

**KARAKTERISTIK BODIESEL BERBAHAN MINYAK JELANTAH
YANG DIHASILKAN MELALUI VARIASI PERBANDINGAN KADAR
METANOL DAN KATALIS**

SKRIPSI

Oleh:
ZUYYINATUS SAKINAH
NIM. 18640024



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PENGANTAR

**KARAKTERISTIK BIODIESEL BERBAHAN MINYAK JELANTAH YANG
DIHASILKAN MELALUI VARIASI PERBANDINGAN KADAR METANOL
DAN KATALIS**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)**

**Oleh:
ZUYYINATUS SAKINAH
NIM. 18640024**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

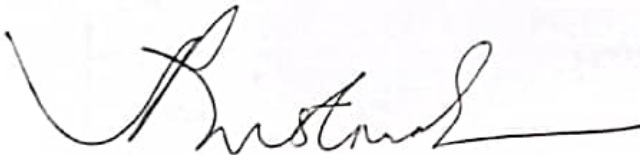
**KARAKTERISTIK BIODIESEL BERBAHAN MINYAK JELANTAH YANG
DIHASILKAN MELALUI VARIASI PERBANDINGAN KADAR METANOL
DAN KATALIS**

SKRIPSI

Oleh:
ZUYYINATUS SAKINAH
NIM. 18640024

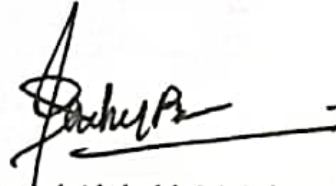
Telah diperiksa dan disetujui untuk Diseminarkan
Pada tanggal, 20 Desember 2022

Pembimbing I



Drs. Cecep E Rustana, B.Sc Hons., Ph.D.
NIP. 19590729 198602 1 001

Pembimbing II



Ahmad Abthoki, M. Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Inram Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002



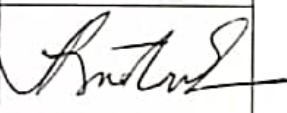
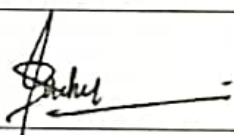
HALAMAN PENGESAHAN

KARAKTERISTIK BIODIESEL BERBAHAN MINYAK JELANTAH YANG DIHASILKAN MELALUI VARIASI PERBANDINGAN KADAR METANOL DAN KATALIS

SKRIPSI

Oleh:
ZUYYINATUS SAKINAH
NIM. 18640024

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal: 20 Desember 2022

Penguji Utama	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Ketua Penguji	<u>Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Sekretaris Penguji	<u>Drs. Cecep Rustana, B.Sc(Hons)., Ph.D.</u> NIP. 19590729 198602 1 001	
Anggota Penguji	<u>Ahmad Abthoki, M. Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi


Dr. Irfan Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN


Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zuyyinatus Sakinah
NIM : 18640024
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Karakteristik Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah yang
Dihasilkan Melalui Variasi Perbandingan Kadar Metanol dan
Katalis

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa karya tulis atau skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan dari karya ilmiah lain yang sebelumnya pernah dibuat dan dilakukan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan telah disebutkan dengan menyertakan sumber kutipan dan daftar pustaka. Naskah ini hasil dari pengambilan data penelitian dan menulis naskah ini berdasarkan sumber atau referensi yang digunakan. Apabila kemudian hari hasil penelitian dan tulisan ini terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima saksi atas perbuatan ini.

Malang, 20 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Zuyyinatus Sakinah
NIM. 18640024

MOTTO

DIPAKSA, TERPAKSA, TERBIASA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orangtua saya, yakni Bapak Abdus Salam dan Ibu Siti Nur Kaulah yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini serta keluarga besar yang selalu mendoakan kelancaran dalam menjalankan studi hingga lulus.
2. Seluruh dosen fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya pembimbing saya, yakni bapak Drs. Cecep E Rustana, B.Sc Hons., Ph.D yang telah banyak membantu dan membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Bapak Ahmad Abthoki, M. Pd yang selalu mengingatkan saya untuk selalu mengaji kitab suci Al-Qur'an.
3. Teman-teman terdekat yang telah memberikan dukungan secara emosional dan bantuannya, semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua. Aamiin.
4. Diri saya sendiri Zuyyinatus Sakinah.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat yang begitu luasnya kepada kami, sehingga sampai saat ini penulis dapat merampungkan penelitian skripsi dengan tepat waktu. Adapun penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat penyelesaian tugas akhir sarjana strata satu (S1). Pada skripsi penelitian ini, penulis mengambil judul **“Karakteristik Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah yang Dihasilkan Melalui Variasi Perbandingan Kadar Metanol dan Katalis”**. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan pencerahan seperti saat ini.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih dan harapan jazakumullah al-khair kepada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan pengarahan dalam penulisan skripsi ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Cecep E Rustana, B.Sc Hons., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Skripsi dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan Skripsi dengan baik.

