

**PENGARUH JUMLAH KATALIS DAN WAKTU REAKSI
TERHADAP OKSIDASI DAN ANGKA ASAM PADA
BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK GORENG**

SKRIPSI

PUTRA PRATAMA PURBA
188130014



**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 JUMLAH KATALIS DAN WAKTU REAKSI
TERHADAP OKSIDASI DAN ANGKA ASAM PADA BIODIESEL
DARI LIMBAH MINYAK GORENG**

SKRIPSI

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



**Oleh:
Putra Pratama Purba
188130014**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 26/6/23

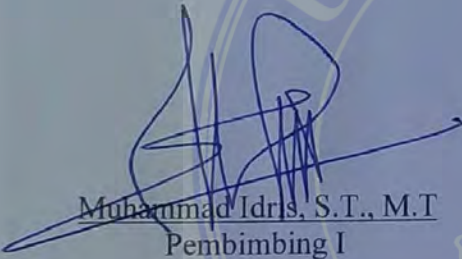
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area


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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI


Judul Proposal	Pengaruh jumlah katalis dan waktu reaksi terhadap oksidasi dan angka asam pada <i>biodiesel</i> dari limbah minyak goreng
Nama Mahasiswa	Putra Pratama Purba
NIM	188130014
Fakultas	Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing



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


Ir Husin Ibrahim, M.T
Pembimbing II




Divya Rahmatsyah, S. Kom., M. Kom
Dekan




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

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.



Medan, 21 Maret 2023

Putra Pratama Purba
188130014

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

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

Nama : Putra Pratama Purba
NPM : 188130014
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 Royalt-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul: Pengaruh Jumlah Katalis Dan Waktu Reaksi Terhadap Oksidasi Dan Angka Asam Pada 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 dua (*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



(Putra Pratama Purba)

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis terhadap oksidasi dan angka asam pada biodiesel. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah limbah minyak goreng. Penelitian ini menggunakan proses trasenterifikasi dengan cara mereaksikan katalis dan metanol kemudian dicampurkan dengan limbah minyak goreng bekas secara bersamaan. variasi waktu reaksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5400s dan 7200s kemudian konsentrasi katalis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0.25% dan 0.5 %. Kemudian hasil trasenterifikasi diendapkan selama kurang lebih 10 menit. Hasil pengendapan biodiesel dan gliserol dipisahkan, setelah itu biodiesel dicuci menggunakan aquades dengan suhu 50⁰C dan diuapakan pada suhu 100⁰C. Hasil pengujian oksidasi pada waktu reaksi 5400s dan 7200s dengan jumlah katalis 0.25% dan 0.5% adalah 3180s dan 4680s. Hasil pengujian angka asam pada waktu reaksi 5400s dan 7200s dengan jumlah katalis 0.25% dan 0.5% adalah 0.67 mgKOH/g dan 0.523 mgKOH/g. Dari data pengujian maka didapatkan hasil oksidasi dan angka asam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari kedua pengujian karakteristik tersebut belum sesuai standar karakteristik biodiesel.

Kata Kunci : Biodiesel, Jumlah Katalis, Waktu Reaksi

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of reaction time and number of catalysts on oxidation and acid numbers on biodiesel. The raw material used in the manufacture of biodiesel is waste cooking oil. This study used the transesterification process by reacting the catalyst and methanol and then mixed with used cooking oil waste at the same time. The variation in reaction time used in this study was 5400s and 7200s then the catalyst concentration used in this study was 0.25% and 0.5%. Then the results of transesterification 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 tasted at a temperature of 100 °C. The results of oxidation testing at reaction times of 5400s and 7200s with the number of catalysts of 0.25% and 0.5% are 3180s and 4680s. The test results of acid numbers at reaction times of 5400s and 7200s with the number of catalysts 0.25% and 0.5% were 0.67 mgKOH/g and 0.523 mgKOH/g. From the test data, oxidation results and numbers were obtained sour. The test results show that the two tests have not met the standard characteristics of biodiesel.

Keywords: Biodiesel, Number of Catalysts, Reaction Time

RIWAYAT HIDUP

Putra Pratama Purba lahir di Medan, Kec. Medan Selayang, Kel. PB Selayang 1, Prov. Sumatra Utara pada tanggal 28 Juni 2000, dari pasangan ayah bernama Suprayitno dan ibu bernama Oktoriani. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara.

Pada tahun 2018 penulis lulus dari SMK Swasta YAPIM TARUNA Sei Rotan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PDAM Tirta Sari Binjai



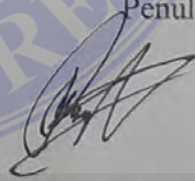
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema dalam penelitian ini adalah material komposit dengan judul “analisis metode split tensile test komposit laminat jute terhadap kekuatan tarik beton kolom silinder”.

