

# STUDI PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KARAKTERISTIK BODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SERTA POTENSI ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN

## TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh:

MUHAMMAD PADIL

12250511140

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2026

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KARAKTERISTIK BIODIESEL  
DARI MINYAK JELANTAH SERTA POTENSI ENERGI  
LISTRIK YANG DIHASILKAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

MUHAMMAD PADIL  
12250511140

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, Pada Tanggal 12 Maret 2026

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Hj. Liliana, S.T., M.Eng  
NIP: 19781012 200312 2 004

Pembimbing



Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc.,  
CIIQA  
NIP: 19850619 202321 2 023



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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SERTA POTENSI ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

**MUHAMMAD PADIL**  
12250511140

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 12 Maret 2026

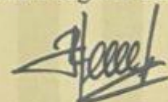
Pekanbaru, 12 Maret 2026

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Program Studi Teknik Elektro

  
**Dr. Yuslenita Muda, S.Si., M.Sc.**  
NIP. 19770103 200710 2 001

  
**Dr. Hj. Liliana, ST., M.Eng.**  
NIP. 19781012 200312 2 004

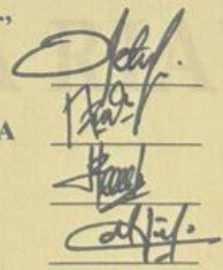
#### Dewan Penguji :

**Ketua** : Ir. Oktaf Brillian Kharisma, S.T., M.T., IPM.,  
APEC ENG., ASEAN ENG.

**Sekretaris** : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc., CIIQA

**Anggota I** : Dr. Liliana, ST, M.Eng

**Anggota II** : Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Padil  
Nim : 12250511140  
Tempat/Tgl.Lahir : Dumai / 29 Agustus 2003  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Prodi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Studi Pembuatan dan Pengujian Karakteristik Biodiesel dari Minyak Jelantah Serta Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apa bila dikemudian hari terdapat plagiat dalam penulisan skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 13 april 2026  
Yang membuat pernyataan



**Muhammad Padil**  
**Nim.12250511140**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
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 UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# STUDI PEMBUATAN DAN PENGUJIAN KARAKTERISTIK BODIESEL DARI MINYAK JELANTAH SERTA POTENSI ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN

**MUHAMMAD PADIL**

**NIM. 12250511140**

Tanggal sidang:

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas No.155, Pekanbaru

## **ABSTRAK**

Limbah minyak jelantah di Provinsi Riau menjadi salah satu permasalahan lingkungan karena sering dibuang tanpa pengolahan yang tepat serta pemanfaatannya yang masih belum optimal. Di sisi lain, meningkatnya krisis energi dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biodiesel dari minyak jelantah melalui metode esterifikasi-transesterifikasi, menganalisis karakteristik biodiesel berdasarkan standar SNI 7182:2015, serta menghitung potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari pemanfaatannya. Metode penelitian meliputi proses pembuatan biodiesel melalui tahapan esterifikasi dan transesterifikasi, kemudian dilakukan pengujian viskositas, bilangan asam, titik nyala, serta nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodiesel memiliki viskositas 4,72 mm<sup>2</sup>/s, bilangan asam 0,060 mg KOH/g, titik nyala 174 °C, dan nilai kalor 39,38 MJ/kg. Berdasarkan nilai kalor tersebut dan asumsi efisiensi generator sebesar 37%, maka 1 liter biodiesel berpotensi menghasilkan energi listrik sekitar 3,47 kWh.

**Kata kunci:** Biodiesel, Minyak Jelantah, Esterifikasi, Transesterifikasi, Nilai Kalor, Energi Listrik

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

# **TUDY ON THE PRODUCTION AND TESTING OF THE CHARACTERISTICS OF BIODIESEL FROM WASTE-COOKED OIL AND THE POTENTIAL ELECTRICAL ENERGY PRODUCED**

**MUHAMMAD PADIL**

**NIM. 12250511140**

*Date of Final Exam:*

*Departement of Electrical Engineering  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau  
Soebrantas Street No.155 Pekanbaru*

## **ABSTRACT**

*Waste cooking oil in Riau Province has become an environmental problem because it is often disposed of improperly and its utilization remains suboptimal. Meanwhile, the increasing energy crisis and dependence on fossil fuels encourage the development of more environmentally friendly and sustainable alternative energy sources. This study aims to produce biodiesel from waste cooking oil using the esterification–transesterification method, analyze its characteristics based on the SNI 7182:2015 standard, and estimate the potential electrical energy generated from its utilization. The research method includes biodiesel production through esterification and transesterification processes, followed by testing of viscosity, acid number, flash point, and calorific value using a bomb calorimeter. The results show that the biodiesel has a viscosity of 4.72 mm<sup>2</sup>/s, an acid number of 0.060 mg KOH/g, a flash point of 154 °C, and a calorific value of 39.38 MJ/kg. Based on this calorific value and assuming a generator efficiency of 37%, one liter of biodiesel has the potential to generate approximately 3.47 kWh of electrical energy.*

**Keywords:** *Biodiesel, Waste Cooking Oil, Esterification, Transesterification, Calorific Value, Electrical Energy*

## KATA PENGANTAR



*Bismillahirrahmanirrahim*  
*Assalamu'alaikum wr.wb*

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan proposal ini dengan waktu. Atas karunia Allah SWT, Tugas Akhir dengan judul **“Studi Pembuatan Dan Pengujian Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Serta Potensi Energi Listrik Yang Dihasilkan”** dapat diselesaikan penulis tepat waktu.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, bimbingan dan pengarahan diberikan oleh orang-orang yang memiliki pengetahuan, wawasan, dan pengalaman luar biasa, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak bantuan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada:

1. Kepada Allah SWT, dengan rahmat-Nya dan hidayah-Nya, telah memberikan yang terbaik sehingga penyusunan laporan ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kepada kedua orang tua ayahanda Emrizal dan ibunda Leni. Terimakasih telah selalu mendoakan dan semua pengorbanan, kepercayaan, dan nasehat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kepada ketiga saudara kandung saya Dede Arisman, Dadang Kurnia Putra dan Rissa Oktavia. Terimakasih atas segala doa, motivasi, dan semangat nya dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Prof. Dr. Leny Nofianti MS., S.E., M. Si., Ak selaku Rektor UIN Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya.
5. Ibu Dr. Yuslenita Muda, M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau beserta kepada seluruh Staf dan jajarannya.
6. Ibu Dr. Liliana, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau.
7. Bapak Aulia Ulah, S.T., M.Eng selaku sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau.

8. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc., CIIQA selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
9. Bapak Putut Son Maria, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari awal semester hingga akhir semester.
10. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada diri sendiri, atas usaha keras dan keteguhan untuk bertahan sejauh ini. Kemampuan dalam mengatur waktu, tenaga, dan pikiran memungkinkan penyelesaian Tugas Akhir ini tepat waktu.
11. Teman-Teman seperjuangan dalam Konsentrasi Energi 2022 serta teman-teman teknik elektro angkatan 2022 lainnya yang juga telah memberikan banyak dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

*Wassalamu'alaikum wr.wb*

Pekanbaru, 12 Maret 2026

Penulis

Muhammad Padil

12250511140

UIN SUSKA RIAU

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KURAT PERNYATAAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR RUMUS .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.4 Batasan Masalah .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Penelitian Terkait .....	II-1
2.2 Dasar Teori.....	II-3
2.2.1 Energi terbarukan .....	II-4
2.2.2 Konversi Energi.....	II-4
2.2.3 SNI.....	II-4
2.2.4 Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi .....	II-5
2.2.5 Biodiesel.....	II-6
2.2.6 Generator Set.....	II-7
2.2.7 Visikositas.....	II-8
2.2.8 Titik nyala.....	II-8
2.2.9 Bilangan Asam.....	II-8
2.2.10 Nilai kalor.....	II-9
2.2.11 Perhitungan Potensi Energi listrik .....	II-9
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
- © Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 RINA Suska Riau  
 Universitas of Sultan Syarif Kasim Riau
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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.1 Jenis Penelitian.....	III-1
1.2 Lokasi Penelitian.....	III-1
1.3 Tahapan Penelitian .....	III-2
1.4 Studi Literatur .....	III-3
1.5 Identifikasi Masalah.....	III-4
1.6 Alat dan Bahan.....	III-4
1.7 Posedur Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah .....	III-8
1.7.1 Persiapan awal .....	III-8
1.7.2 Penyaringan Awal .....	III-9
1.7.3 Pemanasan awal minyak.....	III-9
1.7.4 Esterifikasi.....	III-9
1.7.5 Transesterifikasi.....	III-11
1.7.6 Penyaringan & Penyimpanan Produk Akhir.....	III-12
1.8 Uji Karakteristik Biodiesel Mengacu SNI 7812:2015 .....	III-13
1.9 Uji Nilai Kalor Biodiesel .....	III-13
1.10 Perhitungan Potensi Energi listrik .....	III-13
1.11 Hasil dan Pembahasan .....	III-14
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Hasil Pembuatan Biodiesel Metode Esterifikasi-Transenterifikasi .....	IV-1
4.2 Hasil Uji Karakteristik Biodiesel Mengacu SNI 7128:2015.....	IV-4
4.3 Hasil Uji Nilai Kalor Biodiesel.....	IV-6
4.4 Perhitungan Potensi Energi Listrik dari Biodiesel.....	IV-6
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	V-1
5.2 Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR GAMBAR

