

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil
Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan
Waktu Presipitasi**



DISUSUN OLEH:

ATHA NUR AZARIA

NPM. 22031010226

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2026

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi"

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi"

DISUSUN OLEH:

ATHA NUR AZARIA

NPM. 22031010226

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal : 13 Januari 2026

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

1.

(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.)

NIP. 19650731 199203 2 001

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

NIP. 212 19950627 294

2.

(Ir. Ketut Sumada, M.S.)

NIP. 19620118 198803 1 001

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 ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi"

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi"

DISUSUN OLEH:

ATHA NUR AZARIA

(22031010226)

Laporan hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing


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

NIP. 212.19950627.294



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Atha Nur Azaria

NPM : 22031010226

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi 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 di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada dokumen ilmiah Tugas Akhir 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, 26 Mei 2026

Yang Membuat Pernyataan



Atha Nur Azaria

NPM. 22031010226



LAPORAN HASIL PENELITIAN

“Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi”

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Yurdien Dellan Riesnawa NPM. 22031010166
2. Atha Nur Azaria NPM. 22031010226
Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi* Proposal/Skripsi/Kerja Praktek, dengan judul:

“Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi”

12 Februari 2026

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.
NIP. 19650731 199203 2 001

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

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Dr. Reva Edra Nugraha, S. Si.
NIP. 212 19950627 294



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah S.W.T atas rahmat nya, maka penyusun dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Sintesis Dan Karakterisasi ZSM-5 Mesopori dari Silika Hasil Ekstraksi Lumpur Lapindo Dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi”**. Penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan laporan penelitian ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan waktunya untuk membimbing dan mendampingi dalam proses penyusunan sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal penelitian ini.
4. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T. dan Ir. Ketut Sumada, M.S selaku dosen penguji
5. Kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya.
6. Rekan-rekan dan segenap pihak yang telah membantu selama proses pembuatan laporan penelitian.

Penulis menyadari bahwa isi dari laporan penelitian ini sangat jauh dari sempurna, maka penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak agar laporan penelitian ini menjadi jauh lebih baik.

Surabaya, 13 Januari 2026

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
KETERANGAN REVISI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	12
I.1 Latar Belakang	12
I.2 Tujuan	15
I.3 Manfaat	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	16
II.1 Teori Umum.....	16
II.1.1 Lumpur Lapindo	16
II.1.2 Karakteristik Lumpur Lapindo	16
II.1.3 Silika	17
II.1.4 Silika Amorf dan Kristalin.....	18
II.1.5 Klasifikasi Ukuran Pori.....	18
II.1.6 Zeolit.....	19
II.1.7 Jenis Zeolit.....	19
II.1.8 ZSM-5 (<i>Zeolite Socony Mobile-5</i>) Mesopori.....	20
II.1.9 Metode Sintesis ZSM-5 Mesopori	21
II.1.10 Standart ZSM-5 (<i>Zeolite Socony Mobile-5</i>).....	22
II.2 Landasan Teori	23
II.2.1 Ekstraksi Silika Kristalin	23
II.2.2 Proses Pembentukan Silika	23
II.2.3 Reaksi Pembentukan Zeolit	24
II.2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Sintesis ZSM-5 Mesopori	25



