

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU REAKSI
SERTA KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI LIMBAH
MINYAK GORENG**

SKRIPSI

OLEH :

**AHMAD FIKRON WAHYUDI
188130057**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 21/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)21/12/22

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH SUHU DAN WAKTU REAKSI
SERTA KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP
KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI LIMBAH
MINYAK GORENG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area.

Oleh :

AHMAD FIKRON WAHYUDI

188130057

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2022

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Serta Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Limbah Minyak Goreng
Nama Mahasiswa : Ahmad Fikron Wahyudi
NIM : 188130057
Bidang Keahlian : Konversi Energi

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

(Muhammad Idris, S.T., M.T.)
Dosen Pembimbing I

(Ir. Husin Ibrahim, M.T.)
Dosen Pembimbing II



(DR. Rahmadsyah S. Kom., M. Kom.)
Dekan



(Muhammad Idris, S.T., M.T.)
Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus : 27 September 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 27 September 2022



Ahmad Fikron Wahyudi

NPM. 188130057

HALAMAN PERYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas medan area, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Fikron Wahyudi
NPM : 188130057
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Serta Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Limbah Minyak Goreng.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelofa dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hakcipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 27 September 2022

Yang menyatakan



Ahmad Fikron Wahyudi

ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap karakteristik biodiesel. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah limbah minyak goreng. Penelitian ini menggunakan proses transesterifikasi dengan cara mereaksikan katalis dan metanol kemudian dicampurkan dengan limbah minyak goreng bekas secara bersamaan. Pencampuran tersebut menggunakan suhu reaksi 60°C , dengan variasi waktu reaksi yaitu 5400s dan 7200s, dan variasi kecepatan pengadukan 996 rpm dan 1096 rpm. Kemudian hasil transesterifikasi diendapkan selama kurang lebih 10 menit. Hasil pengendapan biodiesel dan gliserol dipisahkan, setelah itu biodiesel dicuci menggunakan aquades dengan suhu 50°C dan diuapkan pada suhu 100°C . Hasil pengujian titik nyala pada suhu reaksi 60°C , waktu reaksi 5400s dan 7200s serta kecepatan pengadukan 996 rpm dan 1096 rpm didapatkan nilai titik nyala 58°C dan $48,5^{\circ}\text{C}$. Hasil pengujian viskositas pada suhu reaksi 60°C , waktu reaksi 5400s dan 7200s serta kecepatan pengadukan 996 rpm dan 1096 didapatkan nilai viskositas $4,567 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ dan $4,6257 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Hasil pengujian densitas pada suhu raksi 60°C , waktu reaksi 5400s dan 7200s serta kecepatan pengadukan 996 rpm dan 1096 rpm didapatkan nilai densitas 889 kg/m^3 dan $888,3 \text{ kg/m}^3$. Dari data pengujian maka didapatkan hasil titik nyala, viskositas dan densitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada nilai titik nyala dari kedua percobaan tersebut belum sesuai standar karakteristik biodiesel dan pada nilai viskositas dan densitas dari kedua percobaan tersebut telah memenuhi standar karakteristik biodiese.

Kata Kunci : Biodiesel, Suhu Reaksi, Waktu Reaksi, Kecepatan Pengadukan.

ABSTRACT

This study aims to determine the influence of temperature and reaction time as well as stirring speed on the characteristics of biodiesel. The raw material used in the manufacture of biodiesel is waste cooking oil. This study used a transesterification process by reacting catalysts and methanol and then mixed with used cooking oil waste simultaneously. The mixing uses a reaction temperature of 60°C, with reaction time variations of 5400s and 7200s, and variations in stirring speeds of 996 rpm and 1096 rpm. Then the transesterification results are precipitated for approximately 10 minutes. The results of the deposition of biodiesel and glycerol are separated, after which the biodiesel is washed using aquades with a temperature of 50°C and evaporated at a temperature of 100°C. Results of flash point testing at a reaction temperature of 60°C, reaction time of 5400s and 7200s and stirring speed of 996 rpm and 1096 rpm obtained flash point values of 58°C and 48.5°C. Viscosity test results at reaction temperatures of 60°C, reaction times of 5400s and 7200s and stirring speeds of 996 rpm and 1096 obtained viscosity values of $4,567 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ and $4,6257 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. The results of the density test at a temperature reaction of 60°C, reaction time of 5400s and 7200s and stirring speeds of 996 rpm and 1096 rpm obtained density values of 889 kg / m³ and 888.3 kg / m³. From the test data, the results of flash points, viscosity and density were obtained. The test results showed that the flash point values of the two experiments were not in accordance with the biodiesel characteristic standards and the viscosity and density values of the two experiments had met the biodiesel characteristic standards.

Keywords : *Biodiesel, Reaction Temperature, Reaction Time, Stirring Speed*

RIWAYAT HIDUP



Ahmad Fikron Wahyudi lahir di Suka Maju, Kec. Medan Johor, Kota Medan, Prov. Sumatra Utara pada tanggal 14 Januari 2000, anak keempat dari empat bersaudara, dari pasangan ayah bernama Ermanus dan ibu bernama Tisam Imelda. Pada tahun 2006 penulis masuk sekolah dasar di SD Negeri 060911 Medan Tenggara lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 melanjutkan sekolah di SMP Palapa Binjai dan Lulus Pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan sekolah di SMK Putra Anda Binjai dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin. Syukur alhamdulillah pada tahun 2022 penulis menyelesaikan pendidikan di Universitas Medan Area dengan gelar Sarjana Teknik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmad, hidayah dan nikmat-Nya sehingga pada kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan skripsi. Tidak lupa penulis sampaikan shalawat beserta salam kepada nabi muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wassallam* dan para sahabat beliau yang telah menunjukkan kepada kita semua jalan yang lurus berupa ajaran agama islam yang sempurna.

Skripsi merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Strata I (satu) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bimbingan dan saran dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terlaksanakan dan terselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng.,M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area
Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom.,M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom, selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, S.T., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area sekaligus Dosen pembimbing I.
4. Bapak Dr. Iswandi, S.T., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area
5. Bapak Ir. Husin Ibrahim, M.T. selaku Dosen Pembimbing II

6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

7. Bapak Ermanus dan Ibu Tisam Imelda selaku Orang Tua yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.

Penulis berusaha untuk memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari segala kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 27 September 2022

Penulis,



Ahmad Fikron Wahyudi

NPM. 1881300

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Minyak Goreng (<i>Waste Cooking Oil</i>)	5
2.2 Proses Trasenterifikasi.....	7
2.2.1. Katalis	8
2.2.2. Metanol	9
2.2.3. Suhu Reaksi.....	10
2.2.4. Waktu Reaksi.....	11
2.2.5. Pengadukan	11
2.3 Biodiesel	12
2.3.1. Sifat Baku Mutu Biodiesel	14
2.3.2. Sifat Sifat Penting Biodiesel.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Tempat Dan Waktu.....	19
3.1.1. Tempat	19
3.1.2. Waktu.....	19