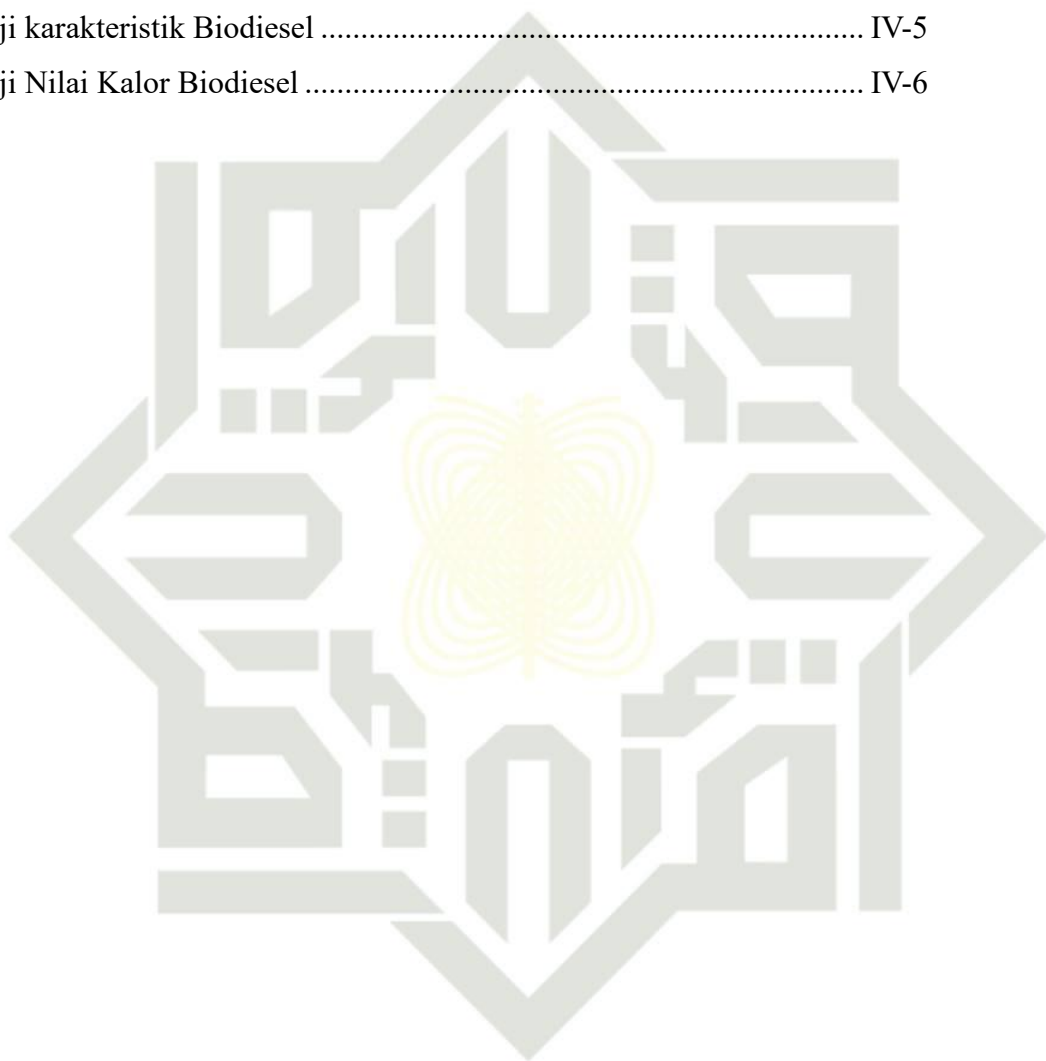
	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Salah satu contoh konversi energi .....	II-4
Gambar 3.1 Alur <i>flowchart</i> penelitian.....	III-3
Gambar 3.2 <i>Hot Plate</i> .....	III-4
Gambar 3.3 Gelas Beker .....	III-5
Gambar 3.4 Gelas Ukur.....	III-5
Gambar 3.5 Termometer Gun.....	III-6
Gambar 3.6 Corong Kaca.....	III-6
Gambar 3.7 Corong Pisah .....	III-7
Gambar 3.8 Erlenmeyer .....	III-7
Gambar 3.9 Timbangan Digital.....	III-8
Gambar 4.1 Proses Esterifikasi .....	IV-1
Gambar 4.2 Pengendapan Minyak Selama 12 Jam .....	IV-1
Gambar 4.3 Proses Transesterifikasi .....	IV-2
Gambar 4.4 Pengendapan Biodiesel Selama 24 Jam .....	IV-2
Gambar 4.5 Penyaringan Akhir.....	IV-3
Gambar 4.6 Hasil Biodiesel .....	IV-3

UIN SUSKA RIAU

- 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 UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Spesifikasi Genset .....	II-7
Tabel 3.1 Bahan bahan penelitian .....	III-8
Tabel 3.2 Pengujian Parameter.....	III-13
Tabel 4.1 Hasil Kuantitatif Pembuatan Biodiesel Minyak jelantah .....	IV-4
Tabel 4.2 Hasil Uji karakteristik Biodiesel .....	IV-5
Tabel 4.3 Hasil Uji Nilai Kalor Biodiesel .....	IV-6



UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

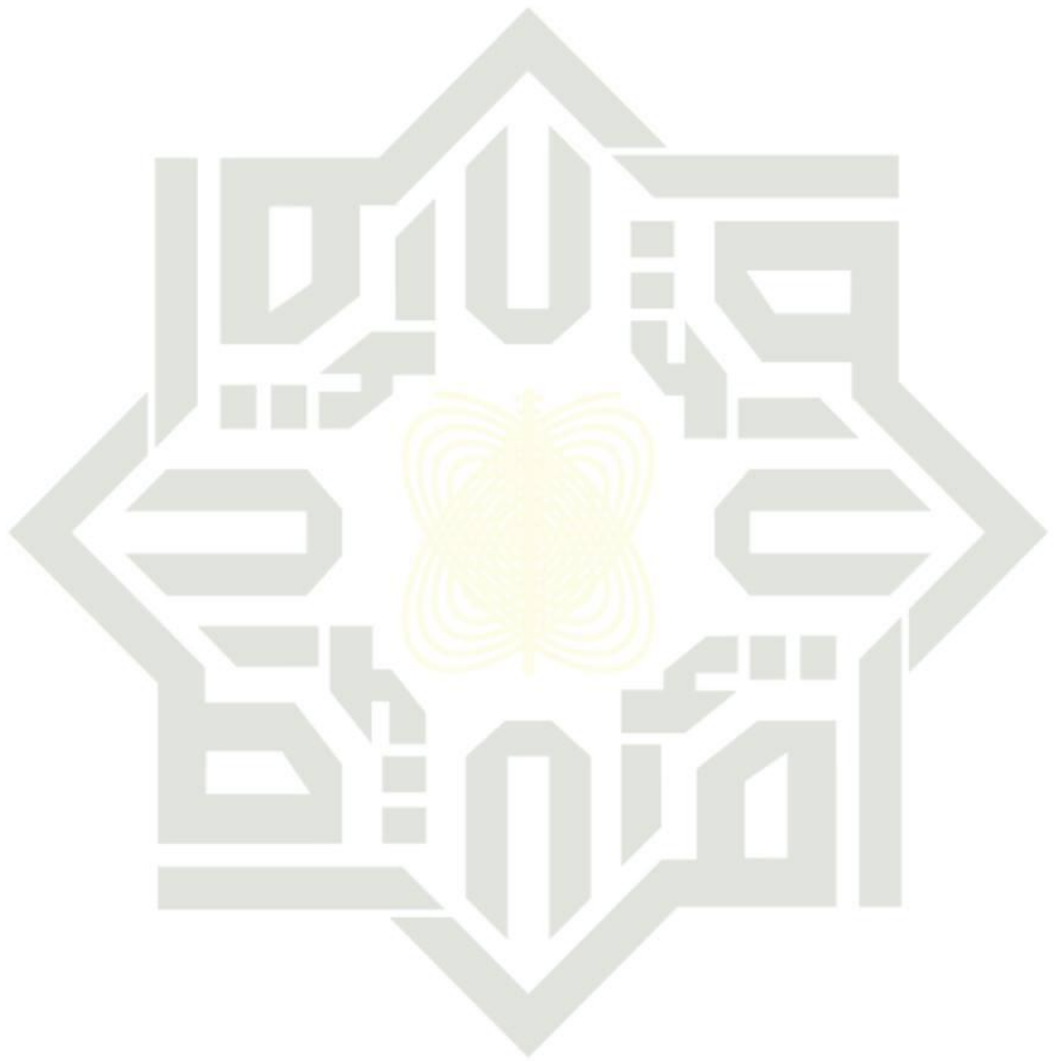
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

## DAFTAR RUMUS

- 2.1 Energi Input Bahan Bakar
- 2.2 Energi Listrik Yang Dihasilkan.

### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Krisis energi merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi Indonesia dalam beberapa tahun terakhir. Peningkatan jumlah penduduk serta perkembangan sektor industri telah mendorong kenaikan permintaan energi nasional secara berkelanjutan setiap tahunnya [1]. Berdasarkan *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia*, konsumsi energi akhir nasional pada tahun 2022 tercatat sebesar 1.185,56 juta barel setara minyak (BOE) dan meningkat menjadi sekitar 1.843 juta BOE pada tahun 2023 [2]. Hal ini menunjukkan adanya tren peningkatan kebutuhan energi yang signifikan dan perlu diimbangi dengan ketersediaan pasokan energi yang berkelanjutan.

Namun demikian, struktur pasokan energi nasional masih didominasi oleh energi fosil yang mencapai sekitar 90% dari total pasokan energi primer pada tahun 2023 [3]. Ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil tersebut berpotensi meningkatkan emisi karbon sekaligus memberikan tekanan terhadap keberlanjutan pasokan energi nasional di masa mendatang, sehingga diperlukan langkah-langkah strategis untuk memperkuat pengembangan sumber energi alternatif yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Di sisi lain, Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang cukup besar, salah satunya berasal dari biomassa berupa limbah minyak jelantah. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2022, volume minyak jelantah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga dan industri makanan mencapai lebih dari 3 juta kiloliter per tahun, namun sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan [4]. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang pemanfaatan limbah menjadi sumber energi alternatif yang bernilai tambah.

Hasil observasi di Provinsi Riau menunjukkan bahwa minyak jelantah yang dikumpulkan oleh lembaga masyarakat atau bank minyak jelantah mencapai sekitar 5–6 ton per bulan, namun sekitar 90% dari jumlah tersebut diekspor ke luar negeri. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan minyak jelantah sebagai sumber energi alternatif di tingkat lokal masih sangat terbatas. Padahal, jika dimanfaatkan secara optimal, minyak jelantah dapat menjadi salah satu solusi dalam mendukung ketahanan energi daerah sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Minyak jelantah memiliki kandungan asam lemak yang dapat diolah menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi. Biodiesel memiliki karakteristik fisik dan kimia yang mendekati bahan bakar solar, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada genset diesel. Secara teknis, genset diesel bekerja dengan mengubah energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran, yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik oleh alternator [5]. Oleh karena itu, pemanfaatan biodiesel dari minyak jelantah dapat menjadi solusi untuk penyediaan energi listrik yang lebih berkelanjutan, khususnya pada skala rumah tangga dan usaha kecil.

Kualitas biodiesel ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 7182:2015 yang meliputi parameter titik nyala, viskositas, bilangan asam, dan nilai kalor [6]. Parameter tersebut berpengaruh terhadap keamanan, kestabilan, serta performa pembakaran bahan bakar pada mesin diesel. Selain itu, nilai kalor biodiesel dapat digunakan untuk mengestimasi potensi energi listrik yang dihasilkan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa minyak jelantah memiliki efisiensi konversi biodiesel hingga 92,5% dengan karakteristik yang baik [7][8]. Namun kajian yang mengaitkan kualitas biodiesel berdasarkan standar dengan potensi pemanfaatannya pada sistem genset diesel masih terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan minyak jelantah sebagai biodiesel yang memenuhi standar mutu serta mengevaluasi potensi energinya sebagai sumber energi listrik alternatif. Metode yang digunakan adalah proses dua tahap, yaitu esterifikasi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA), dilanjutkan dengan transesterifikasi menggunakan katalis basa untuk menghasilkan biodiesel secara optimal. Biodiesel yang dihasilkan kemudian diuji karakteristiknya sesuai SNI 7182:2015 dan dianalisis potensi energinya melalui konversi nilai kalor menjadi energi listrik berdasarkan formulasi yang digunakan dalam penelitian sebelumnya [9].

