

LAPORAN HASIL PENELITIAN
PENGARUH MOL SURFAKTAN *CETYL TRIMETYHL AMMONIUM*
***BROMIDE* (CTAB) DAN KONSENTRASI ASAM KLORIDA (HCl) PADA**
SINTESIS Al-MCM-41



Disusun Oleh:

AFFAN ZEIN ABDULLAH

21031010229

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025

**PENGARUH MOL SURFAKTAN *CETYL TRIMETYHL AMMONIUM*
BROMIDE (CTAB) DAN KONSENTRASI ASAM KLORIDA (HCl) PADA
SINTESIS Al-MCM-41**

Skripsi

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



Disusun Oleh:

AFFAN ZEIN ABDULLAH

21031010229

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025**



Laporan Hasil Penelitian
"Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetylhl Ammonium Bromide*
(CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-
MCM-41"

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGARUH MOL SURFAKTAN *CETYL TRIMETYHL AMMONIUM*
BROMIDE (CTAB) DAN KONSENTRASI ASAM KLORIDA (HCl) PADA
SINTESIS Al-MCM-41**

DIUSULKAN OLEH:

Affan Zein Abdullah

(21031010229)

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Penguji
Pada tanggal : 14 Januari 2025

Tim Penguji :

Pembimbing :

1.

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

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

2.

Ir. Sutiyono, M.T.
NIP. 19600713 198703 1 001

Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si
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

"Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetyhl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**PENGARUH MOL SURFAKTAN *CETYL TRIMETYHL AMMONIUM BROMIDE* (CTAB) DAN KONSENTRASI ASAM KLORIDA (HCl) PADA
SINTESIS Al-MCM-41**

Disusun Oleh:

AFFAN ZEIN ABDULLAH

21031010229

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing Penelitian 1

Dosen Pembimbing Penelitian 2

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

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

NIP. 19611112 198903 2 001

NIP. 212 19950627 294



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA



Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Affan Zein Abdullah

NPM : 21031010229

Program : Sarjana (S1)

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik dan 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 dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi 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, 14 Januari 2025

Yang Membuat Pernyataan



Affan Zein Abdullah

NPM. 21031010229



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Telp. (031) 8782179 Surabaya 60294

KETERANGAN REVISI

Yang dibawah ini :

Nama : 1. Affan Zein Abdullah

NPM. 21031010229

2. Alisyah Ananda Putri

NPM. 21031010282

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi hasil penelitian, dengan

Judul :

"Pengaruh Mol Surfaktan Cetyl Trimetylhl Ammonium Bromide (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41"

Surabaya, 14 Januari 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Ir. Ketut Sumada, M.S.)

NIP. 19620118 198803 1 001

Dosen Penguji II

(Ir. Sutivono, M.T.)

NIP. 19600713 198703 1 001

Dosen Pembimbing I

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

NIP. 19611112 198903 2 001

Dosen Pembimbing II

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

NIP. 212 19950627 294



INTI SARI

Penelitian ini dilakukan untuk mensintesis material Al-MCM-41, yakni silika mesopori yang dimodifikasi dengan aluminium, dengan memanfaatkan kaolin dari Bangka Belitung sebagai sumber utama silika dan alumina. Kaolin dipilih karena mengandung sekitar 61% SiO_2 dan 31% Al_2O_3 , sehingga memungkinkan pembuatan Al-MCM-41 tanpa perlu tambahan senyawa silika maupun alumina sintesis. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi jumlah mol surfaktan *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) dan konsentrasi asam klorida (HCl) terhadap struktur pori, luas permukaan, serta rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ dari produk yang dihasilkan.

Metode sintesis dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu proses sol-gel dan hidrotermal. Kaolin pertama-tama dikalsinasi menjadi metakaolin pada suhu 750°C selama 1 jam, kemudian dilakukan proses dealuminasi menggunakan larutan HCl dengan konsentrasi bervariasi antara 2M, hingga 6M. Selanjutnya, metakaolin hasil dealuminasi dicampurkan dengan CTAB dalam berbagai jumlah mol (0,005 hingga 0,025 mol) serta larutan NaOH, lalu dipanaskan dalam autoclave pada suhu 100°C selama 24 jam untuk membentuk struktur mesopori. Proses akhir berupa pengeringan dan kalsinasi pada suhu 550°C bertujuan untuk menghilangkan surfaktan dan menghasilkan pori-pori tetap pada material.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi HCl sebesar 6M menghasilkan rasio mol $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 25,359, yang mendekati rasio pada produk Al-MCM-41 komersial. Sementara itu, penggunaan CTAB sebesar 0,025 mol memberikan hasil terbaik dengan luas permukaan sebesar $601,775 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori $0,541 \text{ cc/g}$, dan diameter pori $3,59 \text{ nm}$. Karakterisasi menggunakan XRD, XRF, SEM, dan BET menunjukkan bahwa kombinasi HCl 6M dan CTAB 0,025 mol menghasilkan Al-MCM-41 dengan struktur mesopori yang baik dan karakteristik mendekati produk standar. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa kaolin lokal berpotensi tinggi sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan material katalitik dan adsorben mesopori seperti Al-MCM-41



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetyhl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan berkat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetyhl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41”. Laporan Penelitian ini disusun sedemikian rupa sebagai salah satu syarat kelulusan mahasiswa Teknik Kimia di Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan laporan penelitian ini tidak dapat dilakukan tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun ucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. selaku Dosen Pembimbing Penelitian
4. Ibu Dr. Reva Edra Nugraha, S.Si. selaku Dosen Pembimbing Penelitian
5. Bapak Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku Dosen Penguji Penelitian
6. Bapak Ir. Sutiyono, M.T. selaku Dosen Penguji Penelitian
7. Orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik secara moral maupun materil

