



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

AMPAS TEBU SEBAGAI KATALIS HETEROGEN DALAM PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

AINURNADHIFA NAJLI SILVIANTI



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Ampas Tebu sebagai Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Ainurnadhifa Najli Silvianti
F1401221096



ABSTRAK

AINURNADHIFA NAJLI SILVIANTI. Ampas Tebu sebagai Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. Dibimbing oleh OBIE FAROBIE.

Ketergantungan global terhadap bahan bakar fosil serta dampaknya terhadap lingkungan mendorong pengembangan energi alternatif berkelanjutan. Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang berpotensi dikembangkan. Penggunaan katalis dalam proses produksinya menjadi pilihan yang menjanjikan karena beberapa kelebihan dari jenis ini, diantaranya mudah dipisahkan dari produk, dapat digunakan kembali, serta meningkatkan efisiensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan ampas tebu sebagai katalis heterogen dalam produksi biodiesel dari minyak jelantah. Ampas tebu diproses melalui pengeringan, penggilingan, kalsinasi pada suhu 500, 600, dan 700 °C, serta impregnasi KOH untuk meningkatkan aktivitas katalis. Karakterisasi katalis dilakukan untuk mengkaji sifat struktural, morfologi, dan kimia katalis. Proses produksi biodiesel dilakukan melalui reaksi transesterifikasi minyak jelantah dengan metanol menggunakan katalis tersebut pada variasi suhu reaksi 50, 60, dan 70 °C. Kualitas biodiesel dievaluasi berdasarkan parameter rendemen, densitas, dan angka asam sesuai dengan standar nasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kalsinasi katalis 600 °C dengan suhu reaksi 60 °C memberikan performa optimal, ditandai dengan rendemen tertinggi serta densitas yang memenuhi standar. Penelitian ini membuktikan bahwa ampas tebu berpotensi dikembangkan sebagai katalis yang efisien dan ramah lingkungan, sekaligus mendukung konsep ekonomi sirkular dan keberlanjutan energi.

Kata kunci: ampas tebu, biodiesel, katalis heterogen, minyak jelantah, transesterifikasi



ABSTRACT

AINURNADHIFA NAJLI SILVIANTI. Sugarcane Bagasse as a Heterogeneous Catalyst in the Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil. Supervised by OBIE FAROBIE.

The global dependence on fossil fuels and their environmental impact have driven the development of sustainable alternative energy sources. Biodiesel is one of the most promising renewable energy alternatives. The use of heterogeneous catalysts in biodiesel production has become an attractive approach due to their advantages, including easy separation from the reaction products, reusability, and improved process efficiency. This study aims to evaluate the use of sugarcane bagasse as a heterogeneous catalyst for biodiesel production from waste cooking oil. Sugarcane bagasse was processed by drying, grinding, calcination at 500, 600, and 700 °C, and KOH impregnation to enhance its catalysts activity. Catalyst characterization was performed to examine the structural, morphological, and chemical properties of the catalyst. Biodiesel was produced via transesterification of waste cooking oil with methanol at reaction temperature variations of 50, 60, and 70 °C, then evaluated based on yield, density, and acid value according to national standards. The results showed that calcination at 600 °C with a reaction temperature of 60 °C yielded optimal performance, indicated by the highest yield and density value meeting the required standards. These findings confirm that sugarcane bagasse can be developed as an efficient and eco-friendly catalyst, supporting circular economy principles and energy sustainability.

Keywords: biodiesel, heterogeneous catalyst, sugarcane bagasse, transesterification, waste cooking oil



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

AMPAS TEBU SEBAGAI KATALIS HETEROGEN DALAM PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

AINURNADHIFA NAJLI SILVIANTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si.
2. Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Ampas Tebu sebagai Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah

Nama : Ainurnadhifa Najli Silvianti

NIM : F1401221096

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.

NIP 196304251989031001

Tanggal Ujian:

30 Juni 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Maret 2026 ini ialah pembuatan biodiesel, dengan judul “Ampas Tebu sebagai Katalis Heterogen dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan karya ilmiah dan penelitian ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu, serta motivasi dalam setiap tahapan penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si. selaku dosen penguji pertama dan Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S. selaku dosen penguji kedua, serta Kania Amelia Safitri, S.T., M.T. selaku dosen moderator yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
3. Ibunda dan kakak-kakak tecinta atas segala doa, semangat, dukungan, dan kasih sayang yang tiada hentinya diberikan.
4. Almarhum ayahanda, yang walau kini telah tiada, segala pengorbanan dan nasihat beliau akan selalu penulis kenang. Semoga beliau ditempatkan di sisi terbaik Allah *subhanaahu wa ta'ala*.
5. Segenap staf Laboratorium SBRC yang telah membantu dan memfasilitasi penulis selama proses penelitian dan pengujian di laboratorium.
6. Teman-teman yang telah kebersamai dan membantu selama kegiatan penelitian, yaitu Silvy, Fauziyyah, Resi, dan Yendri.
7. Teman-teman seperjuangan lainnya, yakni teman-teman SM Daily yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama masa perkuliahan dan juga penyusunan skripsi ini.
8. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Vermilion (TMB angkatan 59) yang telah kebersamai dan menjadi bagian penting dalam perjalanan studi selama 4 tahun.
9. Serta seluruh pihak lainnya yang telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan bimbingannya hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Ainurnadhifa Najli Silvianti