3.2.	Alat dan Bahan.....	19
3.2.1.	Alat	19
3.2.2.	Bahan	25
3.3.	Metode Penelitian	27
3.4.	Prosedur Pembuatan Biodiesel	28
3.5.	Prosedur Pengujian Biodiesel	29
3.6.	Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1.	Hasil	32
4.2.	Pembahasan	33
4.2.1.	Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Karakteristik Biodiesel	33
4.2.2.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Karakteristik Biodiesel	37
4.2.3.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Biodiesel	42
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Sifat Minyak Jelantah.....	6
Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah	7
Tabel 2.3. Sifat Sifat Fisik Dan Kimia Metanol	10
Tabel 2.4. Standar Dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel.....	14
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	19
Tabel 3.2. Komposisi Pembuatan Biodiesel	27
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel	32
Tabel 4.2. Nilai Perbandingan Suhu Reaksi Terhadap Karakteristik Biodiesel ...	33
Tabel 4.3. Nilai Waktu Reaksi Terhadap Karakteristik Biodiesel	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi transesterifikasi Dengan Katalis Homogen	9
Gambar 3.1.	Timbangan Digital	20
Gambar 3.2.	Gelas Ukur.....	20
Gambar 3.3.	Hot Plate Magnetic Stirer	21
Gambar 3.4.	Double Jacket Reaktor	21
Gambar 3.5.	Sparator (Tabung Pemisah).....	22
Gambar 3.6.	Evaporator rotari	22
Gambar 3.7.	Alat Tambahan	23
Gambar 3.8.	<i>Pensky Martens Flash Point Tester</i>	24
Gambar 3.9.	<i>Stabinger Viscometer SVM 3001</i>	25
Gambar 3.10.	Minyak Goreng Bekas.....	25
Gambar 3.11.	Natrium Hidroksida (NAOH)	26
Gambar 3.12.	Larutan Metanol	26
Gambar 3.13.	<i>Aquadest</i>	27
Gambar 3.14.	Diagram Alir	31
Gambar 4.1.	Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Titik Nyala	34
Gambar 4.2.	Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Viskositas.....	35
Gambar 4.3.	Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Densitas	37
Gambar 4.4.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Titik Nyala.....	38
Gambar 4.5.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Viskositas	40
Gambar 4.6.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Densitas	42
Gambar 4.7.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Titik Nyala	43
Gambar 4.8.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Viskositas.....	44
Gambar 4.9.	Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Densitas	45

DAFTAR NOTASI

μ_{bd}	= Viskositas biodiesel (cST)
K	= Koefisien bola baja <i>stainless</i> (mPa.s.m ³ /kg.s)
ρ_{bola}	= Massa jenis bola baja (kg/l)
ρ_{bd}	= Masa jenis biodiesel (kg/m ³)
t	= Waktu (s)
m	= Massa sampel biodiesel (kg)
V	= Volume (m ³)
CN	= Angka setana (min)
SV	= Angka penyabunan
IV	= Bilangan iodin (g-I ₂ /100 g)
Bs	= Bilangan sabun (mg KOH/g biodiesel)
Vb	= Volume HCl untuk titrasi blanko (l)
Vc	= Volume HCl untuk titrasi sampel (l)
N	= Normalitas larutan HCl (0.5 N)

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber daya energi memiliki peranan yang sangat penting dalam meningkatkan perekonomian dan pembangunan suatu negara. Namun, sumber daya energi yang tersedia saat ini terutama cadangan minyak bumi sangat terbatas pada bagian-bagian tertentu dari dunia, sumber daya energi menurun pada tingkat yang lebih cepat karena pemanfaatan yang cepat dengan peningkatan populasi global [1]. Menurut prediksi statistik tentang cadangan minyak mentah mengungkapkan bahwa sumber daya energi yang tersedia saat ini mungkin akan punah dalam waktu yang singkat [2].

Emisi berbahaya dari mesin petro-diesel yang meningkatkan pencemaran udara lingkungan sehingga pencarian bahan bakar terbarukan dan ramah lingkungan semakin populer. Biodiesel diperoleh dari bahan baku minyak nabati dan hewani yang berbeda, sehingga menjadi solusi yang terbaik saat ini untuk mengurangi peningkatan pencemaran udara lingkungan [3].

Pentingnya penelitian tentang bahan bakar alternatif, terutama biodiesel karena kualitas pembakaran yang baik, menghasilkan emisi gas buang yang rendah dan bahan bakar yang ramah lingkungan. Biodiesel disebut sebagai ester yang terbentuk dari mono alkil yang di ekstraksi dari berbagai minyak tumbuhan dan hewan. Minyak ini tidak larut kedalam air karena adanya zat hidrofobik terkait dengan tumbuhan dan hewan [4].

Tingginya viskositas kinematik dalam minyak goreng bekas mempengaruhi asam lemak bebas yang tinggi, sehingga tidak disarankan untuk menggunakan

secara langsung di mesin diesel. Oleh karena itu teknik pengurangan viskositas digunakan untuk menurunkan viskositas kinematik yang tinggi dalam minyak mentah [5]. Analisis biaya produksi biodiesel mengungkapkan bahwa 60-70% terkait dengan jenis minyak yang digunakan untuk produksi. Bahan baku seperti minyak jarak yang tidak dapat dimakan, mimba, pongamia, mahua, lemak hewani lebih disukai untuk biodiesel [6].

Waste cooking oil atau minyak goreng bekas juga mendapatkan lebih banyak signifikansi untuk produksi biodiesel karena ketersediaan *Waste cooking oil* (WCO) lebih banyak di negara-negara berpenduduk seperti Cina, India dan Indonesia. Minyak yang telah digunakan untuk keperluan memasak biasanya minyak tersebut dibuang yang mengakibatkan pencemaran udara lingkungan. Banyaknya minyak bekas goreng dari hotel, restoran, dan rumah tangga yang dibuang setiap tahun mengakibatkan pencemaran tanah dan kehidupan laut. Untuk mengubah WCO menjadi sumber energi yang bermanfaat dan membantu mengurangi ketergantungan pada impor dan meningkatkan lapangan kerja lokal. Sifat biodiesel minyak jelantah juga memenuhi standar internasional ASTM dan EN [7].

Produksi biodiesel dilakukan menggunakan proses transesterifikasi dan perlakuan fisis seperti pemberian suhu reaksi, waktu reaksi dan kecepatan pengadukan sangat berpengaruh sama kualitas biodiesel yang akan dihasilkan. Oleh karena itu perlakuan fisis yang diberikan pada saat proses produksi biodiesel dari limbah minyak goreng sangat penting [8].

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah minyak goreng sebagai

bahan baku pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi dan mempelajari pengaruh suhu reaksi, waktu reaksi dan proses pengadukan pada proses pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas. Diharapkan hasil dari penelitian ini diperoleh suatu teknologi yang berguna untuk mengurangi masalah pada limbah minyak goreng dan menghasilkan biodiesel yang dapat mengatasi masalah kekurangan energi.

1.2. Batasan Masalah

Permasalahan dalam perencanaan penelitian ini adalah tentang mengukur karakteristik biodiesel seperti titik nyala, viskositas, densitas, angka asam, angka penyabunan, dan angka iodin . Karena keterbatasan alat untuk pengujian, sehingga penulis membatasi permasalahan hanya pada mengukur nilai titik nyala, viskositas, densitas pada biodiesel.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, perumusan masalah dalam penelitian ini ialah:

- a). Bagaimanakah pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap titik nyala biodiesel?
- b). Bagaimanakah pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap viskositas biodiesel?
- c). Bagaimanakah pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap densitas biodiesel?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a). Mengevaluasi pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap titik nyala biodiesel
- b). Mengevaluasi pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap viskositas biodiesel
- c). Mengevaluasi pengaruh suhu dan waktu reaksi serta kecepatan pengadukan terhadap densitas biodiesel

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

- a). Untuk mengurangi peningkatan pencemaran udara lingkungan yang diakibatkan dari emisi berbahaya mesin petro-diesel dan mengurangi pencemaran tanah dan laut akibat dari limbah minyak goreng
- b). Untuk membantu pemerintah mengurangi ketergantungan pada impor minyak bumi dan meningkatkan lapangan kerja lokal
- c). Untuk menambah pengetahuan dan menjadi penelitian yang bermanfaat bagi perusahaan dan masyarakat

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Minyak Goreng

Limbah minyak goreng merupakan minyak yang berasal dari sisa minyak penggorengan bahan makanan. Minyak goreng bekas maupun minyak nabati yang baru tersusun atas gliserida yang mempunyai rantai karbon panjang, yaitu ester antara gliserol dengan asam karboksilat. Perbedaan minyak goreng bekas dengan minyak nabati yang baru terletak pada komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya. Minyak goreng bekas memiliki kandungan asam lemak jenuh lebih besar dari minyak nabati yang baru. Hal ini disebabkan pada proses penggorengan terjadi perubahan rantai tak jenuh pada senyawa penyusunnya. Komposisi asam lemak tak jenuh minyak goreng bekas adalah 30% sedangkan asam lemak jenuh 70% [9].