Penyusun menyadari bahwa laporan penelitian ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga dapat memperbaiki laporan penelitian in. Akhir kata semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan

Hormat kami,

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
INTI SARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan	3
I.3. Manfaat	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1. Teori Umum.....	4
II.1.1. Silika	4
II.1.2. Kaolin.....	4
II.1.3. Adsorben	5
II.1.4. Katalis	6
II.2. Landasan Teori	8
II.2.1. Mesopori	8
II.2.2. Al-MCM-41	9
II.2.3. Surfaktan	10
II.2.4. Metode Hidrotermal	11
II.2.5. Faktor Yang Mempengaruhi	12
II.2.6. Aplikasi Al-MCM-41.....	13
II.2.7 Mekanisme Pembentukan Al-MCM-41	13
II.3 Hipotesis	14
BAB III	15



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41”

METODE PENELITIAN.....	15
III.1. Bahan Baku Penelitian	15
III.2. Alat Penelitian	15
III.3. Gambar Alat	16
III.3.1. Alat Untuk Kalsinasi.....	16
III.3.2. Alat Untuk Sintesis	17
III.3.3. Alat Untuk Hidrotermal	18
III.3.4. Alat Untuk Pengeringan.....	18
III.4. Variabel Penelitian	19
III.4.1. Variabel Tetap.....	19
III.4.2. Variabel Berubah	19
III.5. Prosedur.....	19
III.5.1 Preparasi Bahan	19
III.5.2 Sintesis Al-MCM-41.....	19
III.6. Diagram Alir.....	21
III.6.1. Preparasi Bahan	21
III.6.2. Pembuatan Al-MCM-41	22
III.7. Metode Analisa.....	23
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
IV.1 Karakterisasi Al-MCM-41 dari Kaolin dengan Variasi Mol CTAB dan Konsentrasi HCl	24
IV.2 Hasil Analisa Al-MCM-41 dari Kaolin.....	25
IV.2.1 Analisa Pengaruh HCl Terhadap Rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ Pada Metakaolin	25
IV.2.2 Analisa Pengaruh Mol CTAB terhadap Kristalinitas dan Impuritis dari Produk Al-MCM-41	27
IV.2.3 Karakterisasi Luas Permukaan, Diameter Pori, dan Volume Pori Al-MCM-41 dari Kaolin	33
BAB V.....	36
KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
V.1 Kesimpulan.....	36



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetyhl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41”

V.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. Struktur Bangun Kristal (a) dan Amorf (b) dari Silika (Hartanto et al., 2016)	4
Gambar II. 2. Komposisi Kaolin Bangka Belitung (Hartanto et al., 2016).....	5
Gambar II. 3. Perbandingan Karakteristik Katalis Heterogen dengan Homogen (Heru, 2010.)	7
Gambar II. 4. Komponen Katalis (Heru, 2010.)	8
Gambar II. 5. Framework Al-MCM-41	10
Gambar II. 6. Skema dasar surfaktan (Johansson, 2010).....	11
Gambar II. 7. Proses Pembentukan Pori Heksagonal Al-MCM-41 (Johansson, 2010)	12
Gambar II. 8. Mekanisme Pembentukan Al-MCM-41 (Branković et al., 2017) ..	14
Gambar III. 1. Alat Untuk Kalsinasi	16
Gambar III. 2. Alat Untuk Sintesis.....	17
Gambar III. 3. Alat Untuk Hidrotermal	18
Gambar III. 4. Alat Untuk Pengeringan	18
Gambar IV. 1 Grafik Pengaruh HCl terhadap Kandungan SiO ₂ pada Metakaolin Dealuminasi (MD)	26
Gambar IV. 2 Grafik Pengaruh HCl terhadap Kandungan Al ₂ O ₃ pada Metakaolin Dealuminasi (MD)	26
Gambar IV. 3 Hasil XRD Produk Al-MCM-41 2M dengan Variasi mol CTAB .	28
Gambar IV. 4 Hasil XRD Produk Al-MCM-41 4M dengan Variasi mol CTAB .	28
Gambar IV. 5 Hasil XRD Produk Al-MCM-41.....	28
Gambar IV. 6 Hasil XRD Sudut Pendek Pada Produk Al-MCM-41 dengan Variabel 6M ; 0,005 mol ; 0,015 mol dan 0,025 mol	31
Gambar IV. 7 Hasil SEM dari Produk Al-MCM-41 6M ; 0,025 mol.....	32
Gambar IV. 8 Hasil SEM dari Produk Al-MCM-41 6M ; 0,015 mol.....	32
Gambar IV. 9 Hasil SEM dari Produk Al-MCM-41 6M ; 0,005 mol.....	32
Gambar IV. 10 Grafik Isoterm N ₂ Adsorption-Desorption Kaolin, Al-MCM-41 6M ; 0,005 mol, dan Al-MCM-41 6M ; 0,025 mol	34



Laporan Hasil Penelitian

“Pengaruh Mol Surfaktan *Cetyl Trimetyhl Ammonium Bromide* (CTAB) Dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Sintesis Al-MCM-41”

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1. Parameter Yang Diukur, Metode Pengukuran Dan Instrumen Yang Digunakan	23
Tabel IV. 1 Hasil XRF dari Proses Leaching Metakaolin menggunakan HCl	25
Tabel IV. 2 Analisa Hasil XRD menggunakan Aplikasi Match	30
Tabel IV. 3 Hasil EDX dari Al-MCM-41 6M ; 0,005 mol ; 6M ; 0,015 mol ; dan 6M ; 0,025 mol.....	33
Tabel IV. 4 Karakterisasi Area Volume pada Kaolin, Al-MCM-41 6M ; 0,025 mol, dan Al-MCM-41 ACS Material	35