

SKRIPSI

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT NANAS
MENGUNAKAN PELARUT HIJAU (*DEEP EUTECTIC SOLVENT*)
BERBASIS *CHOLINE CHLORIDE* DAN *MONOETHANOLAMINE***



**Disusun sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

**STEVEN HENDRIKUS
062240422550**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT NANAS
MENGUNAKAN PELARUT HIJAU (*DEEP EUTECTIC SOLVENT*)
BERBASIS *CHOLINE CHLORIDE* DAN *MONOETHANOLAMINE*

OLEH:

Steven Hendrikus
0622 4042 2550

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T.
NUPTK 5041739640130053

Pembimbing II,

Akbar Ismi Aziz P., M.T.
NUPTK 4837771672130452

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia

Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197201131997021001

Koordinator Program Studi
DIV Teknologi Kimia Industri

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



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polstri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada Tanggal 30 Juni 2026

Tim Penguji

1. Anerasari M., B.Eng., M.Si.
NUPTK. 0863744645230052
2. Apri Mujiyanti, S.T., M.T.
NUPTK. 8143768669230293
3. Dwi Indah Lestari, M. Eng.
NUPTK. 1550775676230182

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Diploma IV Prodi Teknologi
Kimia Industri


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



LEMBAR PERNYATAAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Steven Hendrikus
NPM : 062240422550
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian laporan akhir dengan judul **"Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas Menggunakan Pelarut Hijau (*Deep Eutectic Solvent*) Berbasis *Choline Chloride* dan *Monoethanolamine*"** tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2026

Pembimbing I,

Penulis,

Prof. Dr. Ir. Muhammad Yenzam., M.T.
NUPTK. 5041739640130053

Steven Hendrikus
NPM 062240422550

Pembimbing II,

Akbar Ismi Aziz Pramito
NUPTK. 4837771672130452

ABSTRAK

PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT NANAS MENGUNAKAN PELARUT HIJAU (*DEEP EUTECTIC SOLVENT*) BERBASIS *CHOLINE CHLORIDE* DAN *MONOETHANOLAMINE*

(Steven Hendrikus, 2026, 21 Tabel, 15 Gambar, 4 Lampiran)

Penelitian ini mengeksplorasi potensi limbah buah kulit nanas. Limbah buah kulit buah nanas dipilih karena kaya kandungan biomassa lignoselulosanya. Parameter yang diamati meliputi kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa melalui tahapan proses delignifikasi menggunakan pelarut hijau (*Deep Eutectic Solvent*) *Choline Chloride* sebagai *Hydrogen Bond Acceptor* serta *Monoethanolamine* sebagai *Hydrogen Bond Donor* dengan perbandingan variasi rasio (1:2; 1:3; 1:4; 1:5; 1:6) yang dianalisa menggunakan metode Chesson-Datta, kadar gula terlarut melalui tahapan hidrolisis enzimatis menggunakan enzim selulase dengan variasi konsentrasi enzim (10%; 20%; 30%) serta variasi waktu hidrolisis (3 jam; 6 jam; 9 jam), dan kadar etanol melalui fermentasi anaerob menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dengan variasi konsentrasi (5%) serta variasi waktu fermentasi (1 hari; 2 hari; 3 hari; 4 hari; 5 hari) serta dilanjutkan dengan distilasi yang dianalisa menggunakan gas kromatografi. Penelitian ini menawarkan solusi inovatif dalam pemanfaatan limbah buah kulit buah nanas dikarenakan menggunakan pelarut hijau (*Deep Eutectic Solvent*) sebagai pelarut ramah lingkungan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut hijau (*Deep Eutectic Solvent*) dapat mengurangi kadar lignin hingga 88,24% pada rasio (1:2). Dan perbandingan rasio yang paling optimum (1:4), sehingga memperoleh 10% kandungan lignin, 32% kandungan selulosa, dan 43% kandungan hemiselulosa. Hidrolisis enzimatis dengan konsentrasi enzim selulase 30% (%v/v) selama 6 jam dapat menghasilkan kadar gula terlarut tertinggi sebesar 15,1°Brix. Fermentasi dengan konsentrasi 5% *Saccharomyces cerevisiae* optimum pada hari ketiga dengan memperoleh kadar etanol sebesar 37,5%. Berdasarkan hasil analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) diperoleh sebanyak 26 puncak kromatogram yang mendeteksi senyawa etanol pada puncak ke-3 (RT 1,301 menit), puncak ke-4 (RT 1,315 menit), dan puncak ke-6 (RT 1,618 menit) dengan nilai Quality Match masing-masing sebesar 27, 27, dan 2. Diperoleh juga senyawa metanol pada puncak ke-3 dan puncak ke-4 dengan nilai Quality Match sebesar 2.

