

**STUDI EKSPERIMENTAL BILANGAN OKSIDASI
STABILITAS DAN BILANGAN ASAM BIODIESEL
DIPRODUKSI DARI MINYAK GORENG LIMBAH**

SKRIPSI

OLEH:

**RANDA PRATAMA HARIANTO
178130032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/9/24

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

HALAMAN JUDUL

STUDI EKSPERIMENTAL BILANGAN OKSIDASI STABILITAS DAN BILANGAN ASAM BIODIESEL DIPRODUKSI DARI MINYAK GORENG LIMBAH

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh:

RANDA PRATAMA HARIANTO
178130032

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/9/24

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)12/9/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

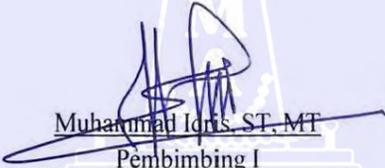
Judul Skripsi : Studi Eksperimental Bilangan Oksidasi Stabilitas dan Bilangan Asam Biodiesel diproduksi dari Minyak Goreng Limbah

Nama Mahasiswa : Randa Pratama Harianto

NIM 178130032

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Muhammad Idris, S.T., MT
Pembimbing I


DR. Eng. Supriatno, S.T., M.T
Dekan


Dr. Iswandi, S.T., M.T
Kaprodi

Tanggal Lulus: 25 maret 2024

HALAMAN PERNYATAAN

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

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

Medan, Maret 2024



Randa Pratama Harianto

178130032

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Randa Pratama Harianto
NPM : 178130032
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Studi Eksperimental Bilangan Oksidasi Stabilitas dan Bilangan Asam Biodiesel diproduksi dari Minyak Goreng Limbah

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada : Maret 2024
Yang menyatakan



(Randa Pratama Harianto)

ABSTRAK

Kekurangan bahan bakar fosil, kekhawatiran lingkungan, dan kenaikan tajam harga bahan bakar fosil mendorong para ilmuwan untuk mencari bahan bakar alternatif. Karakteristik biodiesel telah membuat pencarian produksi biodiesel berkualitas tinggi menjadi menarik. Penggunaan limbah minyak goreng adalah komponen kunci dalam mengurangi biaya produksi biodiesel hingga 60-90%. Para peneliti telah menggunakan berbagai jenis reaksi transesterifikasi katalis homogen dan heterogen untuk produksi biodiesel, dalam penelitian ini menggunakan katalis NaOH 0,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat bahan bakar biodiesel berbasis minyak goreng limbah, mengevaluasi pengaruh variasi waktu reaksi terhadap nilai oksidasi dan nilai asam biodiesel diproduksi dari minyak goreng limbah, menguji secara statistik dengan analisis variasi (ANOVA) pada pengaruh waktu reaksi terhadap nilai oksidasi dan nilai asam biodiesel diproduksi dari minyak goreng limbah. Adapun hasil rendemen optimum diperoleh pada waktu reaksi 90 menit yaitu 97%. Hasil bilangan asam dan bilangan oksidasi variasi waktu masing masing sesuai dengan standar ASTM, EN, SNI. Hasil analisa regresi linear ANOVA bilangan asam disimpulkan bahwa P-value adalah $0,399 > 0,05$ maka variasi waktu tidak berpengaruh signifikan terhadap bilangan asam. Hasil analisa regresi linier ANOVA disimpulkan bahwa P-value sebesar $0,047 < 0,05$ maka waktu berpengaruh signifikan terhadap bilangan oksidasi.

Kata kunci: biodiesel, minyak goreng limbah, bilangan oksidasi, bilangan asam, analisa regresi linier anova

ABSTRACT

Fossil fuel shortages, environmental concerns, and a sharp rise in fossil fuel prices are prompting scientists to look for alternative fuels. The characteristics of biodiesel have made the search for high-quality biodiesel production attractive. The use of cooking oil waste is a key component in reducing the cost of biodiesel production by 60-90%. Researchers have used different types of homogeneous and heterogeneous catalyst transesterification reactions for biodiesel production, in this study using 0.5% NaOH catalyst. The purpose of this study is to make waste cooking oil-based biodiesel fuel, evaluate the effect of reaction time variation on oxidation value and acid value of biodiesel produced from waste cooking oil, test statistically with variation analysis (ANOVA) on the effect of reaction time on oxidation value and acid value of biodiesel produced from waste cooking oil. The optimum yield result is obtained at a reaction time of 90 minutes, which is 97%. The results of acid number and oxidation number of time variations are respectively in accordance with ASTM, EN, SNI standards. The results of the ANOVA linear regression analysis of acid number concluded that the P-value is $0.399 > 0.05$, so the time variation does not have a significant effect on the acid number. The results of the ANOVA linear regression analysis concluded that the P-value of $0.047 < 0.05$ then time has a significant effect on oxidation number.