Jika ditinjau dari komposisi kimianya, minyak goreng bekas atau minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogen, yang terjadi selama proses penggorengan. Zat karsinogen dapat menimbulkan berbagai keluhan dan penyakit seperti menimbulkan penyakit kanker, penyakit jantung, dan menghambat atau menurunkan kecerdasan generasi berikutnya.

Minyak goreng bekas memiliki kandungan peroksida yang tinggi, hal ini bisa terjadi salah satunya disebabkan oleh pemanasan yang melebihi standar. Standar proses penggorengan normalnya berada dalam kisaran suhu 177 - 221 derajat celcius. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu antara 200-300 derajat celcius. Pada suhu seperti ini, ikatan rangkap pada

asam lemak tak jenuh rusak kemudian akan teroksidasi, membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, sehingga yang tersisa adalah asam lemak jenuh saja. Dalam hal ini, resiko terhadap meningkatnya kolesterol darah tentu akan semakin tinggi.

Penggunaan minyak jelantah jelas sangat tidak baik untuk kesehatan. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali menggoreng [10]. Karena setiap dipakai minyak akan mengalami penurunan mutu. Sifat-sifat minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat-sifat minyak jelantah [10].

Sifat Fisik Minyak Jelantah	Sifat Kimia Minyak Jelantah
Warna coklat kekuning-kuningan	Hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol
Berbau tengik	Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak.
Terdapat Endapan	Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak

Di Indonesia minyak goreng merupakan komoditi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Dengan demikian sisa pakainya, disadari atau tidak, dapat mengotori lingkungan, yang pada akhirnya dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan. Minyak jelantah sebagai limbah akan menjadi bahan yang bermanfaat jika diolah untuk penggunaan yang lain. Potensi yang cukup besar untuk dikembangkan adalah menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak yang tinggi. Komposisi asam lemak minyak jelantah dari minyak goreng sawit ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah [11].

Kriteria	Nilai	Satuan
Asam Palmitat	21,47	wt%
Asam Stearat	13	wt%
Asam Oleat	28,64	wt%
Asam Linoleat	13,58	wt%
Asam Linoleneat	1,59	wt%
Asam Miristat	3,21	wt%
Asam Laurat	1,1	wt%
Lain-lain	9,34	wt%

2.2. Proses Trasenterifikasi

Metode yang paling umum untuk mengubah minyak goreng bekas menjadi biodiesel adalah transterifikasi. Transterifikasi adalah suatu metode perubahan suatu ester menjadi ester lain ketika minyak nabati di reaksikan dengan metanol dalam pengawetan katalis untuk menghasilkan metil ester serta biodiesel dan sejumlah gliserin. Reaksi transterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak atau lemak agar dapat memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar. Terdapat berbagai metode reaksi transterifikasi melalui berbagai variasi bahan baku, jenis alkohol, katalis, temperatur reaksi, waktu reaksi, jenis reaktor dan proses pemisahan [12].

Biodiesel diperoleh dari reaksi minyak tanaman (trigliserida) dengan alkohol yang menggunakan katalis basa pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga di hasilkan dua zat yang disebut alkil ester (umumnya metil ester atau sering disebut biodiesel) dan gliserol. Proses reaksi ini disebut transterifikasi [13]. Transterifikasi merupakan suatu proses penggantian alkohol dari suatu gugus ester (trigliserida) dengan ester lain atau mengubah asam-asam lemak ke dalam bentuk ester sehingga menghasilkan alkil ester. Proses tersebut dikenal sebagai

proses alkoholisis [5].

Proses alkoholisis ini merupakan reaksi biasanya berjalan lambat namun dapat dipercepat dengan bantuan suatu katalis. Selain itu transesterifikasi didefinisikan sebagai reaksi pembentukan metil atau etil ester dengan mereaksikan komponen minyak yaitu trigliserida dengan alkohol (metanol atau etanol) dibantu dengan katalis basa atau asam. Hasil sampingan dari transesterifikasi adalah gliserin. Reaksi transesterifikasi tidak akan berjalan selama masih terkandung asam lemak bebas di atas 7%. Oleh karena itu, dalam pembuatan biodiesel harus melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan tahap kedua untuk mengkonversi trigliserida menjadi metil ester (biodiesel).

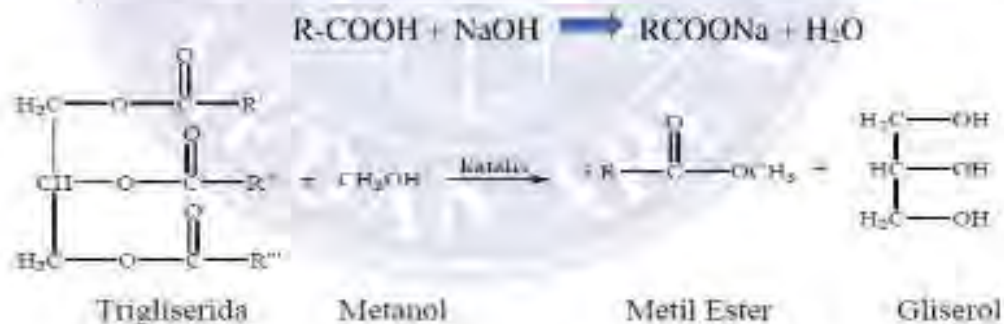
Transesterifikasi adalah suatu reaksi yang menghasilkan ester dimana salah satu pereaksinya juga merupakan senyawa ester. Jadi disini terjadi pemecahan senyawa trigliserida dan migrasi gugus alkil antara senyawa ester. Ester yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi ini disebut biodiesel.

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi bolak-balik yang relatif lambat. Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis dan pemberian reaktan berlebih agar reaksi bergeser ke kanan. Pemilihan katalis dilakukan berdasarkan kemudahan penanganan dan pemisahannya dari produk. Untuk itu dapat digunakan katalis asam, basa dan penukar ion. Transesterifikasi menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Esters/FAME*) atau biodiesel dan gliserol (gliserin) sebagai produk samping. Katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah basa [14].

2.2.1. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat suatu laju reaksi dan menurunkan energi aktivasi, namun zat tersebut tidak habis bereaksi. Ketika reaksi selesai, kita akan mendapatkan massa katalis yang sama seperti pada awal kita tambahkan. Zat yang menghambat berlangsungnya reaksi disebut inhibitor. Dalam suatu reaksi kimia, katalis tidak ikut bereaksi secara tetap sehingga dianggap tidak ikut bereaksi. Secara umum, katalis yang digunakan dalam reaksi kimia ada tiga jenis, yaitu katalis homogen, katalis heterogen, biokatalis (Enzim), dan Autokatalis.