Kata kunci: Bioetanol, Pelarut Hijau, Limbah Kulit Nanas, Hidrolisis, Fermentasi.

ABSTRACT

PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM PIENAPPLE PEEL WASTE USING A GREEN SOLVENT (DEEP EUTECTIC SOLVENT) BASED ON CHOLINE CHLORIDE AND MONOETHANOLAMINE

(Steven Hendrikus, 2026, 21 Tables, 15 Figures, 4 Appendix)

This study explores the potential utilization of pineapple peel waste as a feedstock for bioethanol production. Pineapple peel waste was selected due to its high lignocellulosic biomass content. The observed parameters included lignin, cellulose, and hemicellulose contents through the delignification process using a green solvent, namely a Deep Eutectic Solvent (DES), consisting of Choline Chloride as the Hydrogen Bond Acceptor (HBA) and Monoethanolamine as the Hydrogen Bond Donor (HBD), with molar ratios of 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, and 1:6. The lignocellulosic composition was analyzed using the Chesson–Datta method. Soluble sugar content was determined following enzymatic hydrolysis using cellulase with enzyme concentrations of 10%, 20%, and 30%, and hydrolysis times of 3, 6, and 9 hours. Ethanol content was determined after anaerobic fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* at a concentration of 5% with fermentation periods of 1, 2, 3, 4, and 5 days, followed by distillation and analysis using gas chromatography. This study offers an innovative approach for utilizing pineapple peel waste by employing a green solvent (Deep Eutectic Solvent) as an environmentally friendly delignification agent. The results showed that the Deep Eutectic Solvent reduced the lignin content by up to 88.24% at the 1:2 molar ratio. However, the optimum molar ratio was found to be 1:4, resulting in 10% lignin, 32% cellulose, and 43% hemicellulose contents. Enzymatic hydrolysis using 30% (v/v) cellulase for 6 hours produced the highest soluble sugar content of 15.1 °Brix. Fermentation with 5% *Saccharomyces cerevisiae* reached optimum performance on the third day, yielding an ethanol concentration of 37.5%. Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) analysis revealed 26 chromatographic peaks, with ethanol identified at peak 3 (RT 1.301 min), peak 4 (RT 1.315 min), and peak 6 (RT 1.618 min), having Quality Match values of 27, 27, and 2, respectively. Methanol was also detected at peaks 3 and 4 with a Quality Match value of 2.

Keywords: Bioethanol, Green Solvent, Pineapple Peel Waste, Enzymatic Hydrolysis, Fermentation.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas Menggunakan Pelarut Hijau (*Deep Eutectic Solvent*) Berbasis *Choline Chloride* dan *Monoethanolamine*”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV) pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri di Politeknik Negeri Sriwijaya. Skripsi ini dilandaskan pada penelitian yang dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2026.

Pada kesempatan kali ini, penulis 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 Diploma IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya;
6. Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini;
7. Akbar Ismi Aziz P., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini;
8. Orangtua yang selalu memberi dukungan serta doa untuk keberhasilan penulis;
9. Ade Tamara, Dea Dwi Puspita, dan Helen Chairunisa, selaku teman seperjuangan penelitian bioetanol dari limbah kulit nanas yang telah kebersamai dan membantu selama kegiatan penelitian;

10. Nova Kharisma, M. Nadhir Rafi, Msy. Rustinra Khairunnisa, Reisy Nabila, Tarisah, selaku teman seperjuangan penelitian bioetanol yang telah kebersamai dan membantu selama kegiatan penelitian;
11. Seluruh teman-teman angkatan 2022 Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, khususnya kelas 8 KID yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian penulisan laporan ini;
12. Seluruh teman-teman di Lab. Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu selama proses kegiatan penelitian;
13. Seluruh pihak lain yang telah membantu dalam proses kegiatan penelitian serta masukan dan saran dalam penyelesaian laporan ini yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan didalamnya. Oleh karena itu, penulis menerima baik seluruh saran dan kritik untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi para pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Luaran Penelitian	4
1.6 Ketebaruan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.3 Kerangka Berpikir	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Objek dan Variabel Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Data Hasil Pengamatan.....	33