5. Bapak Ahmad Abthoki, M. Pd selaku Dosen Pembimbing Integrasi Skripsi dengan sabar membimbing dengan teliti dan memberikan arahan untuk penulisan sehingga mampu menyelesaikan Skripsi dengan baik.
6. Bapak dan Ibu Penguji yang telah memberikan masukan ide dan moral.
7. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah sabar memberikan ilmunya terhadap saya.
8. Orangtua dan keluarga yang tak lelah mendukung dan memberikan doa hingga saat ini.
9. Teman-teman fisika semua angkatan yang selalu membantu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan membantu motivasi, doa dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah membalas kebaikan mereka semua. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari mata sempurna maka penulis mohon masukan dan kritikan supaya dapat mengevaluasi dan memperbaiki agar lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, 20 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
تجريد	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Biodiesel	7
2.2. Transesterifikasi	15
2.3. Alkohol (Metanol)	18
2.4. Katalis	21
2.5. Kerangka Berpikir	23
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Jenis Penelitian	27
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3. Alat dan Bahan	27
3.3.1. Alat Penelitian	27
3.4. Diagram Alir	28
3.5. Prosedur Penelitian	29
3.5.1. Proses Pemanasan	29
3.5.2. Proses Penyiapan Natrium Metoksida ($Na + CH_3O -$)	30
3.5.3. Proses Transesterifikasi	30
3.5.4. Proses Pemisahan	30
3.6. Pengambilan Data	31
3.7. Analisis Parameter Uji Biodiesel	32
3.7.1. Penentuan Kadar FFA	32
3.7.2. Penentuan Yield Biodiesel	32
3.7.3. Analisis Viskositas	32
3.7.4. Analisis Densitas	33
3.7.5. Analisis Nilai Kalor	33

3.7.6. Analisis Titik Nyala	33
3.7.7. Analisis Titik Beku.....	33
3.8. Analisis Spektrum FTIR Biodiesel	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Data Hasil Penelitian.....	34
4.1.1. Data Hasil Kadar FFA Minyak Jelantah	34
4.1.2. Data Hasil Persentase Yield Biodiesel.....	35
4.1.3. Data Hasil Spektrum FTIR Biodiesel	37
4.1.4. Data Hasil Analisa Karakteristik Biodiesel	40
4.1.4.1. Viskositas Biodiesel.....	40
4.1.4.2. Densitas Biodiesel.....	41
4.1.4.3. Titik Nyala Biodiesel	42
4.1.4.4. Titik Beku Biodiesel	42
4.1.4.5. Nilai Kalor Biodiesel	43
4.2. Pembahasan.....	44
4.2.1. Kadar FFA Minyak Jelantah	45
4.2.2. Persentase Yield Biodiesel.....	45
4.2.3. Spektrum FTIR Biodiesel	47
4.2.4. Karakteristik Biodiesel.....	48
4.2.4.1. Viskositas Biodiesel.....	48
4.2.4.2. Densitas (Massa Jenis) Biodiesel.....	49
4.2.4.3. Titik Nyala Biodiesel	50
4.2.4.4. Titik Beku Biodiesel	51
4.2.4.5. Nilai Kalor Biodiesel	52
4.3. Integrasi dengan Al-Quran.....	54
BAB V PENUTUP	56
5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi Transesterifikasi	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian.....	29
Gambar 4. 1 Persentase Yield Biodiesel.....	36
Gambar 4. 2 Plot Grafik FTIR Biodiesel	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Biodiesel SNI 04-7182-2015	12
Tabel 2. 2 Tabel sifat dan komposisi asam lemak bebas dari minyak jelantah untuk produksi biodiesel (Maneerung dkk, 2016).....	14
Tabel 2. 3 Sifat-sifat fisika dan kimia methanol	20
Tabel 2. 4 Sifat – sifat fisika dan kimia Natrium hidroksida (NaOH)	23
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Yield Biodiesel.....	36
Tabel 4. 2 Bilangan gelombang, gugus fungsi, dan nama senyawa FTIR Biodiesel	38
Tabel 4. 3 Data Hasil Viskositas Biodiesel.....	40
Tabel 4. 4 Data Hasil Densitas Biodiesel.....	41
Tabel 4. 5 Data Hasil Titik Nyala Biodiesel	42
Tabel 4. 6 Data Hasil Titik Beku Biodiesel	43
Tabel 4. 7 data Hasil Nilai Kalor Biodiesel	44
Tabel 4. 8 Hasil Uji Karakteristik Biodiesel.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Penelitian	65
Lampiran 2 Data Hasil Penelitian	71

ABSTRAK

Sakinah, Zuyyinatus. 2022. **Karakteristik Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah yang Dihasilkan Melalui Variasi Perbandingan Kadar Metanol dan Katalis**. Skripsi. Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Cecep Rustana, B.Sc Hons., Ph.D. (II) Ahmad Abthoki, M.Pd.

