

LAPORAN PENELITIAN
PEMODELAN MATEMATIKA PEMBUATAN BIOETANOL DARI
LIMBAH CAIR TEPUNG PT. BOGASARI DENGAN METODE
FERMENTASI MENGGUNAKAN TURBO YEAST



DISUSUN OLEH :

FERNANDA ANDIKA ARYA REVANDANA
(19031010212)

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

LAPORAN PENELITIAN
PEMODELAN MATEMATIKA PEMBUATAN BIOETANOL DARI
LIMBAH CAIR TEPUNG PT. BOGASARI DENGAN METODE
FERMENTASI MENGGUNAKAN TURBO YEAST

Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik



DISUSUN OLEH :

FERNANDA ANDIKA ARYA REVANDANA
(19031010212)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

2026



Laporan Penelitian
"Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair
Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan
Turbo Yeast"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

**"PEMODELAN MATEMATIKA PEMBUATAN BIOETANOL DARI
LIMBAH CAIR TEPUNG PT. BOGASARI DENGAN METODE
FERMENTASI MENGGUNAKAN TURBO YEAST"**

Disusun Oleh :

FERNANDA ANDIKA ARYA R

(19031010212)

Telah Dipertahankan, Dihadapkan, dan Diterima oleh Tim Penguji
Pada Tanggal : 6 MEI 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing

(Dr. T. Ir. Suallowati, MT)
NIP. 19621120 199103 2 001

(Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT)
NIP. 19650731 199203 2 001

Dosen Penguji II

(Prof. Dr. T. Ir. Diah Suci, MT)
NIP. 19661120 199203 2 001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



Laporan Penelitian
"Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair
Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan
Turbo Yeast"

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN**

*** PEMODELAN MATEMATIKA PEMBUATAN BIOETANOL DARI
LIMBAH CAIR TEPUNG PT. BOGASARI DENGAN METODE
FERMENTASI MENGGUNAKAN TURBO YEAST ***

DISUSUN OLEH :

Fernanda Andika Arya Revandana

(19031010212)

**Pencelita ini telah diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing**

**Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT
NIP. 19650731 199203 2 001**



Laporan Penelitian

"Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast"

SURAT PENYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fernanda Andika Arya Revandana
NPM : 19031010212
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen Laporan penelitian ini 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 di sitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap di Daftar Pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiasi pada skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa paksaan dari siapapun juga untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 20 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Fernanda Andika A.R

NPM. 19031010212



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Telp. (031) 872179 Fax. (031) 872257

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yustica Chandra Kania

NPM. 19031010190

Fernanda Andika Arya Revandana

NPM. 19031010212

Jurusan : Teknik Kimia

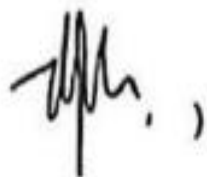
Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi *)~~Proposal~~ / Skripsi / ~~Kerja-Praktek~~, dengan judul:

**"Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari
Dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast"**

Surabaya, 17 Februari 2023

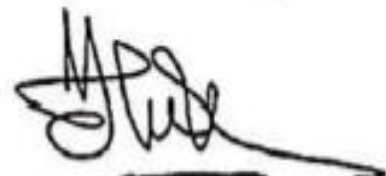
Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. T. Ir. Susilowati, MT ()

2. Dr. T. Ir. Dyah Suci P, MT ()

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT

NIP. 19650731 199203 2 001



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”**.

Dalam menyelesaikan proposal penelitian penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT selaku dosen pembimbing peneliti
4. Ibu Dr. T. Ir. Susilowati, MT dan Ibu Prof. Dr.T. Ir. Dyah Suci, MT selaku dosen penguji dalam penelitian ini
5. Teman-teman Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur Angkatan 2019 yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.
6. Kepada semua pihak yang tanpa disadari penulis telah membantu dalam menyelesaikan laporan penelitian yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Penyusun menyadari bahwa dalam laporan penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh sebab itu saran dan kritik yang bersifat membangun, penyusun butuhkan demi perbaikan laporan penelitian ini. Penyusun berharap semoga laporan penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Januari 2023

Penyusun



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	I
KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI	III
DAFTAR TABEL	VI
DAFTAR GAMBAR	VII
INTISARI.....	VIII
BAB I PENDAHULUAN	9
I.1 Latar Belakang	9
I.2 Tujuan	10
I.3 Manfaat	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
II.1 Teori Umum.....	12
II.1.1 Bioetanol.....	12
II.1.3 Pati	13
II.1.4 Glukosa	14
II.1.5 Fermentasi.....	15
II.1.6 Pertumbuhan Mikroorganisme.....	16
II.1.7 Pemodelan Matematika.....	17
II.2 Landasan Teori	19
II.2.1 Fermentasi.....	19
II.2.2 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi	20
II.2.3 Turbo Yeast	21



