

SKRIPSI

PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA MENJADI BIOETANOL DENGAN METODE *SIMULTANEOUS SACCHARAFICATION AND FERMENTATION* (SSF) MENGUNAKAN ENZIM SELULASE



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Skripsi dan Publikasi Ilmiah Program Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi**

OLEH:

AZZAHRA SHANIA SUBHAN PUTRI

062240412350

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA MENJADI BIOETANOL
DENGAN METODE *SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND
FERMENTATION* (SSF) MENGGUNAKAN ENZIM SELULASE**

OLEH:

**Azzahra Shania Subhan Putri
0622 4041 2350**

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Ir. Iriani Reka Septiana, S.ST., M.T.
NUPTK 5254769670230293

Pembimbing II,



Nurul Kholidah, S.ST., M.T.
NUPTK 9456770671230253

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Kimia**



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

**Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi**



Dr. Ir. Lety Trisnailani, S.T., M.T.
NIP 197804032012122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ENERGI
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar – Palembang 30139
Telepon (0711) 353414, Laman: <https://polsri.ac.id>, E-mail: d4energi@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 01 Juli 2025

Tim Penguji:

1. Zurohaina, S.T., M.T.
NUPTK 4050745646230103
2. Idha Silviyati, S.T., M.T.
NUPTK 1061753654230083
3. Boni Junita, S.ST., M.Tr.T.
NUPTK 8853771672230242

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Tisnalliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002



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

Jalan Sriwijaya Negara, Palembang 30139 Telp (0711) 353414
Fax. 0711-355918, Email : kuma@pnlst.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Azzahra Shania Subhan Putri

NIM : 062240412350

Jurusan : Teknik Kimia

Program Studi : DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol dengan Metode *Simultaneous Saccharafication and Fermentation* (SSF) Menggunakan Enzim Selulase, 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, Juli 2026

Penulis,

Azzahra Shania Subhan Putri

NIM 062240412350

Pembimbing I,

Ir. Iriani Reka Septiana, S.ST., M.T.

NUPTK 5254769670230293

Pembimbing II,

Nurul Kholidah, S.ST., M.T.

NUPTK 9456770671230253



MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah: 6)

"Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap."

(QS. Al-Insyirah [94]: 7–8)

” Berbagai cobaan dan hal yang buat kau ragu, jadikan percikan tuk menempa tekadmu, jalan hidupmu hanya milikmu sendiri, rasakan nikmatnya hidupmu hari ini”

(Baskara Putra-Hindia)

“Pada akhirnya, ini semua hanyalah permulaan”

(Nadin Amizah)

"Di balik setiap halaman yang tersusun, ada air mata yang disembunyikan, doa yang dipanjatkan, dan harapan yang tidak pernah padam."

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH SABUT KELAPA MENJADI BIOETANOL DENGAN METODE *SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND FERMENTATION* (SSF) MENGGUNAKAN ENZIM SELULASE

(Azzahra Shania Subhan Putri, 2026: 42 Halaman, 9 Tabel, 15 Gambar)

Meningkatnya kebutuhan energi mendorong pengembangan energi alternatif terbarukan, salah satunya bioetanol dari limbah sabut kelapa yang kaya akan selulosa. Struktur lignoselulosa pada sabut kelapa memerlukan proses konversi khusus, sehingga metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) dipilih karena menggabungkan hidrolisis dan fermentasi dalam satu tahap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh volume enzim selulase dan waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol dari limbah sabut kelapa menggunakan metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF). Variasi volume enzim selulase yang digunakan adalah 8 mL, 9 mL, 10 mL, 11 mL, dan 12 mL dengan waktu fermentasi 4 hari dan 6 hari. Bioetanol yang dihasilkan dianalisis berdasarkan kadar etanol, densitas, indeks bias, viskositas sesuai dengan SNI dan kandungan senyawa menggunakan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi sebesar 30% diperoleh pada fermentasi 4 hari dengan enzim selulase 9 mL dan fermentasi 6 hari dengan enzim selulase 10 mL. Karakteristik bioetanol yang diperoleh memiliki densitas 0,9250–0,9985 g/mL, indeks bias 1,3387–1,3553, dan viskositas 0,71–0,88 cP atau 0,899 – 1,115 cSt. Analisis GC-MS menunjukkan kandungan etanol sebesar 42,6% area. Hasil penelitian membuktikan bahwa limbah sabut kelapa berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol, namun kualitas bioetanol yang dihasilkan masih perlu ditingkatkan agar memenuhi standar yang berlaku.