Kata kunci: Minyak Jelantah, Biodiesel, Transesterifikasi, Metanol, Katalis

Biodiesel merupakan salah satu alternative yang dapat digunakan sebagai bahan bakar diesel yang menjanjikan di masa yang akan datang. Dalam pembuatan biodiesel pada penelitian kali ini digunakan limbah minyak jelantah dengan kadar FFA yang diperoleh yaitu 0,768% sehingga proses transesterifikasi bisa langsung dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar metanol dan katalis terhadap karakteristik utama (titik nyala, titik beku, viskositas, massa jenis, nilai kalor) produk biodiesel berbahan minyak jelantah dengan rasio minyak jelantah, metanol dan katalis 500:125:2,5; 500:125:3,5; 500:150:2,5; dan 500:150:3,5. Pada yield biodiesel dari minyak jelantah menunjukkan bahwa hasil yield biodiesel tertinggi diperoleh pada rasio 500:150:2,5 yaitu 80%, dan pada rasio 500:125:3,5 tidak diperoleh yield biodiesel. Hasil uji viskositas menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rasio 500:150:2,5 telah memenuhi SNI 7182-2012. Hasil uji densitas menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rasio 500:125:2,5; 500:150:2,5; dan 500:150:3,5 telah memenuhi SNI 7182-2012. Hasil uji titik nyala menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rasio 500:125:2,5; 500:150:2,5; dan 500:150:3,5 telah memenuhi SNI 7182-2012. Hasil uji titik beku menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rasio 500:125:2,5; 500:150:2,5; dan 500:150:3,5 telah memenuhi SNI 7182-2012. Hasil uji nilai kalor menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah rasio 500:125:2,5; 500:150:2,5; dan 500:150:3,5 belum memenuhi SNI 7182-2012.

ABSTRACT

Sakinah, Zuyyinat. 2022. **Characteristics Of Biodiesel Made From Used Cooking Oil Produced By Varying The Ratio Of Methanol And Catalyst Content**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Drs. Cecep E Rustana, B.Sc Hons., Ph.D.. (II) Ahmad Abthoki, M. Pd

Keywords: Cooking Oil, Biodiesel, Transesterification, Methanol, Catalyst

Biodiesel is an alternative that can be used as a promising diesel fuel in the future. In the manufacture of biodiesel in this study used waste cooking oil with an FFA content obtained of 0.768% so that the transesterification process can be carried out immediately. This study aims to determine the effect of methanol and catalyst content on the main characteristics (flash point, freezing point, viscosity, density, calorific value) of used cooking oil-based biodiesel products with a ratio of used cooking oil, methanol and catalyst 500:125:2.5; 500:125:3,5; 500:150:2,5; and 500:150:3,5. The yield of biodiesel from used cooking oil shows that the highest yield of biodiesel was obtained at a ratio of 500:150:2.5, namely 80%, and at a ratio of 500:125:3.5 no biodiesel yield was obtained. The results of the viscosity test showed that biodiesel from used cooking oil with a ratio of 500:150:2.5 complied with SNI 7182-2012. The results of the density test showed that the ratio of biodiesel from used cooking oil was 500:125:2.5; 500:150:2,5; and 500:150:3,5 has fulfilled SNI 7182-2012. The flash point test results showed that biodiesel from used cooking oil had a ratio of 500:125:2.5; 500:150:2,5; and 500:150:3,5 has fulfilled SNI 7182-2012. The results of the freezing point test showed that the ratio of biodiesel from used cooking oil was 500:125:2.5; 500:150:2,5; and 500:150:3,5 has fulfilled SNI 7182-2012. The results of the calorific value test showed that the ratio of biodiesel from used cooking oil was 500:125:2.5; 500:150:2,5; and 500:150:3.5 don't meet SNI 7182-2012.

تجريدي

سكينة، زينة. 2022. خصائص وقود الديزل الحيوي المصنوع من زيت الطهي المستخدم المُنتج من خلال تنويعات مقارنة بالميثانول ومحتوى المحفز. اطروحة. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم، مالانغ. المشرفون: (أولاً) د. سيسب روستانا ، بكالوريوس (مع مرتبة الشرف) ، دكتوراه. (ثانياً) احمد ابطاقي، M.Pd.

الكلمات المفتاحية: زيت الطهي المستخدم ، وقود الديزل الحيوي ، الأسترة التحويلية ، الميثانول ، المحفز

