

**PENGARUH KATALISATOR TERHADAP KARAKTERISTIK  
*BODIESEL* DARI LIMBAH MINYAK GORENG**

**SKRIPSI**

**IMAM AZHARI**

**188130053**



**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 26/6/23

Access From (repository.uma.ac.id)26/6/23

**HALAMAN JUDUL**

**PENGARUH KATALISATOR TERHADAP KARAKTERISTIK  
BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK GORENG**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area



**Oleh:**

**Imam Azhari**

**188130053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

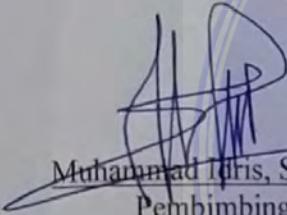
Document Accepted 26/6/23

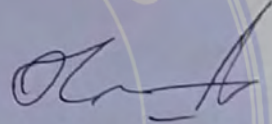
Access From (repository.uma.ac.id)26/6/23

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal Pengaruh katalisator terhadap karakteristik  
*biodiesel* dari limbah minyak goreng  
Nama Mahasiswa Imam Azhari  
NIM 188130053  
Fakultas Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

  
Muhammad Idris, S.T., M.T  
Pembimbing I

  
Ir Husin Ibrahim, M.T  
Pembimbing II



Dr. Rahmadsyah, S. Kom., M. Kom  
Dekan



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

Tanggal Lulus: 20 Maret 2023

### 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 norma, 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.





## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam Azhari  
NPM : 188130053  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/ Skripsi/ Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul: Pengaruh Katalisator 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, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal: 20 Maret 2023

Yang Menyatakan

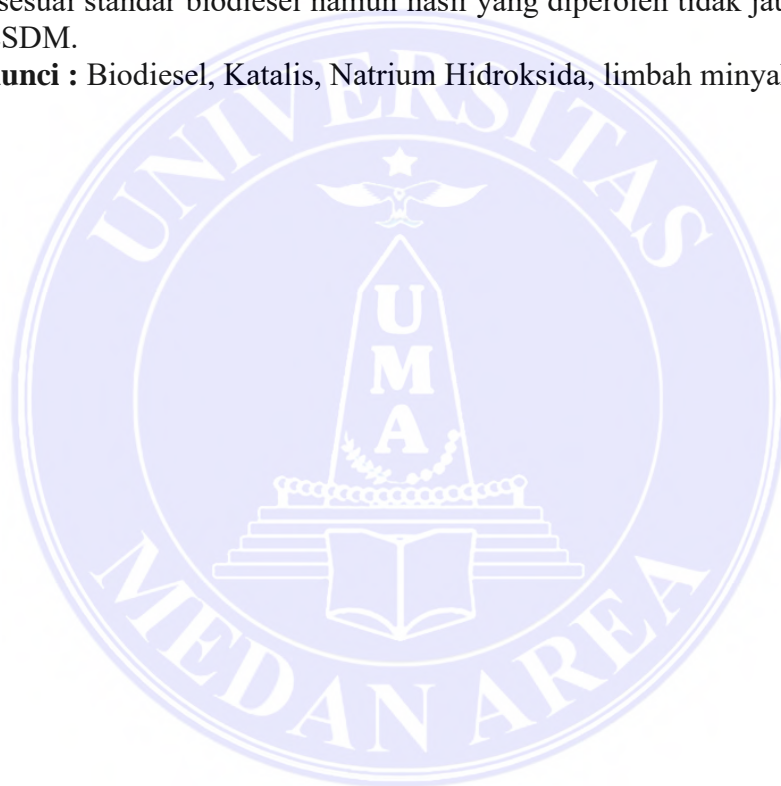


(Imam Azhari)

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh katalisator terhadap titik nyala, viskositas, densitas, angka iodin pada biodiesel. Bahan baku yang digunakan limbah minyak goreng. katalis yang digunakan 0.25% dan 0.5 %. Hasil pengujian titik nyala pada konsentrasi katalis 0.25% dan 0.5% adalah 58<sup>o</sup>c dan 48.5<sup>o</sup>c. Hasil pengujian viskositas pada konsentrasi katalis 0.25% dan 0.5% adalah 4.567 x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s dan 4.625 x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s. Hasil pengujian densitas pada konsentrasi katalis 0.25% dan 0.5% adalah 889 kg/m<sup>3</sup> dan 888,3 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian angka iodin pada konsentrasi katalis 0.25% dan 0.5% adalah 112,2 g-l<sub>2</sub>/100g dan 114 g-l<sub>2</sub>/100g. Hasil pengujian titik nyala belum pada standar mutu biodiesel. Hasil pengujian viskositas dan densitas sesuai standar mutu biodiesel, pada pengujian angka iodin belum sesuai standar biodiesel namun hasil yang diperoleh tidak jauh dari standar mutu ESDM.

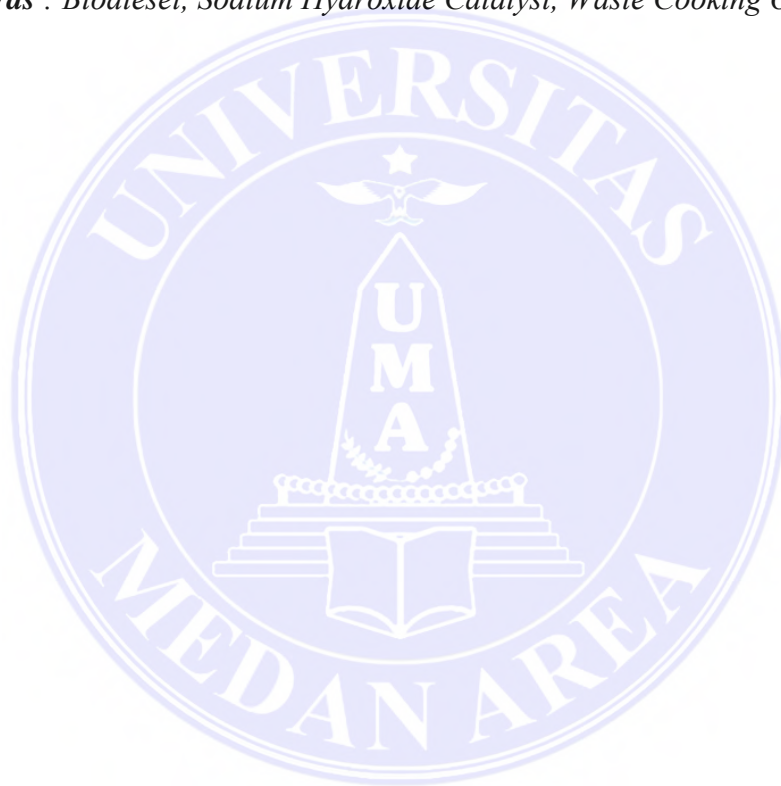
**Kata kunci :** Biodiesel, Katalis, Natrium Hidroksida, limbah minyak goreng.



