

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH
MENGUNAKAN KATALIS KARBON TERSULFONASI
TEMPURUNG KELAPA DENGAN PENGGUNAAN KATALIS
BERULANG**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

AINA ARIFAH

NIM. 210704021

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1447 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH
MENGUNAKAN KATALIS KARBON TERSULFONASI
TEMPURUNG KELAPA DENGAN PENGGUNAAN KATALIS
BERULANG**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Prodi Kimia

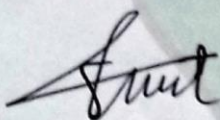
Oleh:

**AINA ARIFAH
NIM. 210704021**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**

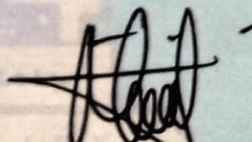
Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



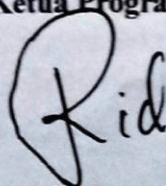
**Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601**

Pembimbing II,



**Muslem, M.Sc
NIDN. 2006069004**

Mengetahui,
Ketua Program Studi



**Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
NIDN. 2027118603**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI

**PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH
MENGUNAKAN KATALIS KARBON TERSULFONASI
TEMPURUNG KELAPA DENGAN PENGGUNAAN KATALIS
BERULANG**

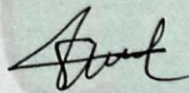
SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Prodi Kimia

Pada Hari/Tanggal: Sabtu, 16 Agustus 2025
22 Safar 1447 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi

Ketua,



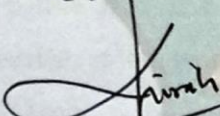
Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

Sekretaris,



Muslem, M.Sc
NIDN. 2006069004

Penguji I



Dr. Khairun Nisah, S.T., M.Si
NIDN. 2016027902

Penguji II



Anjar Purba Asmara, M.Sc., Ph.D
NIDN. 2009099501

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aina Arifah
NIM : 210704021
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Karbon Tersulfonasi Tempurung Kelapa dengan Penggunaan Katalis Berulang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat bertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 16 Agustus 2025

Yang Menyatakan



(Aina Arifah)

ABSTRAK

Nama : Aina Arifah
NIM : 210704021
Program Studi : Kimia
Judul : Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Karbon Tersulfonasi Tempurung Kelapa dengan Penggunaan Katalis Berulang
Tanggal Sidang : 16 Agustus 2025
Tebal Skripsi : 64 halaman
Pembimbing I : Febrina Arfi, M.Si
Pembimbing II : Muslem, M.Sc
Kata Kunci : Biodiesel, Minyak Jelantah, Katalis Karbon, Esterifikasi Penggunaan Berulang

Pemanfaatan katalis karbon tersulfonasi dari tempurung kelapa sebagai alternatif ramah lingkungan telah diterapkan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah melalui reaksi esterifikasi. Katalis ini dipilih karena bersifat *reusable*, mudah dipisahkan dari produk, dan mampu bekerja efektif pada bahan baku dengan kadar asam lemak bebas tinggi. Proses dilakukan dengan rasio molar metanol terhadap minyak 8:1 pada suhu 65 °C selama 8 jam. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas katalis hingga tiga siklus penggunaan. Hasil menunjukkan rendemen biodiesel menurun setiap siklus penggunaan, yaitu 74,62%; 35,82%; dan 10,44%. Analisis GC-MS mengidentifikasi senyawa dominan berupa metil oleat dan metil palmitat pada produk siklus pertama. Namun, meskipun katalis ini dapat digunakan hingga tiga kali, diperlukan optimasi lanjutan untuk meningkatkan mutu biodiesel.

ABSTRACT

Name : Aina Arifah
Student ID : 210704021
Study Program : Chemistry
Title : *Synthesis of Biodiesel from Waste Cooking Oil Using Sulfonated Carbon Catalyst Repititively.*
Date of trial : 16 August 2025
Thesis Thickness : 64 pages
Advisors I : Febrina Arfi, M.Si
Advisors II : Muslem M,Sc
Keywords : Biodiesel, Waste Cooking Oil, Carbon Catalyst, Esterification, Reuse

The use of sulfonated carbon catalyst derived from coconut shell as an environmentally friendly alternative approach has been applied in the production of biodiesel from used cooking oil through an esterification reaction. This catalyst was chosen due to its reusability, ease of separation from the product, and its effectiveness in processing feedstock with high free fatty acid content. The process was carried out with a methanol-to-oil molar ratio of 8:1 at a temperature of 65 °C for 8 hours. This study evaluated the catalyst's effectiveness over three cycles of use. The results showed a decrease in biodiesel yield with each reuse cycle, namely 74.62%, 35.82%, and 10.44%, respectively. GC-MS analysis identified the dominant compounds of methyl oleate and methyl palmitate in the first batch product. Although, the catalyst can be reused up to three times, further optimization is necessary to improve the quality of the biodiesel.