وقود الديزل الحيوي هو بديل يمكن استخدامه كوقود ديزل واعد في المستقبل. في تصنيع وقود الديزل الحيوي في هذه الدراسة ، تم استخدام نفايات زيت الطهي بمحتوى FFA تم الحصول عليه بنسبة 0.768% بحيث يمكن تنفيذ عملية الأسترة التبادلية على الفور. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير محتوى الميثانول والمحفز على الخصائص الرئيسية (نقطة الوميض ، نقطة التجمد ، اللزوجة ، الكثافة ، القيمة الحرارية) لمنتجات وقود الديزل الحيوي المستخدمة في الطهي مع نسبة زيت الطهي المستخدم والميثانول والمحفز 500 : 125 : 2.5 ؛ 500 : 125 : 3.5 ؛ 500 : 150 : 2.5 ؛ و 500 : 150 : 3.5. يوضح محصول وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم أنه تم الحصول على أعلى إنتاج للديزل الحيوي بنسبة 500 : 150 : 2.5 ، أي 80% ، وبنسبة 500 : 125 : 3.5 لم يتم الحصول على إنتاج وقود حيوي. أظهرت نتائج اختبار اللزوجة أن وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم بنسبة 500 : 150 : 2.5 يتوافق مع SNI 7182-2012. أظهرت نتائج اختبار الكثافة أن نسبة وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم كانت 500 : 125 : 2.5 ؛ 500 : 150 : 2.5 ؛ و 500 : 150 : 3.5 استوفى SNI 7182-2012. أظهرت نتائج اختبار نقطة الوميض أن وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم له نسبة 500 : 125 : 2.5 ؛ 500 : 150 : 2.5 ؛ و 500 : 150 : 3.5 استوفى SNI 7182-2012. أظهرت نتائج اختبار درجة التجمد أن نسبة وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم كانت 500 : 125 : 2.5 ؛ 500 : 150 : 2.5 ؛ و 500 : 150 : 3.5 استوفى SNI 7182-2012. أظهرت نتائج اختبار القيمة الحرارية أن نسبة وقود الديزل الحيوي من زيت الطهي المستخدم كانت 500 : 125 : 2.5 ؛ 500 : 150 : 2.5 ؛ و 500 : 150 : 3.5 لا تتوافق مع SNI 7182-2012.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi akan terus berkembang dengan sifat dinamis di tengah semakin minimnya cadangan fosil dan juga rasa peduli atas kelestarian alam sekitar, sehingga mengakibatkan perhatian terhadap energi alternatif semakin meningkat, terlebih terhadap pengembangan sumber energi alternatif, salah satunya adalah biodiesel sebagai bahan mesin diesel. (Chhetri et al, 2008), berpendapat penyebab utama pencarian sumber bahan bakar terbarukan untuk mesin diesel adalah mahalnya harga olahan minyak bumi. *Biofuel* adalah bahan bakar yang diharapkan bisa dijadikan pengganti kerosin, premium, solar, atau minyak bumi yang berasal dari biomasa. Oleh karena itu olahan biodiesel terus berkembang karena memproduksinya terjangkau, mudah dan terbarukan.

Biodiesel berasal dari minyak nabati atau di Indonesia saat ini dikenal dengan minyak kelapa sawit (CPO) dan minyak jarak pagar. Namun bahan-bahan tersebut mempunyai keterbatasan misal pada minyak kelapa sawit (CPO). Sebagai bahan pangan (minyak goreng) kebutuhan CPO masih tergolong tinggi dan juga memiliki harga jual yang tinggi sehingga kurang terjangkau jika dikonversi sebagai biodiesel. Sedangkan tumbuhan jarak pagar, sempitnya media dalam menanamkan jarak pagar menjadikan produksi minyak jarak pagar kurang *continue*. Oleh sebab tersebut, memerlukan bahan bakar cadangan sehingga menghasilkan biodiesel yang ekonomis dan dalam mengaplikasikan ke masyarakat itu mudah.

Biodiesel adalah bahan bakar yang dihasilkan dari lemak hewani atau minyak nabati dengan esterifikasi atau proses transesterifikasi menggunakan alkohol dan

katalis (Setiawati & Edwar, 2012). Biodiesel adalah alternatif yang bisa dimanfaatkan untuk bahan bakar diesel yang berpotensi di masa depan. Minyak nabati, lemak hewan, limbah minyak, dan lain sebagainya merupakan bahan produksi biodiesel (Singh et al, 2019). Tak hanya itu, bahan terbarukan yang terdiri dari ester alkil dan asam-asam lemak juga bisa digunakan untuk memproduksi biodiesel. Apabila ditinjau dari sifatnya, biodiesel memiliki sifat fisik yang sama dengan minyak solar sehingga berpeluang untuk dijadikan bahan bakar cadangan untuk mesin diesel pada kendaraan. Akan tetapi, ada perbedaan pada karakteristik kimia antara biodiesel dengan minyak solar yaitu dalam biodiesel terkandung nilai kalor minimal 37 MJ/kg sedangkan minyak solar sekitar 42,7 MJ/kg. Tak hanya itu, minyak solar secara universal terdiri dari senyawa hidrokarbon aromatic sekitar 30-35%, paraffin 65-70% dan sedikit kandungan olefin (Ernes et al, 2019). Biodiesel adalah sebutan untuk bahan bakar yang tersusun dari *mono-alkyl ester* yang berasal dari asam lemak yang sumbernya *renewable limit*, dikenal menghasilkan emisi gas buang lebih baik dibandingkan bahan bakar mesin konvensional sehingga lebih ramah lingkungan. Biodiesel tidak bersifat *toxic*, berbau harum juga bebas dari belerang, aplikasinya sederhana (Akbar, 2011).

Dengan pengembangan biodiesel tersebut, maka kecanduan terhadap bahan bakar konvensional dapat berkurang. Namun kenyataannya pengembangan bahan bakar biodiesel sekarang ini masih menggunakan bahan baku yang harganya relatif masih sangat tinggi (Darmanto & Sigit, 2006). Oleh karena itu penelitian oleh Ruhyat & Firdaus (2006) yang menemukan bahwa minyak jelantah merupakan jenis minyak nabati terbaik untuk bahan baku biodiesel menjadi alternatif untuk memproduksi biodiesel berbahan baku minyak goreng bekas. Berdasarkan hasil

beberapa penilaian kelayakan bahan baku biodiesel menunjukkan bahwa minyak goreng bekas dapat menjadi bahan baku alternatif yang sangat potensial untuk pengembangan biodiesel.