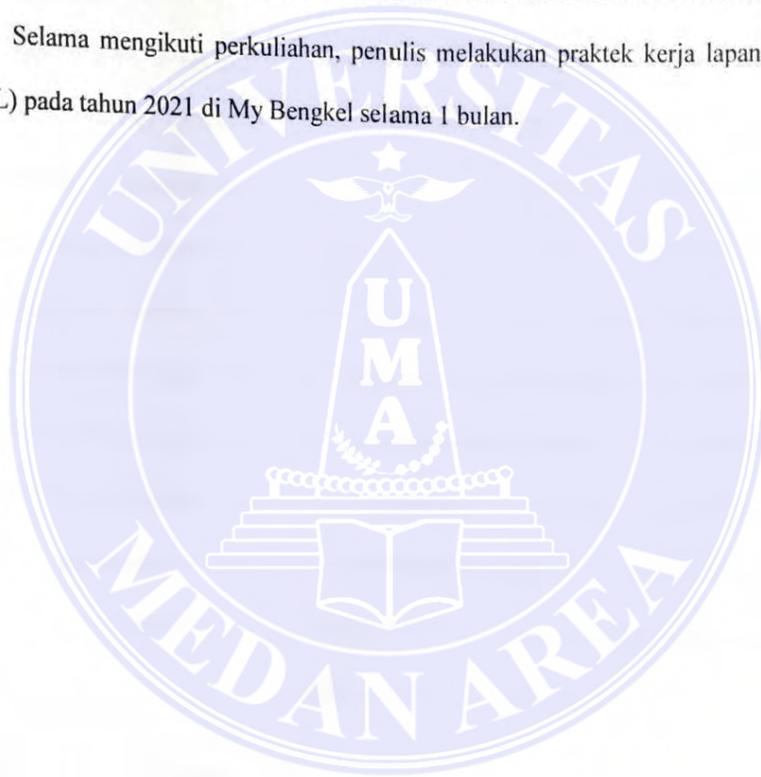
Keywords: biodiesel, waste cooking oil, oxidation number, acid number, anova linear regression analysis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 06 September 1998 dari ayah Windy Harianto dan ibu Maya Marlina. Penulis merupakan putra pertama dari 2 bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK Swasta Panca Budi 1 Medan dan pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) pada tahun 2021 di My Bengkel selama 1 bulan.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ALLAH SWT Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunianya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema dalam penelitian ini adalah konversi energi dengan judul “Studi Eksperimental Bilangan Oksidasi Stabilitas Dan Bilangan Asam Biodiesel Diproduksi Dari Minyak Goreng Limbah”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Muhammad Idris, ST, MT, selaku pembimbing 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 terima kasih 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 terima kasih.

Medan, Maret 2024



Randa Pratama Harianto

DAFTAR ISI

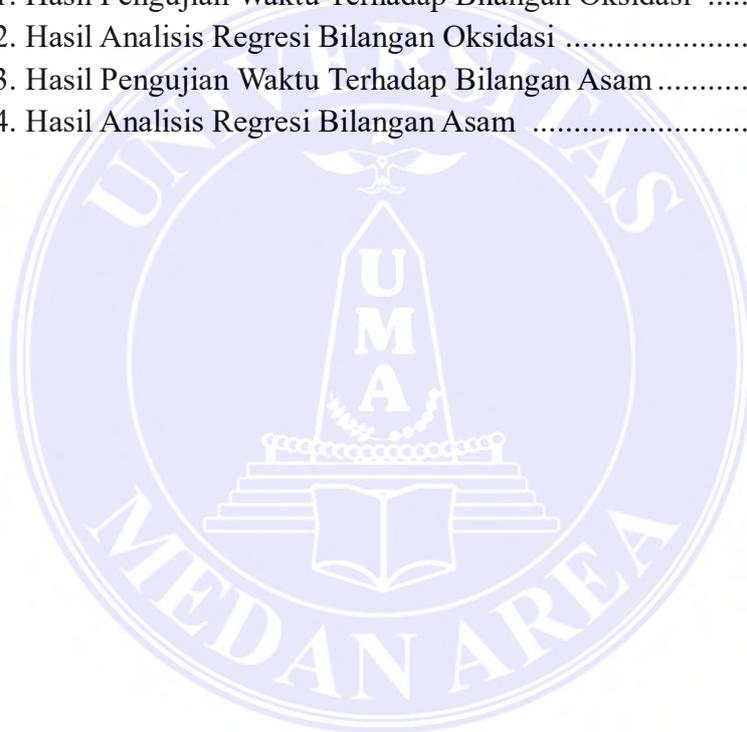
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Minyak Goreng Limbah	5
2.2 Proses Transterifikasi	7
2.2.1 Metanol	8
2.2.2 Katalis	10
2.3 Biodiesel	11
2.3.1 Sifat Baku Mutu Diesel	13
2.3.2 Sifat-Sifat Penting Biodiesel	15
2.4 Analisis Variasi	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	21
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Populasi dan Sampel	24
3.5 Prosedur Kerja	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.1.1 Hasil Pengujian Pengaruh Waktu Terhadap Bilangan Oksidasi	28
4.1.2 Hasil Pengujian Pengaruh Waktu Terhadap Bilangan Asam	29
4.2 Pembahasan	31
4.2.1 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Oksidasi	31
4.2.2 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Asam	33

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-Sifat Minyak Jelantah	6
Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah	6
Tabel 2.3. Sifat-Sifat Dan Kimia Metanol.....	9
Tabel 2.4. Standar dan Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel	13
Tabel 2.5. European Biodiesel Standard (EN)	14
Tabel 2.6. Tabel Biodiesel Standar ASTM	14
Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	20
Tabel 3.2. Bahan	21
Tabel 3.3. Alat	22
Tabel 3.4. Populasi dan Sampel	25
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Waktu Terhadap Bilangan Oksidasi	28
Tabel 4.2. Hasil Analisis Regresi Bilangan Oksidasi	29
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Waktu Terhadap Bilangan Asam	30
Tabel 4.4. Hasil Analisis Regresi Bilangan Asam	31



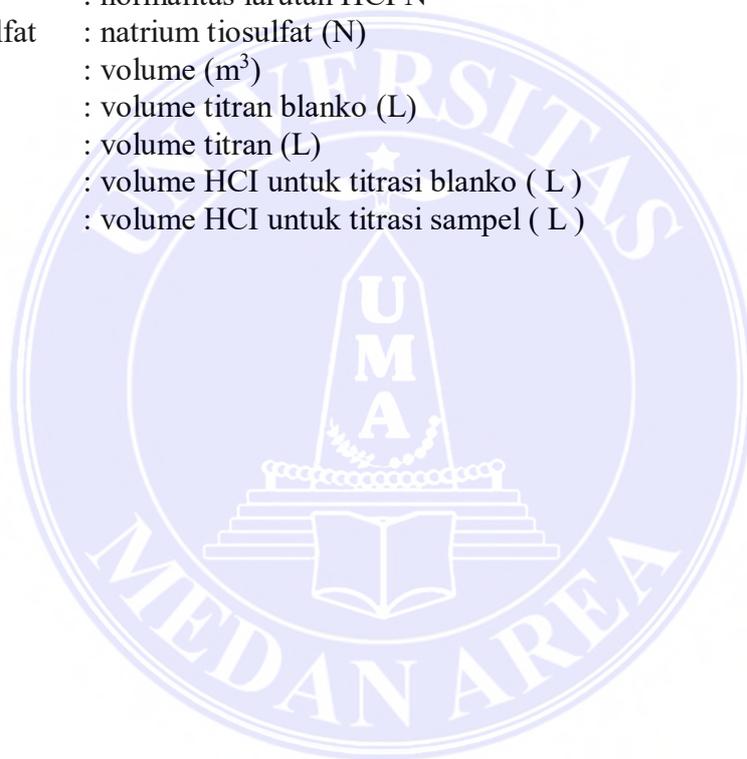
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Homogen	10
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4.1. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Oksidasi	29
Gambar 4.2. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Bilangan Asam	30