4.2	Pembahasan	36
4.2.1	Efektivitas rasio (ChCl:MEA) pelarut hijau terhadap kandungan biomassa lignoselulosa	36
4.2.2	Efektivitas Rasio (ChCl:MEA) Pelarut Hijau Terhadap Penghilangan Kadar Lignin.....	38
4.2.3	Efektivitas Konsentrasi Enzim dan Waktu terhadap Kadar Gula Terlarut yang Dihasilkan Melalui Hidrolisis Enzimatik.	41
4.2.4	Efektivitas Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol.....	44
4.2.5	Analisa hasil GC-MS (<i>Gas Chromatography – Mass Spectrometry</i>).....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN I DATA PENGAMATAN		55
LAMPIRAN II PERHITUNGAN.....		57
LAMPIRAN III DOKUMENTASI.....		61
LAMPIRAN IV SURAT-MENYURAT		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Limbah Kulit Nanas (Sumber: Dokumentasi Pribadi).....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Persiapan Limbah Buah Kulit Nanas	22
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Pelarut Hijau (Deep Eutectic Solvent).....	23
Gambar 3.3 Diagram Alir Delignifikasi Menggunakan Pelarut Hijau (Deep Eutectic Solvent).	24
Gambar 3.4 Diagram Alir Analisis Menggunakan Metode Chesson-Datta Tahap Pertama.....	25
Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis Menggunakan Metode Chesson-Datta Tahap Kedua.	26
Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Menggunakan Metode Chesson-Datta Tahap Ketiga.	27
Gambar 3.7 Diagram Alir Analisis Menggunakan Metode Chesson-Datta Tahap Akhir.....	28
Gambar 3.8 Diagram Alir Hidrolisis Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase.	29
Gambar 3.9 Diagram Alir Fermentasi Anaerob Menggunakan <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	30
Gambar 3.10 Diagram Alir Analisis Kadar Bioetanol Menggunakan Gas Kromatografi.	31
Gambar 4.1 Rasio (ChCl:MEA) terhadap Kandungan Biomassa Lignoselulosa.	36
Gambar 4.2 Rasio (ChCl:MEA) Terhadap Penghilangan Kadar Lignin.	38
Gambar 4.3 Konsentrasi Enzim dan Waktu terhadap Kadar Gula Terlarut yang Dihasilkan Melalui Hidrolisis Enzimatis.....	41
Gambar 4.4 Efektivitas Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol.	44
Gambar 4.5 Hasil Analisa GC-MS (Gas Chromatography – Mass Spectrometry).....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2 Kandungan nutrien yang terdapat pada limbah kulit nanas.....	8
Tabel 2.3 Kandungan Biomassa Lignoselulosa Pada Limbah Kulit Nanas	9
Tabel 2.4 Physical and Chemical Properties of Choline Chloride	12
Tabel 2.5 Physical and chemical properties of Monoethanolamine	13
Tabel 3.1 Alat yang digunakan	16
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan.....	17
Tabel 4.1 Data Hasil Analisa Gravimetri Chesson-Datta setelah Delignifikasi.	34
Tabel 4.2 Kandungan Biomassa yang Telah Melalui Proses Delignifikasi.	34
Tabel 4.3 Rasio (ChCl:MEA) Pelarut Hijau terhadap Penghilangan Kadar Lignin. ..	35
Tabel 4.4 Data Hasil Analisa Refraktometer °Brix Setelah Hidrolisis Enzimatik.....	35
Tabel 4.5 Data Hasil Analisa Refraktometer % Alchohol Setelah Fermentasi.....	35
Tabel A.1 Data Hasil Analisa Gravimetri Chesson-Datta Setelah Delignifikasi.	55
Tabel A.2 Kandungan Biomassa yang Telah Melalui Proses Delignifikasi.	55
Tabel A.3 Rasio (ChCl:MEA) Pelarut Hijau terhadap Penghilangan Kadar Lignin. .	56
Tabel A.4 Data Hasil Analisa Refraktometer % Brix Setelah Hidrolisis Enzimatik. .	56
Tabel A.5 Data Hasil Analisa Refraktometer %Alchohol Setelah Fermentasi.....	56
Tabel B.1 Data Hasil Analisa Gravimetri Chesson-Datta Setelah Delignifikasi.	57
Tabel B.2 Kandungan Biomassa yang Telah Melalui Proses Delignifikasi.	58
Tabel B.3 Rasio (ChCl:MEA) Pelarut Hijau terhadap Penghilangan Kadar Lignin. .	58
Tabel B.4 Citric Acid – Sodium Citrate Buffer Preparation, pH 3.0-6.2.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I DATA PENGAMATAN	55
LAMPIRAN II PERHITUNGAN.....	57
LAMPIRAN III DOKUMENTASI.....	61
LAMPIRAN IV SURAT-MENYURAT	63