

LAPORAN HASIL PENELITIAN
“PEMANFAATAN LIMBAH KACA DALAM PEMBUATAN SILIKA GEL
MENGGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) DENGAN METODE SOL
GEL”



DISUSUN OLEH :

BELINDA TRI SETYA RAHMAWATI
NPM. 21031010058

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025

**"PEMANFAATAN LIMBAH KACA DALAM PEMBUATAN SILIKA GEL
MENGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) DENGAN METODE SOL
GEL"**

Skripsi

**Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**



DISUSUN OLEH:

BELINDA TRI SETYA RAHMAWATI

NPM.21031010058

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"PEMANFAATAN LIMBAH KACA DALAM PEMBUATAN SILIKA GEL
MENGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) DENGAN
METODE SOL GEL"**

Disusun Oleh:
BELINDA TRI SETYA RAHMAWATI (21031010058)

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji
pada tanggal : 21 Agustus 2025

Dosen Penguji :

Dosen Pembimbing :


Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.
NIP. 19611112 198903 2 001


Ir. Ketut Sumada, M.S.
NIP. 19620118 198803 1 001

2.

Ir. Titi Susilowati, M.T.
NIP. 19600801 198703 2 008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



Laporan Hasil Penelitian

Pemanfaatan Limbah Kaca dalam Pembuatan Silika Gel Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Metode Sol Gel

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**“PEMANFAATAN LIMBAH KACA DALAM PEMBUATAN SILIKA GEL
MENGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) DENGAN
METODE SOL GEL”**

DISUSUN OLEH:

BELINDA TRI SETYA RAHMAWATI

(21031010058)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Penelitian

Ir. Ketut Sumada, M.S.

NIP. 19620118-198803-1-001

Program Studi S-I Teknik Kimia

Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



Laporan Hasil Penelitian

Pemanfaatan Limbah Kaca dalam Pembuatan Silika Gel Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Metode Sol Gel

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Belinda Tri Setya Rahmawati
NPM : 21031010058
Program : Sarjana(S1)/Magister-(S2)/Doktor-(S3)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi*~~ ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 4 November 2025

Yang Membuat pernyataan


10000
9F6A2ANX020848173
Belinda Tri Setya Rahmawati
NPM. 21031010058



Laporan Hasil Penelitian

Pemanfaatan Limbah Kaca dalam Pembuatan Silika Gel Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Metode Sol Gel

KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Belinda Tri Setya Rahmawati

NPM : 21031010058

2. Lyra Vidyantari

NPM : 21031010081

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi hasil penelitian, dengan

Judul :

“Pemanfaatan Limbah Kaca dalam Pembuatan Silika Gel Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Metode Sol Gel”

Surabaya, 21 Agustus 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.)

NIP. 19611112 198903 2 001

Dosen Penguji II

(Ir. Titi Susilowati, M.T.)

NIP. 19600801 198703 2 008

Dosen Pembimbing

(Ir. Ketut Sumada, M.S.)

NIP. 19620118 198803 1 001

Program Studi S-I Teknik Kimia

Fakultas Teknik & Sains

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Kaca dalam Pembuatan Silika Gel Menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Metode Sol Gel”. Laporan hasil penelitian ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa, tanpa bantuan baik dari sarana, prasarana, kritik, dan saran. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku Dosen Pembimbing Penelitian Tugas Akhir yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan Laporan Penelitian ini.
4. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. selaku Dosen penguji Penelitian Tugas Akhir
5. Ir. Titi Susilowati, M.T. selaku Dosen Penguji Penelitian Tugas Akhir
6. Rekan-rekan yang turut membantu dalam proses penelitian ini. Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan laporan hasil penelitian.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penyusunan laporan hasil penelitian, maka dari itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat dibutuhkan untuk menyempurnakan laporan hasil penelitian ini. Akhir kata, penyusun mengharapkan semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 21 Agustus 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan	2
I.3 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
II.1 Secara Umum.....	3
II.1.1 Limbah Kaca	3
II.1.2 Komposisi Kimia Limbah Kaca.....	5
II.1.3 Silika	5
II.1.4 Klasifikasi Ukuran Pori Silika	6
II.1.5 Silika Gel.....	6
II.1.6 Kebutuhan Silika Gel di Indonesia	7
II.1.7 Jenis-Jenis Katalis	8
II.1.8 Metode Pembuatan Silika Gel.....	11
II.2 Landasan Teori	12
II.2.1 Metode Sol Gel	12
II.2.2 Reaksi Pembuatan Natrium Silikat	12
II.2.3 Reaksi Pembuatan Silika Gel.....	13
II.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Silika Gel	13
II.3 Hipotesis	15
BAB III METODE PENELITIAN	16



