

LAPORAN HASIL PENELITIAN

OPTIMASI ETANOL MELALUI PROSES ADSORPSI MENGGUNAKAN
MOLEKULAR SIEVE 3A DENGAN METODE DIFFERENTIAL
EXPERTS



DISUSUN OLEH:
SYAHWALIZA CHANIATUL CHABIBBAH
NPM. 22031010232

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

**OPTIMASI ETANOL MELALUI PROSES ADSORPSI MENGGUNAKAN
MOLEKULAR SIEVE 3A DENGAN METODE DIFFERENTIAL**

EXPERTS

Skripsi

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



DISUSUN OLEH:

Syahwaliza Chaniatul Chabibbah

22031010232

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

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

**JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026



Proposal Penelitian
Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN

"OPTIMASI ETANOL MELALUI PROSES ADSORPSI MENGGUNAKAN MOLEKULAR SIEVE 3A DENGAN METODE DIFFERENTIAL EXPERTS"

DISUSUN OLEH:

SYAHWALIZA CHANIATUL CHABIBBAH

22031010232

Telah Dipertahankan di Hadapan dan Diterima oleh Tim Penguji

Pada Tanggal : 22 Juli 2026

Dosen Penguji

Dosen Pembimbing

1.

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

NIP. 19660621 199203 2 001

1.

Prof. Dr. Ir. Ni Kehut Sari, M.T.

NIP. 19620113 198303 1 001

2.

Ir. Ely Kurniati, M.T.

NIP. 19641018 199203 2 001

2.

Ika Nawang Puspitawati, M.T.

NIP. 19880225 202012 2 008

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Juriyah, M. P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Proposal Penelitian

Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"OPTIMASI ETANOL MELALUI PROSES ADSORPSI MENGGUNAKAN
MOLEKULAR SIEVE 3A DENGAN METODE DIFFERENTIAL EXPERTS"**

DISUSUN OLEH:

SYAHWALIZA CHANIATUL CHABIBBAH

NPM. 22031010232

Laporan Hasil Penelitian ini Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

Ika Nawang Puspitawati, M.T.

NIP. 19620118 198803 1 001

NIP. 19880225 203013 2 008



Proposal Penelitian

Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syahwaliza Chaniatul Chabibbah
NPM : 22031010232
Program : Sarjana (S1)
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, 22 Juli 2026
Yang Membuat pernyataan,




Syahwaliza Chaniatul Chabibbah
NPM.22031010232



KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Akhmad Syafiq Hasbi NPM. 22031010192
2. Syahwaliza Chaniatul Chabibbah NPM. 22031010232

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi Skripsi, dengan judul :

“OPTIMASI ETANOL MELALUI PROSES ADSORPSI MENGGUNAKAN MOLEKULAR SIEVE 3A DENGAN METODE DIFFERENTIAL”

Surabaya, 22 Juli 2026

Dosen Penguji yang Memerintahkan Revisi :

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

NIP. 19660621 199203 2 001

2. (Ir. Ely Kurniati, M.T.)

NIP. 19641018 199203 2 001

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

NIP. 19620118 198803 1 001

(Ika Nawang Puspitawati, M.T.)

NIP. 19880225 202012 2 008



Proposal Penelitian
Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan rahmat-Nya, sehingga penyus dapat menyusun laporan penelitian dengan judul “Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts” sebagai bagian dari tugas penelitian. Penyusun juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam proses penyusunan laporan ini:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT, selaku dosen pembimbing
4. Ika Nawang Puspitawati, ST.MT., selaku dosen pembimbing
5. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku dosen penguji
6. Ir. Elly Kurniati, MT., selaku dosen penguji
7. Rekan-rekan yang turut membantu dalam proses penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki Laporan Penelitian ini. Sebagai penutup, penulis memohon maaf sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan, baik yang disengaja maupun tidak dalam penyusunan laporan ini.

Surabaya, 25 Juni 2026

Penulis



Proposal Penelitian
Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN PEMERIKSAAN TINGKAT PLAGIARISME	iii
KETERANGAN REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
INTISARI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan	3
I.3 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Teori Umum	4
II.1.1 Energi Baru Terbarukan	4
II.1.2 Etanol.....	5
II.1.3 Distilasi.....	6
II.1.4 Adsorben.....	8
II.1.5 Molekular Sieve.....	8
II.1.6 Adsorpsi.....	9
II.1.7 Dehidrasi Etanol	11
II.1.8 Optimasi	11
II.1.9 Standart Nasional Indonesia (SNI) 7390 tahun 2012.....	12
II.2 Landasan Teori	14
II.2.1 Molekular Sieve 3A.....	14
II.2.2 Mekanisme Adsorpsi	15
II.2.3 <i>Differential Expert</i> (DE).....	16
II.2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi	16
II.2.5 Hipotesis.....	18