Terimakasih penulis sampaikan kepada bapak Muhammad Idris, ST., MT dan Ir Husin Ibrahim, 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, 23 Mei 2023

Penulis


PUTRA PRATAMA PURBA
NIM 188130140

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
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	6
2.2 Proses Transterifikasi	8
2.2 1. Metanol	10
2.2 2. Katalis	11
2.2 3. Waktu Reaksi	12
2.2 4. Suhu Reaksi	12
2.2 5. Kecepatan Pengadukan	13
2.3 Biodiesel.....	13
2.3.1. Sifat Baku Mutu Biodiesel.....	15
2.3.2. Sifat-sifat penting Biodiesel.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Tempat dan Waktu	25
3.1.1. Tempat	25
3.1.2. Waktu.....	25
3.2. Alat dan Bahan	25
3.2.1. Alat.....	25
3.2.2. Bahan	31
3.3. Prosedur Pembuatan Biodiesel.....	35
3.4. Prosedur Pengujian Biodiesel.....	36

3.5. Diagram alir penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil.....	39
4.2. Pembahasan	39
4.2.1. Pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis terhadap oksidasi pada biodiesel.....	39
4.2.2. Pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis terhadap angka asam pada biodiesel.....	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Sifat Sifat Minyak Jelantah.....	7
Tabel 2.2.	Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah.....	8
Tabel 2.3.	Sifat Sifat Fisik Dan Kimia Metanol	11
Tabel 2.4.	Standar Dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel	16
Tabel 2.5.	European Biodiesel Standart (EN)	16
Tabel 2.6.	American Biodiesel Standart	17
Tabel 3.1.	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	25



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi transesterifikasi Dengan Katalis Homogen.....	12
Gambar 3.1.	Timbangan Digital	26
Gambar 3.2.	Gelas Ukur	26
Gambar 3.3.	<i>Hot Plate Magnetic Stirer</i>	27
Gambar 3.4.	<i>Double Jacket Reaktor</i>	28
Gambar 3.5.	Sparator (Tabung Pemisah)	28
Gambar 3.6.	Evaporator rotari	29
Gambar 3.7.	Corong	29
Gambar 3.8.	<i>Thermometer</i>	29
Gambar 3.9.	Kertas Saring.....	30
Gambar 3.10.	Sarung Tangan	30
Gambar 3.11	ECH Triator	31
Gambar 3.12.	<i>Oxidation Stability Tester Rapidoxy 100 fuel</i>	31
Gambar 3.13.	Minyak Goreng Bekas	32
Gambar 3.14.	Natrium Hidroksida (NAOH)	32
Gambar 3.15.	Larutan Metanol.....	33
Gambar 3.16.	Aquadest	34
Gambar 3.17.	Diagram Alir.....	37
Gambar 4.1.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Okasidasi.....	39
Gambar 4.2.	Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Oksidasi	40
Gambar 4.3.	Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Angka Asam.....	41
Gambar 4.4.	Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Angka Asam	42

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)
ρ_{bd}	: massa jenis biodiesel (kg/m ³)
M	: massa sampel biodiesel (kg)
V	: volume (m ³)
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 aliran bola (s)
CN	: Angka setana
SV	: Angka penyabunan
IV	: Bilangan iodim

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan zaman dan pola kehidupan manusia yang terus mengalami kemajuan mengakibatkan kebutuhan energi yang semakin meningkat, serta kebutuhan sarana transportasi dan aktifitas industri yang mengakibatkan peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak. Ketersediaan energi khususnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui semakin menipis dan mungkin akan punah dalam waktu yang singkat. Dalam beberapa tahun mendatang Indonesia terancam mengalami krisis energi, penyebabnya adalah karena kesenjangan antara permintaan energi yang tinggi dan pasokan produksi minyak di dalam negeri (Miskah, Apriani, and Miranda 2017).

Meningkatnya pencemaran udara dan lingkungan dari mesin petro diesel sehingga di butuhkan suatu bahan bakar yg ramah lingkungan. Biodiesel diperoleh dari bahan baku minyak nabati dan hewani sehingga dapat mengurangi peningkatan pencemaran udara dan lingkungan(Shokravi et al. 2021). Minyak jelantah merupakan limbah minyak bekas dari pengorengan, restoran, hotel dan rumah tangga yang manfaatnya telah diambil sehingga sangat berpotensi untuk di olah menjadi biodiesel. Pada dasarnya minyak ini berwarna coklat, teksturnya mengental serta mengandung asam lemak bebas yang tinggi (Staubmann et al. 1999).

Perbedaan minyak goreng bekas dengan minyak nabati yang baru terletak pada pada komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya. Minyak goreng bekas memiliki kandungan asam lemak yang lebih besar dari minyak nabati yang baru,

hal ini disebabkan pada proses penggorengan terjadi perubahan rantai tak jenuh pada senyawa penyusunnya. Komposisi asam lemak minyak goreng bekas adalah 30%, sedangkan asam lemak tak jenuh 70% (Kolakoti, Setiyo, and Waluyo 2021b). Penggunaan minyak goreng bekas jelas sangat tidak baik untuk kesehatan. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan 2 sampai 4 kali penggorengan, karena setiap dipakai mengalami penurunan mutu oleh karena itu penggunaan minyak goreng bekas sebagai bahan baku utama pembuatan biodiesel sangat bagus, hal ini di sebabkan banyaknya limbah minyak goreng. Tingginya viskositas kinematic dalam minyak jelantah mempengaruhi asam lemak bebas yang tinggi oleh karena itu teknik pengurangan viskositas digunakan untuk menurunkan viskositas kinematic yang tinggi dalam minyak jelantah (Hidekl Fukuda, Kond, and Noda 2001).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak buruk minyak jelantah adalah mengubah minyak jelantah menjadi bahan bakar biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar yang di produksi dengan menggunakan minyak nabati atau lemak hewan menalui proses transterifikasi dengan bantuan alcohol dan katalis.