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses menghasilkan biodiesel dari minyak jelantah melalui metode esterifikasi-transesterifikasi?

2. Bagaimana karakteristik biodiesel dari minyak jelantah berdasarkan titik nyala, viskositas, bilangan asam sesuai standar SNI 7182:2015, serta bagaimana hasil pengukuran nilai kalor yang dilakukan secara terpisah menggunakan *Bomb Calorimeter*?

### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Berapa besar energi listrik (kWh) yang dapat dihasilkan dari penggunaan biodiesel minyak jelantah tersebut sebagai bahan bakar pada sistem pembangkit listrik berbasis generator?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan biodiesel dari minyak jelantah melalui penerapan metode esterifikasi dan transesterifikasi.
2. Melakukan pengukuran untuk mengetahui karakteristik biodiesel yang meliputi viskositas, titik nyala, dan bilangan asam, membandingkan hasilnya dengan standar mutu biodiesel SNI 7182:2015, serta menghitung nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter*.
3. Menghitung potensi energi listrik yang dihasilkan dari biodiesel.

### 1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan sebanyak 1 liter minyak jelantah yang diperoleh dari limbah minyak goreng rumah tangga sebagai bahan baku utama dalam proses pembuatan biodiesel.
2. Perhitungan teoritis energi listrik pada penelitian ini menggunakan asumsi nilai efisiensi genset sebesar 37%, yang diambil berdasarkan hasil studi yang dilaporkan dalam jurnal ilmiah terdahulu. Nilai tersebut dianggap mewakili kinerja rata-rata genset berbahan bakar biodiesel dalam kondisi operasi standar.
3. Penelitian ini dibatasi pada pengujian kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan mengukur tiga parameter utama, yaitu titik nyala, viskositas, dan bilangan asam. Parameter lain di luar ketiga aspek tersebut tidak dibahas dalam penelitian ini, sehingga analisis difokuskan pada evaluasi karakteristik biodiesel berdasarkan ketiga parameter tersebut.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Bagi Objek yang Diteliti

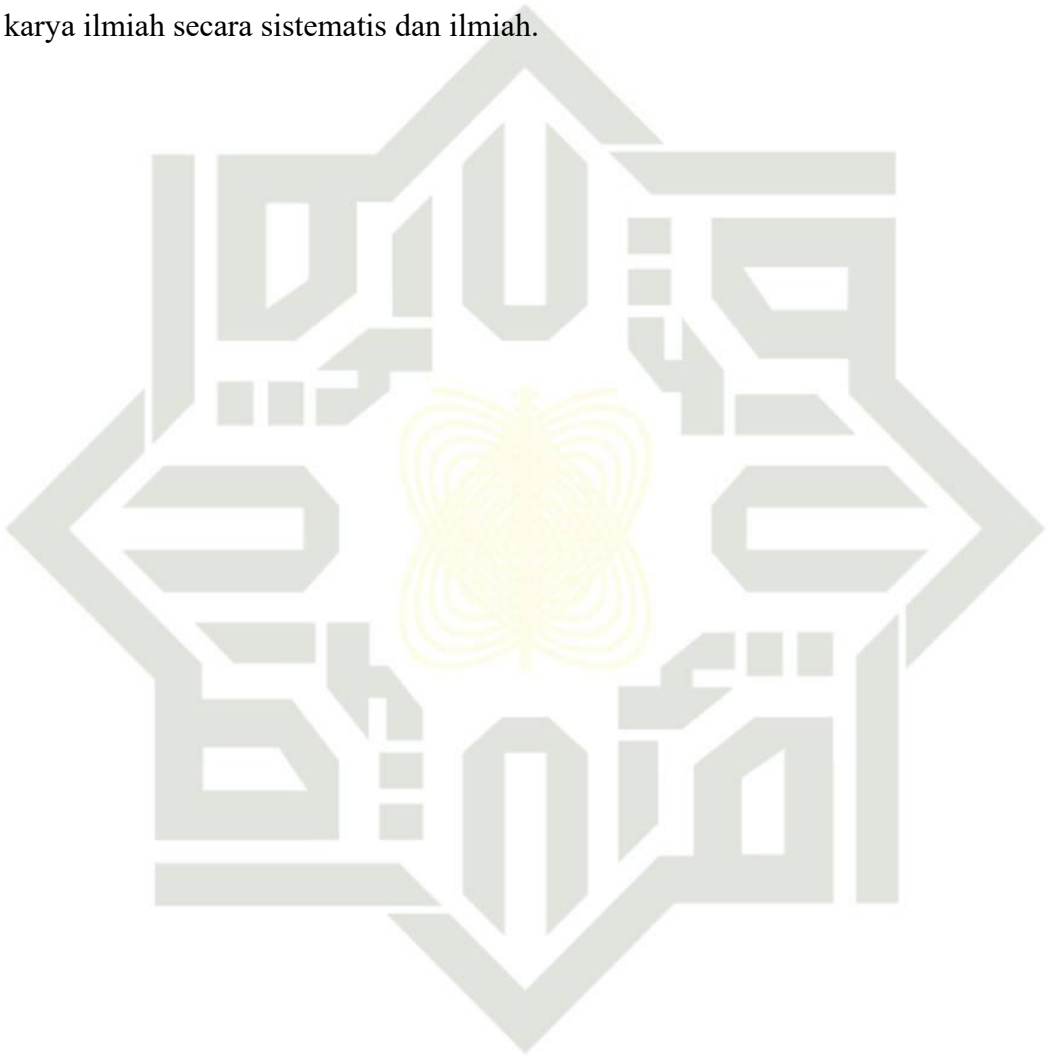
Penelitian ini memberikan informasi mengenai potensi pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel melalui proses esterifikasi–transesterifikasi, termasuk karakteristik mutu biodiesel yang dihasilkan berdasarkan parameter titik nyala, viskositas, bilangan asam, dan nilai kalor sesuai standar SNI 7182:2015. Selain itu, penelitian ini memberikan gambaran potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari biodiesel minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif pada sistem pembangkit listrik berbasis generator set (genset) diesel.

## 2. Bagi Peneliti

Penelitian ini menjadi sarana bagi peneliti untuk menerapkan dan mengembangkan pengetahuan di bidang energi terbarukan, khususnya dalam pembuatan dan pengujian biodiesel dari minyak jelantah serta analisis konversi energi menjadi energi listrik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian eksperimental, pengolahan data, serta penyusunan karya ilmiah secara sistematis dan ilmiah.

### 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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 1. Penelitian Terkait

Penelitian [10] menganalisis karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari campuran Dextrite dan minyak jelantah tanpa perlakuan melalui pengujian densitas, viskositas, serta nilai kalor pada beberapa variasi campuran. Berdasarkan hasil kajian, minyak jelantah memiliki densitas sebesar 0,96 g/mL dan bilangan asam 0,87 mg KOH/g sehingga masih layak dijadikan bahan campuran. Campuran B25 menunjukkan peningkatan densitas menjadi 0,91 g/mL dan viskositas 6,82 cSt, sedangkan B50 menghasilkan densitas 0,93 g/mL dan viskositas 7,44 cSt. Nilai kalor campuran menurun signifikan dibanding Dextrite murni, yakni dari 47.054 kJ/kg menjadi 37.730 kJ/kg pada B25 dan 37.763 kJ/kg pada B50. Kinerja mesin yang diuji memperlihatkan bahwa B25 dan B50 masih mampu menghasilkan torsi dan daya yang mendekati Dextrite murni, meskipun konsumsi bahan bakar spesifik mengalami kenaikan akibat nilai kalor yang lebih rendah. Secara keseluruhan, penggunaan campuran minyak jelantah dinilai masih memungkinkan, namun karakteristik fisik seperti viskositas dan nilai kalor perlu menjadi perhatian karena berpengaruh langsung terhadap performa mesin.

Selain dari sisi teknis proses, potensi ketersediaan bahan baku minyak jelantah di Indonesia juga menjadi perhatian penting dalam pengembangan biodiesel, penelitian [11] menyoroti bahwa Indonesia berpotensi menghasilkan hingga 1,8 miliar liter minyak jelantah per tahun yang berasal dari sektor rumah tangga, industri, dan restoran. Proses konversi minyak jelantah menjadi biodiesel umumnya dilakukan melalui dua tahap, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi, karena kadar asam lemak bebasnya sering kali melebihi 1%. Biodiesel yang dihasilkan memiliki sejumlah keunggulan, seperti angka cetane tinggi (>50), titik nyala tinggi, bebas sulfur dan benzena, serta ramah lingkungan. Meskipun demikian, viskositas yang relatif tinggi dan kecenderungan membentuk sabun masih menjadi kendala utama, sehingga diperlukan proses kimia lanjutan agar biodiesel yang dihasilkan memenuhi karakteristik bahan bakar diesel konvensional.

Di sisi lain, penelitian [12] berfokus pada optimalisasi proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah melalui kombinasi proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan bantuan silika amorf yang diperoleh dari limbah padat Geothermal Sludge PLTPB Dieng. Tahap esterifikasi dilakukan menggunakan katalis asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk menurunkan kadar FFA, sedangkan transesterifikasi menggunakan katalis basa NaOH guna membentuk metil ester. Variasi suhu reaksi dilakukan pada rentang 50–90°C dengan waktu reaksi 60–120 menit. Hasil

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 UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

terbaik diperoleh pada suhu 90°C dan waktu 120 menit dengan yield biodiesel mencapai 6,25%, angka cetane 62, massa jenis 866,7 kg/m<sup>3</sup>, dan viskositas 3,85 cSt. Seluruh karakteristik biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi SNI 04-7182-2006, menunjukkan bahwa minyak jelantah berpotensi besar sebagai bahan baku biodiesel yang layak secara teknis dan ekonomis.