## ABSTRACT

*The purpose of this study is to determine the effect of catalysts on flash point, viscosity, density, iodine number in biodiesel. Raw materials used waste cooking oil. The catalysts used are 0.25% and 0.5%. Flash point test results at catalyst concentrations of 0.25% and 0.5% were 58°C and 48.5°C. The viscosity test results at catalyst concentrations of 0.25% and 0.5% were  $4,567 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  and  $4,625 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . The density test results at catalyst concentrations of 0.25% and 0.5% were 889 kg/m<sup>3</sup> and 888.3 kg/m<sup>3</sup>. The test results of iodine numbers at catalyst concentrations of 0.25% and 0.5% were 112.2 g-I<sub>2</sub>/100g and 114 g-I<sub>2</sub>/100g. Flash point test results are not yet on biodiesel quality standards. The results of viscosity and density testing according to biodiesel quality standards, iodine number testing is not yet in accordance with biodiesel standards but the results obtained are not far from ESDM quality standards.*

**Keywords :** Biodiesel, Sodium Hydroxide Catalyst, Waste Cooking Oil



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, kec, Medan Labuhan, Prov, Sumatra Utara pada tanggal 10 Juni 2001, dari ayah Bernama Sofiyan dan ibu Bernama Nurmaini. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMA DHARMAWANGSA Medan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 penulis melakukan praktek kerja lapangan ( PKL ) di PT Perkebunan Nusantara II, PKS Pagar Merbau.



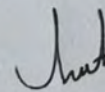


## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema dalam penelitian ini adalah konversi energi dengan judul “Pengaruh Katalisator Terhadap Karakteristik Biodiesel Dari Limbah Minyak Goreng”.

Terimakasih penulis sampaikan kepada bapak Muhammad Idris, ST, MT. dan Ir. Husin, MT. selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 penulis, yang telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis selama proses pengerjaan penelitian ini. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan satu tim dan teman-teman seangkatan yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terika kasih.

Medan, 3 Maret 2023



Imam Azhari

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Perumusan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
1.6 Manfaat penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Limbah Minyak Goreng ( <i>Waste Cooking Oil</i> ) .....	6
2.2 Proses Trasenterifikasi .....	8
2.2 1. Metanol .....	10
2.2 2. Katalis .....	11
2.3 Biodiesel .....	12
2.3.1. Sifat Baku Mutu Biodiesel.....	14
2.3.2. Sifat Sifat Penting Biodiesel .....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1. Tempat Dan Waktu .....	20
3.1.1. Tempat .....	20
3.1.2. Waktu .....	20
3.2. Alat dan Bahan .....	20
3.2.1. Alat .....	20
3.2.2. Bahan .....	27
3.3. Metode Penelitian .....	29
3.4. Prosedure Pembuatan Biodiesel .....	30
3.5. Prosedure Pengujian Biodiesel .....	31
3.6. Diagram Alir Penelitian .....	34
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1. Hasil .....	35
4.2. Pembahasan .....	36
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan .....	42
5.2. Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Sifat Minyak Jelantah.....	7
Tabel 2.2. Komposisi Minyak Jelantah .....	8
Tabel 2.3. Sifat Sifat Fisik Dan Kimia Metanol .....	10
Tabel 2.4. Standar Dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel .....	14
Tabel 2.5. European Biodiesel Standart (EN) .....	15
Table 2.6. Biodiesel Standart ASTM.....	15
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	20
Table 3.2. Komposisi Pembuatan Biodiesel.....	29
Tabel 4.1. hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel.....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi transesterifikasi Dengan Katalis Homogen.....	11
Gambar 3.1.	Timbangan Digital .....	21
Gambar 3.2.	Gelas Ukur .....	21
Gambar 3.3.	Hot Plate Magnetic Stirer .....	22
Gambar 3.4.	Double Jacket Reaktor .....	22
Gambar 3.5.	Sparator ( Tabung Pemisah) .....	23
Gambar .3.6.	Evaporator rotari .....	23
Gambar 3.7.	Corong .....	24
Gambar 3.8.	Termometer .....	24
Gambar 3.9.	Sarung Tangan .....	25
Gambar 3.10.	Kertas Saring .....	25
Gambar 3.11.	Pensky Martens Flash Point.....	26
Gambar 3.12.	Stabinger Viscometer.....	26
Gambar 3.13.	Ech Triator .....	27
Gambar 3.14.	Minyak Goreng.....	27
Gambar 3.15.	Natrium Hidroksida.....	28
Gambar 3.16.	Larutan Metanol.....	28
Gambar 3.17.	Aquadest .....	29
Gambar 3.18.	Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.1.	Pengaruh Katalisator Terhadap Titik Nyala .....	37
Gambar 4.2.	Pengaruh Katalisator Terhadap Vskositas .....	38
Gambar 4.3.	Pengaruh Katalisator Terhadap Densitas .....	39
Gambar 4.4.	Pengaruh Katalisator Terhadap Angka Iodin.....	40

## DAFTAR NOTASI

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 )
v titran	: volume titran blanko ( mL )
v titran	: volume titran ( mL )
m lemak	: massa lemak ( gram )
N tiosulfat	: natrium tiosulfat ( N )
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 N
M	: berat sampel biodiesel ( kg )
$\rho_{bd}$	: massa jenis biodiesel ( kg/m <sup>3</sup> )
M	: massa sampel biodiesel ( kg )
V	: volume ( m <sup>3</sup> )
$\mu_{bd}$	: Viskositas biodiesel ( cST )
K	: Koefisien bola baja <i>stainless</i> ( mPa.s.m <sup>3</sup> /kg.s )
$\rho_{bola}$	: Massa jenis bola baja ( kg/l )
$\rho_{bd}$	: Masa jenis biodiesel ( kg/m <sup>3</sup> )
T	: Waktu aliran bola ( s )
CN	: Angka setana
SV	: Angka penyabunan
IV	: Bilangan iodim

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di dunia terutama indonesia saat ini semakin meningkat yang di sebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan ekonomi. Sumber daya energi yang tersedia saat ini terutama cadangan minyak bumi sangat terbatas pada bagian bagian tertentu didunia, dan menurun pada tingkat yang lebih cepat karna pemanfaatan yang cepat. Menipisnya cadangan minyak bumi membuat munculnya berbagai energi alternatif salah satunya adalah biodiesel (Sinaga, Haryanto and Triyono, 2014).

