

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

**SKRIPSI**

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



**Oleh :**

**Dea Putri Monika**

**NIM/TM. 19036118/2019**

**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 Ultrasonik  
Nama : Dea Putri Monika  
NIM : 19036118  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:

Ketua Departemen Kimia

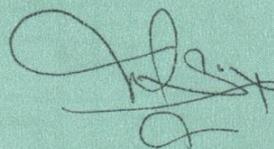


**Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D**  
NIP. 19721024 199803 1 001

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

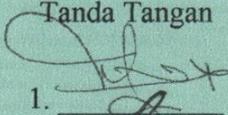
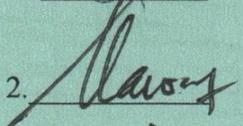
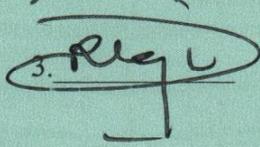
Nama : Dea Putri Monika  
NIM : 19036118  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### PENGARUH KONSENTRASI NaOH TERHADAP PREPARASI SILIKA GEL DARI LIMBAH KACA BENING MENGUNAKAN 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	Prof. Dr. Mawardi, M.Si	2. 
3	Anggota	Dr. Riga, S.Pd., M.Si	3. 

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

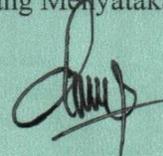
Nama : Dea Putri Monika  
NIM : 19036118  
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/21 Agustus 2001  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Preparasi Silika Gel dari Limbah Kaca Bening menggunakan Ultrasonik

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



**Dea Putri Monika**  
**NIM. 19036118**

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

**Dea Putri Monika**

## **ABSTRAK**

Keberadaan limbah kaca melimpah di Indonesia sekitar 0,7 juta ton per tahunnya. Oleh karena itu, limbah kaca bening diolah menjadi adsorben untuk mengurangi limbah kaca yang ada pada lingkungan. Limbah kaca mengandung silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup banyak sekitar 71-81% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai silika gel. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dalam pembuatan silika gel, hasil rendemen silika gel, dan daya serap air. Ultrasonik sebagai aktivasi pada natrium silikat karena menerapkan prinsip kimia hijau. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 0,5 M, 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, 5 M dan 6 M. Hasil penelitian ini didapatkan rendemen silika gel optimum sebesar 58,186%, terdapat gugus silanol ( $\text{SiOH}$ ) dan gugus siloksan ( $\text{Si-O-Si}$ ) yang merupakan gugus utama dari silika gel dengan bilangan gelombang  $958 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1086 \text{ cm}^{-1}$ , serta puncak lebar  $2\theta = 22,7^\circ$  dari karakterisasi XRD, dan daya serap air silika gel optimum sebesar 52,80%.

Kata kunci : Limbah kaca bening, Silika gel, Ultrasonik, Adsorpsi.

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

**Dea Putri Monika**

## **ABSTRACT**

The presence of abundant glass waste in Indonesia is around 0.7 million tons per year. Therefore, clear glass waste is processed into an adsorbent to reduce glass waste in the environment. Glass waste contains quite a lot of silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ), around 71-81%, so it can be used as silica gel. This research was conducted to determine the effect of NaOH concentration in making silica gel, the yield of silica gel and water adsorption capacity. Ultrasonic as activation of sodium silicate because it applies the principles of green chemistry. Varying NaOH concentrations used were 0.5 M, 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, 5 M dan 6 M. The results of this research showed that the optimum silica gel yield was 58.186%, there were silanol groups ( $\text{SiOH}$ ) and siloxane groups ( $\text{Si-O-Si}$ ) which is the main group of silica gel with wave numbers of  $958 \text{ cm}^{-1}$  and  $1086 \text{ cm}^{-1}$ , and a peak width of  $2\theta = 22.7^\circ$  from XRD characterization, and the optimum adsorption capacity of silica gel is 52.80%.