DAFTAR NOTASI

BM NaOH	: bobot molekul NaOH (kg/mol)
Bs	: bilangan sabun (mg KOH/g biodiesel)
K	: Koefisien bola baja stainless (mPa.s.m ³ /kg.s)
M	: massa sampel (kg)
M	: berat sampel biodiesel (kg)
M	: massa sampel biodiesel (kg)
m lemak	: massa lemak (kg)
mL NaOH	: Jumlah mL NaOH untuk titrasi (L)
N	: normalitas larutan NaOH (mol/L)
N	: normalitas larutan HCl N
N tiosulfat	: natrium tiosulfat (N)
V	: volume (m ³)
v titran	: volume titran blanko (L)
v titran	: volume titran (L)
Vb	: volume HCl untuk titrasi blanko (L)
Vc	: volume HCl untuk titrasi sampel (L)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penelitian ini difokuskan pada produksi biodiesel dari minyak goreng limbah, yang merupakan salah satu sumber minyak nabati yang melimpah di industri makanan (Chen et al. 2021). Penggunaan minyak goreng limbah sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa keuntungan, seperti pengurangan limbah dan biaya produksi yang lebih rendah (Idris et al. 2023). Namun, sebelum biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar yang efektif, karakteristik dan kualitasnya perlu dipahami dan dievaluasi dengan baik (Mishra, Chauhan, and Mishra 2020).

Salah satu karakteristik penting dari biodiesel yang harus diperhatikan adalah bilangan oksidasi dan stabilitasnya (Politeknik Negeri Medan 2022). Mengevaluasi stabilitas oksidasi biodiesel sangat penting untuk memastikan kualitas dan daya simpannya (Rajamohan et al. 2022).

Selain itu, bilangan asam biodiesel juga merupakan parameter yang penting untuk diketahui (Medan Politeknik Negeri 2022). Bilangan asam mengindikasikan jumlah asam lemak bebas dalam biodiesel. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada sistem bahan bakar dan mengurangi kualitas pembakaran biodiesel (Budiman Abdurakhman et al. 2018).

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah produksi biodiesel dari minyak goreng limbah. Minyak goreng limbah adalah sumber minyak nabati yang melimpah di industri makanan, dan menggunakannya sebagai bahan baku untuk produksi biodiesel menawarkan beberapa keuntungan, seperti pengurangan limbah

dan biaya produksi yang lebih rendah. Namun, sebelum biodiesel dapat digunakan secara efektif sebagai bahan bakar, karakteristik dan kualitasnya perlu dipahami dan dievaluasi dengan baik (Alias et al. 2018).

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menguji stabilitas oksidasi, stabilitas, dan nilai asam biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng limbah, dimana waktu reaksi sebagai parameter penentu luaran yang hendak dicapai. Metodologi penelitian meliputi tahap esterifikasi, transesterifikasi, dan pemurnian biodiesel. Sampel biodiesel yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan metode standar yang relevan untuk mengukur stabilitas oksidasi dan nilai asam (Olatunji, Horsfall, and Ubom 2021) (Sukpancharoen et al. 2023).

Bilangan oksidasi adalah angka yang menunjukkan jumlah elektron suatu atom yang dilepaskan atau diterima atom dalam senyawa, dimana senyawa tersebut terbentuk melalui ikatan ionik. Tanda (+) dan (-) pada biloks ditulis sebelum angkanya.

Minyak goreng yang terkena panas, cahaya, dan oksigen dapat teroksidasi. Minyak yang teroksidasi dapat menghasilkan senyawa berbahaya dan produk sampingan beracun serta membuat makanan Anda terasa tidak enak. Semakin minyak tahan terhadap reaksi dengan oksigen dan penguraiannya, semakin baik untuk memasak. Kualitas ini diukur sebagai stabilitas oksidatif dan dianggap oleh banyak ahli minyak sebagai prediktor terbaik mengenai kinerja minyak selama memasak. Stabilitas oksidatif diukur melalui waktu induksi. Ini adalah titik ketika minyak terurai dan berpotensi menghasilkan senyawa berbahaya. Semakin besar waktu induksi menunjukkan suatu minyak lebih tahan terhadap oksidasi, semakin pendek waktu induksi berarti minyak akan mudah teroksidasi.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menguji stabilitas oksidasi, dan nilai asam biodiesel yang dihasilkan dari minyak goreng limbah, dimana kedua karakteristik ini dipengaruhi oleh waktu reaksi. Oleh karena itu perlu dirumuskan; apakah variasi waktu reaksi memberikan dampak signifikan terhadap dua karakteristik yang dimaksud.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

- a. Untuk mengetahui apakah bilangan oksidasi yang didapatkan memenuhi standar yang telah ditentukan
- b. Untuk mengetahui apakah bilangan asam yang didapatkan memenuhi standar yang telah ditentukan
- c. Untuk mengetahui apakah waktu reaksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bilangan oksidasi dan bilangan asam

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis ini didasarkan pada asumsi bahwa waktu reaksi akan mempengaruhi tingkat oksidasi tingkat keasaman dalam proses produksi biodiesel. Bahwa ada korelasi antara waktu reaksi dan tingkat oksidasi dan nilai asam biodiesel. Oleh karena itu, variasi waktu reaksi yang berbeda akan menghasilkan biodiesel dengan tingkat oksidasi yang berbeda pula, maka :