Transenterifikasi adalah suatu metode pengubahan suatu ester menjadi ester lain ketika minyak nabati di reaksi dengan ethanol dalam pengawetan katalis untuk menghasilkan metil ester serta biodiesel dan sejumlah gliserin. Reaksi transifisakasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak atau lemak agar dapat memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar. Sifat biodiesel minyak jelantah juga memenuhi standar internasional ASTM dan EN (Hidekl Fukuda, Kond, and Noda 2001).

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 (Wahyuni, Ramli, and Mahrizal 2015).

Stabilitas bahan bakar adalah kekuatan bahan bakar pada saat proses degradasi yang dapat mengganti sifat bahan bakar dan membentuk spesies yang tidak diinginkan. Sebuah bahan bakar dianggap tidak stabil ketika mudah mengalami perubahan ini. Karakteristik bahan bakar biodiesel dapat menurun melalui satu atau lebih mekanisme. Kestabilan oksidasi mengacu pada kecenderungan bahan bakar untuk bereaksi dengan oksigen pada suhu yang lebih dekat dengan mekanisme ambient. Stabilitas oksidasi adalah salah satu sifat terpenting dari metil ester asam lemak dan mempengaruhi lama penyimpanan Biodiesel, terutama pada saat penyimpanan Biodiesel diperpanjang. Biodiesel memiliki sifat kurang tahan terhadap oksidasi dibandingkan solar. Degradasi oleh oksidasi menghasilkan produk oksidasi yang dapat membahayakan sifat bahan bakar, merusak kualitas bahan bakar dan kinerja mesin, sehingga stabilitas oksidasi merupakan masalah penting yang harus ditangani oleh penelitian biodiesel (Pullen and Saeed 2012).

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian dengan judul “PENGARUH JUMLAH KATALIS DAN WAKTU REAKSI TERHADAP OKSIDASI DAN ANGKA ASAM PADA BIODIESEL DARI LIMBAH MINYAK GORENG” diharapkan hasil dari penelitian ini diperoleh

energi baru terbarukan yang mampu mengurangi masalah limbah minyak goreng dan menghasilkan bahan bakar diesel yang ramah lingkungan

1.2. Batasan Masalah

Permasalahan dalam perencanaan penelitian ini adalah tentang menganalisis pengaruh jumlah katalis dan waktu reaksi biodiesel dari limbah minyak goreng, Sehingga penulis membatasi masalah hanya pada mengukur nilai angka asam dan oksidasi pada biodiesel.

- a). Pengaruh jumlah katalis dan waktu rekasi terhadap oksidasi pada biodiesel.
- b). Pengaruh jumlah katalis dan waktu reaksi terhadap angka asam pada biodiesel.

1.3. Perumusan Masalah

Rumusan masalah sangat luas pencakupannya dan perlu untuk dirumuskan apa saja yang akan dibahas. Berdasarkan uraian dari latar belakang perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a) Bagaimanakah pengaruh jumlah katalis dan waktu rekasi terhadap oksidasi pada biodiesel ?
- b) Bagaimanakah pengaruh jumlah katalis dan waktu reaksi terhadap angka asam pada biodiesel ?

1.4. Tujuan Penelitian

Aadapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Mengevaluasi pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis terhadap oksidasi pada biodiesel.
- b) Mengevaluasi pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis terhadap angka asam 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 oksidasi dan angka asam, 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) Mengurangi pencemaran lingkungan limbah minyak goreng bekas yang dihasilkan dari resotoran maupun rumah tangga.
- b) Menghasilkan bahan bakar alternatif yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.
- c) Untuk memperkaya pengetahuan tentang energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

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 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 (Winarno 1997). Karena setiap dipakai minyak akan mengalami penurunan mutu.

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

Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah dari(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 (Hideki 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 (gliserin) 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 CH_3OH 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 (Perry, Green, and Maloney 1997). Adapun sifat fisik dan kimia dari metanol dapat dilihat pada tabel 2.3.

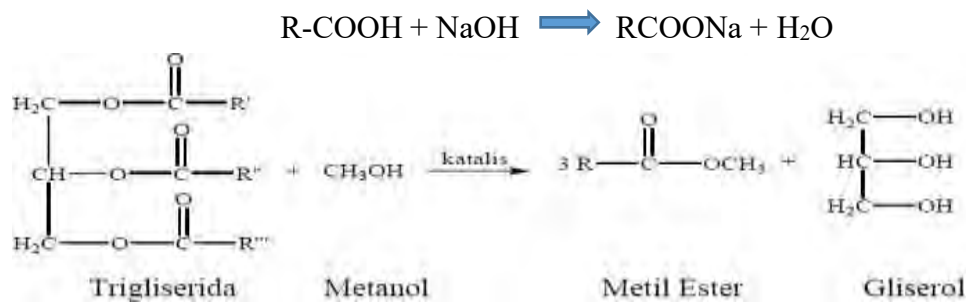
Tabel 2.3. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Metanol(Perry, Green, and Maloney 1997)

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, 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 trasterifikasi 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 3. 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 triigliserida.