Sementara itu, penelitian [13] lebih berfokus pada pengaruh variasi waktu reaksi terhadap karakteristik biodiesel dari limbah minyak goreng. Parameter yang diuji meliputi titik nyala, viskositas, densitas, bilangan oksidasi, bilangan asam, dan bilangan iodin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan waktu reaksi berpengaruh signifikan terhadap titik nyala, dengan nilai tertinggi mencapai 182,5°C, yang menandakan stabilitas termal lebih baik dari standar mutu (130°C). Nilai viskositas biodiesel berkisar antara 4,5–4,6 mm<sup>2</sup>/s, masih dalam rentang SNI 2,3–6,0 mm<sup>2</sup>/s, sementara densitas stabil di 858,5 kg/m<sup>3</sup>, sesuai standar 850–890 kg/m<sup>3</sup>. Nilai bilangan asam yang diperoleh berkisar 0,17–0,27 mgKOH/g, menunjukkan kualitas biodiesel yang baik, dan bilangan iodin mencapai 90,30 g I<sub>2</sub>/g, yang menunjukkan tingkat ketidakjenuhan meningkat seiring waktu reaksi. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa waktu reaksi merupakan parameter penting yang memengaruhi kualitas dan kestabilan biodiesel dari minyak jelantah.

Lebih lanjut, penelitian [14] mengkaji perhitungan nilai kalor sebagai dasar konversi energi panas menjadi energi listrik pada bahan biomassa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi sebesar 111,68 kal/g, setara dengan 0,129 kWh/kg energi listrik setelah dilakukan konversi berdasarkan faktor 1 kWh = 860 kcal. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar, maka semakin besar pula potensi energi listrik yang dapat dihasilkan. Oleh karena itu, analisis nilai kalor menjadi parameter penting dalam menentukan efisiensi konversi energi termal menjadi energi listrik, serta dapat dijadikan acuan dalam menghitung potensi energi biodiesel dari minyak jelantah.

Penelitian [15] sebelumnya berfokus pada perhitungan rata-rata ketersediaan minyak jelantah di Kota Pekanbaru, analisis komposisi pencampuran bahan baku, serta simulasi proses produksi biodiesel menggunakan SuperPro. Namun, penelitian tersebut hanya membahas hasil simulasi berdasarkan literature review, tanpa melakukan pengujian langsung. Sementara itu, pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini belum pernah dilakukan pada studi-studi terdahulu. Selain menghasilkan biodiesel dari minyak jelantah, penelitian ini juga menghitung potensi energi listrik (kWh) berdasarkan nilai kalor untuk menilai kontribusi biodiesel sebagai sumber energi alternatif. Dengan demikian, penelitian ini memiliki keterbaharuan melalui

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pengujian langsung yang berbeda serta integrasi analisis energi listrik yang belum dibahas pada penelitian sebelumnya.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa minyak jelantah memiliki potensi yang signifikan sebagai bahan baku biodiesel, baik dari aspek ketersediaan maupun karakteristik teknisnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa melalui proses esterifikasi–transesterifikasi, biodiesel yang dihasilkan umumnya telah memenuhi standar mutu nasional, khususnya pada parameter viskositas, titik nyala, dan bilangan asam, meskipun masih dipengaruhi oleh kondisi proses dan kualitas bahan baku. Selain itu, nilai kalor biodiesel juga menunjukkan potensi yang cukup baik untuk dikonversi menjadi energi listrik, sehingga relevan dalam pengembangan sumber energi alternatif. Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih terbatas pada kajian proses produksi, optimasi parameter, atau simulasi, tanpa mengaitkan secara langsung antara kualitas biodiesel dengan potensi pemanfaatannya dalam sistem pembangkit listrik.

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini diarahkan tidak hanya pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah rumah tangga melalui pengujian eksperimental, tetapi juga pada analisis keterkaitan antara karakteristik biodiesel dengan potensi energi listrik yang dapat dihasilkan. Pengujian dilakukan berdasarkan parameter utama sesuai SNI 7182:2015, yaitu viskositas, titik nyala, dan bilangan asam, yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian nilai kalor sebagai dasar dalam menentukan kandungan energi bahan bakar. Nilai kalor yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung potensi energi listrik yang dapat dihasilkan melalui proses konversi energi pada sistem generator set dengan mempertimbangkan efisiensi sistem. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengkaji kualitas biodiesel secara fisik dan kimia, tetapi juga menganalisis secara kuantitatif potensi energi listrik yang dihasilkan dari biodiesel tersebut. Pendekatan ini memberikan kontribusi yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian sebelumnya, karena tidak hanya memvalidasi kualitas biodiesel, tetapi juga mengevaluasi kelayakan teknisnya sebagai bahan bakar alternatif pada sistem pembangkit listrik skala kecil.

## 2.2 Dasar Teori

Pada subbab ini akan dibahas landasan teori yang mendukung penelitian, dimulai dari konsep energi terbarukan sebagai dasar dalam pengembangan biodiesel sebagai sumber energi alternatif.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



viskositas kinematis, bilangan asam, angka penyabunan, titik nyala, dan nilai kalor, yang berfungsi untuk memastikan biodiesel aman digunakan serta sesuai dengan karakteristik mesin biodiesel. Kepatuhan terhadap SNI tidak hanya meningkatkan performa pembakaran dan efisiensi energi, tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap mesin dan lingkungan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa biodiesel yang diproduksi dari berbagai bahan baku, termasuk minyak jelantah maupun *crude palm oil* (CPO), dapat memenuhi kriteria mutu SNI bila proses transesterifikasi dioptimalkan [18, 19]. Oleh karena itu, penerapan standar mutu ini berperan penting dalam mendukung pemanfaatan biodiesel sebagai energi terbarukan yang berkelanjutan.

#### 2.2.4 Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi

Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah umumnya dilakukan melalui dua tahap reaksi utama, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acid/FFA) dalam minyak jelantah dengan mereaksikannya menggunakan alkohol (metanol) dan katalis asam. Tahap ini penting karena kandungan FFA yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan sabun pada proses transesterifikasi sehingga menurunkan rendemen biodiesel. Setelah kadar FFA menurun, minyak hasil esterifikasi kemudian diproses melalui reaksi transesterifikasi, yaitu reaksi antara trigliserida dalam minyak dengan metanol menggunakan katalis basa untuk menghasilkan metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. Berikut tahapan esterifikasi dan transesterifikasi:

##### Esterifikasi

##### 1. Persiapan larutan katalis asam

Sebanyak 2,5 mL asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan 50 mL metanol disiapkan menggunakan gelas ukur, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer, campuran tersebut kemudian diaduk secara perlahan hingga tercampur merata, lalu digunakan sebagai bahan reaksi pada proses esterifikasi.

##### 2. Prosedur Reaksi

Minyak jelantah dimasukkan ke dalam gelas beker, kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 50–60 °C menggunakan hot plate. Setelah suhu tercapai, larutan campuran metanol dan asam sulfat ditambahkan secara bertahap ke dalam minyak di dalam gelas beker sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer agar campuran tercampur secara merata. Proses reaksi dipertahankan selama 60 menit pada suhu konstan. Tahapan ini bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (*Free*

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

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

*Fatty Acid* / FFA) dalam minyak jelantah sebelum dilanjutkan ke proses transesterifikasi.

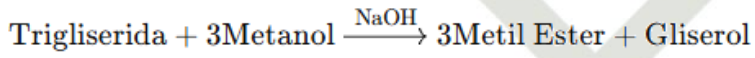
3. Pendinginan & pengendapan  
Matikan pemanas, biarkan campuran mengendap 12 jam atau gunakan corong pemisah untuk memisahkan fase. Ambil fase atas untuk tahap selanjutnya.

Transesterifikasi  
1. Persiapan katalis basa  
Katalis natrium hidroksida (NaOH) sebanyak 1,3 gram ditimbang menggunakan timbangan digital. Selanjutnya, NaOH dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi metanol dan diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga seluruh NaOH larut sempurna dan membentuk larutan metoksida.

2. Prosedur reaksi  
Minyak hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam gelas beker kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 55–65 °C menggunakan hot plate. Setelah suhu tercapai, larutan metoksida ditambahkan secara perlahan ke dalam minyak sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 400–800 rpm agar campuran tercampur secara homogen. Proses reaksi transesterifikasi selanjutnya dipertahankan selama 90 menit pada suhu dan kecepatan pengadukan yang konstan.

3. Pendinginan & pemisahan  
Setelah reaksi selesai, matikan pemanas dan biarkan campuran pengendap 24 jam dalam corong pemisah. Fase bawah akan berisi gliserol + sisa katalis dan fase atas adalah biodiesel. Pisahkan fase atas.

Reaksi kimia dasar transesterifikasi dapat dituliskan sebagai berikut:



Kedua proses ini sangat dipengaruhi oleh parameter operasi, seperti suhu, waktu reaksi, rasio molar alkohol terhadap minyak, serta jenis dan konsentrasi katalis.

**2.2.5 Biodiesel**

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif berbasis energi terbarukan yang diproduksi melalui proses transesterifikasi trigliserida dari minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol, biasanya metanol, menggunakan katalis tertentu. Karakteristik biodiesel mendekati solar, sehingga dapat digunakan langsung pada mesin diesel tanpa modifikasi signifikan. Keunggulannya terletak pada sifatnya yang biodegradable, rendah emisi sulfur, serta berkontribusi pada penurunan gas rumah kaca dibandingkan bahan bakar fosil. Di berbagai

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.2.6 Generator Set

Generator set (genset) merupakan sistem konversi energi yang berfungsi mengubah energi kimia pada bahan bakar menjadi energi listrik melalui proses pembakaran di dalam mesin diesel. Dalam penelitian ini, analisis potensi energi listrik dari biodiesel dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi konversi genset sebesar 37%, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian terdahulu [22] yang mengkaji kinerja genset berbahan bakar biodiesel. Nilai efisiensi tersebut digunakan sebagai acuan dalam perhitungan teoritis untuk memperoleh estimasi yang representatif terhadap kemampuan konversi energi panas biodiesel menjadi energi listrik. Dengan demikian, penerapan biodiesel sebagai bahan bakar pada sistem genset diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan diversifikasi energi sekaligus mendukung upaya dekarbonisasi dalam sektor pembangkitan listrik.

Tabel 2.1 Spesifikasi Generator set

No	SPESIFIKASI	Keterangan
1	Merk	ONAN
2	Serial Number	197A003098
3	Frame/Core	880 DFJD
4	Kva Base Rate	1000 kVA
5	Kw Base Rate	800 KW
6	Frequency	50 HZ
7	Rpm	1500 RPM
8	Volt	380 VOLTS
9	Phase	3 PHASE
10	Power Factor	0,8
11	Buatan	Australia-1997
12	Efisiensi	37%

**2.2.7 Viskositas**

Viskositas merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas biodiesel karena berhubungan langsung dengan aliran bahan bakar, proses atomisasi, dan pembakaran di mesin diesel. Nilai viskositas yang terlalu tinggi dapat menghambat proses penyemprotan bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu rendah berpotensi menimbulkan kebocoran pada sistem injeksi. Oleh karena itu, Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015) menetapkan bahwa viskositas biodiesel harus berada dalam rentang 2,3–6,0 mm<sup>2</sup>/s pada suhu 40 °C agar sesuai dengan kebutuhan mesin dan aman digunakan. Penelitian menunjukkan bahwa biodiesel berbasis minyak nabati maupun minyak jelantah di Indonesia cenderung memiliki viskositas lebih tinggi dibandingkan solar, sehingga diperlukan proses pengolahan yang tepat agar nilai viskositas yang dihasilkan memenuhi standar yang telah ditetapkan [23].