- a. H_0 = Nilai rata-rata karakteristik biodiesel sama dengan standard

- b. H_1 = Nilai rata-rata karakteristik biodiesel tidak sama dengan standard
- c. Taraf signifikan, $\alpha = 5 \%$
- d. Uji statistik
- e. Kriteria H_0 jika nilai p-value $< 0,05$

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat mengetahui apakah bilangan oksidasi yang diperoleh memenuhi standar yang telah ditentukan
- b. Dapat mengetahui apakah bilangan asam yang diperoleh memenuhi standar yang telah ditentukan
- c. Dapat mengetahui apakah waktu reaksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bilangan oksidasi dan bilangan asam

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng Limbah

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 takjenuh 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 bias terjadi salah satunya disebabkan oleh pemanasan yang melebihi standar. Standar proses penggorengan normalnya berada dalam kisaran suhu 177 – 221°C. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu

antara 200-300°C. Pada suhu seperti ini, ikatan rangkap 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 pada tabel 2.1. dibawah ini.

Tabel 2.1. Sifat-sifat minyak jelantah

No	Sifat Fisik Minyak Jelantah	Sifat Kimia Minyak Jelantah
1	Warna coklat kekuningan	Hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol
2	Berbau tengik	Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak
3	Terdapat Endapan	Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak

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

Tabel 2.2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah

No	Kriteria	Nilai	Satuan
1	Asam Palmitat	21,47	wt%
2	Asam Stearat	13	wt%
3	Asam Oleat	28,64	wt%

4	Asam Linoleat	13,58	wt%
5	Asam Linoleneat	1,59	wt%
6	Asam Miristat	3,21	wt%
7	Asam Laurat	1,1	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 pemisah.

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 liserol. 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 kedalam 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 metal atau etilester dengan mereaksikan

komponen minyak yaitu trigliserida dengan alkohol (methanol 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 metilester (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

Metanol atau metil alkohol 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 dari pada etanol). Penggunaan metanol sebesar 85% digunakan sebagai bahan baku serta bahan pelarut sintetis. Dalam hal ini metanol direaksikan dengan trigliserida akan menghasilkan metilester. 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 Dan Kima Metanol

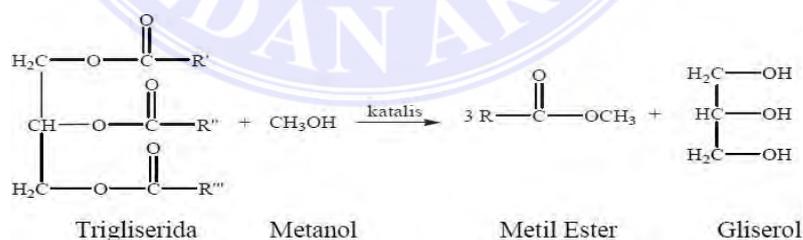
No	Karakteristik	Nilai
1	Massa molar	32.04 g/mol
2	Wujud cairan	Tidak berwarna
3	<i>Spesific gravity</i>	0.7918
4	Titik leleh	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
5	Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
6	Kelarutan dalam air	sangat larut
7	Keasaman (pKa)	~ 15.5

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 metilester. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena metanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

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 ditambahkan. 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.



Gambar 2.1. Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Homogen

Penelitian akan membahas katalis homogen karena katalis homogen lebih baik daripada jenis katalis lainnya untuk proses transesterifikasi biodiesel. Katalis homogen adalah katalis yang wujudnya sama dengan wujud reaktannya. Dalam

reaksi kimia, katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara (fasilitator). Beberapa jenis katalis homogen yang telah digunakan antara lain NaOH, KOH, ZA, ZA kering, ZKOH, dan Z-KOH kering.

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 flashpoint (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 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 monoalkilester 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 monoalkyl 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 permillion) sulfur. Biodiesel mengandung 11% oksigen dalam persen berat yang keberadaannya mengakibatkan berkurangnya kandungan energi namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), partikulat dan jelaga. Kandungan energi biodiese 110% lebih rendah bila dibandingkan dengan solar, sedangkan efisiensi bahan bakar biodiesel lebih kurang dapat dikatakan sama dengan solar, yang berarti

aya 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 Diesel

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 Mutu Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel 2019 (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		nomor 1
6	Residu karbon dalam percontoh asli; atau dalam 10% ampasdistilasi	%-massa, maks	0,05 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 /100g), maks	115
16	Kestabilan oksidasi periode induksi metode rancimat	Menit	45

17	Monogliserida	%-massa, maks	0,55
18	Warna	Maks	3
19	Kadar air	Ppm, maks	350

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

Tabel 2.5. European biodiesel standard (EN)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Densityat 15°C	kg/m ²	860-900
2	Viscosityat 40°C	mm ² /s	3,5-5,0
3	Flashpoint	°C	120
4	Sulfurcontent	mg/kg	10.0
5	Carbonresidue	%(m/m)	0.30
6	Sulfated ash content	%(m/m)	0.02
7	Watercontent	mg/kg	500
8	Total contamitaion	mg/kg	24
9	Oxidative stability 110 ⁰ C	Hours	4.0
10	Acidvalue	mg KOH/g	0,50
11	Iodinevalue	gI/100g	130
12	Linolenicacidcontent	%(m/m)	12
13	Methanolcontent	%(m/m)	0.20
14	Monoglyceridecontent	%(m/m)	0.80
15	Diglyceridecontent	%(m/m)	0.20
16	Triglyceridecontent	%(m/m)	0.20
17	Freeglycerine	%(m/m)	0.02
18	Totalglycerine	%(m/m)	0.25
19	Alkalimetals (Na+K)	mg/kg	5.0
20	Earthalkalimetals (Ca+Mg)	mg/kg	5.0
21	Phosphoruscontent	mg/kg	10.0

Berikut ini standar parameter ASTM pada biodiesel, dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6. Tabel Biodiesel Standar ASTM

No	Parameter Uji	Satuan min/maks	Persyaratan
1	Density at 15°C	kg/m ³	890
2	Distillation T90	°C	360