2.2 4. 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 trasenterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30 - 65°C dan dijaga selama proses berlangsung. Dalam proses trasenterifikasi 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 enrgi aktivasi. Hal ini mengakibatkan hal ini mengakibatkan semakin banyak molekul yang menghasilkan reaksi sehingga kecepatan reaksi semakin meningkat pula.

2.2 5. Kecepatan 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.

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 2021a). 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 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 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 keberadannya 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(Kementrian ESDM 2019).

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 Periode induksi metode petro Oksi	Menit	45
17	Monogliserida	%-massa, maks	0,55
18	Warna	Maks	3
19	Kadar air	Ppm, maks	350
20	CFPP (Cold Filter Plugging Point)	°C, maks	15

Kemudian ada parameter biodiesel lainnya seperti standar Amerika (ASTM) dan standar Eropa (EN). Berikut standar kedua parameter tersebut dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. European Biodiesel Standard (EN) (Barabas and Todoru 2011)

No	Parameter Uji	Satuan,min/maks	Persyaratan
1.	Density at 15°C	kg/m ²	860-900
2.	Viscosity at 40°C	mm ² /s	3,5-5,0
3.	Flash point	°C	120
4.	Sulfur content	mg/kg	10.0

5.	Carbon residue(in 10% dist. residue)	% (m/m)	0.30
6.	Sulfated ash content	% (m/m)	0.02
7.	Water content	mg/kg	500
8.	Total contamination	mg/kg	24
9.	Oxidative stability, 110°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 adalah standart parameter ASTM pada biodiesel dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6. American Biodiesel standard(Kementrian ESDM 2019)

No	Parameter Uji	Satuan min/maks	Persyaratan
1.	Density at 15 °C	kg/m ³	890
2.	Distillation T90	°C	360
3.	Sulfated ash	% (m/m)	0,20
4.	Viscosity at 40 °C	mm ² /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

a). Stabilitas Okidasi

Stabilitas oksidasi adalah salah satu sifat terpenting dari metil ester asam lemak dan mempengaruhi biodiesel terutama selama penyimpanan yang diperpanjang. Biodiesel cenderung kurang tahan terhadap oksidasi dibandingkan solar. Degradasi oleh oksidasi menghasilkan produk oksidasi yang dapat membahayakan sifat bahan bakar, merusak kualitas bahan bakar dan kinerja mesin, sehingga stabilitas oksidasi merupakan masalah penting yang harus ditangani oleh penelitian biodiesel. Perusahaan yang mengangkut dan menyimpan biodiesel khawatir bahwa biodiesel dapat membentuk sedimen selama penyimpanan. Operator kendaraan dan peralatan memerlukan jaminan bahwa sedimen dan gom tidak akan terbentuk dalam peralatan selama penggunaan.

1. Deposit dan Korosi

Ketika biodiesel dioksidasi, endapan yang dihasilkan dapat mempengaruhi kinerja sistem bahan bakar secara negatif. Salah satu masalah potensial adalah kecenderungan untuk membentuk endapan pada bagian-bagian mesin seperti injektor dan komponen pompa bahan bakar yang kritis. Dalam beberapa kasus, hasil oksidasi dalam struktur kimia biodiesel pecah untuk membentuk asam rantai pendek dan aldehida. Pada tahap lanjut, oksidasi menyebabkan biodiesel menjadi asam, menyebabkan korosi sistem bahan bakar. Asam korosif dan endapan dapat menyebabkan peningkatan keausan pada pompa bahan bakar mesin dan injektor. Air yang ada dalam bahan bakar dapat menyebabkan terbentuknya karat dan korosi yang diperparah dengan adanya asam dan hidroperoksida yang terbentuk dari

oksidasi bahan bakar.

2. Polimer Yang Tidak Larut

Spesies produk oksidasi dapat menyebabkan reaksi tipe polimerisasi untuk menghasilkan sedimen dan gum yang tidak larut dengan berat molekul tinggi. Dampak yang paling mungkin dari pembentukan sedimen dan gum adalah penyumbatan filter bahan bakar dan deposisi pernis pada komponen sistem bahan bakar; dan fenomena ini telah diamati. Reaksi tipe polimerisasi mengarah pada pembentukan produk dengan berat molekul yang lebih tinggi dan peningkatan viskositas. Pembentukan spesies yang tidak larut dapat menyumbat saluran bahan bakar dan pompa. Telah dilaporkan bahwa polimer yang terbentuk dapat larut dalam biodiesel, namun menjadi tidak larut saat mencampur biodiesel dengan petrodiesel. Sehingga pada tingkat oksidasi yang sangat tinggi, campuran biodiesel dengan petro-diesel dapat terpisah menjadi dua fase yang menyebabkan masalah operasional pompa bahan bakar dan injektor.