**2.2.8 Titik nyala**

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah ketika uap dari bahan bakar dapat menyala jika terkena sumber api, sehingga menjadi parameter penting dalam aspek keselamatan penyimpanan dan transportasi biodiesel. Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015) menetapkan titik nyala minimal 100°C agar biodiesel aman digunakan serta tidak mudah terbakar pada kondisi penyimpanan normal. Biodiesel umumnya memiliki titik nyala lebih tinggi dibanding solar, sehingga relatif lebih aman dari risiko kebakaran. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah maupun minyak nabati memiliki titik nyala dalam rentang 100 –127°C, yang sesuai dengan standar SNI maupun ASTM [18]. Dengan demikian, parameter titik nyala tidak hanya menilai kualitas biodiesel tetapi juga menjadi indikator penting untuk memastikan keamanan distribusi dan penggunaannya pada mesin diesel

**2.2.9 Bilangan Asam**

Bilangan asam merupakan parameter penting dalam penentuan mutu biodiesel karena menggambarkan jumlah asam lemak bebas (FFA) yang terkandung di dalamnya. Nilai bilangan asam yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada mesin dan menurunkan stabilitas penyimpanan bahan bakar. Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015) menetapkan batas maksimum bilangan asam biodiesel sebesar 0,5 mg-KOH/g agar biodiesel aman digunakan pada mesin diesel. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa biodiesel yang diproduksi dari minyak sawit maupun minyak nabati lokal di Indonesia umumnya memiliki bilangan asam dalam kisaran yang memenuhi standar, meskipun bahan baku minyak jelantah cenderung memiliki nilai lebih tinggi akibat degradasi termal selama proses penggorengan [24]. Dengan

Demikian, pengendalian bilangan asam menjadi aspek krusial dalam produksi biodiesel untuk menjamin kualitas, kestabilan, dan keamanan penggunaannya

**2.2.10 Nilai kalor**

Nilai kalor (*heating value*) merupakan parameter penting yang menentukan jumlah energi yang dihasilkan dari proses pembakaran biodiesel. Biodiesel umumnya memiliki nilai kalor lebih rendah dibandingkan solar karena kandungan oksigen dalam struktur molekulnya relatif lebih tinggi, sehingga energi yang dilepaskan per satuan massa lebih kecil. Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015) menetapkan kisaran nilai kalor agar biodiesel dapat digunakan secara optimal pada mesin diesel. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah dan minyak nabati menghasilkan nilai kalor antara 37–40 MJ/kg, yang masih memenuhi standar dan cukup kompetitif dibandingkan dengan bahan bakar fosil [18]. Nilai kalor ini menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi energi biodiesel sebagai sumber alternatif untuk pembangkitan listrik maupun transportasi.

**2.2.11 Perhitungan Potensi Energi listrik**

Untuk mengetahui potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari biodiesel, digunakan persamaan dasar konversi energi antara energi panas hasil pembakaran bahan bakar dan energi listrik yang dihasilkan oleh sistem pembangkit. Secara matematis, hubungan tersebut dinyatakan dengan persamaan berikut:

1. Energi Input bahan bakar [9]

$$E_{bb} = V \times \rho \times LHV \tag{2.1}$$

2. Energi Listrik yang Dihasilkan [9]

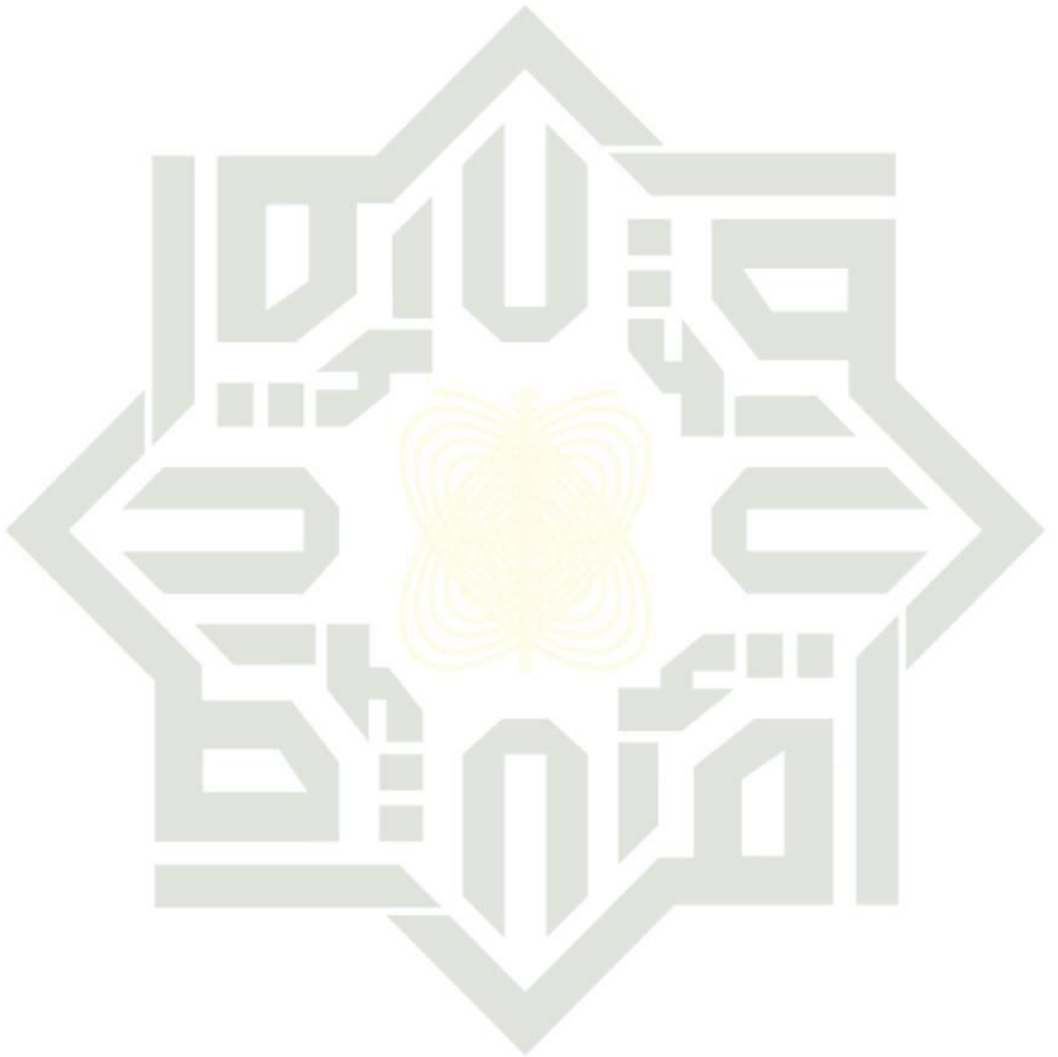
$$E_{Listrik} = \frac{E_{bb} \times \eta}{3600} \tag{2.2}$$

Keterangan:

- $E_{bb}$  = Energi input bahan bakar (kJ)
- $E_{Listrik}$  = Energi Listrik yang dihasilkan (kWh)
- $V$  = Volume bahan bakar (L)
- $\rho$  = Massa jenis bahan bakar (kg/m<sup>3</sup>)
- $\eta$  = Efisiensi sistem genset

$LHV$  = Low Heating Value / Nilai Kalor

Persamaan ini digunakan untuk menghitung besarnya energi listrik teoritis yang dapat dihasilkan dari energi panas biodiesel dengan mempertimbangkan efisiensi konversi sistem genset. Dalam penelitian ini, nilai efisiensi genset yang digunakan adalah 37%, yang merujuk pada hasil penelitian terdahulu mengenai kinerja genset berbahan bakar biodiesel.



UIN SUSKA RIAU

**Hak Cipta Milik UIN Suska Riau**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan eksperimental dipilih karena penelitian ini secara langsung melibatkan proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah melalui tahapan reaksi kimia esterifikasi dan transesterifikasi untuk memperoleh biodiesel yang sesuai dengan standar mutu. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat mengamati, mengukur, dan menganalisis hasil percobaan secara empiris berdasarkan variabel yang terukur.

Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini berfokus pada pengolahan data numerik yang dihasilkan dari proses pengujian karakteristik biodiesel, seperti nilai kalor, viskositas, titik nyala, dan bilangan asam. Data hasil pengujian tersebut dianalisis secara statistik untuk memperoleh kesimpulan yang objektif mengenai kualitas biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah rumah tangga.

Selanjutnya, dilakukan analisis teoritis terhadap potensi energi biodiesel dengan menghitung nilai kalor yang diperoleh dan mengonversikannya ke dalam satuan kilowatt-hour (kWh) untuk mengetahui potensi biodiesel sebagai sumber energi listrik alternatif. Estimasi konversi energi listrik ini mengacu pada nilai efisiensi genset yang merujuk pada hasil penelitian sebelumnya. Melalui tahapan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai sejauh mana biodiesel dari minyak jelantah berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dalam sistem pembangkit listrik skala kecil berbasis biofuel.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Laboratorium Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau serta Laboratorium PT First Resources Ltd. Kegiatan utama berupa proses pembuatan biodiesel dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang berlokasi di Jl. H.R. Soebrantas No. 155 KM 15, Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru. Pemilihan laboratorium ini didasarkan pada ketersediaan peralatan yang memadai untuk mendukung proses esterifikasi dan transesterifikasi.

Seluruh tahapan penelitian, mulai dari pemanasan awal minyak jelantah, reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam, proses transesterifikasi dengan metanol dan katalis basa, hingga tahap pemisahan gliserol, dilaksanakan di lingkungan laboratorium guna menjaga

kondisi eksperimen tetap terkontrol. Pelaksanaan penelitian di laboratorium bertujuan untuk memastikan setiap parameter proses, seperti suhu, waktu reaksi, serta perbandingan bahan, dapat diamati dan diatur secara sistematis.

Selanjutnya, pengujian karakteristik biodiesel yang dihasilkan dilakukan di laboratorium PT First Resources Ltd yang berlokasi di Kawasan Industri Dumai, Pelintung, Kota Dumai, Provinsi Riau. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas biodiesel berdasarkan parameter karakteristik tertentu serta memastikan kesesuaiannya sebagai bahan bakar alternatif. Dengan dilaksanakannya pengujian karakteristik di laboratorium industri, hasil penelitian diharapkan lebih representatif dan aplikatif terhadap kondisi nyata di lapangan. Secara keseluruhan, pelaksanaan penelitian di kedua laboratorium tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai potensi minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel yang memiliki nilai energi tinggi, ekonomis, dan ramah lingkungan.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menghasilkan biodiesel berbahan baku minyak jelantah melalui tahapan proses esterifikasi dan transesterifikasi, serta menganalisis potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari biodiesel tersebut berdasarkan nilai kalor yang diperoleh melalui pengujian laboratorium. Proses pembuatan biodiesel dilakukan secara terkontrol untuk memastikan kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian.