Pada penelitian ini penulis akan membahas katalis homogen karena katalis homogen lebih baik daripada jenis katalis lainnya untuk proses transesterifikasi biodiesel. Katalis homogen adalah katalis yang wujudnya sama dengan wujud reaktannya. Dalam reaksi kimia, katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara (fasilitator). Beberapa jenis katalis homogen yang telah digunakan antara lain NaOH, KOH, ZA, ZA kering, ZKOH, dan Z-KOH kering. Pada penelitian ini penulis memilih NaOH atau natrium hidrosida, terjadi reaksi dibawah ini:



Gambar 2.1. Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Homogen

2.2.2. Metanol

Metil alkohol atau metanol atau sering juga disebut karbinol merupakan larutan polar yang larut dalam air, alkohol, ester dan pelarut organik lainnya. Metanol mempunyai rumus molekul CH₃OH adalah alkohol aliphatik sederhana.

Reaksinya ditentukan oleh gugus hidroksil fungsional, sedangkan reaksi terjadi oleh gugus C – O atau O – H.

Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Penggunaan metanol sebesar 85% digunakan sebagai bahan baku serta bahan pelarut sintetis. Dalam hal ini metanol direaksikan dengan trigliserida akan menghasilkan metil ester. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena metanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

Metanol memiliki satu ikatan karbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga metanol lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol. Keberadaan metanol dalam proses transesterifikasi adalah untuk memutuskan hubungan gliserin dengan zat asam lemak [15]. Adapun sifat fisik dan kimia dari metanol dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Metanol [15].

Karakteristik	Nilai
Massa molar	32,04 g/mol
Wujud cairan	tidak berwarna
<i>Specific gravity</i>	0,7918
Titik leleh	-97 °C, -142,9 °F (176 K)
Titik didih	64,7 °C, 148,4 °F (337,8 K)
Kelarutan dalam air	sangat larut
Keasaman (pKa)	~ 15,5

2.2.3. Suhu Reaksi

Suhu atau temperatur merupakan ukuran panas atau dinginnya dari suatu benda. Jenis skala yang di pakai dalam pengukuran suhu yaitu Celcius, Fahrenheit.

Reamur, dan Kelvin. Setiap skala memiliki titik beku yang berbeda-beda. Selama proses trasterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30 - 65°C dan dijaga selama proses berlangsung. Dalam proses trasterifikasi pembuatan biodiesel perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat.

Semakin tinggi suhu reaksi maka semakin besar energi kinetik yang dimiliki oleh zat-zat pereaksi sehingga semakin banyak molekul melebihi energi aktivasi. Hal ini mengakibatkan hal ini mengakibatkan semakin banyak molekul yang menghasilkan reaksi sehingga kecepatan reaksi semakin meningkat pula.

2.2.4. Waktu Reaksi

Serangkaian saat ketika proses atau pembuatan disebut dengan waktu. Waktu reaksi dalam pembuatan biodiesel berbanding lurus dengan produk yang akan di hasilkan karena keadaan ini kita akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk bertumbukan satu sama lainnya. Namun setelah kesetimbangan tercapai tambahan waktu reaksi tidak mempengaruhi reaksi, melainkan menyebabkan produk berkurang karena adanya reaksi balik, yaitu metil ester menjadi trigliserida.

2.2.5. Pengadukan

Keberhasilan dari produksi biodiesel dari kecepatan pengadukan. Peningkatan kecepatan pengadukan berpengaruh sangat signifikan terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan sedangkan kualitas biodiesel dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pereaksi yang digunakan dan suhu reaksi. Proses pengadukan dapat meningkatkan pergerakan partikel materi, maka peristiwa tumbukan dan kontak antarpartikel materi pun akan makin sering.

Berlangsungnya reaksi dengan baik dikarenakan pengadukan yang sebaik-baiknya. Pencampuran yang baik dapat menyebabkan menurunnya tahanan perpindahan massa. Dengan berkurangnya tahanan perpindahan massa, molekul-molekul reaktan yang dapat mencapai fase reaksi menjadi banyak, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya reaksi.

2.3. Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak diesel yang diproduksi dari minyak tumbuhan atau lemak hewan. Penggunaan biodiesel dapat dicampur dengan petroleum diesel (solar). Biodiesel mudah digunakan, bersifat *biodegradable*, tidak beracun, dan bebas dari sulfur dan senyawa aromatik. Selain itu biodiesel mempunyai nilai *flash point* (titik nyala) yang lebih tinggi dari petroleum diesel sehingga lebih aman jika disimpan dan digunakan karena bahan bakunya yang berasal dari minyak nabati sehingga dapat diperbaharui, dapat dihasilkan secara periodik dan mudah diperoleh [1]. Selain itu harganya relatif stabil dan produksinya mudah disesuaikan dengan kebutuhan. Biodiesel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak mengandung belerang sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh hujan asam (*rain acid*).

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan (*renewable*), dengan komposisi ester asam lemak dari minyak nabati antara lain: minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak jarak pagar, minyak biji kapuk, dan masih ada lebih dari 30 macam tumbuhan Indonesia yang potensial untuk dijadikan

biodiesel [4]. Biodiesel memiliki beberapa keunggulan diantaranya efisiensi pembakaran dan angka setana yang lebih tinggi daripada bahan bakar diesel turunan minyak bumi. Biodiesel memiliki kandungan senyawa sulfur dan aromatik yang lebih rendah daripada bahan bakar diesel sehingga emisi gas berbahaya hasil pembakarannya lebih rendah daripada emisi bahan bakar diesel turunan minyak bumi.

Biodiesel juga dapat terdegradasi secara alami. Lebih dari 90% biodiesel dapat terdegradasi secara biologis selama 21 hari. Biodiesel adalah monoalkil ester yang diperoleh dari reaksi esterifikasi atau transesterifikasi asam-asam lemak rantai panjang dan alkohol dengan bantuan katalis asam dan basa. Biodiesel bersifat ramah lingkungan karena memiliki emisi pembakaran yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar diesel berbasis petrolem. Selain itu, bahan baku pembuatan biodiesel dapat diperoleh dari limbah, seperti minyak goreng bekas.

Secara umum biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbaru seperti minyak sayur atau lemak hewan. Biodiesel dimanfaatkan untuk menggantikan peran energi fosil yang tidak dapat terbarukan dan meninggalkan lebih banyak emisi Gas Rumah Kaca sehingga menurunkan kualitas lingkungan.

Biodiesel tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik dan hanya mengandung kurang dari 155 ppm (part per million) sulfur. Biodiesel mengandung 11% oksigen dalam persenberat yang keberadaannya mengakibatkan berkurangnya kandungan energi namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa karbon

monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), partikulat dan jelaga. Kandungan energi biodiesel 10% lebih rendah bila dibandingkan dengan solar, sedangkan efisiensi bahan bakar biodiesel lebih kurang dapat dikatakan sama dengan solar, yang berarti daya dan torsi yang dihasilkan proporsional dengan kandungan nilai kalor pembakarannya.

Kandungan asam lemak dalam minyak nabati yang merupakan bahan baku dari biodiesel menyebabkan bahan bakar biodiesel sedikit kurang stabil dibandingkan dengan solar, kestabilan yang tidak stabil dapat meningkatkan kandungan asam lemak bebas, menaikkan viskositas, terbentuknya gums, dan terbentuknya sedimen yang dapat menyumbat saringan bahan bakar.