3. Degradasi Elastomer

Produk oksidasi yang tidak stabil memiliki kecenderungan untuk menyerang elastomer. Oksidasi biodiesel mengarah pada pembentukan hidroperoksida, yang dapat menyerang elastomer atau berpolimerisasi untuk membentuk gom yang tidak larut. Produk oksidasi seperti hidroperoksida dan asam karboksilat dapat bertindak sebagai plasticizer elastomer .

4. Sifat Bahan Bakar

Titik nyala serta sifat bahan bakar lainnya juga dapat berubah karena ketidakstabilan oksidatif. berpotensi menimbulkan masalah di luar sistem pengiriman bahan bakar. Perubahan kimia bahan bakar yang disebabkan oleh oksidasi dapat menghasilkan perubahan yang signifikan dalam kinerja mesin dan emisi. Oksidasi mempengaruhi beberapa sifat bahan bakar termasuk viskositas dan bilangan setana. Jika perubahan ini signifikan dan merusak, dapat menyebabkan mesin yang menggunakan bahan bakar teroksidasi tidak lagi memenuhi sasaran kinerja pabrikan atau peraturan pemerintah untuk sertifikasi emisi. Emisi gas buang dari mesin diesel yang menggunakan biodiesel dipengaruhi oleh oksidasi biodiesel. Selanjutnya, biodiesel dapat mencemari oli pelumas mesin di mana reaksi tipe polimerisasi dapat terjadi, membentuk lumpur dan meningkatkan keausan mesin. Biodiesel dapat mempengaruhi hilangnya stabilitas oksidasi minyak pelumas. Sifat pelumas yang berubah selanjutnya dapat berdampak pada komponen terkait seperti bantalan, segel, selang, saluran oli, dan filter.

b). Angka Asam

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

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

dimana :

$$\text{ml NaOH} : \text{jumlah ml NaOH untuk titrasi} \quad (1)$$

N : normalitas larutan NaOH (mol/l)

M : massa sampel (kg)

BM NaOH: bobot molekul NaOH (kg/mol)

c). Angka 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.

d). Angka Penyabunan

$$Bs = \left(\frac{56.1 \times (Vb - Vc) \times N}{m} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

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

m = berat sampel biodiesel (kg)

e). 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, berbasa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

f). 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

g). 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 (2.3).

$$\rho_{bd} = m / v \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

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

$$m = \text{massa sampel biodiesel (kg)}$$

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

h). 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).

$$\mu_{bd} = K (\rho_{bola} - \rho_{bd}) t \dots\dots\dots (2.4)$$

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)

i). 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

$$CN = 46.3\left(\frac{5458}{SV}\right) - (0,225 - IV) \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

CN = Angka setana

SV = Angka penyabunan

IV = Bilangan iod



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

waktu pelaksanaan penelitian ini selama 7 bulan. Jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian diperlihatkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian
Waktu (Per Bulan)

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							■

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a). Timbangan Digital

Timbangan digital memiliki fungsi untuk menimbang 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

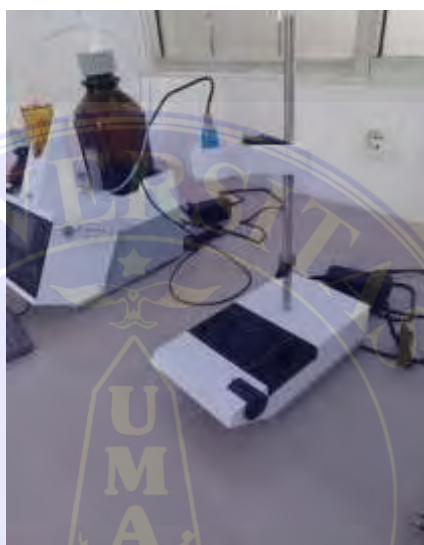
Fungsi dari gelas ukur adalah untuk mengukur beberapa bahan kimia yang berupa larutan, misalnya larutan metanol (CH_3OH), minyak goreng bekas dan air. Berikut adalah gambar gelas ukur pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Gelas Ukur

c). Hot Plate Magnetic Stirrer

Fungsi dari hot plate magnetic stirrer ini untuk mengaduk dan memanaskan larutan katalis yaitu Metanoksida (methanol dan natrium hidroksida) sebelum larutan metanoksida di campurkan dengan limbah minyak goreng di double jacket reactor. Hot Plate Magnetic Stirrer bisa di lihat 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 trasenterifikasi pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Sparator (Tabung Pemisah)

f). Evaporator Rotari

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



Gambar 3.6. Evaporator Rotari

g). Alat Tambahan

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



a



b



c



d

Keterangan gambar

a. 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

Berfungsi untuk memisahkan kotoran sisa makan pada limbah minyak goreng dan memisahkan sisa katalis pada biodiesel.