Sebagaimana diketahui bahwa kebutuhan akan penggunaan minyak goreng untuk rumah tangga ataupun industri yang terus meningkat, khususnya di Indonesia. Peningkatan penggunaan minyak goreng tersebut tentunya akan berbanding lurus dengan peningkatan jumlah minyak goreng bekas. Sebagai dijelaskan oleh Wijaya (2005) bahwa pemanfaatan minyak goreng bekas yang melimpah sebagai bahan baku biodiesel sangatlah diperlukan dalam rangka menjaga kualitas lingkungan dari pencemaran minyak goreng bekas tersebut.

Minyak Jelantah atau minyak goreng bekas merupakan minyak goreng sisa yang sudah digunakan untuk menggoreng atau memasak berulang kali. Kendati demikian, meningkatnya produksi dan penggunaan minyak jelantah tersebut menyebabkan ketersediaan melimpah-ruah (Hambali et al, 2008). Pembuatan biodiesel yang berasal dari minyak goreng bekas tersebut akan menjadi cara efektif dalam menurunkan harga produksi biodiesel sebab bahan bakunya yang murah (Zhang et al, 2003). Selain itu, penggunaan minyak jelantah bisa menekan pembuangan limbah minyak sekaligus dapat membantu mengatasi masalah kesehatan masyarakat.

Minyak jelantah merupakan limbah yang mengandung senyawa karsinogenik yang dihasilkan selama penggorengan (Julianus, 2006). Penggunaan minyak jelantah secara terus-menerus dapat menyebabkan kanker dan bahaya lain bagi tubuh manusia. Terdapat penelitian yang mengungkapkan pengguna minyak jelantah memiliki resiko lebih besar terkena *Hypertens* dibanding pengguna minyak

goreng baru atau yang sering diganti minyaknya. Selain itu pembuangannya secara bebas oleh masyarakat, juga akan menimbulkan masalah terhadap pencemaran lingkungan yang akhirnya juga akan berdampak negatif kepada kesehatan masyarakat

Sebagaimana diketahui bahwa total minyak bekas di Indonesia mencapai 4 juta ton per tahunnya (Rahkadima dan Purwati, 2011) dan memerlukan tindakan yang tepat untuk menghindari pencemaran. Pembuangan langsung (tanpa pengolahan) minyak goreng bekas tidak hanya mengganggu badan air, tetapi juga menghambat laju air di dalam sela-sela tanah yang dapat merusak struktur tanah dan akhirnya akan bermuara kepada permasalahan kesehatan pada masyarakat. Untuk itu usaha sains dan teknologi terbaik yang ada adalah mendaur ulang minyak jelantah yang telah menjadi limbah tersebut untuk kepentingan umum. Adapun salah satu upaya dalam mengurangi dampak negatif minyak jelantah sebagai telah dijelaskan tersebut adalah dengan mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel.

Allah juga berfirman, bahwasanya tak ada yang percuma dalam menciptakan sesuatu. Bahkan saat menjadi limbah sekalipun masih ada hikmah bagi manusia yang mengetahui sebagaimana dalam firman-Nya

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”(QS. Ali-Imran : 191)

Berdasarkan permasalahan serta potensi minyak jelantah sebagaimana telah diuraikan tersebut di atas, maka penelitian ini dirancang untuk melakukan pembuatan dan analisis karakteristiknya sehingga layak digunakan sebagai bahan

bakar disel. Untuk itu, pengaruh variasi kadar methanol dan konsentrasi katalis pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah akan diteliti dalam rangka menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan standard yang telah ditetapkan sebagai bahan bakar disel.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh kadar metanol dan katalis terhadap karakteristik utama (titik nyala, titik beku, viskositas, massa jenis, nilai kalor) biodiesel dari minyak jelantah?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar metanol dan katalis terhadap karakteristik utama (titik nyala, titik beku, viskositas, massa jenis, nilai kalor) produk biodiesel berbahan minyak jelantah.

1.4. Batasan Penelitian

Untuk membuat penelitian ini lebih terarah sesuai dengan yang diharapkan maka permasalahan yang terbentuk harus diberi batasan. Adapun batasan penelitian yang ada pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berupa pembuatan biodiesel dengan eksperimen skala kecil yang menyangkut karakteristik utama biodiesel yaitu viskositas, densitas, titik nyala, titik beku, dan nilai kalor.
2. Bahan yang digunakan adalah minyak goreng bekas atau biasa disebut dengan minyak jelantah.
3. Metode yang digunakan adalah proses transesterifikasi.
4. Katalis yang digunakan adalah katalis basa NaOH yang dilarutkan dalam methanol dengan perbandingan tertentu..

