

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**

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



**DISUSUN OLEH:**

**YURDIEN DELLAN RIESNAWA**

**NPM. 22031010166**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2026**

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

**Skripsi**

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



**DISUSUN OLEH :**

***Yurdien Dellan Riesnawa***

**22031010166**

**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:

YURDIEN DELLAN RIESNAWA

NPM. 22031010166

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.)

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

NIP. 19650731 199203 2 001

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:

**YURDIEN DELLAN RIESNAWA**

**(22031010166)**

Laporan hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

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

**NIP. 212 19950627 294**



## LAPORAN HASIL PENELITIAN

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

### SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yurdien Dellan Riesnawa  
NPM : 22031010166  
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



Yurdien Dellan Riesnawa

NPM. 22031010166



## 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 2025

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 Ekstraksi 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 Ekstraksi 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  $\text{SiO}_2$  yang cukup tinggi, namun keberadaan pengotor seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  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  $2\theta$  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