جامعة الرانري

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadiran Allah Swt yang telah menganugerahkan Rahmat dan Karunia-Nya Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya serta seluruh umatnya yang selalu istiqamah di jalannya. Dalam kegiatan ini penulis berkesempatan mengambil judul skripsi **“Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Karbon Tersulfonasi Tempurung Kelapa dengan Penggunaan Katalis Berulang”**.

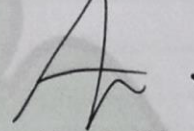
Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi tugas-tugas dan persyaratan yang diperlukan dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini. Berkat bantuan mereka, penulis dapat memperoleh banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berguna. Oleh karena itu, penulis juga ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M. T., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
2. Bapak Muhammad Ridwan Harahap M.Si, selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Febrina Arfi, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Muslem, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
6. Seluruh Ibu/Bapak Dosen Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

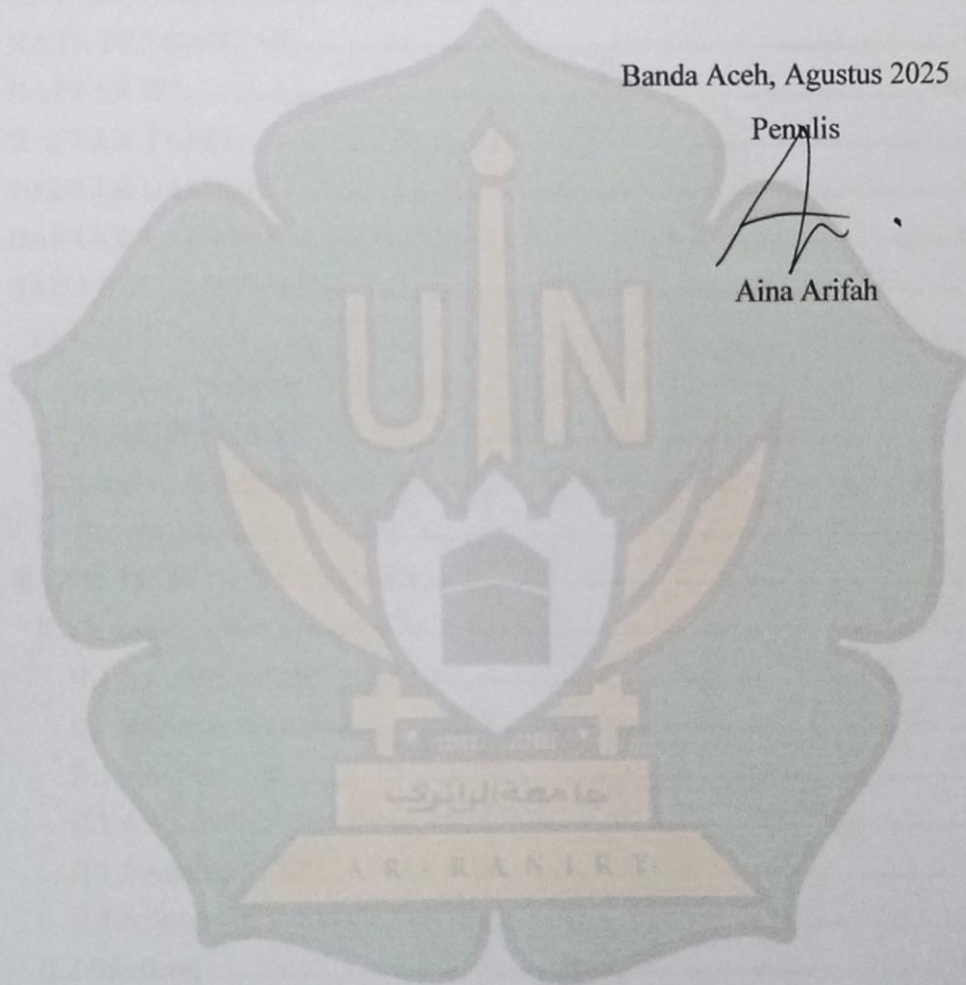
Semoga amal baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk lebih menyempurnakan skripsi ini.