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan pengetahuan terkait pengaruh kadar metanol dan konsentrasi katalis terhadap karakteristik utama (titik nyala, titik beku, viskositas, massa jenis, nilai kalor) produk biodiesel berbahan minyak jelantah.
2. Membantu masyarakat mengolah limbah minyak jelantah untuk menghasilkan produk biodiesel yang bermanfaat.
3. Mengembangkan pengetahuan sains dan teknologi yang berkaitan dengan pembuatan biodiesel berbahan minyak jelantah dan sekaligus sebagai upaya mengurangi limbah minyak jelantah yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar dengan kategori bahan bakar nabati. Bahan dasarnya bisa dari berbagai macam sumber daya nabati seperti minyak kelapa, minyak kedelai, minyak kacang tanah, jarak pagar, minyak sawit, atau limbah minyak seperti minyak jelantah. Biodiesel bisa dimanfaatkan sebagai campuran mesin transportasi dan mesin pertanian (Sudrajat, 2006). Biodiesel merupakan minyak hasil proses estrans secara peripurna sehingga karakter minyak bisa memenuhi standar otomatis seperti viskositas, densitas, dan keasaman. Biodiesel digunakan untuk bahan bakar mesin putaran tinggi. Adapun kandungannya yakni mono alkyl ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai bahan alternatif mesin diesel yang diproduksi dari sumber terbarui seperti minyak nabati yang mengandung trigliserida (Sudrajat, 2006).

Allah Swt memerintahkan kita sebagai seorang mukmin untuk memanfaatkan dengan sebaik-baiknya alam yang sudah diciptakan sebagaimana firman Allah pada Q.S Al-An'am:95

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ۗ ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَانَّىٰ
تُؤَفَّكُونَ

Artinya: *“sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”* (QS. Al-An'am: 95)

Oleh karena itu biodiesel adalah alternatif yang paling memungkinkan menggantikan bahan bakar konvensional atau bahan bakar fosil sebagai sumber

utama bahan bakar transportasi utama di dunia. Biodiesel bisa dimanfaatkan secara langsung tanpa memodifikasi ulang mesin. Biodiesel bisa ditulis juga sebagai B100, yang menunjukkan biodiesel tersebut murni 100% monoalkilester (Zuhdi, 2002).

Beberapa nilai plus biodiesel dibandingkan solar, yaitu:

- a. Efisiensi pembakaran lebih sempurna dibandingkan dengan minyak solar dengan Angka setana lebih tinggi (>57). Nurkolis dan Sumarsih juga berpendapat bahwa biodiesel bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar mesin diesel, yang pada umumnya menggunakan minyak solar, seperti pembangkit listrik, mesin industri diesel, dan juga transportasi yang menggunakan mesin diesel seperti truk (Nurcholis & Sumarsih, 2007). Minyak solar dapat diganti dengan biodiesel maupun dimanfaatkan sebagai campuran minyak solar tanpa memodifikasi mesin. kode B (*blending*) merupakan ciri penggunaan minyak campuran solar dan biodiesel.
- b. bisa terus diperbaharui karena diproduksi dari hasil pertanian.
- c. tanpa emisi gas sulfur sehingga lebih ramah.
- d. tidak mengandung racun sehingga aman dalam penyimpanan dan pendistribusian tak hanya itu, nurkolis dan sumarsih berpendapat bahwa dalam kandungan biodiesel terdapat senyawa oksigen sehingga membuat pembakaran hampir sempurna dan hanya membutuhkan nisbak udara/bahan bakar rendah. Maka bisa disimpulkan gas buang karbon dioksida sangat kecil dan lebih efisien (Nurcholis & Sumarsih, 2007).
- e. Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia.
- f. bisa diproduksi di daerah pedesaan karena bisa diproduksi dengan skala kecil (Akbar, 2011).

Metode-metode yang digunakan untuk memperoleh biodiesel yakni:

1. *Direct use and blending* yaitu digunakan secara langsung minyak lemak menjadi bahan bakar atau dengan dicampur bahan bakar diesel. Kelebihan dari metode ini adalah mudah diperoleh dan sederhana. Namun minusnya yaitu nilai viskositas tinggi dan tingkat volatil merendah (Kaya et al, 2009).
2. *Micro-emulsions* merupakan metode berdasarkan *Dispercecoloid* fluida *microstructural* dengan ukuran 1-150 nm yang terbentuk dengan spontan dari 2 fluida yang tidak tercampur dan lebih dari 1 ionik/non-ionik. Kelebihan dari metode ini adalah viskositas rendah. Kekurangannya adalah nilai setana rendah (Sahoo & Das, 2009).
3. *thermal cracking* atau disebut juga pirolisis Didasari dengan memanfaatkan panas untuk memutus ikatan rangkaian jenuh dan panjang dari minyak yang membentuk biodiesel. Hasil produk metode ini sama seperti bahan bakar diesel secara kimia namun diperlukan biaya dan energi yang tidak sedikit (San Jose et all, 2008).
4. Transesterifikasi merupakan reaksi minyak atau lemak dengan alkohol sehingga terbentuk metilester dan gliserol dengan bantuan katalis. Keunggulan metode ini yaitu nilai setana lebih tinggi dan emisi rendah. Sedangkan kekurangannya yakni menghasilkan efek samping yang tidak diinginkan yaitu air dan gliserol

Beberapa parameter yang harus dipenuhi sesuai dengan Standart Nasional Indonesia dalam memproduksi biodiesel yaitu :

a. Titik Nyala

Flash point atau titik nyala adalah nilai penunjuk suhu terendah dari bahan bakar minyak agar bisa terbakar bila permukaan minyak tersebut mengenai api.