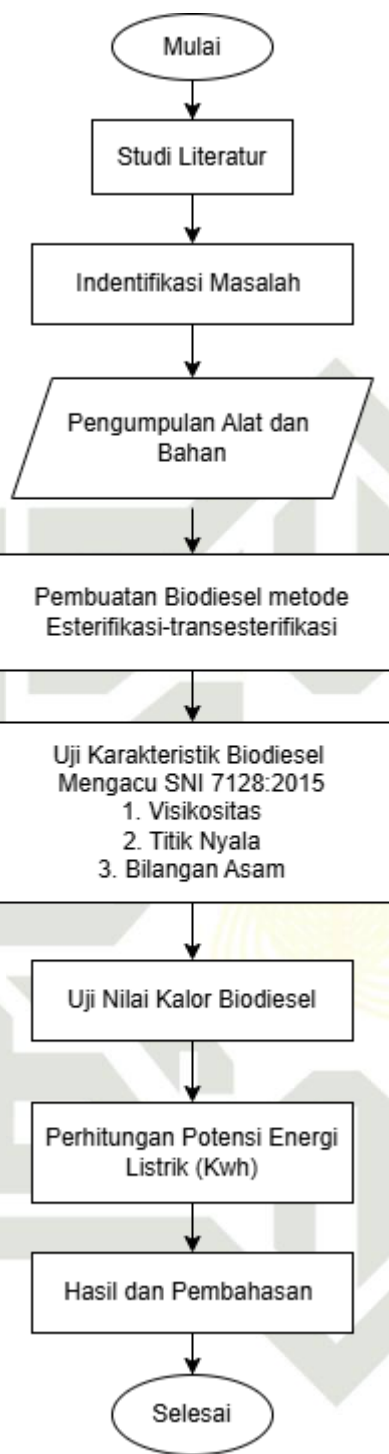
Setelah biodiesel berhasil diproduksi, tahap selanjutnya adalah pengujian karakteristik biodiesel, dengan fokus utama pada penentuan nilai kalor sebagai parameter penting dalam menilai kandungan energi bahan bakar. Data hasil pengujian nilai kalor ini menjadi dasar dalam menganalisis potensi konversi energi panas menjadi energi listrik. Selain nilai kalor, dikumpulkan pula data pendukung lainnya yang diperlukan dalam perhitungan, seperti densitas biodiesel dan nilai efisiensi konversi energi yang digunakan dalam perhitungan teoritis.

Berdasarkan data hasil pengujian dan parameter pendukung tersebut, dilakukan perhitungan teoritis untuk mengetahui besarnya potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari biodiesel. Perhitungan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kemampuan biodiesel sebagai sumber energi alternatif yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Seluruh tahapan penelitian disusun secara sistematis dan terstruktur sebagaimana ditunjukkan dalam flowchart penelitian, mulai dari proses pembuatan biodiesel, pengujian karakteristik, hingga analisis dan perhitungan potensi energi listrik. Dengan adanya alur penelitian yang jelas, diharapkan hasil penelitian ini mampu memberikan informasi yang komprehensif mengenai pemanfaatan minyak jelantah sebagai biodiesel yang berpotensi mendukung pengembangan energi terbarukan.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Alur *flowchart* penelitian

### 3.4 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan berbagai jurnal penelitian yang relevan dengan topik pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku dalam produksi biodiesel. Jurnal-jurnal tersebut dikaji untuk memperoleh informasi mengenai tahapan proses esterifikasi dan transesterifikasi, jenis katalis atau bahan kimia yang digunakan, serta hasil karakterisasi

biodiesel yang telah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya. Analisis terhadap literatur ini bertujuan untuk memahami kelebihan dan keterbatasan dari setiap metode yang digunakan, sehingga peneliti dapat menentukan pendekatan yang paling sesuai untuk diterapkan pada penelitian ini.

Selain itu, hasil kajian literatur juga menjadi dasar dalam penyusunan rancangan eksperimen, penentuan variabel proses yang akan diamati, serta penguatan landasan teori terkait reaksi kimia dan parameter mutu biodiesel. Dengan demikian, tahap studi literatur memiliki peran penting dalam memastikan bahwa penelitian ini memiliki arah yang jelas, metode pengolahan yang tepat, serta dukungan ilmiah yang kuat dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah

### 3.5 Identifikasi Masalah

Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng yang jumlahnya melimpah di Provinsi Riau, terutama berasal dari rumah tangga, usaha kuliner, dan pengepul, namun saat ini belum termanfaatkan secara optimal dan sebagian besar hanya dijual kembali tanpa pengolahan lanjutan. Padahal, minyak jelantah memiliki kandungan energi yang cukup besar dan berpotensi dikonversi menjadi biodiesel melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi, baik sebagai pengganti maupun campuran bahan bakar solar. Keterbatasan pengetahuan, teknologi pengolahan, serta kajian ilmiah terkait kualitas dan potensi energi biodiesel dari minyak jelantah menjadi kendala utama dalam pemanfaatannya, sehingga penelitian ini diharapkan menjadi landasan awal bagi pemanfaatan minyak jelantah secara lokal sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

### 3.6 Alat dan Bahan

Pada tahap ini alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan utama untuk proses pembuatan biodiesel melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Adapun alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kompor listrik atau *hot plate* dan *magnetic stirrer*



Gambar 3.2 Hot Plate

**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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Hot plate* berfungsi sebagai alat pemanas dan pengaduk dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Alat ini digunakan untuk memanaskan campuran minyak, alkohol, dan katalis hingga mencapai suhu reaksi yang optimal sehingga reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung lebih cepat dan efektif. Selain itu, hot plate yang dilengkapi dengan *magnetic stirrer* berperan dalam mengaduk campuran secara kontinu dan merata selama proses reaksi berlangsung. Penggunaan *magnetic stirrer* membantu mencegah terjadinya pengendapan katalis dan memastikan distribusi panas yang seragam dalam larutan. Dengan pengaturan suhu dan kecepatan pengadukan yang stabil, *hot plate* dan *magnetic stirrer* berperan penting dalam menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang baik, homogen, dan konsisten.

2. *Beaker glass* 250 ml



Gambar 3.3 Gelas Beker

Gelas beker (*beaker glass*) berfungsi sebagai wadah untuk menampung dan mencampur bahan-bahan utama seperti minyak jelantah, alkohol (metanol), dan katalis. Gelas beker digunakan selama proses pemanasan dan pengadukan di atas hotplate karena tahan terhadap suhu tinggi. Selain itu, alat ini memudahkan pengamatan perubahan selama reaksi esterifikasi dan transesterifikasi berlangsung, sehingga membantu memastikan proses berjalan dengan baik dan terkendali.

3. Gelas ukur 250 ml



Gambar 3.4 Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume bahan cair secara akurat, seperti minyak jelantah, alkohol (metanol), dan larutan katalis. Penggunaan gelas ukur bertujuan memastikan perbandingan bahan sesuai dengan komposisi yang direncanakan sehingga reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung secara optimal dan menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang baik.

#### 4. Termometer Gun



Gambar 3.5 Termometer Gun

Termometer gun berfungsi untuk mengukur suhu campuran reaksi secara cepat dan tanpa kontak langsung. Alat ini digunakan untuk memantau suhu minyak dan campuran biodiesel selama proses pemanasan agar tetap berada pada rentang suhu optimal, sehingga reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat berlangsung dengan aman, efektif, dan terkendali.

#### 5. Corong Kaca



Gambar 3.6 Corong Kaca

Corong kaca berfungsi sebagai alat bantu untuk menuangkan cairan seperti minyak jelantah, metanol, atau biodiesel ke dalam wadah lain dengan lebih aman dan rapi. Penggunaan corong kaca membantu mencegah tumpahan, mengurangi kehilangan bahan, serta menjaga kebersihan selama proses pemindahan cairan pada tahap pencampuran, pengisahan, maupun penyimpanan biodiesel.

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

6. Corong Pisah



Gambar 3.7 Corong Pisah

Corong pisah berfungsi untuk memisahkan biodiesel dan gliserol setelah reaksi transesterifikasi berlangsung. Alat ini memanfaatkan perbedaan massa jenis antara kedua cairan, di mana gliserol akan berada di bagian bawah dan biodiesel di bagian atas. Penggunaan corong pisah memungkinkan proses pemisahan dilakukan secara efektif tanpa mencampurkan kembali kedua fase, sehingga diperoleh biodiesel yang lebih murni.

7. Erlenmeyer



Gambar 3.8 Erlenmeyer

Erlenmeyer berfungsi sebagai wadah untuk menampung, mencampur, dan mereaksikan bahan cair selama proses percobaan. Bentuknya yang berleher sempit memudahkan pengadukan dan mengurangi risiko tumpahan saat pencampuran atau pemanasan. Selain itu, erlenmeyer juga digunakan sebagai wadah penampung pada proses penyaringan, yaitu untuk menampung filtrat hasil penyaringan bahan. Dalam pembuatan biodiesel, erlenmeyer berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi dan transesterifikasi serta penampung hasil penyaringan, sehingga proses dapat berjalan lebih aman, rapi, dan terkendali.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

8. Timbangan Digital



Gambar 3.9 Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi untuk menimbang bahan-bahan padat maupun cair secara presisi, seperti katalis NaOH dan bahan tambahan lainnya, dengan kapasitas maksimum hingga 1000 mL. Ketelitian penimbangan sangat penting untuk memastikan komposisi reaktan sesuai dengan perhitungan, sehingga reaksi dapat berlangsung optimal dan menghasilkan biodiesel dengan kualitas yang baik.

Selain alat ada bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan utama, bahan kimia pendukung untuk proses reaksi, serta bahan untuk pengujian karakteristik biodiesel. Rincian bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Bahan bahan penelitian

No	Nama Bahan	Keterangan
1	Minyak Jelantah	1000 ml
2	Metanol (CH <sub>3</sub> OH)	50 ml
3	Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2,5 ml
4	Natrium Hidroksida (NaOH)	1,3 gram
5	Kertas Saring	11 µm

3.7 Posedur Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah

3.7.1 Persiapan awal

1. Pengambilan sampel

Sampel diambil dari limbah minyak jelantah pemakaian rumah tangga.

2. Alat dan Bahan

### 3.7.2 Penyaringan Awal

1. Minyak jelantah 250 mL disaring menggunakan kertas saring dan corong kaca yang kemudian di tampung di erlenmeyer, penyaringan bertujuan untuk menghilangkan kotoran padat dan sisa penggorengan.