3	Sulfatedash	%(m/m)	0,20
4	Viscosityat 40°C	mm ² /s	3,5-5,0
5	Flashpoint	°C	120
6	Estercontent	%(m/m)	96,5
7	Phosphorus	mg/kg	10
8	Acidvalue	mgKOH/g	0,80
9	Totalcontamination	mg/kg	24
10	Freeglycerol	%(m/m)	0,02

2.3.2 Sifat-Sifat Penting Biodiesel

a. Bilangan Asam

Pengukuran bilangan asam dilakukan dengan cara titrasi menggunakan larutan NaOH 0.025 N. Angka asam biodiesel standarisasi SNI, ASTM, EN adalah minimal 0.5.

b. Bilangan Iodin

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

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

c. Angka Sentana

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.

d. 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, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

e. 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 risiko berbahaya pada saat penyimpanan.

f. 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.

g. 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 (2.1).

$$\eta_{bd} = K (\bar{\rho}_{bola} - \bar{\rho}_{bd}) t \dots\dots\dots (2.1)$$

η_{bd} = Viskositas biodiesel (cST)

K = Koefisien bola baja *stainless* (mPa.s.m³/kg.s)

$\bar{\rho}_{bola}$ = Massa jenis bola baja (kg/l)

$\bar{\rho}_{bd}$ = Masa jenis biodiesel (kg/m³)

t = Waktu aliran bola (s)

2.4 Analisis Variasi

Analisis variasi, atau dikenal juga dengan istilah ANOVA (Analysis of Variance) adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata antara tiga atau lebih kelompok atau perlakuan yang berbeda. Teknik ini sangat berguna dalam penelitian ilmiah, eksperimen, dan studi komparatif yang melibatkan pengumpulan data dari beberapa kelompok (Bustami, Abdullah, and Fadlisayah 2014).

Tujuan utama analisis variasi adalah untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelompok. Dalam hal ini, "variasi" mengacu pada variasi dalam data yang disebabkan oleh faktor-faktor yang berbeda seperti perlakuan atau kelompok.

ANOVA beroperasi berdasarkan premis bahwa variasi dalam data dapat dibagi menjadi dua komponen utama: variasi antar kelompok (between-group variation) dan variasi dalam kelompok (within-group variation). Jika variasi antar kelompok melebihi variasi dalam kelompok, itu menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok tersebut.

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam melakukan analisis variasi (ANOVA):

- a. Menentukan hipotesis nol (null hypothesis) dan hipotesis alternatif (alternative hypothesis). Hipotesis nol menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok, sementara hipotesis alternatif menyatakan bahwa ada perbedaan signifikan antara kelompok.
- b. Mengumpulkan data dari masing-masing kelompok atau perlakuan yang akan dibandingkan.
- c. Menghitung statistik uji ANOVA, yang disebut F-ratio atau F-statistic. F-ratio dihitung dengan membandingkan variasi antar kelompok dengan variasi dalam kelompok.
- d. Menentukan nilai kritis atau batas signifikansi untuk F-ratio. Ini menentukan apakah perbedaan antar kelompok itu signifikan atau hanya terjadi secara kebetulan.
- e. Membandingkan nilai F-ratio yang dihitung dengan nilai kritis. Jika nilai F-ratio yang dihitung lebih besar dari nilai kritis, maka hipotesis nol ditolak dan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok-kelompok tersebut. Jika nilai F-ratio yang dihitung lebih kecil dari nilai kritis, maka hipotesis nol

diterima dan tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok-kelompok tersebut.

Jika terdapat perbedaan yang signifikan, analisis lebih lanjut seperti uji post-hoc dapat dilakukan untuk menentukan perbedaan yang spesifik antara kelompok-kelompok.

ANOVA memiliki beberapa variasi dan aplikasi yang lebih kompleks, seperti ANOVA satu arah (one-way ANOVA; persamaan 2.2) untuk membandingkan kelompok-kelompok tunggal, ANOVA dua arah (two-way ANOVA) untuk membandingkan dua faktor atau perlakuan, ANOVA faktorial untuk membandingkan efek interaksi antara beberapa faktor, dan lain sebagainya.

Dengan menggunakan analisis variasi (ANOVA), peneliti dapat menyimpulkan apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok atau perlakuan, serta memahami efek faktor-faktor tersebut terhadap variabel yang diamati.

$$\frac{(\sum X_{Ai})^2}{N_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \dots\dots\dots (2.2)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Laboratorium Energi Baru Terbarukan (EBT) Politeknik Negeri Medan dan dengan waktu selama empat bulan, sebagaimana yang terlihat pada tabel 3.1.1. sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktivitas	2024															
	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul																
Penulisan Proposal																
Seminar Proposal																
Proses Penelitian																
Pengolahan Data																
Penyelesaian Laporan																
Seminar Hasil																
Evaluasi dan Persiapan																
Sidang																
Sidang Sarjana																

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dilihat tabel

3.2. dan tabel 3.3. sebagai berikut :

Tabel 3.2. Bahan dalam Pembuatan Biodiesel

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
1	Larutan metanol (CH ₃ OH)		Metanol atau juga disebut dengan metilalkohol adalah bentuk alkohol paling sederhana, yang berbentuk cairan ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun. Pada penelitian ini methanol berfungsi sebagai campuran dengan katalis pada proses trasenterifikasi dalam pembuatan biodiesel. Larutan metanol (CH ₃ OH)
2	Minyak Goreng limbah		Minyak goreng limbah merupakan bahan utama dalam pembuatan biodiesel pada penelitian ini, dalam hal ini minyak goreng yang digunakan ialah diambil dari sisa rumah makan dan restoran.
3	Aquadest		Aquadest 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
4	Natrium hidroksida (NaOH)		Natrium hidroksida atau soda api adalah senyawa ionic yang berbentuk padatan putih, pada penelitan ini natrium hiroksida digunakan sebagai katalis pada pembuatan biodiesel