Flash point minyak adalah suhu paling rendah disaat minyak dipanaskan dengan peralatan standart sampai menghasilkan uap yang bisa dinyalakan dalam pencampuran udara. *Flash poin* berperinsip ditentukan untuk mengetahui bahaya terbakar pada bahan bakar minyak bumi. Maka dari itu, dengan adanya *flash point* kita bisa tahu kondisi maksimum yang terpercaya

Flash Point biodiesel minimal sebesar 100°C. Semakin tinggi *flash point* maka semakin mudah dalam penyimpanan bahan bakar sebab sukar membakar pada tempratur ruang (Aziz et al, 2012). *Flashpoint* berhubungan dengan kemanan dan keselamatan terutama *handling* dan *storage*. *Flashpoint* mengindikasi nilai volatilitas dan kemampuan bahan bakar dalam pembakaran (Setiawati & Edwar, 2012).

b. Titik Beku

freezing point atau titik beku adalah temperatur minyak mulai keruh seperti kabut dan tidak lagi murni saat didinginnkan. Apabila temperature direndahkan lebih lanjut akan mencapai nilai titik ruang(*PourPoint*) (Hariska et al, 2012). Titik ruang adalah nilai yang menunjukkan temperatur terendah dari bahan bakar minyak dengan karakter minyak masih bisa mengalir karena adanya gravitasi (Risnoyatiningasih, 2010).

c. Viskositas

Viskositas merupakan kadar kekentalanpada zat cair yang ada pada fluida yang di alirkan pada kapiler dengan adanya gravitasi bumi dan dinyatakan atau diukur dalam satuan waktu pada kecepatan dan jarak aliran tertentu (Tim Departemen Teknologi Pertanian, 2010).

2,3-6 CSt pada 40 °C merupakan nilai viskositas SNI untuk biodiesel. Dalam proses penginjeksian bahanbakar, viskositas mempunyai peran penting. Apabila

Viskositas terlalu rendah, bisa membuat kebocoran pada pompa injeksi. Sedangkan viskositas terlalu tinggi akan berpengaruh pada cepat kerjanya alat injeksi dan menyebabkan sukar pengabutan bahan bakar (Hardjono, 2000).

d. Massa Jenis (Densitas)

Densitas merupakan perbandingan berat suatu volume pada ukuran yang setara dan suhu yang samana (Ketaren, 1986). Kotor atau tidaknya kandungan pada biodiesel bisa diindikasikan dengan densitas. 850-890 kg/L pada 40 °C merupakan nilai densitas sesuai SNI. Densitas berhubungan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Apabila densitas rendah maka menghasilkan nilai kalor yang tinggi. 887 kg/L pada 40 °C adalah nilai densitas minyak jelantah (Aziz et al, 2012).

e. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Nilai kalor ini berpengaruh terhadap jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalornya maka semakin sedikit pemakaian bahan bakar tersebut. Nilai kalor tersebut diukur dengan calorimeter bomb. Prinsip kerja dari calorimeter bomb adalah alat ini mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu senyawa (Sulistiana, Imam Tazi, 2011).

Spesifikasi untuk biodiesel di Indonesia adalah SNI 04-7182-2015. SNI biodiesel ini di susun dengan memperhatikan standar biodiesel yang berlaku di luar negeri seperti ASTM D6751 di Amerika Serikat dan EN 14214:2002 untuk negara Uni Eropa. Spesifikasi SNI dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Syarat Mutu Biodiesel SNI 04-7182-2015

Parameter	Satuan	Nilai
Massa jenis pada 40°C	kg/m^3	850 – 890
Viskositas kinematic pada 40°C	mm^2/s (CSt)	2,3 – 6,0
Angka Setana		min. 51
Titik nyala (magkok tertutup)	°C	min. 100
Titik kabut	°C	maks. 18
Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)		maks no. 3
Residu karbon - Dalam contoh asli atau - Dalam 10% ampas distilasi	% – massa	maks. 0,05 maks. 0,30
Air dan sedimen	% – vol	maks 0,05 *
Temperature distilasi 90%	°C	maks. 360
Abu tersulfatkan	% – massa	maks. 0,02
Belerang	ppm – m (mg/kg)	maks. 100
Fosfor	ppm – m (mg/kg)	maks. 10
Angka asam	mg – KOH/g	maks. 0,8
Gliserol bebas	% – massa	maks. 0,02
Gliserol total	% – massa	maks. 0,24
Kadar ester alkil	% – massa	min. 96,5
Angka iodium	% – massa	maks. 115
Uji Halphen		negatif