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Jelantah	4
2.2 Ampas Tebu	4
2.3 Katalis Heterogen	5
2.4 Biodiesel	6
2.5 Proses Transesterifikasi	7
METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.3.1 Persiapan Penelitian.....	10
3.3.2 Pembuatan Katalis dari Limbah Ampas Tebu	10
3.3.3 Impregnasi Katalis dengan Mengisi Rongga Pori menggunakan Larutan KOH 11%	11
3.3.4 Pengujian Katalis	11
3.3.5 Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas.....	12
3.3.6 Pembuatan Biodiesel dengan Metode Transesterifikasi	13
3.3.7 Pengujian Mutu Biodiesel	14
3.4 Analisis Data	15
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1 Hasil Karakteristik Minyak Jelantah	16
4.2 Hasil Pembuatan Katalis Heterogen Limbah Ampas Tebu	17
4.3 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis SEM	18
4.4 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis SEM-EDX	22
4.5 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis XRD	25
4.6 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis FTIR	26
4.7 Karakteristik Katalis berdasarkan Analisis BET	28
4.8 Pengaruh Suhu Transesterifikasi dan Suhu Kalsinasi	31
4.8.1 Pengaruhnya terhadap Rendemen Biodiesel	31



4.8.2	Pengaruhnya terhadap Densitas Biodiesel	33
4.8.3	Pengaruhnya terhadap Angka Asam Biodiesel	35
V	SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Simpulan	37
5.2	Saran	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	LAMPIRAN	44
	RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR TABEL

2.1	Standar mutu biodiesel menurut SNI 7182:2024	7
3.1	Matriks metode percobaan	15
4.1	Hasil pengujian minyak jelantah	16
4.2	Hasil rendemen katalis ampas tebu	18
4.3	Komposisi unsur pada katalis ampas tebu	24
4.4	Hasil luas permukaan, volume pori, dan diameter pori pada sampel katalis	30
4.5	Hasil analisis ANOVA rendemen biodiesel	32
4.6	Perbandingan rendemen biodiesel yang dihasilkan	32
4.7	Hasil analisis ANOVA densitas biodiesel	34
4.8	Hasil analisis ANOVA angka asam biodiesel	36

DAFTAR GAMBAR

2.1	Minyak jelantah	4
2.2	Limbah ampas tebu	5
2.3	Reaksi transesterifikasi	8
3.1	Flowchart diagram alir produksi biodiesel	9
3.2	Proses pembuatan katalis ampas tebu	10
3.3	Proses impregnasi katalis ampas tebu	11
3.4	Proses produksi biodiesel	13
4.1	Sampel ampas tebu setelah dihaluskan (a), katalis ampas tebu kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH 11% (b), katalis ampas tebu kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH 11% (c), serta katalis ampas tebu kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH 11% (d)	17
4.2	Hasil analisis SEM pembesaran 250x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d)	19

Hasil analisis SEM pembesaran 500x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 20

Hasil analisis SEM pembesaran 1000x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 20

Hasil analisis SEM pembesaran 2500x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 21

Hasil analisis SEM pembesaran 5000x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 22

Hasil analisis SEM-EDX pembesaran 2500x pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 23

Hasil analisis XRD pada katalis ampas tebu 25

Hasil analisis FTIR pada katalis ampas tebu 27

Hasil analisis BET pada bahan baku ampas tebu (a), katalis kalsinasi suhu 500 °C dan impregnasi KOH (b), katalis kalsinasi suhu 600 °C dan impregnasi KOH (c), serta katalis kalsinasi suhu 700 °C dan impregnasi KOH (d) 29

Grafik pengaruh suhu kalsinasi dan suhu transesterifikasi terhadap rendemen biodiesel 31

Grafik pengaruh suhu kalsinasi dan suhu transesterifikasi terhadap densitas biodiesel 34

Grafik pengaruh suhu kalsinasi dan suhu transesterifikasi terhadap angka asam biodiesel 35

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan kebutuhan bahan dalam produksi biodiesel	45
2	Data hasil analisis XRD	46
3	Data hasil analisis FTIR	49
4	Data hasil analisis BET	52
5	Data pengujian dan perhitungan asam lemak bebas minyak jelantah	55
6	Data rendemen biodiesel	56
7	Data densitas biodiesel menggunakan <i>density meter</i> (Anton Paar)	57
8	Data angka asam biodiesel	58
9	Analisis statistika	59
10	Dokumentasi kegiatan penelitian	62