

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN
*MICROWAVE-ASSISTED***



DISUSUN OLEH:

YUCA SALZADILLA BASORI

NPM. 22031010223

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2026**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN
MICROWAVE-ASSISTED**

Skripsi

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

Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH:

YUCA SALZADILLA BASORI

22031910223

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT X DARI NATRIUM
SILIKAT MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN
MICROWAVE-ASSISTED"**

**DISUSUN OLEH :
YUCA SALZADILLA BASORI
NPM. 22031010223**

**Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji
Pada tanggal : 5 Mei 2026
Menyetujui,**

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing I

Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.

NIP. 19630305 198803 2 001

NIP. 19650731 199203 2 001

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing II

Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D

Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si.

NIP. 19800410 200501 1 001

NIP. 212 19950627 294

Mengetahui

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001



LAPORAN HASIL PENELITIAN
"Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*"

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT X DARI NATRIUM
SILIKAT MENGGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN
MICROWAVE-ASSISTED"**

DISUSUN OLEH :
YUCA SALZADILLA BASORI (22031010223)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Sintia Soraya Santi, M.T.)

NIP. 19650731 199203 2 001

Dosen Pembimbing II

(Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si.)

NIP. 212 19950627 294



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : 1. Oktavia Eka Ardyanti

NPM. 22031010220

2. Yuca Salzadilla Basori

NPM. 22031010223

Telah mengerjakan ~~revisi~~ / tidak ada revisi laporan hasil penelitian, dengan judul :

**”SINTESIS DAN KARAKTERISASI ZEOLIT X DARI NATRIUM SILIKAT
MENGUNAKAN METODE SOL-GEL DENGAN *MICROWAVE-
ASSISTED*”**

Surabaya, 5 Mei 2026

Dosen penguji yang memerintahkan revisi :

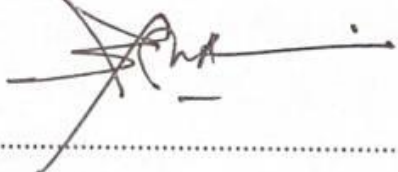
1. Ir. Caecilia Pujiastuti, M.T.

NIP. 19630305 198803 2 001


(.....)

2. Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19800410 200501 1 001


(.....)

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.)

NIP. 19650731 199203 2 001

Dosen Pembimbing II



(Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si.)

NIP. 212 19950627 294



LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*"

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuca Salzadilla Basori
NPM : 22031010223
Program : Sarjana (S1)/~~Magister (S2)~~/~~Doktor (S3)~~
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas akhir~~/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah 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/Disertasi 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, 5 Mei 2026


(Yuca Salzadilla Basori)



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga terselesaikan penyusunan proposal penelitian dengan judul "Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*".

Dalam penyusunan proposal penelitian ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN "Veteran" Jawa Timur
2. Dr.Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik dan Sains Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
3. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku dosen pembimbing penelitian I
4. Dr. Reva Edra Nugraha, S,Si selaku dosen pembimbing penelitian II
5. Ir. Caecilia Pujiastuti, MT selaku dosen penguji penelitian
6. Erwan Adi Saputro, ST, MT, PhD selaku dosen penguji penelitian

Penyusun menyadari akan kekurangan pada penyusunan laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritiknya semua pihak guna menjadi bahan perbaikan dalam penyusunan laporan hasil penelitian kedepannya. Semoga proposal penelitian ini memberikan manfaat kepada pembaca.

Surabaya, 5 Mei 2026

Penyusun



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
INTISARI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN TEORI	4
II.1 Teori Umum.....	4
II.1.1 Zeolit	4
II.1.2 Natrium Silikat.....	7
II.1.3 Metode Sintesis Zeolit.....	7
II.1.4 Mekanisme Pembentukan Kristal Zeolit X.....	10
II.2 Landasan Teori	11
II.2.1 Zeolit X	11
II.2.2 Karakterisasi Zeolit X	12
II.2.3 Standart Zeolit untuk Detergent.....	13
II.2.4 Metode Sol-Gel dengan <i>Microwave-Assisted</i>	13
II.2.5 Faktor-Faktor yang Berpengaruh	14
II.2.6 Desain Eksperimen Metode Taguchi	15
II.3 Hipotesis	17