### 3.7.3 Pemanasan awal minyak

1. Minyak hasil penyaringan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu sekitar 100–105 °C. Proses pemanasan ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang masih terdapat dalam minyak, sehingga diperoleh minyak dengan kadar air yang rendah dan siap digunakan pada tahap proses selanjutnya.
2. Setelah itu, minyak didinginkan hingga suhu  $\pm 60$  °C

### 3.7.4 Esterifikasi

Proses esterifikasi merupakan tahap awal dalam pembuatan biodiesel yang bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acid/FFA) pada minyak jelantah sebelum dilanjutkan ke proses transesterifikasi. Kandungan FFA yang tinggi pada minyak jelantah berpotensi menyebabkan reaksi saponifikasi pada tahap berikutnya apabila langsung direaksikan dengan katalis basa. Oleh karena itu, esterifikasi dilakukan untuk mengonversi FFA menjadi metil ester menggunakan alkohol (metanol) dengan bantuan katalis asam. Berikut adalah input proses dan variabel proses yang dikontrol.

#### 1. Input Proses

Input utama pada proses esterifikasi terdiri dari:

- a) Minyak Jelantah 250ml

Minyak jelantah yang digunakan merupakan hasil penyaringan dan pemanasan awal untuk menghilangkan kotoran padat dan kandungan air. Tahap ini penting karena keberadaan air dapat menghambat reaksi esterifikasi dan menurunkan efisiensi konversi asam lemak bebas (FFA).

- b) Metanol (CH<sub>3</sub>OH) sebanyak 50 mL

berfungsi sebagai reaktan alkohol yang akan bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk metil ester. Penggunaan metanol dipilih karena memiliki reaktivitas tinggi, mudah bereaksi dengan FFA, serta umum digunakan dalam produksi biodiesel berdasarkan berbagai penelitian.

- c) Katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebanyak 2,5 mL

Asam sulfat berperan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi esterifikasi antara FFA dan metanol. Penggunaan katalis asam diperlukan karena minyak jelantah umumnya

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 UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

memiliki kandungan FFA yang tinggi, sehingga reaksi esterifikasi lebih efektif dibandingkan langsung menggunakan katalis basa.

#### Variabel Proses yang Dikontrol

Variabel proses yang dikontrol dalam reaksi esterifikasi meliputi:

a) Suhu reaksi (50–60 °C)

Suhu dijaga pada rentang ini untuk meningkatkan laju reaksi tanpa menyebabkan penguapan metanol yang berlebihan, mengingat titik didih metanol sekitar 64,7 °C. Suhu yang optimal akan meningkatkan kinetika reaksi dan efisiensi konversi FFA.

b) Waktu reaksi (60 menit)

Waktu reaksi ditetapkan selama 60 menit untuk memberikan kesempatan yang cukup bagi reaksi esterifikasi berlangsung hingga mendekati kesetimbangan. Waktu yang terlalu singkat dapat menyebabkan konversi tidak optimal, sedangkan waktu yang terlalu lama tidak memberikan peningkatan signifikan terhadap hasil reaksi.

c) Kecepatan pengadukan (±400–600 rpm)

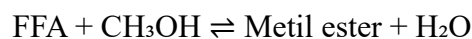
Pengadukan dilakukan untuk memastikan campuran minyak dan metanol yang bersifat tidak saling larut dapat bercampur secara homogen. Kecepatan pengadukan yang konstan membantu meningkatkan kontak antar molekul sehingga mempercepat laju reaksi esterifikasi.

Pemilihan parameter tersebut didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa suhu mendekati titik didih metanol dan rasio alkohol yang cukup tinggi dapat meningkatkan konversi FFA secara signifikan.

#### 2. Proses Reaksi Esterifikasi

Minyak jelantah dimasukkan ke dalam gelas beker dan dipanaskan hingga mencapai suhu 50–60 °C menggunakan hot plate. Setelah suhu stabil, larutan campuran metanol dan asam sulfat ditambahkan secara bertahap ke dalam minyak sambil dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer.

Pada kondisi ini terjadi reaksi esterifikasi antara asam lemak bebas (FFA) dan metanol yang menghasilkan metil ester dan air sebagai produk samping. Reaksi yang terjadi dapat dinyatakan sebagai berikut:



Reaksi ini bersifat reversibel, sehingga penggunaan metanol berlebih bertujuan untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk. Selama proses berlangsung, suhu dan kecepatan



Reaksi dikendalikan dijaga konstan untuk memastikan homogenitas campuran dan meningkatkan laju reaksi.

#### Output Proses

Setelah reaksi selesai, campuran didinginkan pada suhu ruang dan dibiarkan mengendap selama ±12 jam. Hasil dari proses ini akan terbagi menjadi dua fase berdasarkan perbedaan densitas, yaitu:

- a) Fase atas (output utama): minyak hasil esterifikasi yang telah mengalami penurunan kadar FFA dan siap digunakan pada proses transesterifikasi.
- b) Fase bawah (produk samping): campuran air, sisa metanol, dan residu katalis

Output utama dari proses esterifikasi adalah minyak dengan kadar FFA yang lebih rendah, yang secara teknis akan meningkatkan efisiensi reaksi transesterifikasi dan yield biodiesel. Penurunan FFA ini merupakan indikator keberhasilan proses esterifikasi dan menjadi parameter penting dalam menjamin kualitas biodiesel pada tahap selanjutnya.

### 3.7.5 Transesterifikasi

Proses transesterifikasi merupakan tahap utama dalam produksi biodiesel yang bertujuan untuk mengonversi trigliserida dalam minyak hasil esterifikasi menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol sebagai produk samping. Proses ini menggunakan katalis basa karena lebih cepat dan memiliki efisiensi konversi yang tinggi apabila kadar asam lemak bebas (FFA) telah diturunkan pada tahap esterifikasi sebelumnya.

#### 1. Input Proses

Input utama pada proses transesterifikasi terdiri dari:

- a) Minyak hasil esterifikasi

Minyak ini merupakan hasil dari proses sebelumnya yang telah mengalami penurunan kadar FFA, sehingga lebih stabil untuk direaksikan menggunakan katalis basa tanpa menghasilkan sabun.

- b) Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )

Metanol berfungsi sebagai reaktan alkohol yang akan bereaksi dengan trigliserida membentuk metil ester. Penggunaan metanol berlebih bertujuan untuk menggeser kesetimbangan reaksi ke arah produk.

- c) Katalis basa ( $\text{NaOH}$ ) sebanyak 1,3 gram

Natrium hidroksida digunakan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi transesterifikasi.  $\text{NaOH}$  terlebih dahulu dilarutkan dalam metanol hingga membentuk larutan metoksida yang bersifat reaktif.

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 3.8 Uji Karakteristik Biodiesel Mengacu SNI 7182:2015

Uji karakteristik biodiesel dilakukan untuk mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan serta kesesuaiannya dengan standar mutu yang berlaku. Pengujian karakteristik ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI 7182:2015) yang mencakup beberapa parameter utama, seperti densitas, viskositas, titik nyala, bilangan asam, dan nilai kalor. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan prosedur dan metode pengujian yang sesuai standar, sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan dasar dalam menilai kelayakan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif.

Tabel 3.3 Pengujian Parameter

Parameter	Standarisasi	Keterangan
Visikositas	SNI 7182:2015	2.3 – 6.0
Titik nyala	SNI 7182:2015	100°C min
Angka Asam	SNI 7182:2015	0.5 max

### 3.9 Uji Nilai Kalor Biodiesel

Pengujian nilai kalor biodiesel dalam penelitian ini akan dilakukan secara eksperimental menggunakan alat Bomb Calorimeter di PT First Resources untuk mengetahui besarnya energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran sempurna biodiesel. Sampel biodiesel yang telah diproduksi akan ditimbang sesuai prosedur pengujian, kemudian dimasukkan ke dalam ruang pembakaran (bomb) yang telah diisi oksigen murni bertekanan agar terjadi pembakaran sempurna. Kenaikan suhu air pada sistem kalorimeter akibat proses pembakaran tersebut akan dicatat sebagai data utama, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai kalor biodiesel berdasarkan kapasitas panas alat. Melalui metode ini, diperoleh nilai kalor secara langsung dan terukur sehingga dapat menggambarkan potensi energi yang terkandung dalam biodiesel hasil penelitian

### 3.10 Perhitungan Potensi Energi listrik

Perhitungan energi listrik dilakukan untuk mengetahui potensi energi listrik yang dapat dihasilkan secara teoritis dari bahan bakar biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah. Perhitungan diawali dengan menentukan energi input bahan bakar, yang dihitung berdasarkan volume biodiesel, massa jenis, dan nilai kalor bawah (*Lower Heating Value/LHV*). Energi input yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung energi listrik yang berpotensi dihasilkan dengan mempertimbangkan efisiensi generator set yang digunakan.

Pada penelitian ini, efisiensi generator ditetapkan sebesar 37%, mengacu pada hasil penelitian terdahulu terkait kinerja generator berbahan bakar solar sebagai pembanding. Hasil



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan biodiesel dari minyak jelantah melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi serta pengujian karakteristik dan potensi energi listriknya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Biodiesel dari minyak jelantah berhasil diproduksi melalui metode dua tahap, yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak jelantah menggunakan metanol dan katalis asam sulfat, kemudian dilanjutkan dengan proses transesterifikasi menggunakan metanol dan katalis basa NaOH untuk menghasilkan biodiesel dan gliserol sebagai produk samping. Melalui tahapan tersebut diperoleh biodiesel yang telah terpisah dari gliserol dan siap untuk dilakukan pengujian karakteristik.
2. Hasil pengujian karakteristik biodiesel menunjukkan bahwa nilai viskositas sebesar 4,72 mm<sup>2</sup>/s, bilangan asam sebesar 0,060 mg KOH/g, dan titik nyala sebesar 154 °C, di mana seluruh parameter tersebut telah memenuhi standar mutu biodiesel berdasarkan SNI 7182:2015. Selain itu, hasil pengukuran nilai kalor biodiesel menggunakan Bomb Calorimeter diperoleh sebesar 39,38 MJ/kg, yang menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah memiliki kandungan energi yang cukup baik sebagai bahan bakar alternatif.
3. Berdasarkan nilai kalor biodiesel yang diperoleh serta asumsi efisiensi generator sebesar 37%, maka secara teoritis 588 mililiter biodiesel dari minyak jelantah berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar sekitar 2,04 kWh. Hasil ini menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah memiliki potensi yang cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pada sistem pembangkit listrik berbasis generator set.

