

LAPORAN TUGAS AKHIR
KINETIKA REAKSI FERMENTASI PEMBUATAN
BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT SINGKONG



Diajukan sebagai Persyaratan Pelaksanaan Kegiatan
Tugas Akhir Diploma IV
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri

OLEH:

MUTIARA MAHARANI

062140420359

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : kimia@polsri.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR (TA)

KINETIKA REAKSI FERMENTASI PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH
KULIT SINGKONG

OLEH:
MUTIARA MAHARANI
062140420359

Palembang, Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M. Si
NIP 196410231992031001

Pembimbing II,

Dr. Yuniar, S.T., M.Si
NIP 197306211999032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T
NIP 197201131997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon 0711-353414

Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 22 Juli 2025**

Tim Penguji :

1. Ir. Erwana Dewi, M.Eng
NIP 196011141988112001
2. Ir. Cindi Ramayanti, S.T., M.T
NIP 199004022020122015
3. Linda Ekawati, S.Si., M.Sc
NIP 199407132023212042

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2025
Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan (DIV) Teknologi Kimia
Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211990032001



MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5-6)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon (0711) 353414 Laman :
<http://polsri.ac.id>, Pos El : kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mutiara Maharani
NIM : 062140420359
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian laporan akhir dengan judul **“Kinetika Reaksi Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong”** tidak mengandung unsur “PLAGIAT” sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebesar-besarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2025

Penulis,

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.

NIDN 0023106402

Mutiara Maharani

NPM 062140420359

Pembimbing II,

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.

NIP 197306211999032001

RINGKASAN

KINETIKA REAKSI FERMENTASI PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT SINGKONG

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinetika reaksi fermentasi dalam produksi bioetanol dari limbah kulit singkong. Kulit singkong dipilih sebagai bahan baku karena kandungan pati dan selulosanya yang tinggi serta ketersediaannya yang melimpah sebagai limbah pertanian. Proses pembuatan bioetanol dilakukan melalui tahapan hidrolisis menggunakan larutan H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi (0,1N, 0,3N; 0,6N; 0,8N; 1N), dilanjutkan dengan fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan penambahan urea sebagai nutrisi selama 3 dan 5 hari. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi H_2SO_4 yang optimal dalam menghasilkan glukosa tertinggi serta mempelajari kinetika reaksi fermentasi dari glukosa menjadi etanol dan asam asetat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi H_2SO_4 sebesar 0,6 N merupakan yang paling optimal, menghasilkan kadar glukosa tertinggi sebesar 7,0 %Bx dan kadar etanol tertinggi sebesar 8,43% pada hari ke-3 fermentasi. Setelah hari ketiga, kadar etanol menurun akibat konversi menjadi asam asetat yang meningkat hingga 42,97% pada hari kelima. Penurunan pH juga diamati selama proses fermentasi, yang memengaruhi aktivitas mikroorganisme. Penelitian ini memanfaatkan beberapa alat analisis utama, yaitu refraktometer Brix untuk mengukur kadar glukosa, pH meter dan kertas pH untuk analisis keasaman, refraktometer alkohol untuk mengukur kadar etanol secara cepat, serta *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk analisis kadar etanol dan asam asetat secara lebih akurat dan mendetail. Analisis ini digunakan untuk memantau perubahan konsentrasi glukosa, etanol, dan asam asetat selama proses fermentasi.

Kata Kunci: Bioetanol, Fermentasi, Kulit Singkong, Kinetika Reaksi

ABSTRACT

REACTION KINETICS OF BIOETHANOL FERMENTATION FROM CASSAVA PEEL WASTE

This study aims to examine the reaction kinetics of fermentation in the production of bioethanol from cassava peel waste. Cassava peel was selected as the raw material due to its high starch and cellulose content, as well as its abundance as agricultural waste. The bioethanol production process involves a hydrolysis stage using sulfuric acid (H_2SO_4) at varying concentrations (0,1N, 0,3N;0,6N;.0,8N;1N), followed by fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* yeast with the addition of urea as a nutrient over a period of 3 and 5 days. The objective of this research is to determine the optimal H_2SO_4 concentration for producing the highest glucose yield and to study the reaction kinetics of glucose conversion into ethanol and acetic acid during fermentation. The results showed that a sulfuric acid concentration of 0.6 N was the most optimal, producing the highest glucose level of 7.0 °Bx and the highest ethanol concentration of 8.43% on the third day of fermentation. After the third day, the ethanol content decreased due to its conversion into acetic acid, which increased to 42.97% by the fifth day. A decrease in pH was also observed throughout the fermentation process, affecting microbial activity. This research utilized several analytical instruments, including a Brix refractometer to measure glucose content, a pH meter and pH paper to assess acidity, an alcohol refractometer for rapid ethanol analysis, and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) for more precise and detailed analysis of ethanol and acetic acid levels. These analyses were used to monitor the changes in glucose, ethanol, and acetic acid concentrations during the fermentation process.