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

II.2.4 Reaksi	22
II.2.5 MATLAB (Matrix Laboratory)	23
II.2.6 Model Matematika	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
III.2 Bahan Penelitian	27
III.3 Alat Penelitian	27
III.4 Rangkaian Alat	28
III.5 Kondisi yang Dijalankan	28
III.5.1 Kondisi Tetap	28
III.5.2 Kondisi Berubah	28
III.6 Prosedur	29
III.6.1 Tahap Hidrolisis	29
III.6.2 Tahap Fermentasi	29
III.7 Diagram Alir	30
III.8 Analisis	31
III.8.1 Analisis Kadar Glukosa	31
III.8.2 Analisis Kadar Bioetanol	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
IV.1 Kandungan Awal Limbah Cair	33
IV.2 Fermentasi	34
IV.3 Pengaruh Volume Filtrat Hasil Hidrolisis terhadap Kadar Bioetanol	36
IV.2 Pengaruh Rasio <i>Turbo Yeast</i> terhadap Kadar Bioetanol	37
IV.3 Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol	38



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
V.1 Kesimpulan.....	42
V.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN A	47
LAMPIRAN B	61



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

DAFTAR TABEL

Tabel VI. 1 Analisis Kandungan Glukosa Limbah Cair Tepung Terigu.....	32
Tabel VI. 2 Analisis Kadar Bioetanol Pada Proses Fermentasi.....	34



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Rumus D-Glukosa dan L-Glukosa Menurut Proyeksi Fischer.....	13
Gambar II. 2 Kurva Pertumbuhan Mikoorganisme pada Sistem Batch.....	15
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Fermentasi.....	27
Gambar III. 2 Refraktometer brix (glukosa).....	30
Gambar III. 3 Refraktometer Alkohol.....	30
Gambar IV. 1 Hubungan Antara Volume Filtrat (mL) dengan Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi.....	35
Gambar IV. 2 Hubungan Antara Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Rasio Turbo Yeast.....	36
Gambar IV. 3 Grafik Persamaan dengan Analisis Regresi Linier Berganda.....	37
Gambar IV. 4 Grafik Persamaan dengan Analisis Regresi Nonlinier Polinomial Kuadratik.....	38
Gambar IV. 5 Grafik Persamaan dengan Analisis Regresi Nonlinier Polinomial Kubik.....	39



Laporan Penelitian

“Pemodelan Matematika Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cair Tepung PT. Bogasari dengan Metode Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast”

INTISARI

Limbah cair yang dihasilkan dari industri pengolahan tepung terigu memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Pada penelitian ini, produksi bioetanol dilakukan melalui proses fermentasi anaerob selama lima hari dengan menggunakan Turbo Yeast untuk mengolah limbah cair tepung terigu menjadi bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model matematika yang paling sesuai dalam proses pembuatan bioetanol dengan mempertimbangkan pengaruh variasi volume filtrat hasil hidrolisis limbah cair tepung terigu serta rasio bahan yang digunakan.

Variasi volume filtrat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 50 mL, 100 mL, 150 mL, 200 mL, dan 250 mL, sedangkan rasio Turbo Yeast terhadap volume filtrat hasil hidrolisis divariasikan sebesar 1:20, 1:40, 1:60, 1:80, dan 1:100. Keberhasilan proses fermentasi dievaluasi berdasarkan kadar bioetanol yang dihasilkan pada masing-masing variasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi sebesar 41% diperoleh pada volume filtrat 200 mL dengan rasio Turbo Yeast terhadap volume filtrat sebesar 1:20.

Hasil pengujian juga memperlihatkan bahwa peningkatan jumlah Turbo Yeast cenderung menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi, sedangkan peningkatan volume filtrat hasil hidrolisis justru menyebabkan penurunan kadar bioetanol. Penentuan model matematika dilakukan berdasarkan data kadar bioetanol tertinggi dengan menggunakan analisis regresi linier dan nonlinier. Hasil pemodelan menunjukkan nilai koefisien determinasi (R^2) yang cukup baik, yaitu berada pada rentang 0,8308 hingga 0,912. Model matematika terbaik diperoleh dari analisis regresi nonlinier polinomial kubik dengan nilai R^2 sebesar 0,912.

Kata kunci: fermentasi, hidrolisis, limbah cair tepung terigu, regresi, turbo yeast