Seiring meningkatnya penggunaan minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui, memunculkan masalah yang harus di antisipasi yaitu dengan cara mencari energi alternatif yang dapat diperbaharui. Minyak bumi merupakan sumber energi yang tak terbarukan, butuh waktu jutaan bahkan ratusan juta tahun untuk mengkonversi bahan baku minyak bumi menjadi minyak bumi, peningkatan jumlah konsumsi minyak bumi menyebabkan menipisnya jumlah minyak bumi.(Indra Darmawan and Susila, 2013).

Biodiesel adalah ester asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau hewani melalui reaksi transesterifikasi atau esterifikasi dan digunakan sebagai bahan bakar diesel, potensi yang di hasilkan dari biodiesel sangat memungkinkan menggantikan bahan bakar diesel. biodiesel diperoleh dari bahan baku minyak nabati dan hewani sehingga dapat diperbaharui sehingga dapat dihasilkan secara periodik dan mudah di peroleh dan harganya relatif stabil (Aziz, 2010).

Efek dari penggunaan mesin diesel dapat membahayakan bagi lingkungan dan Kesehatan manusia akibat dari emisi gas buang dari mesin petro diesel. Biodiesel diperoleh dari bahan baku minyak nabati dan hewani yang berbeda, sehingga menjadi solusi yang terbaik saat ini untuk mengurangi peningkatan pencemaran udara lingkungan (Saravanan *et al.*, 2018).

Penelitian tentang bahan bakar alternatif sangat dianjurkan terutama biodiesel karena kualitas pembakaran yang baik dan menghasilkan gas buang yang rendah. Bahan baku yang umum digunakan untuk produksi biodiesel adalah dari minyak nabati dan minyak nabati dari kategori non edible dan edible, dibandingkan dengan minyak lainnya untuk produksi biodiesel minyak jelantah paling signifikan karena ketersediaan minyak jelantah cukup banyak khususnya di Indonesia dan biaya produksi biodiesel yang relatif lebih murah (Kolakoti and Satish, 2020).

Seiring dengan meningkatnya konsumsi minyak goreng, sehingga potensi minyak goreng bekas sangat meningkat. Selama ini minyak goreng bekas masih digunakan berulang kali dalam pengolahan bahan makanan. Penggunaan minyak goreng bekas untuk pengolahan makanan dapat membahayakan Kesehatan yang dapat memicu penyakit kanker salah satu alternatif untuk mengurangi limbah minyak goreng yaitu dengan cara mengolah minyak jelantah menjadi biodiesel (Haryanto *et al.*, 2015).

Minyak goreng bekas dengan mudah dapat ditemukan di negara yang berpenduduk padat seperti negara kita yaitu Indonesia dan juga seperti negara cina dan india, minyak yang sudah di masak oleh ibu rumah tangga umumnya di buang begitu saja yang mengakibatkan pencemaran lingkungan, limbah minyak goreng bekas dari hotel atau dari restaurant biasanya dibuang juga begitu saja yang



berakibat buruk untuk pencemaran lingkungan dan berakibat fatal untuk kehidupan selanjutnya. Untuk mengubah minyak goreng bekas 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 (Gnanaprakasam *et al.*, 2013)

Proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan minyak goreng bekas yaitu dengan cara proses reaksi transesterifikasi minyak nabati dengan methanol. Proses transesterifikasi adalah reaksi kimia yang menggantikan gugus gliserin (gliserol) dalam molekul minyak nabati ( trigliserida ) dengan molekul monoalkohol seperti methanol. Reaksi ini dapat terjadi dengan cara mencampurkan minyak nabati dengan NaOH dalam methanol dan akan menghasilkan produk biodiesel (Andalia and Pratiwi, 2018).

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. Pada penelitian ini penulis akan membahas katalis homogen karena katalis homogen lebih baik dari pada 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.

Berdasarkan uraian diatas ini penulis mencoba melakukan penelitian yang berjudul “PENGARUH KATALISATOR TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK GORENG” berdasarkan judul ini dapat

diharapkan hasil dari penelitian ini dapat diperoleh energi baru terbarukan yang dapat mengurangi dari limbah minyak goreng dan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil.

## 1.2 Batasan Masalah

Permasalahan dalam perencanaan penelitian ini ialah tentang katalisator terhadap karakteristik biodiesel, sehingga penulis dapat membatasi masalah hanya pada pengujian bilangan iodin.

- a). Penelitian ini menguji pengaruh katalisator terhadap titik nyala pada biodiesel.
- b). Pengaruh katalisator terhadap viskositas pada biodiesel.
- c). Pengaruh katalisator terhadap densitas pada biodiesel.
- d). Pengaruh katalisator terhadap angka iodin.

## 1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a) Bagaimanakah pengaruh katalisator terhadap titik nyala pada biodiesel ?
- b) Bagaimanakah pengaruh katalisator terhadap viskositas pada biodiesel ?
- c) Bagaimanakah pengaruh katalisator terhadap densitas pada biodiesel ?
- d) Bagaimanakah pengaruh katalisator terhadap angka iodin pada biodiesel ?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Mengevaluasi pengaruh katalisator terhadap titik nyala pada biodiesel.

- b) Mengevaluasi pengaruh katalisator terhadap viskositas pada biodiesel.
- c) Mengevaluasi pengaruh katalisator terhadap densitas pada biodiesel.
- d) Mengevaluasi pengaruh katalisator terhadap angka iodin pada biodiesel.

### 1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah

- a) Dalam penelitian ini biodiesel dari limbah minyak goreng ini di perkirakan hasil pengujian karakteristik biodiesel dapat setara dengan standart ataupun mendekati standart Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- b) Ada beberapa karakteristik biodiesel dari limbah minyak goreng yang diuji karakteristiknya, diantaranya ialah pengujian karakteristik terhadap titik nyala, viskositas, densitas, angka iodin, dalam pengujian ini diperkirakan hasil pengujian sesuai dengan standar Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

### 1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

- a) Untuk menggantikan peran energi fosil yang tidak dapat di perbarukan
- b) Untuk mengurangi penggunaan crude palm oil (cpo) dalam pengolahan biodiesel
- c) Untuk menambah pengetahuan dan menjadi penelitian yang bermanfaat bagi masyarakat dan perusahaan.

## BAB II

### 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% (Sudarmadji. S. dkk, 2007).

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<sup>0</sup>C. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu antara 200-300<sup>0</sup>C. Pada suhu seperti ini, ikatan rangkap



pada asam lemak tak jenuh rusak kemudian akan teroksidasi, membentuk gugus peroksida 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 (Winarno, 1997). Karena setiap dipakai minyak akan mengalami penurunan mutu. Sifat-sifat minyak jelantah dapat dilihat dibawah ini pada table 2.1.