d. Sarung Tangan

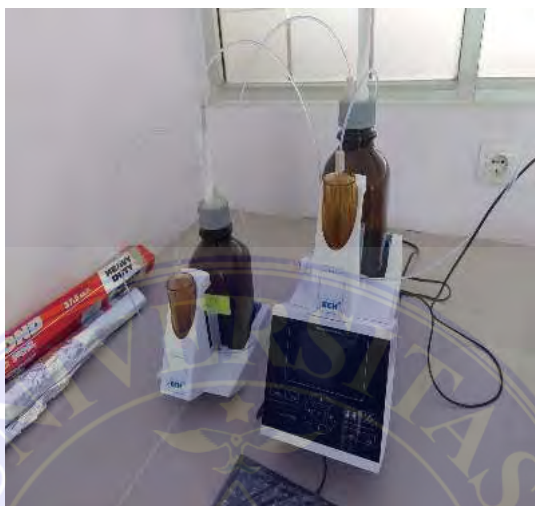
Sarung tangan memiliki fungsi untuk melindungi tangan agar tidak terkena bahan-bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan biodiesel.

1. Alat Pengujian

a). ECH Titrator

Alat pengujian ini memiliki fungsi untuk menentukan bilangan asam.

Berikut adalah gambar alat pengujian pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. ECH Titrator

b). *Oxidation Stability Tester RAPIDOXY 100 FUEL*

Alat pengujian ini berfungsi untuk menentukan bilangan oksidasi. Berikut adalah gambar alat pengujian pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Oxidation Stability Tester Rapidoxy 100 fuel*

3.2.2. Bahan

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

a). Limbah Minyak Goreng

Limbah minyak goreng adalah 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 3.10.



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 (CH_3OH)

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 (CH_3OH) pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Larutan Metanol (CH_3OH)

d). Aquadest

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. Aquadest

3.3. Prosedur Pembuatan Biodiesel

1. Siapkan terlebih dahulu minyak goreng bekas , lalu saringlah minyak goreng bekas menggunakan kertas saring, agar kotoran yang terdapat pada minyak goreng bekas dapat tersaring.
2. setelah itu masukkan minyak kedalam Double Jacket Reaktor (DJR), dengan suhu normal, pada temperature 50-60°C dengan putaran 996 rpm.
3. Sementara menunggu minyak panas, siapkan terlebih dahulu Natrium Hidroksida (NaOH) dan larutan Metanol (CH_3OH)
4. Kemudian campurkan larutan Metanol (NaOH) dengan Natrium Hidroksida (CH_3OH) kedalam Hot Plate Magnetic Stirrer.
5. Setelah larutan Metanoksida larut, campurkan Metanoksida dengan minyak kedalam Double jacket Reaktor.
6. Setelah itu, tunggu Double Jacket Reaktor bekerja selama waktu yang ditentukan.

7. Setelah selesai proses pencampuran, kemudian minyak di masukan kedalam alat sparator untuk proses pemisahan gliserol dengan biodiesel selama 10 menit.
8. Kemudian peroses selajutnya ialah proses pencucian biodiesel. Pencucian biodiesel ini dilakukan menggunakan aquades yang diinjekkan kedalam separator dengan suhu 50°C dan diaduk secara perlahan agar tidak menimbulkan buih.
9. Setelah itu proses penguapan. Proses ini dilakukan untuk menghilangkan sisa sisa katalis atau matanoksida yang masih tercampur di biodiesel. Proses ini menggunakan alat Evaporator Rotary dengan suhu 100°C
10. Proses selanjutnya ialah filtrasi. Proses ini bertujuan untuk memurnikan biodiesel dari kotoran yg diakibatkan dari seluruh pruses pembuatan biodiesel. Setelah itu biodiesel bisa di uji.