2.3.1. Sifat Baku Mutu Biodiesel

Suatu teknik pembuatan biodiesel hanya akan berguna apabila produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi (syarat mutu) yang telah ditetapkan dan berlaku di daerah pemasaran biodiesel tersebut. Hal ini dapat dilihat pada tabel

2.4. [16]

Tabel 2. 4. Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel [16].

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka Setana	Min	51
4	Titik Nyala (mangkok tertutup)	°C, min	130
5	Korosi Lempeng Tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
6	Residu karbon		
	a). dalam percontoh asli; atau	%-massa, maks	0,05
	b). dalam 10% ampas distilasi		0,3
7	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
8	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
9	Belerang	mg/kg, maks	10
10	Fosfor	mg/kg, maks	4

11	Angka Asam	mg-KOH/g, maks	0,4
12	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
13	Gliserol total	%-massa, maks	0,24
14	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5
15	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100 g), Maks	115
16	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro Oksi	Menit	600
17	Monogliserida	%-massa, maks	45
18	Warna	Maks	0,55
19	Kadar air	Ppm, maks	3
20	CFPP (Cold Filter Plugging Point)	°C, maks	350
			15

2.3.2. Sifat-sifat Penting Biodiesel

a). Titik Nyala

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah dimana suatu bahan bakar tersebut mudah terbakar ketika bereaksi dengan udara. Titik nyala yang sangat tinggi dapat menyebabkan detonasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang pembakaran. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko berbahaya pada saat penyimpanan.

b). Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, karena gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran, akibatnya terbentuk endapan pada mesin. Viskositas yang tinggi akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Viskositas biodiesel diukur menggunakan *falling ball viscometer* dan di tentukan

menggunakan persamaan (2.2).

$$\mu_{bd} = K (\rho_{bola} - \rho_{bd}) t \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

- μ_{bd} = Viskositas biodiesel (cST)
- K = Koefisien bola baja *stainless* (mPa.s.m³/kg.s)
- ρ_{bola} = Massa jenis bola baja (kg/l)
- ρ_{bd} = Masa jenis biodiesel (kg/m³)
- t = Waktu aliran bola (s)

c). Densitas

Densitas atau Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar. Kerapatan suatu fluida (ρ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume, Massa jenis biodiesel (ρ_{bd}) diukur dengan metode paling sederhana menggunakan piknometer dan dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1).

$$\rho_{bd} = m / v \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

- ρ_{bd} = massa jenis biodiesel (kg/m³)
- m = massa sampel biodiesel (kg)
- v = volume (m³)

d). Bilangan Setana

Bilangan setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang dapat diinjeksikan keruang bahan bakar agar terbakar secara spontan. Struktur

hidrokarbon penyusun minyak mempengaruhi bilangan setana pada biodiesel. Semakin rendah bilangan cetana maka semakin rendah pula kualitas penyalaan karena memerlukan suhu yang lebih tinggi

$$CN = 46.3\left(\frac{545B}{SV}\right) - (0,225 - IV) \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

CN = Angka setana

SV = Angka penyabunan

IV = Bilangan iodin

e). Bilangan Iodin

Tingkat ketidak jenuhan atau banyaknya ikatan rangkap asam lemak penyusun biodiesel ditunjukkan melalui bilangan iod. Banyaknya senyawa asam lemak tak jenuh meningkatkan performansi biodiesel pada temperatur rendah karena senyawa ini memiliki titik leleh (*Melting Point*) yang lebih rendah.

Biodiesel yang memiliki bilangan iod yang tinggi akan mengakibatkan polimerisasi dan pembentukan deposit pada injector nozzle dan cincin piston pada saat mulai pembakaran Berdasarkan standar biodiesel Indonesia nilai maksimum bilangan iod yang diperbolehkan untuk biodiesel yaitu 115 gram Iod/100 gram.

f). Bilangan Penyabunan

$$Bs = \left(\frac{56.1 \times (Vb - Vc) \times N}{m}\right) \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

Bs = bilangan sabun (mg KOH/g biodiesel)

Vb = volume HCl untuk titrasi blanko (l)

V_c = volume HCl untuk titrasi sampel (l)

N = normalitas larutan HCl 0.5 N

m = berat sampel biodiesel (kg)

g). **Kadar Air**

Kadar air dalam minyak sangat berpengaruh pada kualitas minyak. Semakin kecil kadar air yang terdapat dalam minyak maka semakin baik kualitas minyak, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbisa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

h). **Angka Asam**

Pengukuran bilangan asam dilakukan dengan cara titrasi menggunakan larutan NaOH 0.025 N. Angka asam biodiesel dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ bilangan asam} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times \text{BM NaOH}}{M \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

ml NaOH : jumlah ml NaOH untuk titrasi (l)

N : normalitas larutan NaOH (mol/l)

M : massa sampel (kg)

BM NaOH : bobot molekul NaOH (kg/mol)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

3.1.1. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Laboratorium Teknik Konversi Energi Politeknik Negri Medan.

3.1.2. Waktu

Penelitian dilaksanakan selama 7 bulan dengan Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian diperlihatkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Per Bulan)						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Studi Literatur	■						
2	Persiapan alat dan bahan	■						
3	Pembuatan specimen		■					
4	Penyusunan proposal			■	■			
5	Seminar Proposal				■	■		
6	Pengujian Spesimen					■	■	
7	Pengolahan Data						■	■
8	Analisis Hasil							■

3.2. Alat Dan Bahan

3.2.1. Alat

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bagian sebagai berikut:

1. Alat Pembuatan Spesimen

a). Timbangan Digital

Timbangan digital memiliki fungsi untuk mengukur massa dari bahan kimia yang berupa kristal atau bubuk dari natrium hidrosida (NaOH). Berikut adalah gambar timbangan digital pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Timbangan Digital

b). Gelas Ukur

Gelas ukur memiliki fungsi untuk mengukur volume dari bahan kimia yang berupa larutan seperti metanol (CH_3OH) dan limbah minyak goreng (WCO). Berikut adalah gambar gelas ukur pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Gelas Ukur

c). *Hot Plate Magnetic Stirrer*

Fungsi dari alat ini untuk mengaduk katalis yaitu metanoksida (metanol dan natrium hidroksida) sebelum larutan metanoksida di campurkan dengan limbah minyak goreng di double jacket reaktor. Gambar *Hot Plate Magnetic Stirrer* bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Hot Plate Magnetic Stirrer*

d). *Double Jacket Reaktor*

Fungsi dari *Double Jacket Reaktor* (DJR) pada proses pembuatan biodiesel adalah untuk mencampurkan limbah minyak goreng bekas dengan larutan metanoksida (metanol dan natrium hidroksida) dalam keadaan suhu yang stabil dan kecepatan putaran yang normal. Berikut adalah gambar *Double Jacket Reaktor* (DJR) pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. *Double Jacket Reaktor* (DJR)

e). Sparator (tabung pemisah)