Tabel 2.1. Sifat-sifat minyak jelantah (Geminastiti, 2012)

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. komposisi asam lemak dan minyak jelantah dari minyak goreng sawit dapat dilihat pada table 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah dari Minyak Goreng Sawit (Taufiqurrahmi, Mohamed and Bhatia, 2011).

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 Transterifikasi

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 transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak atau lemak agar dapat memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar. Terdapat berbagai metode reaksi transesterifikasi melalui berbagai variasi bahan baku, jenis alkohol, katalis, temperatur reaksi, waktu reaksi, jenis reaktor dan proses pemisahan (Speidel, Lightner and Ahmed, 2000).

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 transesterifikasi (Ma and Hanna, 1999). Transesterifikasi 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 (Fukuda, Kondo and Noda, 2001).

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 sebagai produk samping. Katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah basa/alkali (Hikmah and Zuliyana, 2015).

### 2.2.1 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  $\text{CH}_3\text{OH}$  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 ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) 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 (Perry, Green and Maloney, 1997). Adapun sifat fisik dan kimia dari metanol dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Sifat Sifat Dan Kima Metanol (Perry, Green and Maloney, 1997)

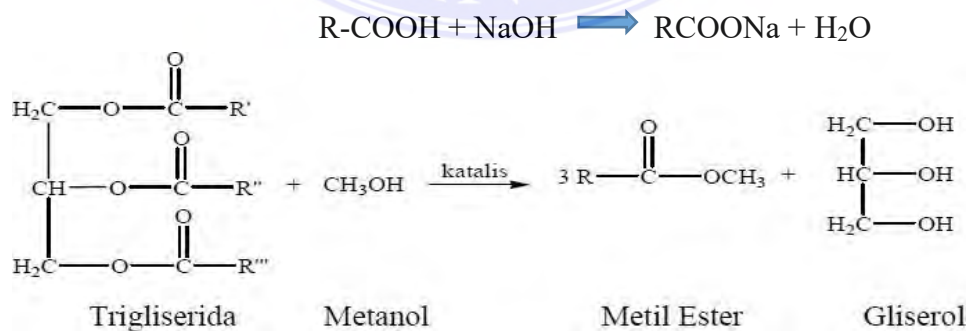
Karakteristik	Nilai
Massa molar	32.04 g/mol
Wujud cairan	tidak berwarna
<i>Spesific gravity</i>	0.7918
Titik leleh	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
Kelarutan dalam air	sangat larut
Keasaman (pKa)	~ 15.5



### 2.2.2 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat suatu laju reaksi dan menurunkan energi aktivasi, namun zat tersebut tidak habis bereaksi. Ketika reaksi selesai, maka akan mendapatkan massa katalis yang sama seperti pada awal yang di 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.

Penelitian akan membahas katalis homogen karena katalis homogen lebih baik dari pada 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 hidroksida, terjadi reaksi dibawah ini:



Gambar 2. 1 Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Homogen

### 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 (Kolakoti, Setiyo and Waluyo, 2021). 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 (Jain and Sharma, 2010). Biodiesel memiliki beberapa keunggulan diantaranya efisiensi pembakaran dan angka setana yang lebih tinggi dari pada bahan bakar diesel turunan minyak bumi. Biodiesel memiliki kandungan senyawa sulfur dan aromatik yang lebih rendah dari pada bahan bakar diesel sehingga emisi gas berbahaya hasil pembakarannya lebih rendah dari pada 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 petroleum. 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.

Tabel 2. 4. Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel 2019 (ESDM, 2019)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm <sup>2</sup> /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 <sub>2</sub> /100 g), Maks	115
16	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro	Menit	600
	Oksi	Menit	45
17	Monogliserida	%-massa, maks	0,55
18	Warna	Maks	3
19	Kadar air	Ppm, maks	350

Ada beberapa parameter biodiesel lainnya seperti standar amerika (ASTM)

dan standar eropa (EN) berikut ini standar kedua parameter tersebut dapat dilihat pad tabel 2.5.



Tabel 2.5 . European biodiesel standard (EN)(Barabás and Todoru, no date)

No	Parameter Uji	Satuan,min/maks	Persyaratan
1.	Density at 15°C	kg/m <sup>2</sup>	860-900
2.	Viscosity at 40°C	mm <sup>2</sup> /s	3,5-5,0
3.	Flash point	°C	120
4.	Sulfur content	mg/kg	10.0
5.	Carbon residue	% (m/m)	0.30
6.	Sulfated ash content	% (m/m)	0.02
7.	Water content	mg/kg	500
8.	Total contaminaion	mg/kg	24
9.	Oxidative stability, 110 <sup>0</sup> c	hours	4.0
10.	Acid value	mg KOH/g	0,50
11.	Iodine value	g I/100 g	130
12.	Linolenic acid content	% (m/m)	12
13.	Methanol content	% ( m/m)	0.20
14.	Monoglyceride content	% (m/m)	0.80
15.	Diglyceride content	% (m/m)	0.20
16.	Triglyceride content	% (m/m)	0.20
17.	Free glycerine	% (m/m)	0.02
18.	Total glycerine	% (m/m)	0.25
19.	Alkali metals (Na + K)	mg/kg	5.0
20.	Earth alkali metals (Ca + Mg)	mg/kg	5.0
21.	Phosphorus content	mg/kg	10.0

Berikut ini standar parameter ASTM pada biodiesel, dapat dilihat pada tabel

2.5.

Tabel 2.5. Biodiesel standard ASTM (Barabás and Todoru, no date)

No	Parameter Uji	Satuan min/maks	Persyaratan
1.	Density at 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	890
2.	Distillation T90	°C	360
3.	Sulfated ash	% (m/m)	0,20
4.	Viscosity at 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	3,5-5,0
5.	Flash point	°C	120
6.	Ester content	% (m/m)	96,5
7.	Phosphorus	mg/kg	10
8.	Acid value	mg KOH/g	0,80
9.	Total contamination	mg/kg	24
10.	Free glycerol	% (m/m)	0,02

### 2.3.2 Sifat-sifat Penting Biodiesel

#### 2.3.2.1 Bilangan Asam

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

$$\% \text{ bilangan asam} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times \text{BM NaOH}}{M \times 1000} 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

ml NaOH : jumlah ml NaOH untuk titrasi (1)

N : normalitas larutan NaOH (mol/l)

M : massa sampel (kg)

BM NaOH : bobot molekul NaOH (kg/mol)