Kata Kunci: Bioetanol, sabut kelapa, *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF), enzim selulase, fermentasi.

ABSTRACT

UTILIZATION OF COCONUT FIBER WASTE INTO BIOETHANOL WITH THE SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND FERMENTATION (SSF) METHOD USING CELLULASE ENZYME

(Azzahra Shania Subhan Putri, 2026: 42 Pages, 9 Tables, 15 Images)

The increasing demand for energy is driving the development of alternative renewable energy sources, one of which is bioethanol from cellulose-rich coconut fiber waste. The lignocellulosic structure of coconut fiber requires a special conversion process, so the Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) method was chosen because it combines hydrolysis and fermentation in a single step. This study aimed to investigate the effect of cellulase enzyme volume and fermentation time on bioethanol production from coconut coir using the Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) method. The cellulase enzyme volumes applied were 8 mL, 9 mL, 10 mL, 11 mL, and 12 mL, with fermentation periods of 4 and 6 days. The resulting bioethanol was analyzed based on ethanol content, density, refractive index, viscosity in accordance with SNI and chemical composition using GC-MS. The results showed that the highest bioethanol content of 30% was obtained at 4 days of fermentation with 9 mL cellulase enzyme and at 6 days of fermentation with 10 mL cellulase enzyme. The bioethanol produced had density values ranging from 0.9250 to 0.9985 g/mL, refractive index values from 1.3387 to 1.3553, and viscosity values from 0.71 to 0.88 cP or 0,899 – 1,115 cSt. GC-MS analysis revealed that ethanol was the major compound with an area percentage of 42.6%. These findings indicate that coconut coir has potential as a raw material for bioethanol production; however, the quality of the bioethanol obtained still requires further improvement to meet applicable standards.

Keywords: *Bioethanol, Coconut coir, Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF), cellulase enzyme, fermentation.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **”Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa menjadi Bioetanol dengan Metode *Simultaneous Saccharafication and Fermentation* (SSF) Menggunakan Enzim Selulase”** dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Kimia, Program Studi DIV Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, laporan ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan 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 Bidang Akademik 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. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Diploma IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Prof. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ir. Iriani Reka Septiana, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama penyusunan laporan tugas akhir.
8. Nurul Kholidah, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta saran sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
9. Bapak/Ibu Dosen beserta Staf Jajaran di Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya
10. Orang tua dan keluarga atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tiada henti selama

proses penyusunan skripsi ini.