## 2. Saran

Ada beberapa saran dari penelitian ini adalah:

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan variasi parameter proses esterifikasi dan transesterifikasi, seperti rasio metanol terhadap minyak, konsentrasi katalis, suhu reaksi, dan waktu reaksi, guna memperoleh rendemen biodiesel yang lebih optimal serta meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

Perlu dilakukan proses pemurnian biodiesel yang lebih lanjut, seperti proses pencucian (washing) dan pengeringan (drying) secara lebih optimal agar biodiesel yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dan stabil dalam penyimpanan.

Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk melakukan pengujian performa biodiesel secara langsung pada mesin generator set (genset) guna mengetahui kinerja nyata biodiesel sebagai bahan bakar alternatif dibandingkan dengan bahan bakar solar.

4. Selain parameter yang telah diuji, penelitian berikutnya dapat menambahkan pengujian karakteristik lain, seperti densitas, angka cetane, kandungan air, dan emisi gas buang, sehingga analisis kualitas biodiesel menjadi lebih komprehensif.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR PUSTAKA

1. P. N. Islami, "Analisis Permintaan Energi Di Indonesia," Universitas Malikussaleh, 2025.
2. K. Esdm, "Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia," *Jakarta: Kementrian Esdm Indonesia*, 2022.
3. D. Setiawan And D. Setyawati, "Indonesia's Expansion Of Clean Power Can Spur Growth And Equality," *Ember Energy*, 2024.
4. T. A. Pratama, "Prolog: Pemanfaatan Used Cooking Oil (Uco) Sebagai Strategi Transisi Energi Yang Rendah Karbon," *Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Biodiesel*, Vol. 1.
5. F. A. Sulistiyo, "Pemeliharaan Dan Maintenance Diesel Generator Di Pt Rejoso Manis Indo," 2025.
6. E. Permana, M. Naswir, M. E. T. Sinaga, A. Alfairuz, And S. S. Murti, "Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi Dan Tanpa Saponifikasi," *Jtt (Jurnal Teknologi Terapan)*, Vol. 6, No. 1, Pp. 26–31, 2020.
7. R. Efendi, H. A. N. Faiz, And E. R. Firdaus, "Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasitransesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah," In *Prosiding Industrial Research Workshop And National Seminar*, 2018, Vol. 9, Pp. 402–409.
8. M. N. Sarker, M. A. Al Kafi, And M. T. Sowgath, "Simulation And Experimental Study Of Waste Cooking Oil To Biodiesel Production And Energy Analysis," *Chemical Engineering Research Bulletin*, Pp. 31–36, 2023.
9. C. N. Tambunan, T. Gantina, And B. Manunggal, "Analisis Perbandingan Bahan Bakar Biosolar Dan Dextrite Terhadap Performansi Generator Set Tipe Cummins 60 Kva," *Jurnal Teknik Energi*, Vol. 12, No. 2, Pp. 27–32, 2023.
10. B. A. Saputro And A. Abdurrahman, "Karakteristik Biodiesel Dari Campuran Bahan Bakar Dextrite Dan Minyak Jelantah Tanpa Perlakuan Pada Mesin Diesel," *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 28, No. 2, Pp. 51–59, 2022.
11. K. Y. Suryatini And M. N. Made, "Pemanfaatan Potensi Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Biodiesel," *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, Vol. 12, No. 1, Pp. 116–124, 2023.
12. B. Wahyudi, T. Rizki, And R. Wahyu P, "Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi," 2020.

- [3] M. Idris, T. Hermanto, R. Syah, M. Husein, And S. Sitinjak, "Pembuatan Biodiesel Dari Limbah Minyak Goreng: Studi Perbandingan Berbagai Waktu Reaksi," *Sinergi Polmed: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 5, No. 1, Pp. 64–71, 2024.
- [4] F. Ilham, Y. Mohamad, And I. Oktaviani, "Penguujian Biobriket Dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Jambura Journal Of Electrical And Electronics Engineering*, Vol. 4, No. 2, Pp. 119–125, 2022.
- [5] R. T. Setiadi And N. P. Miefthawati, "Analisis Potensi Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Produksi Biodiesel Di Kota Pekanbaru: Analisis Potensi Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Produksi Biodiesel Di Kota Pekanbaru," *Indonesian Journal Of Electrical Engineering And Renewable Energy (Ijeere)*, Vol. 3, No. 1, Pp. 70–79, 2023.
- [16] L. Setiartiti And R. A. Al-Hasibi, *Monograf: Transisi Energi Terbarukan Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Penerbit P4i, 2024.
- [17] H. Tambunan And M. Fahmi, "Characteristics Of Agricultural And Plantation Wastes As Solid Biomass Energy Feedstock: A Systematic Review," *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, Pp. 150–161–150–161, 2025.
- [18] G. Tampubolon, "Optimalisasi Proses Transesterifikasi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Campuran Natrium Hidroksida Dan Kalium Hidroksida," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2025.
- [19] I. Ramadhani, "Optimasi Katalis Cao/Fly Ash Pada Produksi Biodiesel Dari Crude Palm Oil (Cpo)," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2025.
- [20] T. Riayatsyah *Et Al.*, "Current Progress Of Jatropha Curcas Commoditisation As Biodiesel Feedstock: A Comprehensive Review," *Frontiers In Energy Research*, Vol. 9, P. 815416, 2022.
- [21] I. Rizwanul Fattah *Et Al.*, "State Of The Art Of Catalysts For Biodiesel Production," *Frontiers In Energy Research*, Vol. 8, P. 101, 2020.
- [22] M. F. Musyaffa And M. D. Idris, "Analisis Efisiensi Generator Set G8 Di Unit Pembangkit Dan Distribusi Listrik Ppsdm Migas," *Swara Patra: Majalah Ilmiah Ppsdm Migas*, Vol. 14, No. 2, Pp. 115–130, 2024.
- [23] T. Milano *Et Al.*, "A Comprehensive Exploration Of Jatropha Curcas Biodiesel Production As A Viable Alternative Feedstock In The Fuel Industry–Performance Evaluation And Feasibility Analysis," *Mechanical Engineering For Society And Industry*, Vol. 4, No. 1, Pp. 17–37, 2024.

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 UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

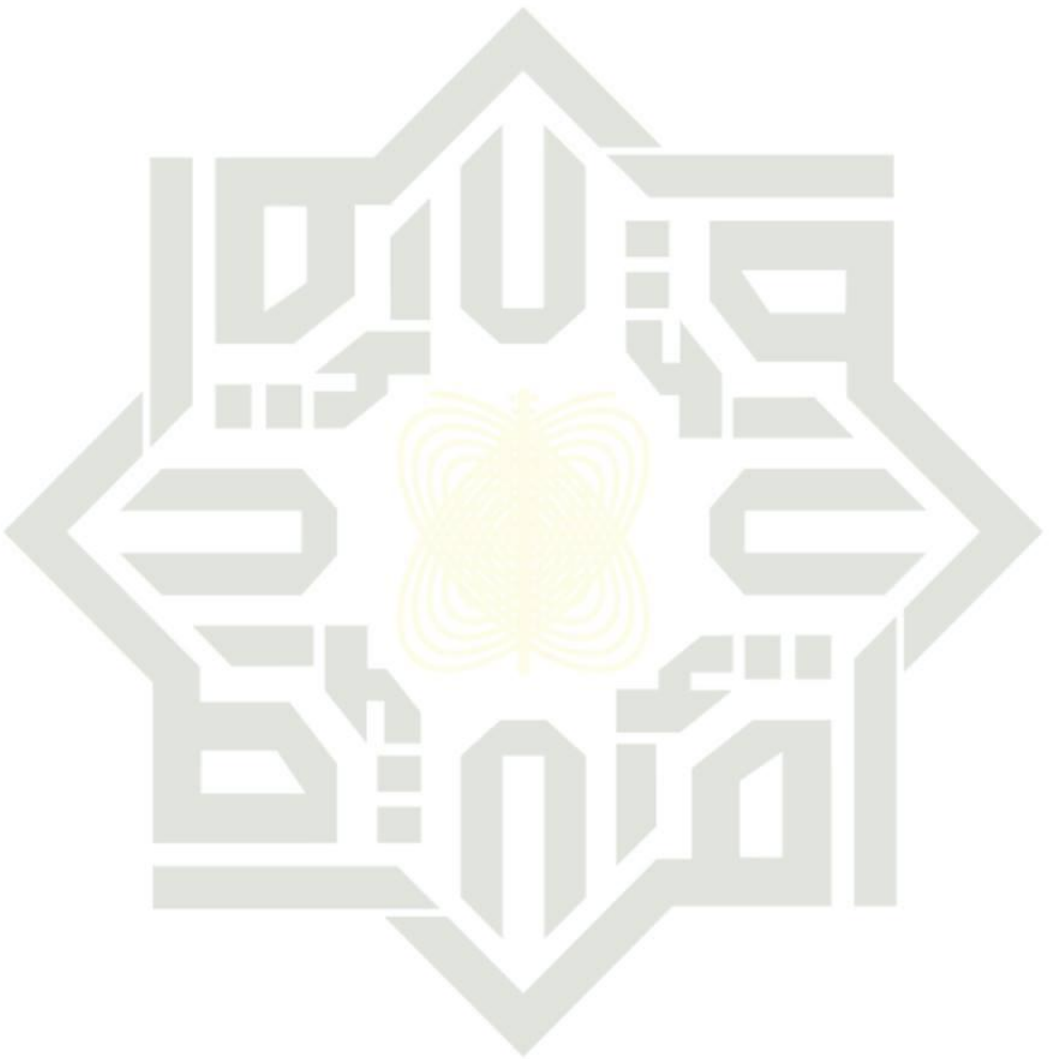
H. Rusli, A. Efendi, And S. A. Bethari, "Perbandingan Metode Gc-Fid Dan Ftir-Atr Untuk Penentuan Kadar Biodiesel Dalam Biosolar," *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, Vol. 59, No. 2, Pp. 21–30, 2025

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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 UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

## LAMPIRAN

Hak Ci

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

No	Parameter	Unit	Metode Uji	Spesifikasi Biodiesel – B40%		Hasil Uji
				Min	Maks	
1	Massa Jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	SNI 7182 : 2015	850	890	858,92
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	mm <sup>2</sup> /s	SNI 7182 : 2015	2,3	6,0	4,72
3	Angka Asam	mg KOH/g	SNI 7182 : 2015	-	0,5	0,060
4	Titik Nyala (mangkok tertutup)	°C	SNI 7182 : 2015	130		154
5	Nilai Kalor	Mj/Kg	Bomb Calorimeter			39,38


Date: 18 Januari 2026

### CERTIFICATE OF ANALYST

We hereby certify the analysis of the sample as shown above

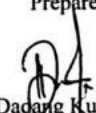
PT. CILIANDRA PERKASA

Approved By,



(Nusril Nusril)  
QA/QC Superintendent

Prepared By,



(Dadang Kurnia Putra)  
Leader Shift QC