Tabel 3.3. Alat dalam Pengujian Bilangan Asam dan Bilangan Oksidasi

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
1	Triator		Alat pengujian ini digunakan untuk menentukan bilangan asam.
2	Kertas Saring		Kertas saring digunakan menyaring sampah dari sisa masakan pada minyak goreng limbah dan juga berfungsi untuk menyaring sisa katalis pada proses trasterifikasi.
3	Termometer		Termometer memiliki fungsi untuk mengukur suhu pada minyak goreng bekas dan air pada saat di hangatkan dengan temperatur yang di inginkan
4	Corong		Corong di gunakan untuk digunakan untuk memindahkan biodiesel atau methanol dari botol satu hingga kebotol lainnya dengan baik tanpa adanya terbuang / keluar
5	SarungTangan		Sarung tangan digunnnakan untuk melindungi tangan dari bahan kimia yang dapat menyebabkan kulit melepuh pada saat pembuatan biodiesel

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
6	<i>Oxidation Stability Tester</i>		Alat pengujian ini digunakan untuk mengetahui stabilitas bilangan oksidasi pada biodiesel
7	<i>ECH Triator</i>		Alat yang digunakan untuk menguji bilangan asam pada biodiesel

3.3 Metode Penelitian

Persiapan sampel biodiesel : setelah transesterifikasi minyak goreng limbah menjadi biodiesel, persiapkan beberapa sampel biodiesel dengan menggunakan waktu reaksi yang berbeda. Misalnya, buat sampel biodiesel dengan waktu reaksi 60, 70, 80, 90 dan 100 menit. Memastikan semua sampel biodiesel memiliki kondisi dan bahan baku yang sama, kecuali untuk waktu reaksi yang berbeda.

Penentuan bilangan oksidasi menggunakan metode ASTM D664 untuk mengukur stabilitas oksidatif dari masing-masing sampel biodiesel. Dalam metode ini, setiap sampel biodiesel ditempatkan dalam reaktor yang dipanaskan pada suhu tertentu. Udara dialirkan melalui sampel biodiesel, dan reaksi oksidasi yang terjadi akan mempengaruhi arus listrik yang dihasilkan. Catat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat perubahan arus listrik tertentu, yang menunjukkan bilangan oksidasi. Mengulangi pengujian ini untuk semua sampel biodiesel dengan waktu reaksi yang berbeda.

Menganalisis bilangan asam, untuk mengukur bilangan asam dari masing masing sampel biodiesel, gunakan metode titrasi asam. Larutkan setiap sampel biodiesel dalam pelarut netral seperti heksana. Titrasi larutan biodiesel dengan larutan basa, seperti natrium hidroksida, menggunakan indikator asam-basa. Rekam volume larutan basa yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen, yang menunjukkan bilangan asam biodiesel. mengulangi pengujian ini untuk semua sampel biodiesel dengan waktu reaksi yang berbeda.

Melakukan analisis statistik, setelah mendapatkan data bilangan oksidasi dan bilangan asam untuk setiap sampel biodiesel dengan waktu reaksi yang berbeda, lakukan analisis statistik untuk mengevaluasi pengaruh waktu reaksi terhadap kedua parameter tersebut. Gunakan metode statistik seperti analisis varians (ANOVA) untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan antara sampel dengan waktu reaksi yang berbeda. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, lakukan uji lanjutan, seperti uji post-hoc, untuk menentukan perbedaan yang spesifik antara kelompok sampel.

3.4 Populasi dan Sampel

Dalam konteks teknis analisis dan metode pengujian pengaruh reaksi waktu terhadap bilangan oksidasi dan bilangan asam pada pembuatan biodiesel berbasis minyak goreng limbah, populasi dan sampel dapat dijelaskan sebagai berikut (tabel 3.4.). Populasi ini mencakup semua kemungkinan kombinasi waktu reaksi yang mungkin digunakan dalam pembuatan biodiesel berbasis minyak goreng limbah. Sampel ini terdiri dari beberapa sampel biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan waktu reaksi yang berbeda.

Tabel 3.4. Populasi dan sampel

NO	WAKTU REAKSI	BILANGAN OKSIDASI	BILANGAN ASAM
1	60	-	-
2	70	-	-
3	80	-	-
4	90	-	-
5	100	-	-

Teknis analisis dan metode pengujian pengaruh reaksi waktu terhadap bilangan oksidasi dan bilangan asam, sampel-sampel ini akan diuji menggunakan metode yang telah dijelaskan sebelumnya. Hasil dari pengujian sampel akan memberikan pemahaman tentang pengaruh reaksi waktu terhadap kedua parameter tersebut. Namun, penting untuk diingat bahwa kesimpulan yang ditarik dari sampel-sampel tersebut harus diterapkan dengan hati-hati ke dalam populasi.