Banda Aceh, Agustus 2025

Penulis



Aina Arifah



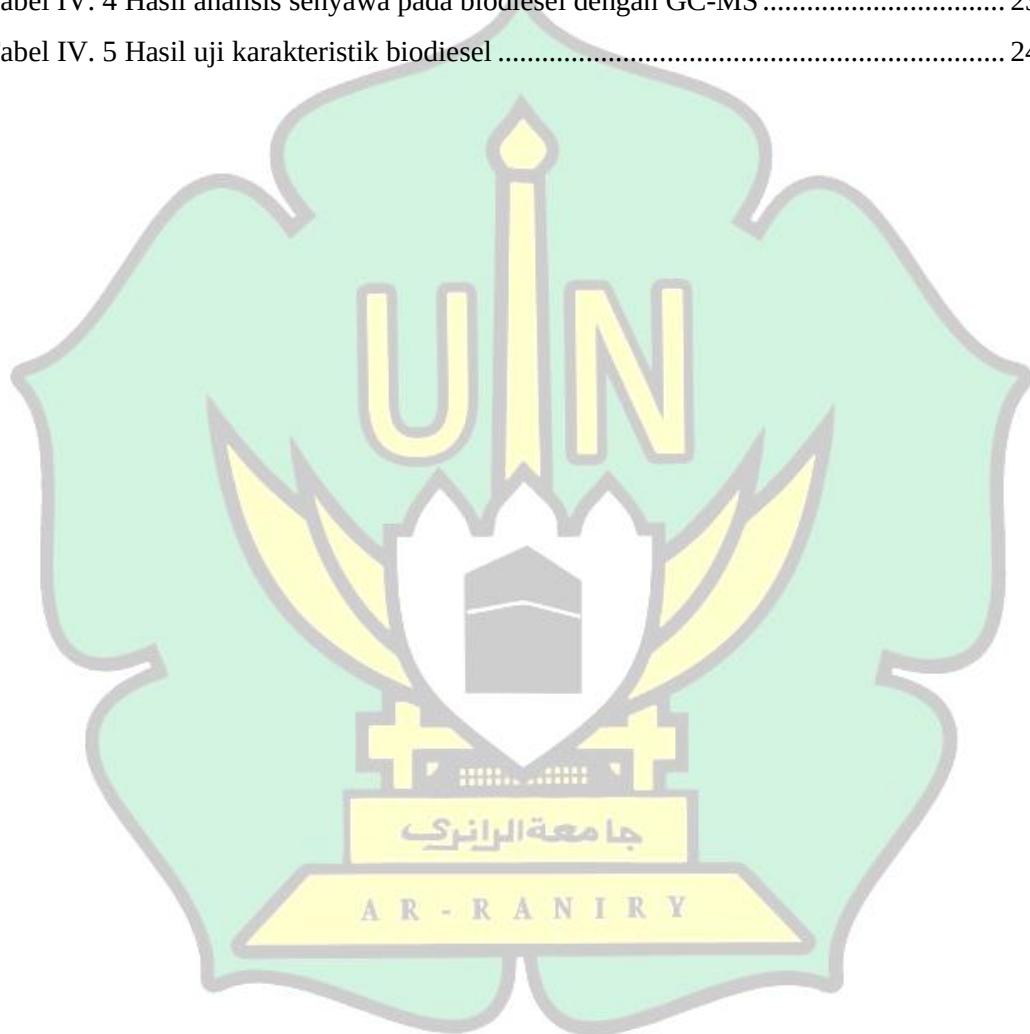
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Katalis Karbon Tersulfonasi.....	5
II.1.1 Katalis basa padat.....	5
II.1.2 Katalis asam padat.....	6
II.1.3 Karbonisasi.....	6
II.1.4 Aplikasi Katalis Tersulfonasi.....	7
II.1.5 Analisa FTIR.....	7
II.1.6 Penggunaan Katalis Berulang	8
II.2 Biodiesel.....	10
II.3 Minyak Jelantah.....	11
II.4 Esterifikasi	11
II. 5 Analisis Karakteristik Biodiesel	13
II.5.1 Analisis Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS).....	13
II.5.2 Viskositas	14
II.5.3 Densitas	15
II.5.4 Bilangan Asam	15