Tabung pemisah atau bisa disebut dengan sparator memiliki fungsi untuk memisahkan biodiesel dengan gliserol, dan fungsi lainnya juga untuk memisahkan biodiesel dengan aquadest ketika proses pencucian biodiesel. Berikut adalah gambar alat tersebut pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tabung Pemisah (Sparator)

f). Evaporator Rotari

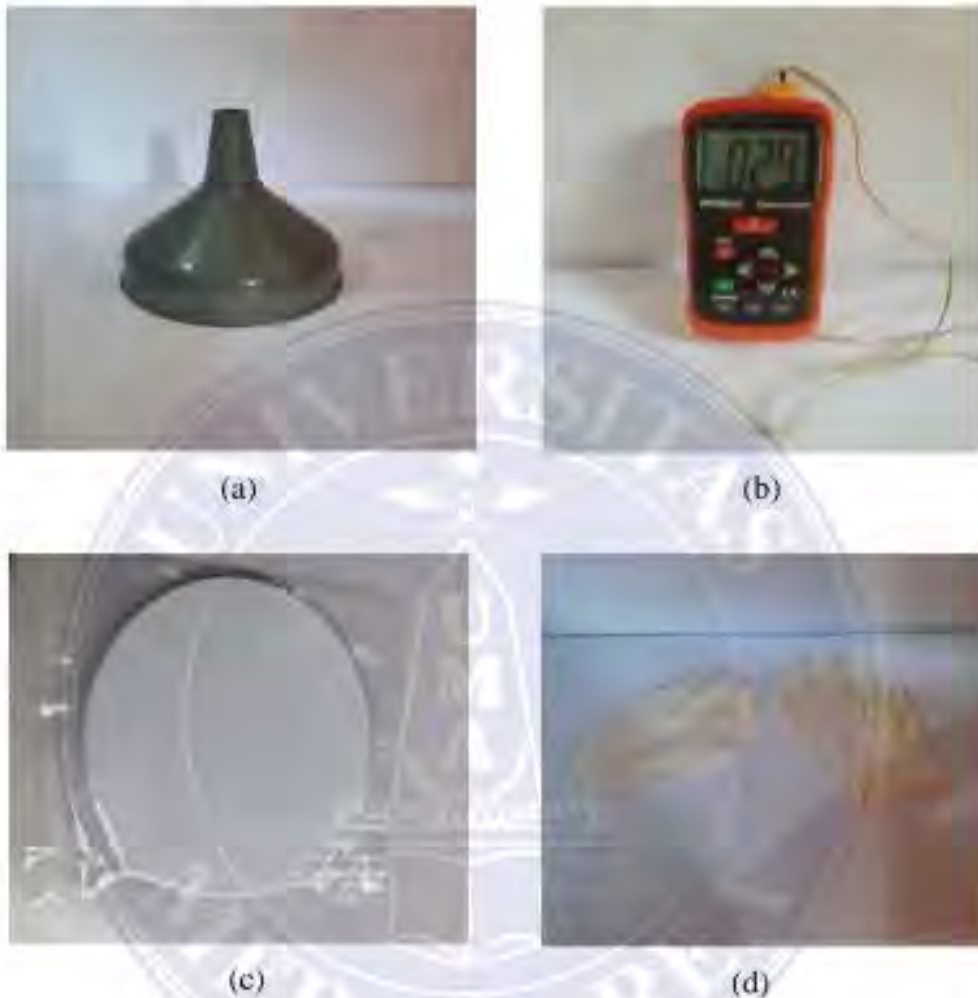
Evaporator Rotari atau rotavap memiliki fungsi untuk menghilangkan sisa larutan metanoksida yang tidak turun ketika di pisahkan menggunakan sparator, larutan tersebut dihilangkan dengan cara penguapan. Berikut adalah gambar alat evaporator rotari pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Evaporator Rotari

g). Alat Tambahan

Ada beberapa alat tambahan untuk memudahkan proses pembuatan biodiesel seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Alat Tambahan: (a) Corong, (b) Termometer, (c) Kertas Saring, (d) Sarung Tangan.

Keterangan gambar:

a). Corong

Corong memiliki fungsi untuk memudahkan proses pemindahan biodiesel atau metanol dari botol satu hingga ke botol lainnya dengan baik tanpa adanya terbuang / keluar.

b). Termometer

Termometer memiliki fungsi untuk mengukur suhu pada minyak goreng bekas dan air saat di hangatkan hingga pada temperatur yang di inginkan

c). Kertas Saring

Kertas Saring memiliki fungsi untuk menyaring sampah pada sisa dari masakan pada limbah minyak goreng dan menyaring sisa katalis pada proses trasenterifikasi.

d). Sarung Tangan

Sarung tangan memiliki fungsi untuk melindungi tangan agar tidak terkena bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan biodiesel

2. Alat Pengujian Spesimen

a). *Pensky Martens Flash Point Tester*

Alat pengujian ini digunakan untuk mengetahui nilai flash point pada biodiesel dengan metode ASTM D93. *Pensky martens flash point tester* bisa dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. *Pensky Martens Flash Point Tester*

b). *Stabinger Viscometer SVM 3001*

Alat pengujian ini digunakan untuk mengetahui nilai viskositas dan densitas pada biodiesel dengan metode ASTM D455. *Stabinger viscometer SVM 3001* bisa dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Stabinger Viscometer SVM 3001*

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang di perlukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

a). **Limbah Minyak Goreng (WCO)**

Limbah minyak goreng adalah bahan baku utama dalam pembuatan biodiesel pada penelitian ini, dalam hal ini minyak goreng yang digunakan ialah diambil dari sisa rumah makan dan restoran. Berikut adalah gambar minyak goreng bekas pada gambar 3.10).



Gambar 3.10. Minyak Goreng Bekas

b). Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida atau biasa di sebut soda api adalah senyawa ionik berbentuk padatan putih, pada penelitian ini natrium hidroksida berfungsi sebagai katalis pada pembuatan biodiesel. Berikut adalah gambar natrium hidroksida (NaOH) pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Natrium hidroksida (NaOH)

c). Larutan Metanol (CH₃OH)

Metanol atau juga dikenal dengan metil alkohol adalah bentuk alkohol paling sederhana. Ia berbentuk cairan ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun. Pada penelitian ini metanol berfungsi sebagai campuran dengan katalis pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel. Berikut adalah gambar larutan metanol (CH₃OH) pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Larutan metanol (CH₃OH)

a). **Aquades**

Aquades merupakan air yang dihasilkan melalui proses penyulingan atau destilasi, pada proses pencucian biodiesel air yang di gunakan adalah aquadest untuk menghilangkan sisa dari katalis yang masih lengket pada biodiesel. Berikut adalah gambar aquadest pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Aquades

3.3. Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen. Variabel yang ada dalam penelitian ini terdiri dari suhu reaksi, waktu reaksi dan kecepatan pengadukan dan yang menjadi bahan analisis dalam penelitian ini dampak dari variabel tersebut ialah titik nyala, viskositas dan densitas. Komposisi pembuatan biodiesel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Komposisi Pembuatan Biodiesel

No	WCO (l)	NaOH 10^{-3} (kg)	Metanol (l)	Suhu Reaksi (°C)	Waktu Reaksi (s)	Kecepatan Pengadukan (rpm)
1	0,3	3	0,15	60	5400	996
2	0,3	5	0,2	60	7200	1096

3.4. Prosedur Pembuatan Biodiesel

- a). Siapkan limbah minyak goreng sebanyak 0,3 l, kemudian saring menggunakan kertas saring supaya kotoran-kotoran yang terdapat dari minyak goreng dapat tersaring sehingga tidak mengganggu proses pembuatan biodiesel.
- b). Setelah itu masukkan minyak kedalam *double jacket reaktor* (DJR), dengan suhu normal pada temperature 60°C.
- c). Sementara menunggu minyak panas, siapkan terlebih dahulu natrium hidroksida sebanyak 3×10^{-3} kg pada percobaan pertama, 5×10^{-3} kg pada percobaan kedua dan larutan metanol 0,150l pada percobaan pertama 0,2l pada percobaan kedua, kemudian campurkan larutan metanol dengan natrium hidroksida kedalam *hot plate magnetic stirrer*.
- d). Setelah larutan metanoksida larut, campurkan metanoksida dengan limbah minyak goreng kedalam *double jacket reaktor* lalu diaduk dengan kecepatan pengadukan 996rpm pada percobaan pertama dan 1096rpm pada percobaan kedua. Setelah itu, tunggu *double jacket reaktor* bekerja selama waktu reaksi 5400s pada percobaan pertama dan 7200s pada percobaan kedua.
- e). Setelah selesai proses pencampuran dan pengadukan, kemudian minyak di masukan kedalam alat sparator untuk proses pemisahan gliserol dengan biodiesel selama 600s.
- f). Kemudian peroses selanjutnya adalah proses pencucian biodiesel. Pencucian biodiesel ini dilakukan menggunakan aquadest dengan suhu

50°C yang diinjeksikan kedalam separator dan diaduk secara perlahan agar tidak menimbulkan buih.