Keywords: Bioethanol, Cassava peel, Fermentation, Reaction Kinetic

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir yang berjudul "Kinetika Reaksi Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong". Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya,
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya,
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
5. Dr. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
6. Prof. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
7. Dr. Ir. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
8. Kedua orang tua, Bapak Dodi Ardiansyah dan Ibu Yusnia, serta adik Dinar Arvanier yang telah memberikan motivasi dan dukungan, baik secara materi dan moril, serta do'a yang tulus untuk kelancaran saat penyusunan sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini,
9. Teman-teman Dina, Firda, Asri, Melanie, Sherly, Pina, Nadya, Olin, Isya, Aridavian, Ajrun, Ardi, Yoga, Azza, Alfiyah, Hikmal, Razan, dan teman teman lain yang bertemu saya dalam perjalanan ini yang telah membantu berupa saran, do'a, maupun dukungan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, ada banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis menyambut baik seluruh saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi para pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
MOTTO.....	iii
RINGKASAN.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Relevansi	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Singkong	5
2.2 Bioetanol	5
2.3 Hidrolisis	6
2.4 Fermentasi	7
2.5 Distilasi.....	7
2.6 Urea	8
2.7 <i>Saccharomices Cerevisiae</i>	8
2.8 Kinetika Reaksi Kimia	9
2.9 <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>	10
2.10 Refraktometer Brix.....	10
2.11 Refraktometer Alkohol	11
2.12 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Bioetanol	11
2.13 <i>State of Art</i>	15

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian.....	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.2.1 Bahan yang Digunakan.....	17
3.2.2 Alat yang Digunakan	17
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	18
3.3.1 Perlakuan Penelitian	18
3.3.2 Rancangan Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Percobaan	18
3.4.1 Persiapan Bahan Baku	19
3.4.2 Proses Hidrolisis	19
3.4.3 Analisis Kadar Glukosa	19
3.4.4 Analisis Kadar pH	19
3.4.5 Proses Fermentasi	19

3.4.6	Proses Distilasi.....	20
3.4.7	Analisis Kadar Etanol dan Asam Asetat.....	20
3.5	Diagram Proses.....	21
3.5.1	Persiapan Limbah Kulit Singkong	21
3.5.2	Proses Hidrolisis.....	22
3.5.3	Proses Fermentasi dan Distilasi.....	23
3.6	Rancangan dan Analisis Data.....	20
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1	Hasil	24
4.1.1	Hasil Penentuan Kondisi Optimal Fermentasi Bioetanol	25
4.1.2	Hasil Kinetika Reaksi Fermentasi Bioetanol.....	22
4.2	Pembahasan	26
4.2.1	Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Glukosa	26
4.2.2	Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Etanol	26
4.2.3	Penurunan Glukosa Selama Fermentasi	28
4.2.4	Kinetika Penurunan Glukosa Selama Fermentasi	29
4.2.5	Pembentukan Etanol Selama Fermentasi	30
4.2.6	Pembentukan Asam Asetat Selama Fermentasi	32
4.2.7	Kinetika Pembentukan Asam Asetat Selama Fermentasi.....	33
4.2.8	Penurunan pH Selama Proses Fermentasi	34
4.2.9	Hubungan Antara Konsentrasi Glukosa dan Kadar Etanol	36
4.2.10	Hubungan Penurunan Etanol dan Pembentukan Asam Asetat.....	37
4.2.11	Perubahan Kadar Glukosa,Etanol,Asam Asetat Selama Fermentasi	38
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Proses Persiapan Limbah Kulit Singkong.....	21
Gambar 3.2 Diagram Proses Hidrolisis	22
Gambar 3.3 Diagram Proses Fermentasi dan Distilasi	22
Gambar 4.1 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Glukosa.....	26
Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 Terhadap Kadar Etanol	28
Gambar 4.3 Penurunan Glukosa Selama Fermentasi.....	29
Gambar 4.4 Kinetika Penurunan Glukosa Selama Fermentasi	30
Gambar 4.5 Pembentukan Etanol Selama Fermentasi	31
Gambar 4.6 Pembentukan Asam Asetat Selama Fermentasi.....	32
Gambar 4.7 Kinetika Pembentukan Asam Asetat Selama Fermentasi	34
Gambar 4.8 Penurunan pH Selama Proses Fermentasi.....	35
Gambar 4.9 Hubungan Antara Konsentrasi Glukosa dan Kadar Etanol.....	36
Gambar 4.10 Hubungan Penurunan Etanol dan Pembentukan Asam Asetat	37
Gambar 4.11 Perubahan Kadar Glukosa, Etanol, Asam Asetat Saat Fermentasi ...	39
Gambar B.1 Hasil GCMS hari 1 Fermentasi	50
Gambar B.2 Hasil GCMS hari 2 Fermentasi	50
Gambar B.3 Hasil GCMS hari 3 Fermentasi	51
Gambar B.4 Hasil GCMS hari 4 Fermentasi	51
Gambar B.5 Hasil GCMS hari 5 Fermentasi	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kulit Singkong	5
Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol.....	6
Tabel 4.1 Data Hasil Hidrolisis dan Fermentasi Bioetanol Berdasarkan Konsentrasi H_2SO_4 dan Waktu Fermentasi	24
Tabel 4.2 Data Hasil Kinetika Reaksi Fermentasi Bioetanol	25
Tabel A.1 Data Hasil Hidrolisis dan Fermentasi Bioetanol Berdasarkan Konsentrasi H_2SO_4 dan Waktu Fermentasi.....	45
Tabel A.2 Data Hasil Kinetika Reaksi Fermentasi Bioetanol	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran A Data Pengamatan.....	45
Lampiran B Uraian Perhitungan.....	46
Lampiran C Dokumentasi.....	53
Lampiran D Surat Menyurat.....	57