#### 2.3.2.2 Bilangan Iodin

Tingkat ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap asam lemak penyusun biodiesel ditunjukkan melalui bilangan iod. Banyaknya senyawa asam lemak tak jenuh meningkatkan ferpormansi 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 noozle 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. Bilangan iodin dapat ditentukan dengan persamaan (2.2).

$$\text{Bil. iod} = \frac{\text{vol titran (ml)}(\text{blanko}-\text{sampel})}{\text{massa lemak (g)}} \times N \text{ natrium tiosulfat} \times 12,691 \dots(2.2)$$

dimana :

v titran blanko : 7 mL

v titran sampel : 2 mL

m lemak : 0,5 gram

N natrium tiosulfat : 0,1 N

### 2.3.2.3 Angka Penyabunan

$$B_s = \left( \frac{56.1 \times (V_b - V_c) \times N}{m} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

$B_s$  = bilangan sabun ( mg KOH/g biodiesel )

$V_b$  = 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 )

### 2.3.2.4 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.

### 2.3.2.5 Titik Nyala (*Flash Point*)

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

### 2.3.2.6 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 ( $\rho$ ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume. Massa jenis biodiesel ( $\rho_{bd}$ ) diukur dengan metode paling sederhana menggunakan piknometer dan dihitung dengan menggunakan persamaan (2.4).

$$\rho_{bd} = m / v \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

$\rho_{bd}$  = massa jenis biodiesel ( $\text{kg/m}^3$ )

m = massa sampel biodiesel (kg)

v = volume ( $\text{m}^3$ )

### 2.3.2.7 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 (2.4).

$$\mu_{bd} = K (\rho_{bola} - \rho_{bd}) t \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :



$\mu_{bd}$  = Viskositas biodiesel (cST)

$K$  = Koefisien bola baja *stainless* (mPa.s.m<sup>3</sup>/kg.s)

$\rho_{bola}$  = Massa jenis bola baja (kg/l)

$\rho_{bd}$  = Masa jenis biodiesel (kg/m<sup>3</sup>)

$t$  = Waktu aliran bola (s)

### 2.3.2.8 Bilangan Setana (*Cetane Number*)

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

$$CN = 46.3\left(\frac{5458}{SV}\right) - (0,225 - IV) \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana :

CN = Angka setana

SV = Angka penyabunan

IV = Bilangan iodim

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat Dan Waktu

##### 3.1.1. Tempat

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Laboratorium Energi Baru Terbarukan (EBT) Politeknik Negeri Medan.

##### 3.1.2. Waktu

Penelitian dilakukan selama 7 bulan dengan jadwal kegiatan penelitian dilihat pada table 3.1.

Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Per Bulan)						
		I	II	III	VI	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							■

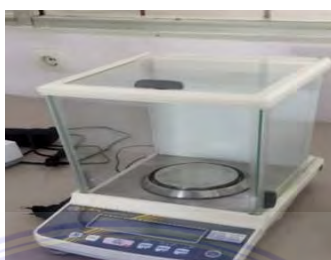
#### 3.2. Alat dan Bahan

##### 3.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a). Timbangan Digital

Timbangan digital berfungsi untuk mengukur massa dari bahan kimia yang memiliki bentuk bubuk dari natrium hidroksida (NaOH). gambar timbangan digital dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Timbangan Digital

b). Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume bahan kimia larutan methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dan limbah minyak goreng (WCO) dan air. gelas ukur dapat dilihat pada gambar3.2.



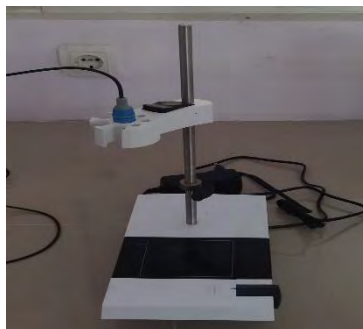
Gambar 3.2. Gelas Ukur

c). Hot Plate Magnetic Stirrer

Hot Plate Magnetic Stirrer berfungsi untuk memanaskan dan mengaduk katalis metanoksida (methanol dan natrium hidroksida) sebelum larutan

metanoksida di campurkan dengan limbah minyak goreng di double jacket reactor.

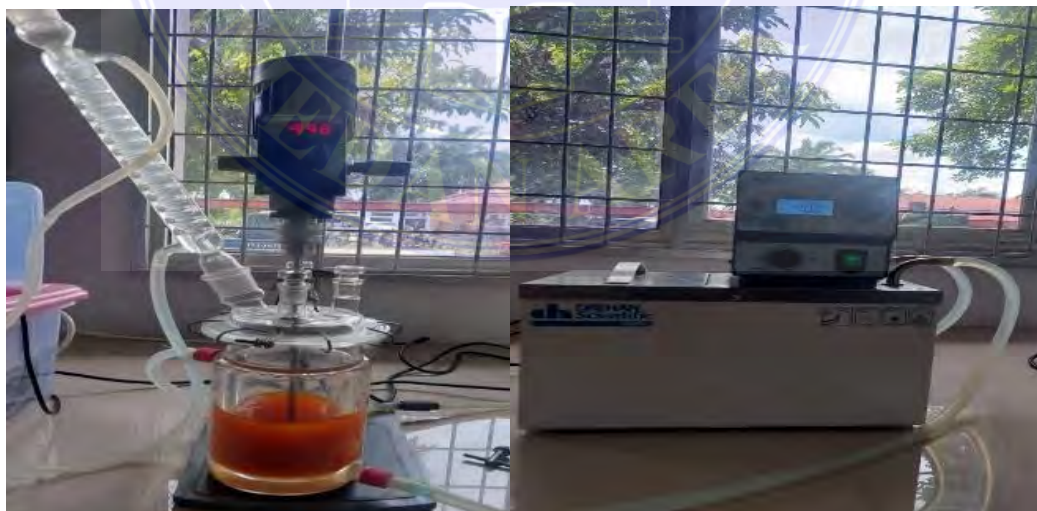
Berikut ini gambar Hot Plate Magnetic Stirrer pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hot Plate Magnetic Stirrer

d). Double Jacket Reaktor

Double Jacket Reaktor digunakan untuk mencampur limbah minyak goreng bekas dengan larutan metanoksida ( metanol dan natrium hidroksida ) dengan keadaan suhu yang stabil dan kecepatan putaran normal. double Jacket Reaktor dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Double Jacket Reaktor (DJR)



e). Sparator ( tabung pemisah )