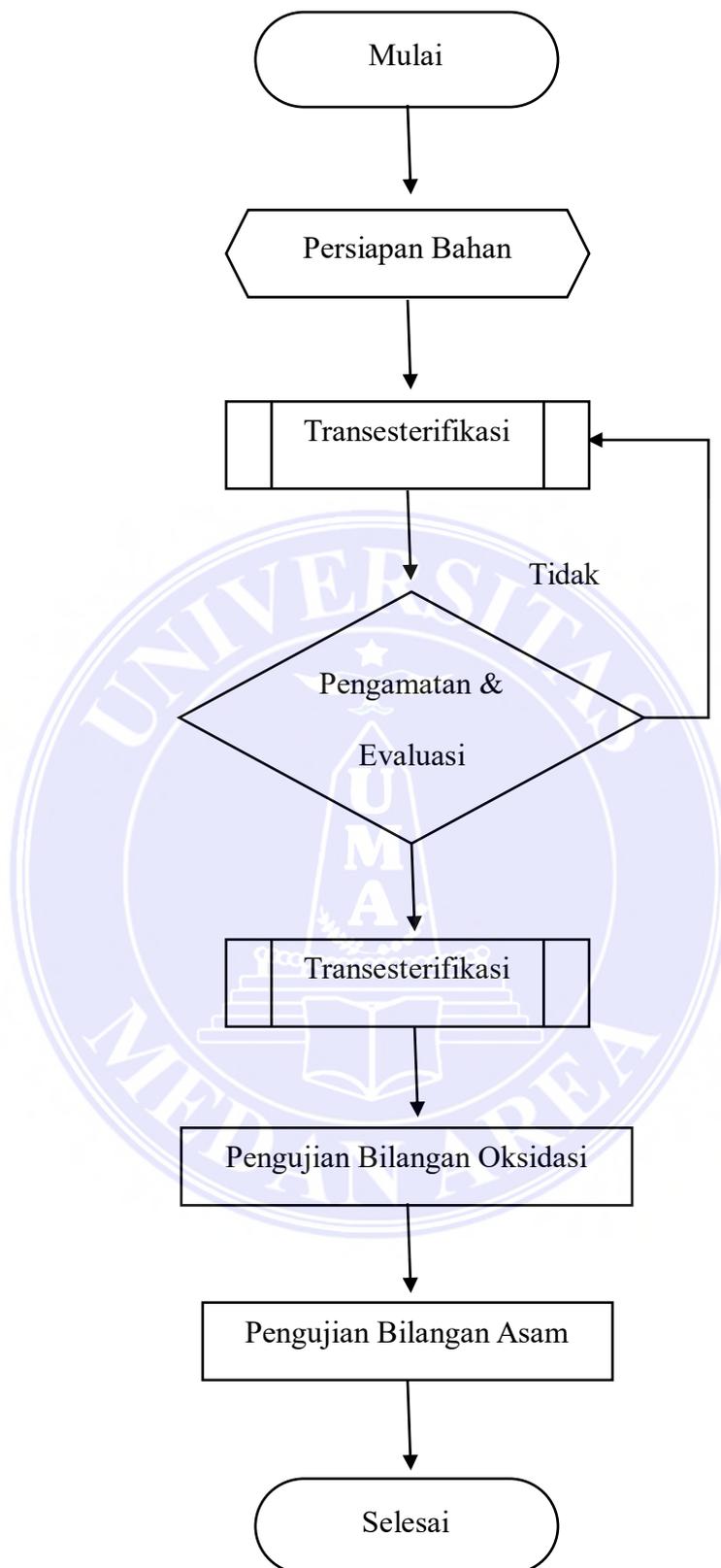
3.5 Prosedur Kerja

Berikut adalah uraian prosedur kerja yang dapat dilakukan dalam penelitian untuk menguji pengaruh waktu reaksi terhadap nilai oksidasi dan nilai asam biodiesel berbasis minyak goreng limbah (gambar 3.1.) :

1. Persiapan bahan baku : Kumpulkan minyak goreng limbah yang akan digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel. Pastikan untuk menyimpan sampel-sampel minyak goreng limbah yang mewakili variasi dalam sumber atau metode pengolahan.
2. Transesterifikasi : Lakukan proses transesterifikasi pada minyak goreng limbah untuk mengubahnya menjadi biodiesel. Metode transesterifikasi yang dipakai pada penelitian ini adalah metode alkali atau metode asam. Selama

proses transesterifikasi, buat sampel biodiesel dengan waktu reaksi 60; 70; 80; 90 ; 100 (menit) pada setiap percobaan.

3. Pengujian bilangan oksidasi : Ambil sampel dari masing-masing biodiesel yang dihasilkan dengan waktu reaksi yang berbeda. Gunakan metode analisis bilangan oksidasi Rancimat. Tempatkan sampel biodiesel dalam reaktor Rancimat yang telah dipanaskan. Alirkan udara melalui sampel biodiesel, dan catat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai perubahan arus listrik tertentu. Waktu dicatat untuk menghitung nilai oksidasi biodiesel.
4. Pengujian bilangan asam : Ambil sampel dari masing-masing biodiesel dengan waktu reaksi yang berbeda. Lakukan analisis bilangan asam pada sampel-sampel biodiesel tersebut. Larutkan setiap sampel dalam pelarut netral seperti heksana. Gunakan metode titrasi asam untuk menentukan bilangan asam biodiesel. Titrasi larutan biodiesel dengan larutan basa seperti natrium hidroksida dan catat volume larutan basa yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen.
5. Analisis data : Setelah mendapatkan hasil nilai oksidasi dan nilai asam dari masing-masing sampel biodiesel dengan waktu reaksi yang berbeda, analisis data dapat dilakukan. Gunakan metode statistik seperti analisis varians (ANOVA) untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan antara sampel-sampel dengan waktu reaksi yang berbeda. Jika ada perbedaan yang signifikan, lakukan uji lanjutan untuk menentukan perbedaan spesifik antara kelompok sampel. Lakukan replikasi pengujian untuk meningkatkan kepercayaan pada hasil.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Bilangan oksidasi biodiesel yang didapatkan memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu sebesar 4
2. Bilangan asam biodiesel yang didapatkan memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu sebesar 0,4
3. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa waktu reaksi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap bilangan oksidasi dan bilangan asam biodiesel