III.1 Bahan Baku Penelitian	16
III.2 Alat	16
III.3 Rangkaian Alat	17
III.4 Diagram Alir Penelitian.....	19
III.4.1 Diagram Alir Pembuatan Natrium Silikat	19
III.4.2 Diagram Alir Pembuatan Silika Gel	20
III.5 Variabel	21
III.5.1 Kondisi Tetap.....	21
III.5.2 Peubah.....	21
III.6 Prosedur Penelitian.....	21
III.6.1 Pembuatan Natrium Silikat.....	21
III.6.2 Pembuatan Silika Gel.....	22
III.7 Analisis.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
IV.1 Analisis Bahan Baku Silika Gel dari Limbah Kaca	24
IV.2 Analisis Produk Silika Gel dari Limbah Kaca	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
V.1 Kesimpulan.....	36
V.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN I	41
LAMPIRAN II.....	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar III. 1 Rangkaian Alat Pembuatan Natrium Silikat	17
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Proses Gelling	18
Gambar III. 3 Diagram Alir Pembuatan Natrium Silikat	19
Gambar III. 4 Diagram Alir Pembuatan Silika Gel.....	20
Gambar IV. 1 Pola Difaktogram Silika Limbah Kaca.....	25
Gambar IV. 2 Pengaruh Rasio Pengenceran terhadap Kadar SiO ₂ dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Asam Sulfat	28
Gambar IV. 3 Pengaruh konsentrasi Asam Sulfat terhadap kadar SiO ₂ dengan Berbagai Variasi Rasio Pengenceran Natrium Silikat	29
Gambar IV. 4 Pengaruh Konsentrasi H ₂ SO ₄ dan Rasio Pengenceran Natrium Silikat terhadap Kadar SiO ₂ Berdasarkan Hasil Analisis Menggunakan Program Design Expert 13.....	32
Gambar IV. 5 Pengaruh Rasio Natrium Silikat terhadap Luas Permukaan (m ² /g) pada Konsentrasi H ₂ SO ₄ 3M.....	34



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Ketersediaan Limbah Kaca di Indonesia.....	4
Tabel II. 2 Komposisi Kimia dalam Limbah Kaca	5
Tabel II. 3 Data Impor Silika Gel di Indonesia.....	7
Tabel II. 4 Syarat Katalis Homogen.....	8
Tabel II. 5 Syarat Katalis Heterogen.....	9
Tabel II. 6 Syarat Katalis Enzimatik.....	9
Tabel II. 7 Syarat Katalis Asam	10
Tabel II. 8 Syarat Katalis Basa.....	10
Tabel IV. 1 Komposisi Kimia Bahan Baku Serbuk Kaca.....	24
Tabel IV. 2 Pengaruh Rasio Pengenceran Natrium Silikat : Air dan Konsentrasi H ₂ SO ₄ terhadap Kadar SiO ₂ (%)	26
Tabel IV. 3 Hasil ANOVA pada Respon Kadar SiO ₂ Model Kuadratik	30
Tabel IV. 4 Luas Permukaan Spesifik Silika Gel berdasarkan Variasi Rasio Natrium Silikat terhadap Air pada Konsentrasi H ₂ SO ₄ 3 M	33



INTISARI

Limbah kaca dapat diolah kembali sebagai sumber material alternatif dalam sintesis gel silika dengan menggunakan metode sol-gel untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi serta mengurangi limbah anorganik. Silika diekstraksi dari limbah kaca menggunakan natrium hidroksida (NaOH), kemudian diubah menjadi natrium silikat. Sintesis gel silika dilakukan dengan memvariasikan dua variabel utama yaitu rasio pengenceran natrium silikat:air (1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5) dan konsentrasi asam sulfat (1,5 M; 2 M; 2,5 M; 3 M; dan 3,5 M). Karakterisasi produk dilakukan menggunakan XRF untuk kandungan SiO_2 , XRD untuk struktur amorf, dan BET untuk luas permukaan spesifik. Kandungan SiO_2 tertinggi sebesar 86,83% diperoleh pada perbandingan 1:5 dan konsentrasi H_2SO_4 3,5 M. Sementara itu, luas permukaan spesifik tertinggi sebesar 186,82 m^2/g dicapai pada perbandingan yang sama, yaitu 1:5 dan konsentrasi 3 M. Dengan optimasi menggunakan Metode Permukaan Respons (RSM), kondisi optimum teoretis diperoleh pada rasio pengenceran natrium silikat: air sebesar 1:10 dan konsentrasi H_2SO_4 7,27 M, menghasilkan kemurnian SiO_2 hingga 99%. Hasil ini menunjukkan potensi tinggi limbah kaca sebagai sumber silika alternatif untuk aplikasi katalis.

Kata kunci: limbah kaca, sol-gel, natrium silikat, silika gel