Key words: Clear Glass Waste, Silica Gel, 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 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. Bapak Prof. Dr. Mawardi, M.Si dan Bapak Dr. Riga, 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 skripsi ini kedepannya. Atas kritik dan saran yang diberikan, penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 20 Desember 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 Konsentrasi NaOH pada Preparasi Natrium Silikat.....	12
E. Ultrasonik.....	13
F. Instrumen .....	15
1. <i>X-ray Fluorosence</i> (XRF).....	15
2. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	16
3. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
B. Objek Penelitian.....	20
C. Variabel Penelitian.....	20
D. Alat dan Bahan.....	21
E. Prosedur Kerja .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
A. Hasil Analisis Serbuk Limbah Kaca Bening .....	25
B. Hasil Silika Gel dari Limbah Kaca Bening.....	26

C.	Rendemen Silika Gel .....	28
D.	Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	30
E.	Uji Daya Serap Air Silika Gel .....	34
F.	Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	35
BAB V PENUTUP .....		38
A.	Kesimpulan .....	38
B.	Saran .....	38
DAFTAR PUSTAKA .....		39
LAMPIRAN.....		43

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Kimia Kaca .....	7
Tabel 2. Hasil Karakterisasi XRF Natrium Silikat (Ramadhani dkk., 2021).....	13
Tabel 3. Hasil Karakterisasi XRF Limbah Kaca Bening. ....	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Limbah kaca bening .....	8
Gambar 2. Struktur silika .....	9
Gambar 3. Struktur silika kristal (Susanti dkk., 2017).....	9
Gambar 4. Struktur silika amorf (Susanti dkk., 2017). ....	10
Gambar 5. Silika Gel.....	11
Gambar 6. Struktur silika gel (Sulastri & Kristianingrum, 2010).....	11
Gambar 7. Alat ultrasonik .....	14
Gambar 8. Instrumen XRF (Jamaludin & Adiantoro, 2012). ....	16
Gambar 9. Instrumen FTIR (Sulistiyani, 2018). ....	17
Gambar 10. Instrumen XRD .....	18
Gambar 11. Sampel (a) limbah kaca bening (b) setelah dipreparasi.....	25
Gambar 12. Hasil Silika Gel (a) Ultrasonik (b) Tanpa Ultrasonik. ....	28
Gambar 13. Rendemen Silika Gel.....	29
Gambar 14. Hasil Karakterisasi FTIR Silika, Silika Gel, dan Silika Gel Konvensional.....	31
Gambar 15. Luas Puncak Gugus Silanol.....	33
Gambar 16. Grafik Pertambahan Berat Silika Gel.....	34
Gambar 17. Grafik Uji Daya Serap Air. ....	35
Gambar 18. Hasil Karakterisasi XRD Limbah Kaca Bening.....	36
Gambar 19. Hasil Karakterisasi XRD Silika Gel Optimum .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja .....	43
Lampiran 2. Desain Penelitian .....	46
Lampiran 3. Perhitungan .....	46
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRF, FTIR dan XRD .....	51
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian .....	62

# **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. Adsorben yang umum digunakan pada proses penyerapan air yaitu silika gel. Silika gel sering digunakan dalam industri penyimpanan dan pengemasan untuk menjaga kekeringan produk seperti elektronik, pakaian, obat-obatan, dan makanan. Hal ini dapat membantu mencegah korosi, pembusukan, dan pertumbuhan jamur yang dapat terjadi karena kelembaban (Megasari dkk., 2019).

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 akan dilaksanakan dalam penelitian ini berupa “Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Preparasi Silika Gel dari Limbah Kaca Bening menggunakan 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.

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pembuatan silika gel dari limbah kaca bening.
2. Pembuatan silika gel menggunakan ultrasonik dengan waktu 15 menit.
3. Silika gel disintesis dengan variasi konsentrasi larutan NaOH 0,5 M, 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, 5 M dan 6 M.
4. Silika gel digunakan sebagai penyerap air.

5. Silika gel yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR dan XRD.

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

Berdasarkan identifikasi masalah diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH yang digunakan dalam aktivasi ultrasonik pada pembuatan silika gel dari limbah kaca bening?
2. Bagaimana hasil karakterisasi 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 NaOH yang digunakan dalam aktivasi ultrasonik pada pembuatan silika gel dari limbah kaca bening.
2. Mengetahui hasil karakterisasi silika gel dari limbah kaca bening.
3. Mengetahui kemampuan daya serap 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. Mendapatkan konsentrasi NaOH optimum.

3. Dapat memanfaatkan ultrasonik sebagai penerapan *green chemistry* pada preparasi silika gel dari limbah kaca bening.
4. Dapat memanfaatkan silika gel dari limbah kaca bening sebagai penyerap air.