Tabung pemisah atau sparator digunakan untuk memisahkan biodiesel dengan gliserol, dan berfungsi juga untuk memisahkan biodiesel dengan aquadest ketika proses pencucian biodiesel. separator dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Tabung Pemisah ( Sparator )

f). Evaporator Rotari

Evaporator Rotari atau rotavap digunakan untuk menghilangkan sisa larutan metanoksida (metanol dan natrium hidroksida) yang tidak turun ketika di pisahkan menggunakan alat sparator, larutan tersebut dihilangkan dengan cara penguapan. evaporator rotary dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Evaporator Rotari

g). Alat Tambahan

beberapa alat tambahan yang digunakan untuk memudahkan proses pembuatan biodiesel.

a). Corong

Corong di gunakan untuk memudi gunakan untuk memindahkan biodiesel atau metanol dari botol satu hingga ke botol lainnya dengan baik tanpa adanya terbuang / keluar. Corong dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Corong

b). Termometer

Termometer memiliki fungsi untuk mengukur suhu pada minyak goreng bekas dan air pada saat di hangatkan dengan temperatur yang di inginkan. Termometer dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Termometer

c). Sarung Tangan

Sarung tangan berfungsi untuk melindungi tangan dari bahan kimia yang dapat menyebabkan kulit melepuh pada saat pembuatan biodiesel. Sarung tangan dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Sarung Tangan

d). Kertas Saring

Kertas saring berfungsi menyaring sampah dari sisa masakan pada limbah minyak goreng dan juga berfungsi untuk menyaring sisa katalis pada proses trasenterifikasi. Kertas saring dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10.Kertas Saring

2. Alat pengujian spesimen

Berikut ini ada beberapa alat pengujian spesimen sebagai berikut:

a). *Pensky Martens Flash Point Tester*

*Pensky martens flash point* berfungsi untuk mengetahui nilai flash point pada biodiesel dengan metode ASTM D93. *Pensky martens flash point tester* dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. *pensky martens flash point tester*

b). *Stabinger viscometer SVM 3001*

Alat pengujian ini berfungsi untuk mengetahui nilai viskositas dan densitas pada biodiesel dengan metode ASTM D455. *Stabinger Vicometer SVN 3001* dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. *stabinger viscometer svm 3001*



c). ECH Triator

Alat pengujian ini memiliki fungsi untuk menentukan bilangan iodin. Berikut adalah gambar alat pengujian pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. *Ech Triator*

3.2.2. Bahan

Berikut ini bahan-bahan yang di gunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

a). Limbah Minyak Goreng (WCO)

Limbah minyak goreng ialah bahan 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 3.14.



Gambar 3.14. Minyak Goreng Bekas

b). Natrium Hiroksida (NaOH)

Natrium hidroksida atau soda api adalah senyawa ionic yang berbentuk padatan putih, pada penelitian ini natrium hirosida digunakan sebagai katalis pada pembuatan biodiesel. Natrium hidroksida (NaOH) dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15. Natrium hidroksida (NaOH)

c). Larutan Metanol (CH<sub>3</sub>OH)

Metanol atau juga disebut dengan metil alkohol adalah bentuk alkohol paling sederhana, yang berbentuk cairan ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun. Pada penelitian ini metanol berfungsi sebagai campuran dengan katalis pada proses trasenterifikasi dalam pembuatan biodiesel. larutan metanol (CH<sub>3</sub>OH) dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Larutan metanol (CH<sub>3</sub>OH)

d). Aquadest

Aquades adalah air yang dihasilkan melalui proses penyulingan atau destilasi, air yang di gunakan pada pencucian biodiesel adalah aquadest untuk menghilangkan sisa dari katalis yang masih menempel pada biodisel. gambar aquadest dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. Aquadest

**3.3. Metode Penelitian**

Metode penelitian dilakukan yaitu dengan cara experiment. variable dalam penelitian ini yaitu katalis yang terdiri dari natrium hidroksida (NaOH) dan larutan metanol (CH<sub>3</sub>OH). Table komposisi dari pembuatan biodiesel dapat dilihat pada table 3.2.

Tabel 3.2. komposisi pembuatan biodiesel

No	WCO L	NaOH 10 <sup>-3</sup> (kg )	Metanol l
1	0.3	3	0.15
2	0.3	5	0.2

### 3.4. Prosedur Pembuatan Biodiesel

- a). Sediakan minyak goreng sebanyak 1 l, setelah itu saring limbah minyak goreng dengan kertas saring agar kotoran limbah minyak goreng tersaring dari kotoran sehingga tidak mengganggu proses pembuatan biodiesel.
- b). Kemudian masukkan minyak kedalam *double jacket reaktor* (DJR) pada suhu normal dengan temperature 60<sup>0</sup>.
- c). Sembari menunggu minyak panas, sediakan natrium hidroksida sebanyak  $3 \times 10^{-3}$  untuk percobaan pertama dan  $5 \times 10^{-3}$  untuk percobaan kedua, dan larutan metanol 0,15 l untuk percobaan pertama 0,2l untuk percobaan kedua, setelah itu campurkan larutan metanol dan natrium hidroksida kedalam *hot plate magnetic stirer*.
- d). Setelah larutan metanoksida larut , kemudian campur metanoksida dan limbah minyak goreng dengan *double jacket reaktor* diaduk dengan kecepatan 996rpm dan pada percobaan kedua dengan kecepatan 1096rpm. Kemudian tunggu *double jacket reaktor* bekerja selama 5400s pada percobaan kedua dengan waktu 7200s.
- e). Kemudian masukan minyak kedalam alat separator untuk pemisahan gliserol dengan biodiesel selama 600s.
- f). Setelah itu proses selanjutnya ialah proses pencucian biodiesel. Pencucian biodiesel ini menggunakan aquadest pada suhu 50<sup>0</sup>c yang diinjeksikan kedalam separator dan diaduk dengan perlahan supaya tidak menimbulkan buih.

- g). Kemudian proses selanjutnya ialah penguapan. Proses ini berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa metanoksida yang masih tercampur pada biodiesel. Dalam proses ini menggunakan alat evaporator rotary pada suhu 100<sup>0</sup>c.
- h). Kemudian proses filtrasi dengan menggunakan kertas saring. Proses ini berfungsi untuk memurnikan biodiesel dari kotoran yang didapatkan dari seluruh proses pembuatan biodiesel. Setelah itu biodiesel bisa diuji.