- g). Setelah itu proses penguapan. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa matanoksida yang masih tercampur pada biodiesel. Proses ini menggunakan alat *evaporator rotary* dengan suhu 100°C
- h). Proses selanjutnya ialah filtrasi dengan menggunakan kertas saring. Proses ini bertujuan untuk memurnikan biodiesel dari kotoran yg diakibatkan dari seluruh proses pembuatan biodiesel. Setelah itu biodiesel bisa di uji

3.5. Prosedur Pengujian Biodiesel

1. Pensky Martens Flash Point Tester

- a). Pertama tekan tombol "On/Of"
- b). Siapkan sampel yang akan di uji, lalu masukkan sampel kedalam gelas Reaktor sebanyak 70 ml, kemudian tutup gelas reaktor menggunakan penutup
- c). Masukkan "multi detektor" kedalam lubang gelas reaktor
- d). Kemudian pilih main menu, klik "Test Run" ubah sampel "Name" ubah ELFP 200°C
- e). Lalu ubah program "ASTM D93 lalu klik enter dan klik "Run"

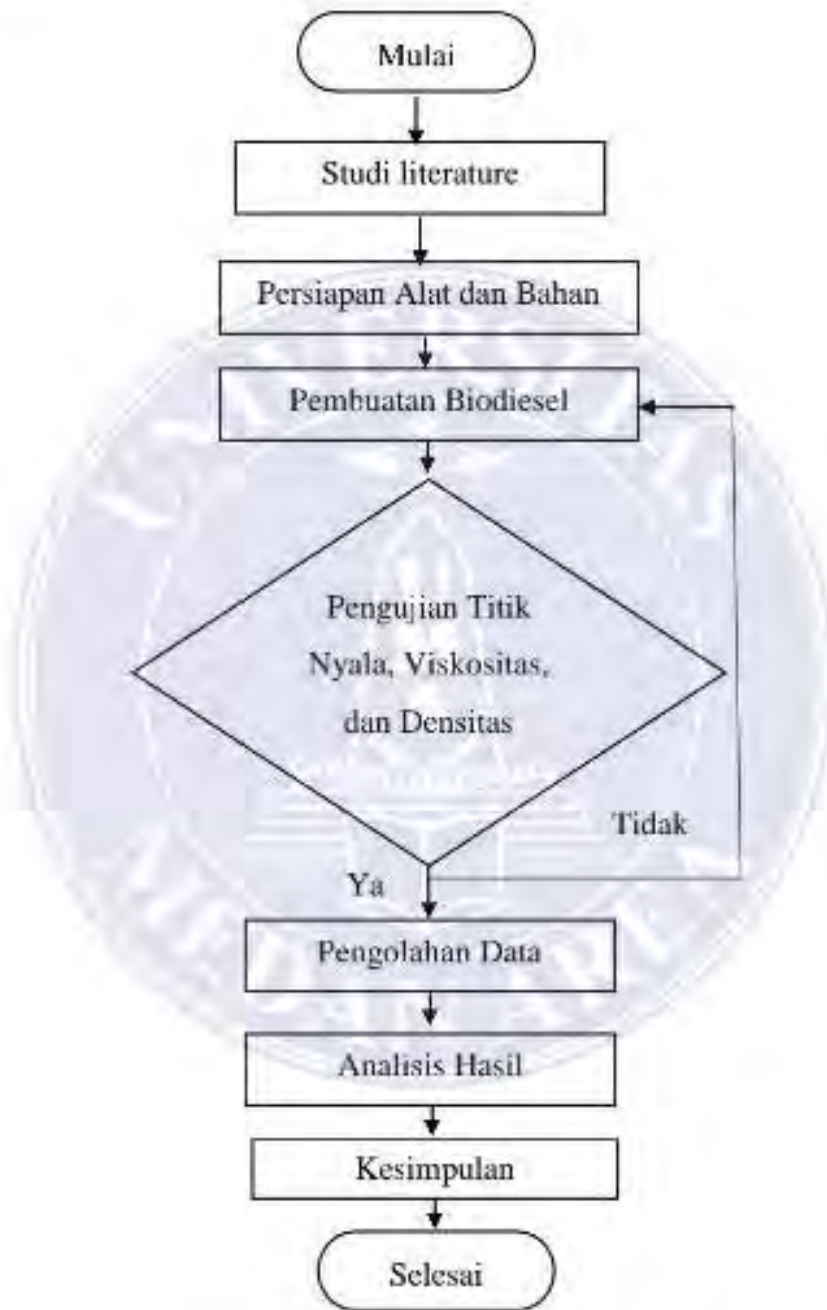
2. Stabinger Viscometer SVM 3001

- a). Pertama tekan tombol "On/Of"
- b). Siapkan sampel yang akan di uji, setelah itu injeksikan kedalam mesin secara perlahan.

- c). Lalu tekan "*Method*" di layar utama
- d). Pilih metode yang akan di uji lalu tekan "*Ok*"
- e). Tekan "*Quick Setting*" untuk memberikan nama sampel, mengubah metode pengukuran, dan pengelompokan grup sampel.
- f). Tekan "*Start*" untuk memulai pengukuran
- g). Jika ada peringatan "*Refill after Prewetting*" Kemudian injeksikan kembali sampel sebanyak 1 ml, lalu tekan "*Ok*"
- h). Tunggu hingga proses "*measuring*" selesai, jika selesai ditandai dengan "*Finished*"
- i). Pilih "*Measured Data*" untuk melihat data hasil pengukuran. Pilih data yang ingin di tampilkan kemudian tekan "*Details*" lalu kita dapat melihat hasil data pengujian kita

3.6. Diagram alir penelitian

Berikut adalah gambar diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Diagram alir penelitian

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a). Pengaruh suhu terhadap titik nyala tidak dapat mempengaruhi titik nyala biodiesel karena hasil dari V1, V2 dan V3 berbeda meskipun pada suhu reaksi yang sama. Untuk pengaruh waktu reaksi terhadap titik nyala dapat diketahui pada V1 dan V2 diperoleh hasil 58^oC dan 48,5^oC oleh karena itu waktu reaksi dapat mempengaruhi nilai dari titik nyala namun tidak terlalu signifikan, semakin kecil waktu reaksi maka semakin besar pula nilai titik nyala yang diperoleh. Untuk pengaruh kecepatan pengadukan terhadap titik nyala diperoleh dari 2 variasi kecepatan yaitu 996 rpm dan 1096 rpm dengan nilai titik nyala 58^oC dan 48,5^oC sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin rendah waktu reaksi maka semakin tinggi pula titik nyala yang diperoleh dan juga semakin mendekati pada standar mutu biodiesel.
- b). Pengaruh suhu terhadap viskositas tidak dapat mempengaruhi viskositas biodiesel karena hasil dari V1, V2 dan V3 berbeda meskipun pada suhu reaksi yang sama. Pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas dapat diketahui pada V1 dan V2 diperoleh hasil 4,567x10⁻⁶m²/s dan 4,625x10⁻⁶m²/s. sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu reaksi tidak mempengaruhi viskositas biodiesel karena dari eksperimen yang telah dilakukan penulis dan penelitian sebelumnya terdapat perbedaan hasil meskipun waktu reaksinya sama. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap viskositas diperoleh dari 2 variasi kecepatan yaitu 996 rpm dan 1096 rpm dengan nilai

viskositas $4.567 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ dan $4.625 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$. sehingga dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan tidak dapat mempengaruhi viskositas biodiesel karena dari dua pengujian tersebut memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dan masih dalam standar mutu biodiesel.