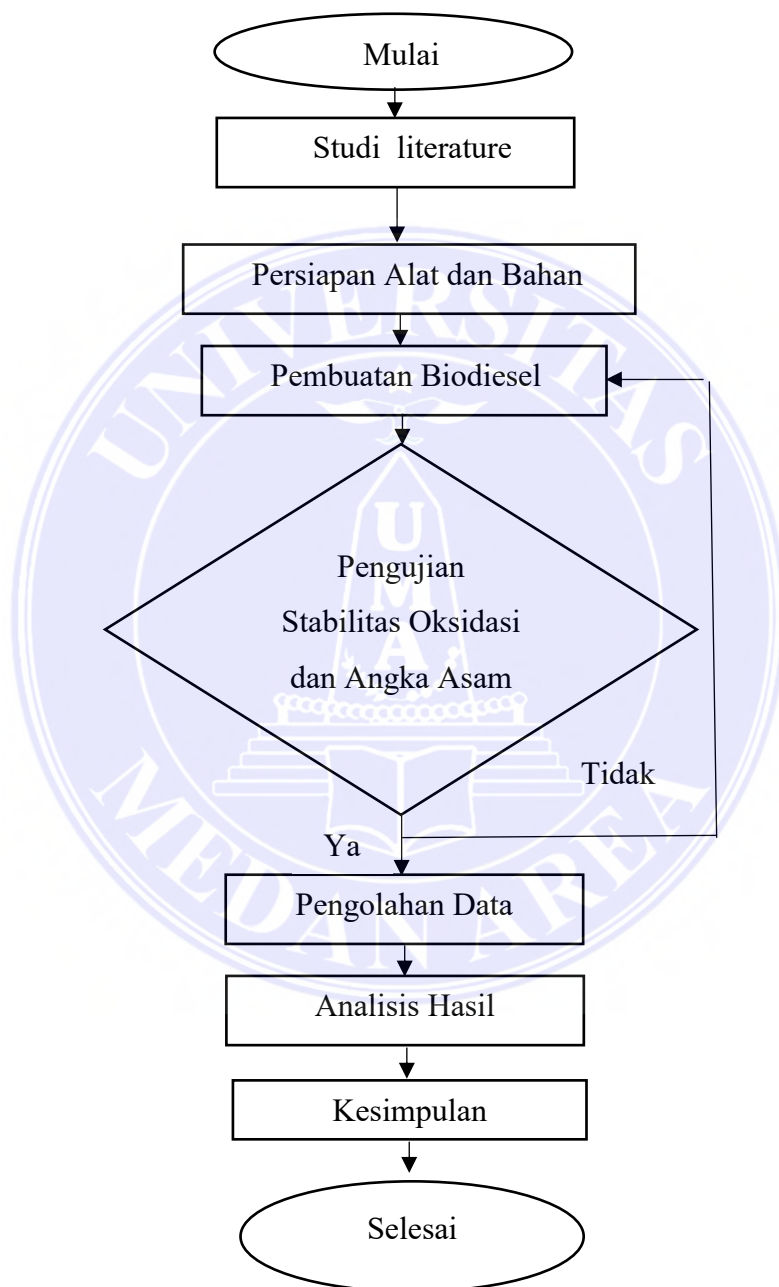
3.4. Prosedur Pengujian Biodiesel

1. Oxidation stability tester Rapidoxy 100 FUEL
 - a). siapkan terlebih dahulu gas oksigen UHP 99,99% lalu putar keran gas dan atur tekanan 7-8 bar. Pastikan selang gas sudah tersambung dengan benar.
 - b). tekan tombol ON/OFF untuk menyalakan alat dan tunggu hingga insialisasi alat selesai.
 - c). Pilih ikon kunci inggris pada layar lalu lakukan purging 1 dan purging 2
 - d). Pastikan Chumber dalam keadaan bersih dan kering lalu siapkan cawan kaca untuk sempel padatan (4gram) lalu masukkan sampel sebanyak 5 ml menggunakan pipet ke dalam chumber.

- e). Beri karet O ring terbaru di atas chumber kemudian tutup chumber hingga rapat dan turunkan ke bawah safety hood.
 - f). Pilih QUICK SETTING untuk menamakan sampel lalu pilih metode yang akan digunakan kemudian tekan START.
 - g). Pahami prosedur yang tertera pada gambar lalu pilih CONTINUE alat akan running secara otomatis dengan step 1 alat akan filling ke tekanan yang sudah di set, step 2 alat akan purging, step 3 alat kembali filling lalu alat otomatis memanaskan sampel.
 - h). Setelah dipanaskan, kemudian muncul detail program lalu pilih continue.
 - i). Buka penutup wadah sampel lalu ambil bekas sampel dan bersihkan chumber dengan solven dan tisu lalu tekan continue pada layar.
 - j). Kemudian muncul data final sampel pada layar alat.
2. ECH Triator
- a). Siapkan terlebih dahulu sampel biodiesel lalu masukkan ke dalam ECH Triator.
 - b). kemudian tambahkan 50ml alcohol 95% lalu di panaskan dalam penagas air hingga mendidih.
 - c). kemudian tekan tombol merah untuk memulai pengujian. Tunggu hingga 30 lalu hasil pengujian angka asam akan keluar

3.5. Diagram alir penelitian

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



Gambar 3.14. Diagram alir penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

- a). Pada waktu reaksi 5400s dengan nilai oksidasi yang diperoleh yaitu 3180s dan pada waktu reaksi 7200s dengan nilai oksidasi yang di peroleh 4680s. semakin tinggi waktu reaksi maka semakin tinggi hasil oksidasi yang diperoleh. Namun, semakin rendah waktu reaksi maka hasil oksidasi semakin mendekati standart mutu biodiesel yang ditetapkan oleh kementerian ESDM pada tahun 2019 dengan nilai oksidasi 45 menit atau 2700s. sehingga penulis mengambil simpulan bahwa waktu reaksi mempengaruhi hasil oksidasi pada biodiesel. Pada percobaan pertama dengan katalis 0,25% memperoleh hasil 3180s dan percobaan kedua dengan katalis 0,5% memperoleh katalis 4680s. semakin tinggi konsentrasi katalis yang di berikan maka semakin tinggi pula hasil oksidasi yang di hasilkan. Dimana pada penelitian ini semakin rendah konsentrasi katalis maka semakin mendekati pada standart mutu biodiesel yang telah di tetapkan kementerian ESDM pada tahun 2019 sehingga penulis mengambil simpulan bahwasannya jumlah katalis mempengaruhi nilai oksidasi pada biodiesel.
- b). Pada percobaan pertama 5400s dengan nilai angka asam yang diperoleh yaitu 0.67 mgKOH/g dan pada percobaan kedua 7200 dengan nilai angka asam yang diperoleh yaitu 0.523 mgKOH/g. semakin rendah waktu reaksi maka semakin tinggi hasil angka asam yang diperoleh. Namun, Semakin tinggi waktu waktu reaksi maka angka asam semakin mendekati pada standar mutu