II.5.5 Kadar Air.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1 Waktu dan Tempat	17
III.2 Alat dan Bahan.....	17
III.2.1 Alat.....	17
III.2.2 Bahan	17
III.3 Prosedur Kerja.....	17
III.3.1 Analisa FTIR (Farabi dkk, 2019).....	17
III.3.2 Proses Pembuatan Biodiesel (Reaksi Esterifikasi) (Zhang dkk., 2021)	18
III.3.3 Penggunaan Katalis Berulang (Zhang dkk., 2021).....	18
III.3.4 Analisa GC-MS Biodiesel (Niu dkk., 2018).....	18
III.3.5 Uji Densitas (Agustin dkk., 2024)	19
III.3.6 Uji Viskositas (Efendi dkk., 2012).	19
III.3.7 Uji Asam Lemak bebas (FFA) (Setiowati dan Linggawati., 2014)..	19
III.3.8 Uji Kadar Air (Zhang dkk., 2021)	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV. 1 Data Hasil Pengamatan.....	21
IV.1.1 Hasil Uji FTIR Asam Padat.....	21
IV.1.4 Hasil Pembuatan Biodiesel (Reaksi Esterifikasi)	22
IV.1.4 Hasil Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah	23
IV.1.5 Hasil Karakterisasi Biodiesel Yang Dihasilkan.....	24
IV.2 Pembahasan.....	24
BAB V PENUTUP.....	29
V.1 Kesimpulan	29
V.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
DAFTAR LAMPIRAN	35

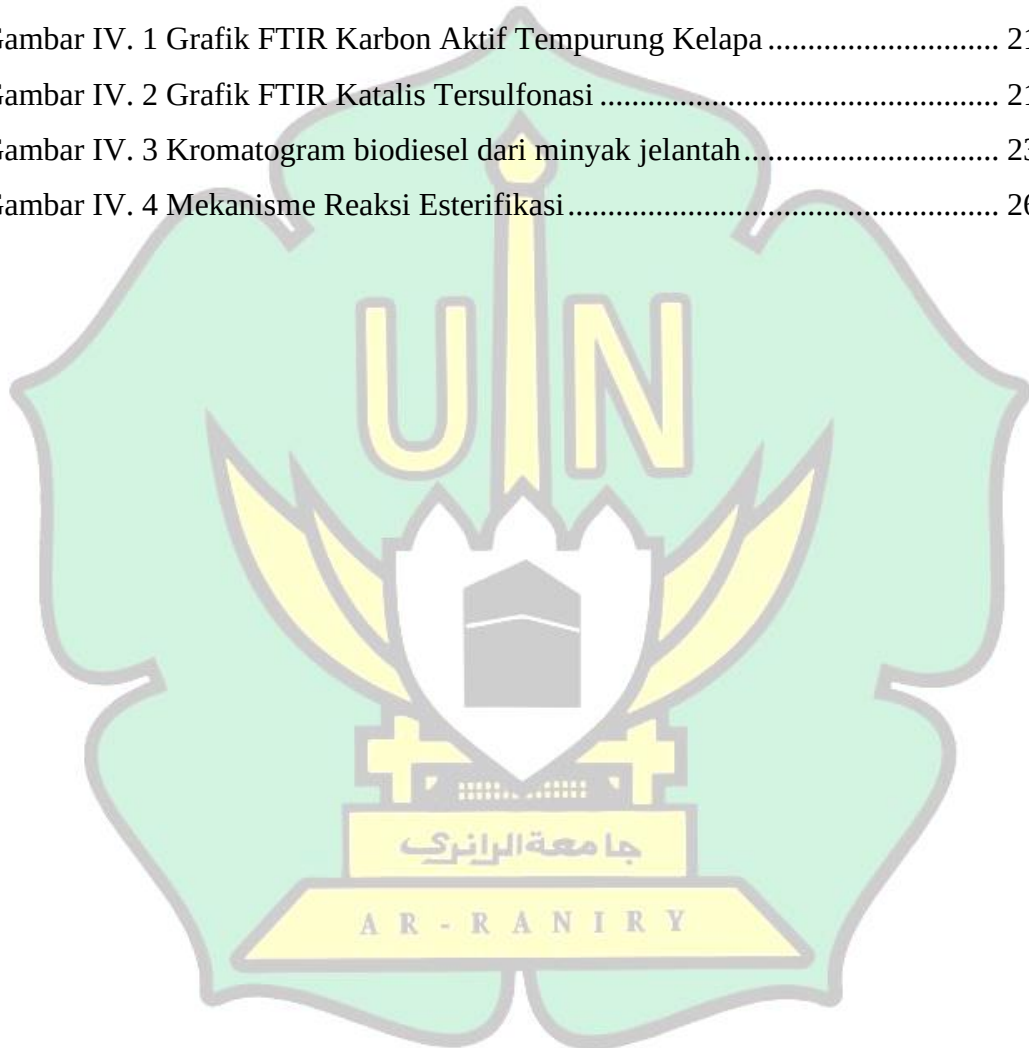
DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbedaan beberapa siklus dari penelitian sebelumnya:	9
Tabel II. 2 Syarat Mutu SNI 7182-2015 Biodiesel	11
Tabel IV. 2 Data puncak serapan FTIR pada sampel karbon aktif	24
Tabel IV. 2 Data puncak serapan FTIR pada katalis tersulfonasi	24
Tabel IV. 3 Hasil rendemen biodiesel dan penggunaan katalis berulang	22
Tabel IV. 4 Hasil analisis senyawa pada biodiesel dengan GC-MS	23
Tabel IV. 5 Hasil uji karakteristik biodiesel	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Instrumen FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).....	8
Gambar II. 2 Reaksi Esterifikasi Asam Lemak.....	12
Gambar II. 3 Rangkaian Alat Percobaan Untuk Reaksi Esterifikasi	12
Gambar II. 4 Instrumen GC-MS (Gas Chromatography- Mass Spectroscopy)....	14
Gambar II. 5 Viscositas NDJ-8	15
Gambar IV. 1 Grafik FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa	21
Gambar IV. 2 Grafik FTIR Katalis Tersulfonasi	21
Gambar IV. 3 Kromatogram biodiesel dari minyak jelantah.....	23
Gambar IV. 4 Mekanisme Reaksi Esterifikasi	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alir Penelitian.....	35
Lampiran 2 Diagram Alir Skema Penelitian.....	36
Lampiran 3 Perhitungan.....	38
Lampiran 4 Foto Dokumentasi Penelitian.....	43
Lampiran 5 Syarat Mutu SNI 7182-2015 Biodiesel	48
Lampiran 6 Hasil Analisis GC-MS	48