II.3 Hipotesis	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
III. 1 Waktu dan Tempat Penelitian	28
III. 2 Bahan Baku Penelitian	28
III.3 Alat Penelitian	28
III.4 Gambar Rangkaian Alat Penelitian	29
III.4.1 Rangkaian Alat Ekstraksi	29
III.4.2 Rangkaian Alat Stirring.....	29
III.4.3 Rangkaian Alat Hidrotermal.....	30
III.5 Kondisi dan Variabel Penelitian.....	30
III.6 Prosedur Penelitian.....	31
III.7 Diagram Alir Penelitian.....	33
BAB IV	36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
IV.1 Ekstraksi Silika dari Lumpur Lapindo	36
IV.1.1 Uji Komposisi Lumpur Lapindo Sebelum dan Sesudah Ekstraksi dengan X-Ray Fluorescence (XRF).....	36
IV.1.2 Perhitungan Yield Hasil Ekstraksi	38
IV.1.3 Analisis Brunauer Emmet Teller (BET).....	41
IV.2 Sintesis ZSM-5	42
IV.2.1. Uji Kristalinitas Sampel dengan X-Ray Diffraction	43
IV.2.2. Uji Gugus Fungsi ZSM-5 dengan Spektroskopi Inframerah (FTIR)	44
IV.2.3. Uji Karakterisasi Pori dengan Brunauer Emmet Teller (BET)	45
BAB V.....	48
KESIMPULAN	48
V.1 Kesimpulan.....	48
V.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN A	56
LAMPIRAN B	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur Zeolit Tipe MFI ZSM-5.....	21
Gambar II. 2 Skema Pembentukan Pori ZSM-5 menggunakan template	22
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Magnetic Stirrer.....	29
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Hidrotermal	29
Gambar III. 3 Diagram Alir Proses pre-treatment Lumpur Lapindo	33
Gambar III. 4 Diagram Alir Proses Ekstraksi Silika.....	34
Gambar III. 5 Diagram Alir Proses Sintesis ZSM-5	35
Gambar IV. 1 Hasil Penyaringan Ekstraksi Lumpur Lapindo (a) dan penambahan HCl pada Hasil Ekstraksi NaOH 2M (b), 4M (c), 6M (d), 8M (e), 10M (f).....	37
Gambar IV. 2 Hubungan antara Waktu Presipitasi dan Yield pada Ekstraksi Silika	40
Gambar IV. 3 Grafik XRD Lumpur Lapindo (a), Silika Hasil Eksraksi NaOH 4M (b), dan ZSM-5 1 hari (c); 2 hari (d); 3 hari (e); 4 hari (f); 5 hari (g).....	43
Gambar IV. 4 Grafik FTIR Lumpur Lapindo (a), Silika Hasil Eksraksi NaOH 4M (b); dan ZSM-5 1 hari (c); 2 hari (d); 3 hari (e); 4 hari (f); 5 hari (g).....	44



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Komponen yang terkandung dalam Lumpur Lapindo	17
Tabel II. 2 Perbedaan Sifat Fisika dan Kimia Silika Amorf dan Kristalin	18
Tabel IV. 1 Lumpur Lapindo Sebelum dan Sesudah Ekstraksi NaOH	36
Tabel IV. 2 Data Perolehan Massa pada Ekstraksi Silika dengan Berbagai Konsentrasi NaOH dan Waktu Presipitasi	39
Tabel IV. 3 Perhitungan Yield Ekstraksi Silika dengan Berbagai Konsentrasi NaOH dan waktu presipitasi.....	39
Tabel IV. 4 Analisis Distribusi Pori dan Luas Permukaan Lumpur Lapindo dan Silika Hasil Ekstraksi	41
Tabel IV. 5 Analisis Distribusi Pori ZSM-5 dengan Berbagai Variasi Waktu Presipitasi Silika.....	46



INTISARI

Insiden semburan lumpur panas Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur, selain menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan, juga menyimpan potensi besar sebagai sumber mineral, khususnya silika. Lumpur Lapindo diketahui memiliki kandungan SiO_2 yang cukup tinggi, namun keberadaan pengotor seperti Fe_2O_3 , CaO , dan Al_2O_3 menyebabkan pemanfaatannya belum optimal. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa metode leaching asam kurang efektif dalam meningkatkan kemurnian silika, sedangkan metode ekstraksi berbasis basa, khususnya menggunakan larutan NaOH, mampu melarutkan silika secara lebih efisien dan menghasilkan silika dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan ekstraksi yang tepat untuk memaksimalkan pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai sumber silika alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi konsentrasi NaOH dan waktu presipitasi terhadap yield silika hasil ekstraksi lumpur Lapindo serta aplikasinya sebagai sumber silika dalam sintesis ZSM-5 mesopori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan waktu presipitasi secara signifikan meningkatkan yield silika, dengan hasil tertinggi sebesar 57,78% pada konsentrasi NaOH 10 M dan waktu presipitasi 5 hari. ZSM-5 yang disintesis dari silika lumpur Lapindo berhasil membentuk struktur khas MFI, ditunjukkan oleh puncak XRD pada 2θ sekitar $7-9^\circ$ dan $23-25^\circ$, serta memiliki karakteristik mesopori dengan ukuran pori 2–50 nm dan luas permukaan lebih dari $250 \text{ m}^2/\text{g}$. Hasil ini menunjukkan bahwa silika hasil ekstraksi lumpur Lapindo berpotensi sebagai bahan baku alternatif yang efektif untuk sintesis katalis ZSM-5 mesopori. Kata kunci: lumpur Lapindo, ekstraksi silika, NaOH, waktu presipitasi, ZSM-5 mesopori