biodiesel yang di tetapkan pada tahun 2019 oleh kementerian ESDM dengan nilai angka asam 0.4 mgKOH/g. penulis mengambil simpulan bahwa waktu reaksi mempengaruhi hasil angka asam pada biodiesel. Pada percobaan pertama dengan katalis 0,25% memperoleh hasil 0.67 mgKOH/g dan percobaan kedua dengan katalis 0,5% memperoleh hasil 0.523 mgKOH/g. semakin rendah konsentrasi katalis yang di berikan maka semakin tinggi pula hasil angka asam yang di hasilkan. Dimana pada penelitian ini semakin tinggi konsentrasi katalis maka semakin mendekati pada standar mutu biodiesel yang telah di tetapkan kementerian ESDM pada tahun 2019 sehingga penulis mengambil simpulan bahwasannya jumlah katalis mempengaruhi nilai angka asam pada biodiesel.

5.2 Saran

- a). Untuk proses produksi biodiesel, waktu reaksi transterifikasinya disarankan kurang dari 5400s supaya hasil oksidasi yang peroleh mendekati standart mutu bodiesel.
- b). Untuk proses produksi biodiesel, jumlah katalis yang disarankan harus lebih besar dari 0,5% dari jumlah konsentrasi katalisnya supaya angka asam yang di peroleh mendekati sntandart mutu biodiesel.
- c). Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan metode optimasi untuk mengetahui nilai tengah dari kedua pengjian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Barabas, Istvan, and Ioan-Adrian Todoru. 2011. "Biodiesel Quality, Standards and Properties." *Biodiesel- Quality, Emissions and By-Products*.
- Fukuda, Hideki, Akihiko Kondo, and Hideo Noda. 2001. "Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils." *Journal of Bioscience and Bioengineering* 92(5): 405–16.
- Fukuda, Hideki, Akihiko Kond, and Hide Noda. 2001. "Biodiesel Fuel Production by Transesterification." 92(5).
- Geminastiti. 2012. "Sifat Fisik Dan Kimia Minyak Jelantah."
- Hikmah, Maharani Nurul, and Dan Zuliyana. 2015. "Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Estrans." *Jurnal Teknik Kimia* 3(6): 1–43.
- Jain, Siddharth, and M. P. Sharma. 2010. "Prospects of Biodiesel from Jatropha in India: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(2): 763–71.
- Kementrian ESDM. 2019. "Standar Dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Jenis Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Lain Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri." 189 K/10/Dje/2019: 5.
- Kolakoti, Aditya, Muji Setiyo, and Budi Waluyo. 2021a. "Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Characterization, Modeling and Optimization." *Mechanical Engineering for Society and Industry* 1(1): 22–30.
- . 2021b. "Mechanical Engineering for Society and Industry Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: Characterization , Modeling and Optimization 2 . Material and Methods." 1(1): 22–30.
- Ma, Fangrui, and Milford A Hanna. 1999. "Biodiesel Production: A Review" *Journal Series #12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln.1.* *Bioresource Technology* 70(1): 1–15.
- Miskah, Siti, Ria Apriani, and Dita Miranda. 2017. "Dari Lemak Ayam Dengan Proses Transesterifikasi." *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya* 23(1): 57–66.
- Perry, Robert H., Don W. Green, and James O. Maloney. 1997. Perry's chemical engineers' handbook 7th edition 10. *Transport and Storage of Fluids*.
- Pullen, James, and Khizer Saeed. 2012. "An Overview of Biodiesel Oxidation Stability." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(8): 5924–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.06.024>.
- Shokravi, Hoofar et al. 2021. "Fourth Generation Biofuel from Genetically Modified Algal Biomass: Challenges and Future Directions." *Chemosphere* 285(June).
- Speidel, Harold K., Roger L. Lightner, and Irshad Ahmed. 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: 879–97.
- Staubmann, R. et al. 1999. "Esterase and Lipase Activity in Jatropha Carcass L. Seeds." *Journal of Biotechnology* 75(2–3): 117–26.

- Sudarmadji, S. dkk. 2007. *Analisis Bahan Makanan Dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Taufiqurrahmi, Niken, Abdul Rahman Mohamed, and Subhash Bhatia. 2011. "Production of Biofuel from Waste Cooking Palm Oil Using Nanocrystalline Zeolite as Catalyst: Process Optimization Studies." *Bioresource Technology* 102(22): 10686–94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.08.068>.
- Wahyuni, Silvira, Ramli, and Mahrizal. 2015. "PENGARUH SUHU PROSES DAN LAMA PENGENDAPAN TERHADAP KUALITAS BODIESEL DARI MINYAK JELANTAH Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang 2)." *Pillar of Physics* 6: 33–40.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