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Katalis umumnya digunakan untuk mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi, sehingga reaksi berlangsung lebih cepat dari sebelumnya. Dalam bidang industri, katalis heterogen lebih banyak dikembangkan dibandingkan katalis homogen. Hal ini disebabkan oleh kemampuan katalis heterogen yang dapat dipisahkan dari produk secara sederhana dan memungkinkan penggunaannya secara berulang. Katalis heterogen terbagi menjadi dua kelompok, yaitu katalis basa padat dan katalis asam padat. Katalis asam padat merupakan katalis yang memiliki gugus asam pada permukaannya. Katalis ini memiliki beberapa kelebihan, seperti ramah lingkungan karena dapat mengurangi sifat korosif, dan tidak dipengaruhi oleh konsentrasi asam lemak bebas di dalam minyak. Katalis asam padat umumnya diperoleh melalui proses sulfonasi oksida logam maupun sulfonasi karbon dari bahan organik, salah satunya dari tempurung kelapa (Ikhsan dan Nizar., 2020).

Tempurung kelapa sering kali hanya dijadikan limbah padat, padahal sebenarnya memiliki potensi besar sebagai bahan baku karbon aktif. Dalam bidang industri, karbon tempurung kelapa digunakan sebagai penyangga, absorben, dan katalis. Karbon dari tempurung kelapa memiliki permukaan yang luas, mengandung karbon aktif sebesar 85–92%, volume pori yang besar, serta permukaan yang dapat dimodifikasi untuk meningkatkan kinerja katalitik. Selain itu, karbon aktif dari tempurung kelapa juga memiliki harga yang relatif lebih murah dan mudah diperoleh dibandingkan katalis lainnya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, karbon aktif tersulfonasi dinyatakan dapat memenuhi syarat sebagai katalis reaksi heterogen pada hidrolisis biomassa (Amelia dkk., 2013; Jhessica dkk., 2022).