- c). Pengaruh suhu terhadap densitas tidak dapat mempengaruhi nilai dari densitas biodiesel karena hasil dari V1, V2 dan V3 berbeda meskipun pada suhu reaksi yang sama. Pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas dapat diketahui pada V1 dan V2 diperoleh hasil 889 kg/m^3 dan $888,3 \text{ kg/m}^3$. sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu reaksi tidak dapat mempengaruhi densitas biodiesel karena dari dua pengujian tersebut memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dan masih dalam standar mutu biodiesel. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap viskositas diperoleh dari 2 variasi kecepatan yaitu 996 rpm dan 1096 rpm dengan nilai 889 kg/m^3 dan $888,3 \text{ kg/m}^3$ sehingga dapat disimpulkan bahwa kecepatan pengadukan tidak dapat mempengaruhi densitas biodiesel karena dua pengujian tersebut memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dan masih dalam standar mutu biodiesel.

5.2. Saran

- a). Untuk proses produksi biodiesel, suhu reaksi harus dijaga tetap pada suhu normal (tetap), karena jika suhu berubah maka proses transesterifikasi akan tidak berjalan dengan baik dan mengakibatkan nilai viskositas yang semakin tinggi.

- b). Untuk proses produksi biodiesel, kecepatan pengadukan harus lebih dari 900 rpm dan kurang dari 1100 rpm karena kalau kecepatan terlalu rendah mengakibatkan pencampuran tidak merata dan kalau terlalu tinggi juga dapat merusak molekul sehingga tidak baik dilakukan pada saat produksi biodiesel.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kolakoti, M. Setiyo, and B. Waluyo, "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Characterization, Modeling and Optimization," *Mech. Eng. Soc. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2021, doi: 10.31603/mesi.5320.
- [2] A. P. Saravanan, T. Mathimani, G. Deviram, K. Rajendran, and A. Pugazhendhi, "Biofuel policy in India: A review of policy barriers in sustainable marketing of biofuel," *J. Clean. Prod.*, vol. 193, pp. 734–747, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.05.033.
- [3] H. Shokravi *et al.*, "Fourth generation biofuel from genetically modified algal biomass: Challenges and future directions," *Chemosphere*, vol. 285, Elsevier Ltd, Dec. 2021. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.131535.
- [4] S. Jain and M. P. Sharma, "Prospects of biodiesel from Jatropha in India: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 763–771, 2010, doi: 10.1016/j.rser.2009.10.005.
- [5] H. Fukuda, A. Kondo, and H. Noda, "Biodiesel fuel production by transesterification of oils," *J. Biosci. Bioeng.*, vol. 92, no. 5, pp. 405–416, 2001, doi: 10.1016/S1389-1723(01)80288-7.
- [6] S. Rezarua, B. Oryani, J. Park, and B. Hashemi, "Review on transesterification of non-edible sources for biodiesel production with a focus on economic aspects, fuel properties and by-product applications," *Energy Convers. Manag.*, vol. 201, no. October, p. 112155, 2019, doi: 10.1016/j.enconman.2019.112155.
- [7] A. Gnanaprakasam, V. M. Sivakumar, A. Surendhar, M. Thirumarimurugan, and T. Kannadasan, "Mengulas artikel Strategi baru-baru Biodiesel Produksi fromWaste Minyak Goreng dan Proses Mempengaruhi Parameter: A Review," vol. 2013, 2013.
- [8] S. Wahyuni and S. Pengajar Jurusan Fisika, "Pengaruh Suhu Proses Dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jelantah Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang 2)," *Pillar Phys.*, vol. 6, pp. 33–40, 2015.

- [9] Sudarmadji. S. dkk, *Analisis bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty, 2007.
- [10] F. G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1997.
- [11] N. Taufiqurrahmi, A. R. Mohamed, and S. Bhatia, "Production of biofuel from waste cooking palm oil using nanocrystalline zeolite as catalyst: Process optimization studies," *Bioresour. Technol.*, vol. 102, no. 22, pp. 10686–10694, 2011, doi: 10.1016/j.biortech.2011.08.068.
- [12] H. K. Speidel, R. L. Lightner, and I. Ahmed, "Biodegradability of new engineered fuels compared to conventional petroleum fuels and alternative fuels in current use," *Appl. Biochem. Biotechnol. - Part A Enzym. Eng. Biotechnol.*, vol. 84–86, pp. 879–897, 2000, doi: 10.1007/978-1-4612-1392-5_69.
- [13] F. Ma and M. A. Hanna, "Biodiesel production: a review | Journal Series #12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln 1," *Bioresour. Technol.*, vol. 70, no. 1, pp. 1–15, 1999, doi: 10.1016/s0960-8524(99)00025-5.
- [14] M. N. Hikmah and D. Zuliyana, "Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Estrans." *J. Tek. Kim.*, vol. 3, no. 6, pp. 1–43, 2015.
- [15] R. H. Perry, D. W. Green, and J. O. Maloney, *10. Transport and Storage of Fluids*, 1997.
- [16] K. ESDM, "189 K 2019_Kepdirjen EBTKE tentang Standar dan Mutu BBN Jenis Biodiesel sebagai Bahan Bakar Lain yang Dipasarkan di Dalam Negeri pdf" 2019
- [17] P. Wahyu Puji Atmoko, Dwi Widjanarko, "Pengaruh Temperatur Pada Proses Trasenterifikasi Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas," 2014
- [18] M. Busyairi, A. Z. Muttaqin, I. Meicahyanti, and S. Saryadi, "Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi," *J.*

Serambi Eng., vol. 5, no. 2, pp. 933–940, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i2.1920.



REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202282681, 2 November 2022

Pencipta
Nama : **Muhammad Idris, ST, MT, Ahmad Fikron Wahyudi, ST dkk**
Alamat : **Jl. Bunga Raya Komplek Taman Alamanda Indah Blok D-31
Kelurahan Tanjung Selamat Kecamatan Medan Tuntungan,
Medan, SUMATERA UTARA, 20134**

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta
Nama : **LP2M Universitas Medan Area**
Alamat : **Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate / Jalan Gedung PBSI, Medan,
SUMATERA UTARA, 20223**

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Poster**
Judul Ciptaan : **BAHAN BAKAR BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK GORENG**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **1 November 2022, di Medan**
Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.**

Nomor pencatatan : **000398425**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

Tetapi bila ada kesalahan atau ketidakjelasan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 21/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)21/12/22

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Muhammad Idris, ST, MT	Jl. Bunga Raya Komplek Taman Alamanda Indah Blok D-31 Kelurahan Tanjung Selamat Kecamatan Medan Tuntungan
2	Ahmad Fikron Wahyudi, ST	Dusun Candi Roso Desa EMP. KW. Mencirim Sei Binge Langkat
3	Putra Pratama Purba	Dusun IV Desa Sidodadi Kecamatan Batang Kuis Deli Serdang
4	Imam Azhari	Dusun I Tanjung Gusti Kecamatan Galang Deli Serdang