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
III.2 Bahan Penelitian.....	18
III.3 Rangkaian Alat	18
III.4 Kondisi dan Variabel Penelitian.....	19
III.5 Diagram Alir.....	20
III.6 Prosedur Penelitian.....	21
III.6.1 Desain Eksperimen	21
III.6.2 Uraian Proses	22
III.6.3 Analisis Hasil.....	23
III.6.4 Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
IV.1 Sintesis Zeolit X.....	25
IV.2 Optimasi Kondisi Operasi (ANOM)	28
IV.3 Karakterisasi FT-IR.....	30
IV.4 Karakterisasi XRD	32
IV.5 Karakterisasi SEM	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
V.1 Kesimpulan.....	35
V.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	41



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Mekanisme Pembentukan Zeolit X	11
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Metode Sol-Gel	18
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Microwave-Assisted.....	19
Gambar III. 3 Diagram Alir Sintesis Zeolit X.....	20
Gambar IV. 1 Plot interaksi parameter sintesis Zeolit X	26
Gambar IV. 2 Hasil Karakterisasi FT-IR	30
Gambar IV. 3 Hasil Karakterisasi X-Ray Diffraction	32
Gambar IV. 4 Hasil Karakterisasi Scanning Electron Microscopy.....	34



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Klasifikasi zeolit dalam ukuran pori dan struktur	5
Tabel II. 2 Klasifikasi zeolit berdasarkan rasio Si/Al	6
Tabel II. 3 Karakteristik Natrium Silikat	7
Tabel II. 4 Standart IS 15267 (2003): <i>Zeolite Detergent Grade</i>	13
Tabel II. 5 Orthogonal arrays metode Taguchi	16
Tabel IV. 1 Hasil Sintesis Zeolit X	25
Tabel IV. 2 Analysis of Variance (N-Way Anova).....	27
Tabel IV. 3 Hasil ANOM (Analisis of Means) untuk Rasio S/N (dB)	28
Tabel IV. 4 Perbandingan % Yield yang dihasilkan antara sampel terbaik dan sampel rekomendasi	29
Tabel IV. 5 Perbandingan Data hasil FT-IR Percobaan dengan Literatur	30



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Natrium Silikat Menggunakan Metode Sol-Gel dengan *Microwave-Assisted*”

INTISARI

Zeolit X merupakan jenis zeolit faujasit yang banyak dimanfaatkan dalam industri deterjen karena memiliki kapasitas pertukaran ion tinggi, struktur pori teratur, dan sifat ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mensintesis Zeolit X menggunakan metode sol-gel berbantuan microwave dengan bahan dasar natrium silikat (Na_2SiO_3) dan aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$), serta menentukan kondisi optimum menggunakan metode Taguchi. Variasi yang digunakan meliputi rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (1:1-1:1,5 mol), waktu kristalisasi (5-25 menit), dan daya microwave (120-700 W). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 1:1,375, waktu kristalisasi 5 menit, dan daya microwave 250 W. Konsumsi energi tercatat sebesar 0,0208 kWh dengan yield sebesar 37,93%.

Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan pita serapan khas Zeolit X pada 1011 cm^{-1} (Si–O–Si), 781 cm^{-1} (T–O–T), dan 565 cm^{-1} (cincin ganda D6R), yang menandakan terbentuknya kerangka aluminosilikat yang stabil. Pola XRD memperlihatkan puncak difraksi Zeolit X (FAU) pada $2\theta = 6,1^\circ$ - $32,6^\circ$ dengan kristalinitas 83,90%, sedangkan citra SEM menampilkan morfologi kristal membentuk oktahedra tidak beraturan dengan ukuran rata-rata $8\text{ }\mu\text{m}$. Hasil ini menunjukkan bahwa metode sol-gel berbantuan microwave berpotensi menjadi alternatif sintesis yang ekonomis dalam pembentukan Zeolit X untuk mendukung pengembangan bahan ramah lingkungan pada industri deterjen bebas fosfat.

Kata kunci: Deterjen, Sol-Gel Microwave-Assisted, Taguchi, Zeolite X