Proposal Penelitian

Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
III.1 Tempat Penelitian.....	19
III.2 Bahan.....	19
III.3 Rangkaian Alat.....	19
III.4 Kondisi Penelitian	20
III.4.1 Kondisi yang Ditetapkan.....	20
III.4.2 Kondisi yang Diubah.....	20
III.5 Prosedur Penelitian.....	20
III.6 Diagram Alir	21
III.7 Perhitungan Analisis	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
IV.1 Hasil Pemurnian Etanol dengan Proses Adsorpsi	24
IV.2 Hasil Analisa <i>Gas Chromatography – Flame Ionization Detector</i>	30
IV.3 Optimasi Kadar Etanol Menggunakan <i>Respond Surface Metodology</i> (RSM)	33
IV.3.1 Optimasi Kondisi Proses Pengolahan Hasil Analisa dengan RSM	33
IV.3.2 Analisis Respon Kadar Etanol dengan RSM	36
IV.3.3 Hasil Optimasi Response Kadar Etanol dengan RSM.....	39
IV.3.4 Verifikasi Hasil Optimum.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
V.1 Kesimpulan.....	43
V.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN I.....	49
LAMPIRAN II	51



Proposal Penelitian
Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Struktur Molekul Etanol	5
Gambar II. 2 Grafik Keseimbangan Etanol-Air.....	7
Gambar II. 3 Ilustrasi Mekanisme Adsorpsi Fisika dan Kimia.....	11
Gambar II. 4 Struktur Molekular Sieve 3A.....	14
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve dan Rasio Reflux	19
Gambar III. 2 Diagram Alir Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve dan Rasio Reflux	21
Gambar IV. 1 Hubungan antara Rasio Reflux terhadap Konsentrasi Etanol	27
Gambar IV. 2 Grafik Hubungan Rasio Reflux terhadap Konsentrasi Etanol	28
Gambar IV. 3 Grafik Gas Chromatography pada Berat 100 Gram dan Rasio Reflux 1 mL/s.....	32
Gambar IV. 4 Perbandingan Response Kadar Etanol dalam Bentuk Predicted vs Actual	36
Gambar IV. 5 Contour Plot Berat Molekular Sieve (gram) dan Rasio Reflux (mL/s) terhadap Konsentrasi Etanol (%).....	37
Gambar IV. 6 3D Surface Berat Molekular sieve (gram) dan Rasio Reflux (mL/s) terhadap Konsentrasi Etanol (%).....	38



Proposal Penelitian
Optimasi Etanol Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Molekular Sieve 3A dengan Metode Differential Experts

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Karakteristika Etanol Fuel-Grade sesuai SNI 7390-2012	13
Tabel II. 2 Spesifikasi Molekular Sieve 3A	15
Tabel IV. 1 Hasil Uji Gas Chromatography - Flame Ionization Detector Etanol.	31
Tabel IV. 2 Data Faktor dan Response untuk Analisis RSM.....	33
Tabel IV. 3 Hasil Optimasi RSM dari Data Konsentrasi Menggunakan Metode ANOVA	34
Tabel IV. 4 Perbandingan Model Persamaan Hasil Konsentrasi yang disarankan oleh Software.....	34
Tabel IV. 5 Batasan Faktor dan Response untuk Optimasi	39
Tabel IV. 6 Batasan Faktor dan Respons untuk Optimasi	40
Tabel IV. 7 Hasil Verifikasi Confidence Interval	41
Tabel IV. 8 Hasil Verifikasi Prediction Interval	41



INTISARI

Etanol hasil distilasi konvensional hanya mencapai kadar 95–96% akibat fenomena azeotrop, sehingga tidak dapat dimurnikan lebih lanjut menjadi etanol fuel-grade ($\geq 99,5\%$ sesuai SNI 7390:2012) melalui distilasi biasa. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menggunakan proses adsorpsi dengan molekular sieve 3A yang selektif menyerap molekul air (0,275 nm) namun menahan molekul etanol (0,44 nm). Penelitian bertujuan memperoleh etanol fuel-grade dengan memvariasikan berat adsorben dan rasio refluks, yang dioptimasi menggunakan metode Differential Expert.

Penelitian dilakukan menggunakan etanol 96% sebanyak 300 mL dengan variasi berat molekular sieve (20–100 gram) dan rasio refluks (0,2–1) pada suhu tetap 78°C. Kadar etanol diukur menggunakan alkoholmeter dan dikonfirmasi melalui uji GC-FID, kemudian data diolah dengan Response Surface Methodology (RSM) berbasis Central Composite Design (CCD) melalui software Design Expert 13. Validitas model dianalisis menggunakan ANOVA untuk memastikan keakuratan persamaan yang dihasilkan.

Hasil menunjukkan bahwa peningkatan berat adsorben dan rasio refluks secara konsisten meningkatkan kadar etanol, dengan hasil tertinggi 99,9% (alkoholmeter) pada berat 100 gram dan rasio refluks 1. Model kuadratik RSM menghasilkan $R^2 = 0,9987$ dan Predicted $R^2 = 0,9833$, dengan kondisi optimum pada berat 100 gram dan rasio refluks 1 mL/s memprediksi konsentrasi 99,862% (desirability = 1,000). Hasil ini diverifikasi melalui GC-FID yang menunjukkan kadar etanol 99,5%, sejalan dengan prediksi model.

Proses adsorpsi menggunakan molekular sieve 3A terbukti efektif menghasilkan etanol fuel-grade sesuai SNI 7390:2012, dengan kondisi optimum pada berat 100 gram dan rasio refluks 1 mL/s. Pendekatan RSM melalui Design Expert terbukti akurat dalam memodelkan dan mengoptimasi proses ini. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji regenerasi adsorben, perbandingan dengan molekular sieve jenis lain, serta pengaruh variasi suhu operasi.