### 3.5. Prosedure Pengujian Biodiesel

1. Pensky Martens Flash Point Tester
  - a). Langkah pertama yaitu menekan tombol “On/Of”.
  - b). Selanjutnya menyiapkan sampel untuk diuji, setelah itu sampel dimasukkan ke dalam gelas reaktor sebanyak 70 ml, setelah itu tutup gelas reaktor dengan penutup.
  - c). Selanjutnya masukkan “multi detector” ke dalam lubang gelas reaktor
  - d). Setelah itu pilih main menu, lalu klik “Test Run” ubah sampel “Name” ubah ELFP 200<sup>0</sup>C.
  - e). Kemudian ubah program “ASTM D93 setelah itu klik enter dan klik “RUN”.
2. Stabinger Viscometer SVM 3001
  - a). Langkah pertama yaitu menekan tombol “On/Of”.
  - b). Kemudian menyiapkan sampel untuk di uji, selanjutnya di injeksikan ke dalam mesin secara perlahan.
  - c). Kemudian tekan “*Method*” di layer utama.
  - d). Setelah itu pilih untuk di uji setelah itu tekan “OK”.



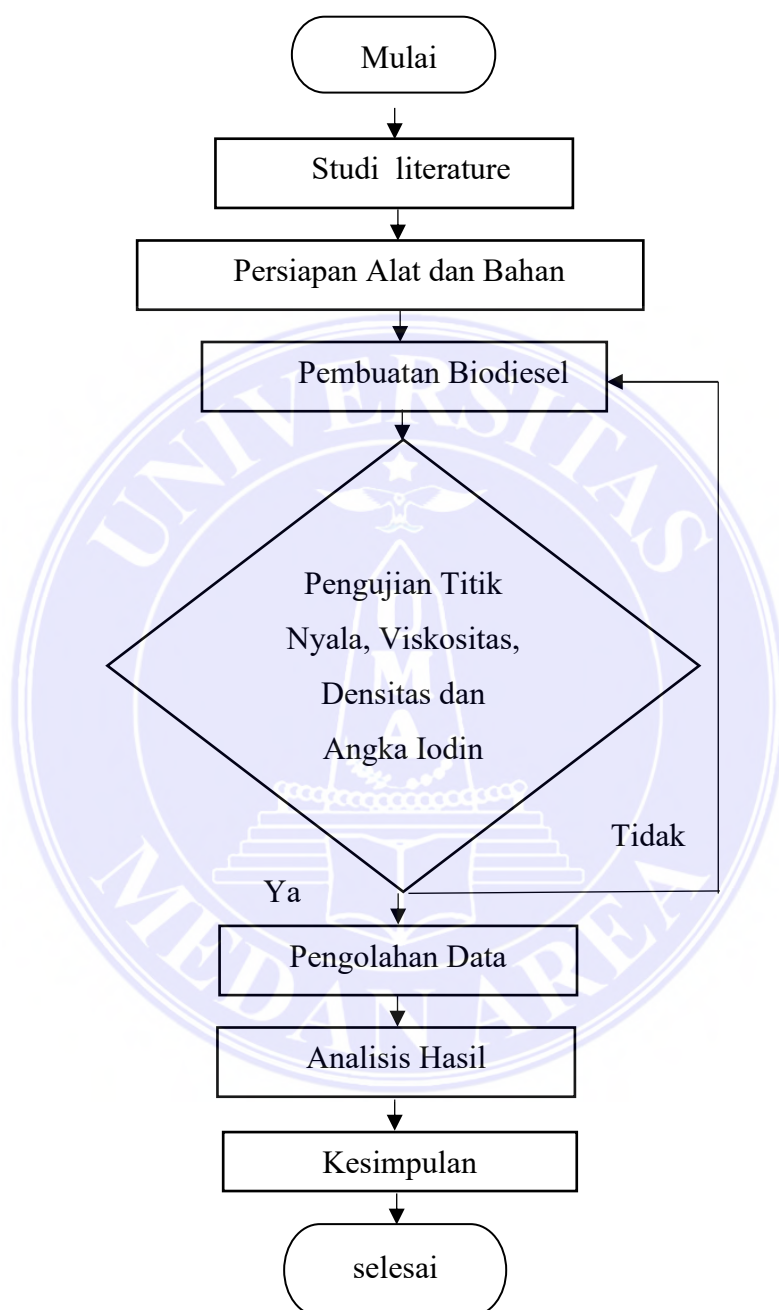
- e). Kemudian tekan "*Quick Setting*" untuk memberikan nama sampel, mengubah metode pengukuran, dan pengelompokan grup sampel.
  - f). Lalu tekan "*Start*" supaya mulai pengukuran.
  - g). Apabila ada peringatan "*Refill after prewetting*" kemudian injeksikan Kembali sampel sebanyak 1 ml. lalu tekan "*OK*".
  - h). Selanjutnya tunggu sampai proses "*Measuring*" selesai, apabila selesai dapat diberi tanda dengan "*Finished*".
  - i). Kemudian pilih "*Measured*" untuk dapat melihat data hasil pengukuran.
  - j). Lalu pilih data yang di tampilkan setelah itu tekan "*Details*" untuk dapat melihat hasil data pengujian.
3. Pengujian angka iodin.
    - a). Siapkan larutan natrium tiosulfat.
    - b). Kemudian siapkan larutan reaksi iodin monochloride, dan larutkan iodin monochloride dengan asam asetat glasialn.
    - c). Kemudian siapkan larutan kalium yodium.
    - d). Selanjutnya siapkan larutan magnesium asetat.
    - e). Kemudian pindahkan sampel kedalam Erlenmeyer Volumetric Flask dan diberi stopper.
    - f). Selanjutnya tambahkan asam asetat glasial, larutan reaksi dan juga larutan katalis.
    - g). Selanjutnya menutup Erlenmeyer volumetric flask dengan menggunakan stopper.
    - h). Selanjutnya mencampurkan larutan selama lima menit.

- i). Selanjutnya letakkan ujung elektroda dan burette dalam sampel kemudian aduk dengan sangat baik.
- j). Kemudian lakukan titrasi tanpa sampel dalam materi yang sama.