11. Teman-teman kelas “Bodacious” yang saling menyemangati, berbagi ilmu, serta menemani suka dan duka selama perkuliahan.
12. Rekan-rekan Bioetanol Gengs yang telah menjadi teman seperjuangan dalam penelitian ini.
13. Sahabat penulis “Ayeeee” yang selalu menjadi tempat pulang di tengah lelahnya perjalanan menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas setiap tawa yang menghapus penat, setiap semangat yang diberikan saat penulis mulai kehilangan arah, serta kesediaanmu untuk selalu membantu di segala kondisi. Kehadiranmu menjadi salah satu alasan mengapa perjalanan ini terasa lebih ringan.
14. Kepada Teman-teman Kecil Penulis terima kasih karena telah menjadi saksi perjalanan panjang penulis selama menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Kepada diri sendiri, Azzahra Shania Subhan Putri, seorang anak bungsu yang selalu berusaha kuat dalam setiap keadaan. Terima kasih telah bertahan dan terus berjuang hingga sejauh ini. Terima kasih atas setiap air mata, rasa lelah, dan keraguan yang berhasil dilewati. Skripsi ini menjadi bukti bahwa setiap proses dan perjuangan tidak pernah sia-sia. Berbanggalah pada dirimu sendiri karena telah mencapai titik yang dahulu menjadi harapan dan doa.
16. Semua pihak terlibat yang telah membantu memberi ide dan saran yang tidak dapat disebutkan dalam penyelesaian laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua orang. Saya menyadari sepenuhnya bahwa laporan tugas akhir ini penuh dengan kekurangan dan kesalahan. Sehingga saya berharap untuk kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga uraian dalam laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak baik penulis, pembaca dan bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sabut Kelapa	5
2.1.1 Lignoselulosa	6
a. Selulosa	6
b. Lignin	6
c. Hemiselulosa	7
2.2 Bioetanol	7
2.3 Proses Pembuatan Bioetanol	10
2.3.1 <i>Pre-Treatment</i>	10
2.3.2 Hidrolisis	11
2.3.3 Fermentasi	12
2.3.4 Distilasi	13
2.4 <i>Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)</i>	13
2.5 Enzim Selulase (<i>Aspergillus Niger</i>)	14
2.6 Penelitian Terdahulu	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan	17
3.2.1 Alat yang digunakan	17
3.2.2 Bahan yang digunakan	17
3.3 Rancangan Alat Bioetanol	18
3.4 Variabel Penelitian	19
3.4.1 Variabel Tetap	19
3.4.2 Variabel Bebas	19

3.4.3 Variabel Terikat	19
3.5 Rancangan Penelitian.....	20
3.6 Diagram Alir Penelitian	21
3.7 Prosedur Penelitian	22
3.7.1 Tahap <i>Pre-treatment</i>	22
3.7.2 Tahap <i>Simultaneous Saccharafication Fermentation</i> (SSF)	22
3.7.3 Tahap Distilasi.....	23
3.7.4 Prosedur Analisa.....	23
3.7.5 Analisis Bioetanol	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Penelitian.....	27
4.2 Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Selulosa	6
2.2 Struktur Lignin	7
2.3 Struktur Hemiselulosa	7
2.4 Struktur Etanol	8
3.1 Desain 2D Seperangkat Alat Bioetanol	18
3.2 Desain 3D Seperangkat Alat Bioetanol	18
3.3 Desain Reaktor <i>Simultaneous Saccharafication and Fermentation</i> (SSF)	19
3.4 Diagram Alir Penelitian	21
4.1 Pengaruh waktu fermentasi dan volume enzim selulase terhadap kadar bioetanol	29
4.2 Hasil Analisa Densitas Bioetanol	31
4.3 Hasil Analisa Indeks Bias Bioetanol	33
4.4 Hasil Analisa Viskositas Bioetanol	35
4.5 Hasil Analisa Titik Nyala Bioetanol	37
4.6 Hasil Analisa Kadar Air Bioetanol	38
4.7 Hasil Analisa Etanol Menggunakan Instrumen GC	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komponen Penyusun Sabut Kelapa	5
2.2 Standar Mutu Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2012).....	9
2.3 Sifat Fisik Etanol SNI 06-3565-1994	9
2.4 Parameter dan Metode Pengujian Karakteristik Bioetanol	10
2.5 Penelitian Terdahulu	16
3.1 Parameter dan Metode Penelitian.....	20
4.1 Data Hasil Pengamatan Bioetanol dengan Metode SSF.....	27
4.2 Data Hasil Analisa Karakteristik Bioetanol.....	28
4.3 Data Analisis Menggunakan Instrumen GC-MS.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Pengamatan	46
B. Perhitungan.....	48
C. Dokumentasi.....	51
D. Surat-Surat.....	53