Karbon tersulfonasi merupakan material berbasis karbon yang telah dimodifikasi secara kimia dengan penambahan gugus sulfonat ($-\text{SO}_3\text{H}$), sehingga proses ini disebut sulfonasi. Proses sulfonasi tersebut dapat meningkatkan sifat asam dari material karbon dan menjadikannya katalis padat yang efektif untuk proses esterifikasi. Penggunaan katalis heterogen dalam proses esterifikasi

memiliki beberapa kelebihan, seperti mudah dipisahkan dari produk reaksi, dapat digunakan berulang, tidak korosif, dan ramah lingkungan. Katalis heterogen tahan terhadap kandungan asam lemak bebas dalam bahan baku tanpa menimbulkan reaksi saponifikasi. Dengan demikian, memungkinkan terjadinya reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara bersamaan, terutama pada bahan baku yang memiliki kadar asam lemak bebas tinggi (Zamhari dkk., 2019).

Pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan minyak nabati, baik dari sumber pangan (*edible oil*) maupun non-pangan (*non-edible oil*). Salah satu bahan baku biodiesel yang paling efisien adalah minyak goreng bekas atau minyak jelantah. Namun, penggunaan minyak jelantah untuk konsumsi berisiko bagi kesehatan karena mengandung senyawa berbahaya. Keuntungan dari pemanfaatan minyak jelantah dalam pembuatan biodiesel adalah mampu menurunkan biaya produksi dan membantu mengurangi pencemaran lingkungan, terutama pada perairan. Berdasarkan penelitian Julius (2013), kadar FFA minyak jelantah awal sebesar 3,144%. Konversi minyak nabati menjadi biodiesel umumnya dilakukan melalui reaksi esterifikasi dengan bantuan katalis, salah satunya asam sulfat, untuk mengaktivasi karbon padat (Khairunnisa dkk., 2022).

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan katalis heterogen tersulfonasi dari berbagai biomassa seperti asam padat, kulit kakao, rumput laut, dan bambu, yang menghasilkan konversi FFA tinggi pada 4–5 siklus penggunaan katalis, seperti konversi sebesar 97,98% (Zang dkk., 2021), 98% (Bureros dkk., 2019), 96,4% (Cao dkk., 2021), dan 95,8% (Farabi dkk., 2019). Penggunaan katalis berulang dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan kestabilan katalis dalam mengonversi asam lemak bebas. Asam lemak bebas (FFA) adalah asam lemak yang tidak terikat sebagai trigliserida dan merupakan komponen utama dalam pembentukan biodiesel atau *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Berdasarkan beberapa literatur yang ada, penelitian tentang penggunaan ulang katalis karbon tersulfonasi dari tempurung kelapa dalam reaksi esterifikasi minyak jelantah masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menambah wawasan dan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya di bidang energi terbarukan. Dengan mempertimbangkan keunggulan katalis karbon tersulfonasi, seperti kemampuan penggunaan ulang, efektivitas tinggi, dan kemampuannya

mengonversi asam lemak bebas menjadi biodiesel, maka peneliti melakukan penelitian ini sebagai upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah tempurung kelapa dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disimpulkan rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa banyak siklus pengulangan yang dapat terjadi pada katalis karbon tersulfonasi dari tempurung kelapa yang masih efektif dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah?
2. Bagaimana penurunan % konversi pada setiap penggunaan katalis berulang?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat disimpulkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapakah penggunaan katalis berulang dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis karbon tersulfonasi dari tempurung kelapa?
2. Untuk mengetahui penurunan % konversi pada penggunaan katalis berulang dalam pembuatan biodiesel minyak jelantah menggunakan katalis karbon tersulfonasi dari tempurung kelapa.

I.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif katalis ramah lingkungan dan ekonomis dalam produksi biodiesel.
2. Menunjang pengelolaan limbah minyak goreng dan tempurung kelapa.
3. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan katalis heterogen berbasis biomassa.

I.5 Batasan Masalah

1. Reaksi yang dikaji terbatas pada esterifikasi minyak jelantah menggunakan katalis karbon tersulfonasi.
2. Pengujian dibatasi hingga tiga siklus penggunaan ulang katalis tanpa proses

reaktivasi.

3. Karakterisasi produk difokuskan pada parameter biodiesel sesuai SNI (viskositas, densitas, bilangan asam, kadar air).