### 3.5. Diagram alir penelitian

Untuk gambar diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Diagram alir penelitian

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

- a). Pada Pada percobaan pertama menggunakan 0.25% NaOH dan 0.15 l Metanol diperoleh nilai titik nyala yaitu 58<sup>0</sup>C dan pada percobaan kedua menggunakan 0.5% NaOH dan 0.2 l Metanol Diperoleh nilai titik nyala yaitu 48,5<sup>0</sup>C. semakin rendah konsentrasi katalis maka semakin tinggi nilai titik nyala yang diperoleh. Namun dari kedua jenis komposisi pembuatan biodiesel tersebut hasil yang diperoleh masih belum pada standar mutu biodiesel yang telah ditetapkan kementerian ESDM. Penulis mengambil simpulan hasil yang diperoleh jauh berbeda dari standar mutu biodiesel dikarenakan konsentrasi larutan metanol yang terlalu tinggi. Sehingga katalisator sangat mempengaruhi hasil dari titik nyala biodiesel.
- b). pada percobaan pertama menggunakan 0,25% NaOH dan 0,15 l metanol diperoleh viskositas yaitu 4,567x10<sup>-6</sup>m<sup>2</sup>/s dan pada percobaan kedua menggunakan 0,5% NaOH dan 0,2 l Metanol di peroleh viskositas yaitu 4,625 x 10<sup>-6</sup>m<sup>2</sup>/s. semakin rendah konsentrasi katalis maka semakin tinggi nilai viskositas yang diperoleh. Namun dari kedua pengujian tersebut masih dalam standar mutu biodiesel. Sehingga penulis mengambil simpulan bahwasanya katalisator tidak mempengaruhi nilai dari viskositas biodiesel.
- c). Pada percobaan pertama menggunakan menggunakan 0,25% dan 0,15 l metanol diperoleh densitas yaitu 889 kg/m<sup>3</sup> dan pada percobaan kedua menggunakan 0,5% NaOH 0,2 l metanol di peroleh densitas yaitu 888,9

kg/m<sup>3</sup>. Semakin rendah konsentrasi katalis maka semakin tinggi nilai densitas yang diperoleh. Namun dari kedua pengujian tersebut masi dalam standar mutu biodiesel. Sehingga penulis mengambil simpulan bahwasannya katalisator tidak mempengaruhi nilai dari densitas biodiesel

- d). Pada percobaan pertama menggunakan 0,25% NaOH dan 0,15 l metanol di peroleh angka iodin yaitu 112,2 g-I<sub>2</sub>/100g dan pada percobaan kedua menggunakan 0,5% NaOH 0,2 l metanol di peroleh angka iodin 114 g-I<sub>2</sub>/100g. semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi nilai angka iodin yang dihasilkan dan mendekati standar mutu biodiesel, namun dari kedua pengujian tersebut masi dalam standar mutu biodiesel. Sehingga penulis mengambil simpulan bahwasannya katalisator tidak signifikan mempengaruhi nilai dari angka iodin biodiesel.

## 5.2. Saran

- a). Pada saat pembuatan biodiesel penggunaan katalisator disarankan presentase larutan metanol dikurangi supaya hasil pengujian titik nyala semkin tinggi sehingga mendekati pada standar mutu biodiesel.
- b). Pada saat pembuatan biodiesel penggunaan katalisator disarankan ditambah lebih sedikit lagi presentasi katalisnya supaya mencapai standar mutu biodiesel.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andalia, W. and Pratiwi, I. (2018) 'Kinerja Katalis NaOH dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas', *Jurnal Tekno Global*, 7(1), pp. 32–36.
- Aziz, I. (2010) 'Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas', *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(6). doi:10.15408/jkv.v1i6.241.
- Barabás, I. and Todoru, I. (no date) 'Biodiesel Quality, Standards and Properties'.
- ESDM, K. (2019) '189 K 2019\_Kepdirjen EBTKE tentang Standar dan Mutu BBN Jenis Biodiesel sebagai Bahan Bakar Lain yang Dipasarkan di Dalam Negeri .pdf'.
- Fukuda, H., Kondo, A. and Noda, H. (2001) 'Biodiesel fuel production by transesterification of oils', *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 92(5), pp. 405–416. doi:10.1016/S1389-1723(01)80288-7.
- Geminastiti (2012) *Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jelantah*.
- Gnanaprakasam, A. *et al.* (2013) 'Mengulas artikel Strategi baru-baru Biodiesel Produksi from Waste Minyak Goreng dan Proses Mempengaruhi Parameter : A Review', 2013.
- Haryanto, A. *et al.* (2015) 'Produksi Biodiesel Dari Transesterifikasi Minyak Jelantah Dengan Bantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Intensitas Daya Dan Waktu Reaksi Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Biodiesel', *Jurnal Agritech*, 35(02), p. 234. doi:10.22146/agritech.13792.
- Hikmah, M.N. and Zuliyana, D. (2015) 'Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Estrans', *Jurnal Teknik Kimia*, 3(6), pp. 1–43.
- Indra Darmawan, F. and Susila, I.W. (2013) 'PROSES PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN METODE PENCUCIAN DRY-WASH SISTEM I Wayan Susila', *Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*, 02, pp. 80–87. Available at: [www.wartaekonomi.com/indicator](http://www.wartaekonomi.com/indicator).
- Jain, S. and Sharma, M.P. (2010) 'Prospects of biodiesel from Jatropha in India: A review', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), pp. 763–771. doi:10.1016/j.rser.2009.10.005.
- Kolakoti, A. and Satish, G. (2020) 'Biodiesel production from low-grade oil using heterogeneous catalyst: an optimisation and ANN modelling', *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 00(00), pp. 1–13. doi:10.1080/14484846.2020.1842298.

- Kolakoti, A., Setiyo, M. and Waluyo, B. (2021) 'Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Characterization, Modeling and Optimization', *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 1(1), pp. 22–30. doi:10.31603/mesi.5320.
- Ma, F. and Hanna, M.A. (1999) 'Biodiesel production: a review', *Journal Series #12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln*, *Bioresource Technology*, 70(1), pp. 1–15. doi:10.1016/s0960-8524(99)00025-5.
- Perry, R.H., Green, D.W. and Maloney, J.O. (1997) *10. Transport and Storage of Fluids, Perry's chemical engineers' handbook 7th edition*.
- Saravanan, A.P. *et al.* (2018) 'Biofuel policy in India: A review of policy barriers in sustainable marketing of biofuel', *Journal of Cleaner Production*, 193, pp. 734–747. doi:10.1016/j.jclepro.2018.05.033.
- Sinaga, S.V., Haryanto, A. and Triyono, S. (2014) 'Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah [Effects of Temperature and Reaction Time on the Biodiesel Production Using Waste Cooking Oil]', *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(1), pp. 27–34. Available at: <http://www.youtube.com>.
- Speidel, H.K., Lightner, R.L. and Ahmed, I. (2000) 'Biodegradability of new engineered fuels compared to conventional petroleum fuels and alternative fuels in current use', *Applied Biochemistry and Biotechnology - Part A Enzyme Engineering and Biotechnology*, 84–86, pp. 879–897. doi:10.1007/978-1-4612-1392-5\_69.
- Sudarmadji, S. dkk (2007) *Analisis bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Taufiqurrahmi, N., Mohamed, A.R. and Bhatia, S. (2011) 'Production of biofuel from waste cooking palm oil using nanocrystalline zeolite as catalyst: Process optimization studies', *Bioresource Technology*, 102(22), pp. 10686–10694. doi:10.1016/j.biortech.2011.08.068.
- Winarno, F.G. (1997) *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.