5.2 Saran

Disadari bahwa pada penelitian ini masih ada beberapa kekurangan maka untuk mengembangkan dan memperbaiki penelitian selanjutnya, tentunya disarankan agar perlu dilakukan beberapa macam uji karakteristik biodiesel yang lainnya. Uji kualitas lainnya tersebut yakni kadar abu, cetane number, kadar sulfur, kadar karbon, kadar air, uji korosi, belerang, dan uji lainnya. Dan uji pengaplikasian performance pada mesin diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alias, Nur Imamelisa, Javendra Kumar, A / L Jayakumar, and Shahrom Md Zain. 2018. "Characterization of Waste Cooking Oil for Biodiesel Production (Pencirian Sisa Minyak Masak Untuk Penghasilan Biodisel)." *Jurnal Kejuruteraan SI* 1(2): 79–83. <http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2018-si1>.
- Budiman Abdurakhman, Yuanita et al. 2018. "Techno-Economic Analysis of Biodiesel Production Process from Waste Cooking Oil Using Catalytic Membrane Reactor and Realistic Feed Composition." *Chemical Engineering Research and Design* 134(June): 564–74.
- Bustami, Dahlan Abdullah, and Fadlisayah. 2014. "Statistika Parametrik." *Statistika Terapannya pada bidang Informatika*: 219. <https://repository.unimal.ac.id/2485/>.
- Chen, Chuangbin et al. 2021. "Sustainability and Challenges in Biodiesel Production from Waste Cooking Oil: An Advanced Bibliometric Analysis." *Energy Reports* 7: 4022–34. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.06.084>.
- Cordero-Ravelo, V., & Schallenberg-Rodriguez, J. (2018). Biodiesel production as a solution to waste cooking oil (WCO) disposal. Will any type of WCO do for a transesterification process? A quality assessment. *Journal of environmental management*, 228, 117-129.
- ESDM, Kemetrian. 2019. "189 K 2019_Kepdirjen EBTKE Tentang Standar Dan Mutu BBN Jenis Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Lain Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri .Pdf."
- Fukuda, Hideki, Akihiko Kondo, and Hideo Noda. 2001. "Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils." *Journal of Bioscience and Bioengineering* 92(5): 405– 16.
- Hikmah, Maharani Nurul, and Dan Zuliyana. 2015. "Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Estrans." *Jurnal Teknik Kimia* 3(6): 1–43.
- Idris, M., Husin, I., Hermawan, I., Novalia, U., Batubara, R., Pambudi, N. A., & Sarifudin, A. J. E. E. J. A. E. E. (2023). Engine Performance Using Blended Fuels of Biodiesel and Eco Diesel. *120*(1), 107-123.
- 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
- Kerras, H., Outili, N., & Meniai, A.-H. J. C. R. C. (2023). Waste cooking oil pretreatment using microwave and ultrasound methods. *26*(S1), 1-14.
- Kumar, N. J. F. (2017). Oxidative stability of biodiesel: Causes, effects and prevention. *190*, 328-350.
- 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.
- Medan Politeknik Negeri. 2022. *Laporan Hasil Uji Bilangan Iodine Dan Bilangan Asam*.

- Mishra, Saumitra, Ankitkumar Chauhan, and Kirti Bhushan Mishra. 2020. "Role of Binary and Ternary Blends of WCO Biodiesel on Emission Reduction in Diesel Engine." *Fuel* 262.
- Milano, J., Ong, H. C., Masjuki, H. H., Silitonga, A. S., Kusumo, F., Dharma, S., . . . Wang, C.-T. (2018). Physicochemical property enhancement of biodiesel synthesis from hybrid feedstocks of waste cooking vegetable oil and Beauty leaf oil through optimized alkaline-catalysed transesterification. *Waste Management*, 80, 435-449.
- Milano, J., Shamsuddin, A. H., Silitonga, A., Sebayang, A., Siregar, M. A., Masjuki, H., . . . Zamri, M. (2022). Tribological study on the biodiesel produced from waste cooking oil, waste cooking oil blend with *Calophyllum inophyllum* and its diesel blends on lubricant oil. *Energy Reports*, 8, 1578-1590.
- Nurfadillah, N. (2011). *Pembuatan dan Uji Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar,
- Olatunji, O. M., I. T. Horsfall, and E. V. Ubom. 2021. "Response Surface Optimization Approach to Predict the Maximum %biodiesel Yield via Transesterification of Esterified Shea Butter Oil by Utilizing Bio-Catalysts." *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* 4(June): 100167. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100167>.
- Perry, Robert H., Don W. Green, and James O. Maloney. 1997. Perry's chemical engineers' handbook 7th edition 10. *Transport and Storage of Fluids*.
- Politeknik Negeri Medan. 2022. "Laporan Hasil Uji Oksidasi." (10): 21751056.
- Rajamohan, Sakthivel et al. 2022. "Evaluation of Oxidation Stability and Engine Behaviors Operated by Prosopis Juliflora Biodiesel/Diesel Fuel Blends with Presence of Synthetic Antioxidant." *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 52(PA): 102086. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102086>.
- Sebayang, A., Milano, J., Alfansuri, M., Silitonga, A., Kusumo, F., Prahmana, R. A., . . . Zamri, M. J. E. R. (2022). Modelling and prediction approach for engine performance and exhaust emission based on artificial intelligence of *sterculia foetida* biodiesel. 8, 8333-8345.
- Sudarmadji. S. dkk. 2007. *Analisis Bahan Makanan Dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sukpancharoen, Sombon, Tossapon Katongtung, Nopporn Rattanachoung, and Nakorn Tippayawong. 2023. "Unlocking the Potential of Transesterification Catalysts for Biodiesel Production through Machine Learning Approach." *Bioresource Technology* 378(March): 128961. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128961>.
- Uğuz, G. J. B. C., & Biorefinery. (2023). Antioxidant effect of clove oil on biodiesel produced from waste cooking oil. *13*(1), 367-373.
- Yaakob, Z., Narayanan, B. N., Padikkaparambil, S. J. R., & Reviews, S. E. (2014). A review on the oxidation stability of biodiesel. 35, 136-153.
- Yadav, K., Kumar, N., & Chaudhary, R. (2023). Effect of L-Ascorbic Acid Antioxidant on Oxidation Stability of Biodiesel. In *Emerging Trends in Mechanical and Industrial Engineering: Select Proceedings of ICETMIE 2022* (pp. 419-429): Springer.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

LAPORAN HASIL UJI OKSIDASI DAN ANGKA ASAM BIODIESEL MINYAK JELANTAH

No : 21/EBT/EN/2023

Nama : Randa Pratama Harianto
 Perusahaan/ Instituti : Universitas Medan Area
 Jenis Sampel : Biodiesel Minyak Jelantah

Tabel 1. Hasil Uji Oksidasi dan Angka Asam Biodiesel Minyak Jelantah

Properties	Unit	ASTM and EN standard		Biodiesel Minyak Jelantah						
		ASTM D6751	Standard method	EN 14214	Standard method	60 menit	70 menit	80 menit	90 menit	100 menit
Oxidation stability 110 °C	%h	3 (min)	EN 14112	6 (min)	EN ISO 14112	4.64	5.17	6.32	7.24	6.55
Acid value	mg KOH/g	0,5 (max)	D664	0.5 (max)	EN ISO 14104	0.21	0.27	0.17	0.178	0.21

Diuji Oleh

 Bela Nurulita, S.T

Tanggal: