening.

3. Dapat meningkatkan kinerja silika gel.
4. Mendapat konsentrasi NaOH optimum.