Sumber : Badan Standarisasi Nasional

Berdasarkan hasil beberapa penilaian kelayakan bahan baku biodiesel menunjukkan bahwa minyak goreng bekas atau minyak jelantah dapat menjadi

bahan baku alternatif yang sangat potensial untuk pengembangan biodisel sesuai dengan SNI yang ditetapkan tersebut. Sebagai diketahui bahwa minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu dari Sembilan bahan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat. Konsumsi minyak goreng biasanya digunakan sebagai media penggorengan bahan pangan, penambah cita rasa, ataupun shortening yang membentuk tekstur pada pembuatan roti (Wijaya, 2005). Minyak goreng bukan hanya sebagai media transfer panas ke makanan, tetapi juga sebagai makanan. Selama penggorengan sebagian minyak akan terabsorpsi dan masuk ke bagian luar bahan yang digoreng dan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air. Hasil penggorengan biasanya mengandung 5-40% minyak. Konsumsi minyak yang rusak dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti pengendapan lemak dalam pembuluh darah dan penurunan nilai cerna lemak.

Minyak nabati sisa penggorengan atau minyak jelantah yang berwujud cair pada suhu kamar dapat dibuat menjadi biodiesel. Pada proses pembuatan biodiesel, terjadi pemecahan molekul trigliserida. Pemecahan ini dilakukan dengan metanol dan dibantu dengan NaOH. Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya.

Minyak jelantah yang merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga, umumnya dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner akan tetapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan

manusia, menimbulkan penyakit kanker, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan (Setyawardhani et al, 2008).

Sebenarnya pemakaian ulang pada minyak goreng boleh saja dilakukan, hanya saja jumlah maksimalnya adalah tiga kali pakai. Maksudnya dari tiga kali pemakaian adalah minyak goreng telah melalui tiga kali proses pemanasan dan pendinginan. Karena setelah tiga kali kandungan nutrisi pada minyak hampir hilang atau sudah tidak layak konsumsi (Setyawardhani et al, 2008).

Proses pemanasan selama minyak digunakan merubah sifat fisika-kimia minyak. Pemanasan dapat mempercepat hidrolisis trigliserida dan meningkatkan kandungan asam lemak bebas (FFA) di dalam minyak. Berat molekul dan angka iodin menurun sementara berat jenis dan angka penyabunan semakin tinggi (Marmesat et al, 2008). Sifat dan komposisi asam lemak bebas dari minyak jelantah dapat dilihat Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Tabel sifat dan komposisi asam lemak bebas dari minyak jelantah untuk produksi biodiesel (Maneerung et al, 2016).

Sifat	Minyak Fresh	Minyak Jelantah
Bilangan Penyabunan (mg KOH/g)	—	201.5
Bilangan Asam (mg KOH/minyak g)	0.5	1.9
% FFA	0.3	1
% Kandungan air	0.1	2.6
Densitas pada 15°C (g/cm ³)	892	902

Viskositas pada 40°C (mm ² /s)	25.6	32
Warna	Kuning Terang	Kuning Gelap
Komposisi %FFA massa		
Oleic (C ₁₈ H ₃₄ O ₂)	43.9	43.2
Linoleic (C ₁₈ H ₃₂ O ₂)	30.4	30.1
Palmitic (C ₁₆ H ₃₂ O ₂)	20.3	19.4
Linolenic (C ₁₈ H ₃₀ O ₂)	4.8	4.7
Stearic (C ₁₈ H ₃₆ O ₂)	2.9	2.6
Rata-rata massa molar	993.5	989.3

Pembuatan biodiesel berbahan minyak jelantah tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode transesterifikasi. Berikut ini akan dijelaskan apa itu metode transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel.

2.2. Transesterifikasi

Terdapat tiga rute dasar dalam proses alkoholis untuk menghasilkan biodiesel, atau alkil ester (Naluri et al, 2016). Ketiga rute dasar tersebut yaitu :

1. Transesterifikasi minyak dengan alkohol melalui katalis basa
2. Esterifikasi minyak dengan metanol melalui katalis asam secara langsung
3. Konversi dari minyak ke fatty acid, kemudian dari fatty acid ke alkil ester, melalui katalis asam.

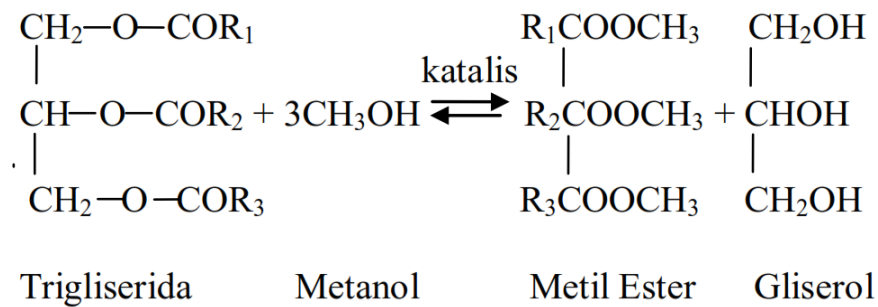
Teknik produksi biodiesel yang dilakukan saat ini pada umumnya mengikuti rute yang pertama, yaitu transesterifikasi minyak dengan alkohol melalui katalis basa. Cara ini merupakan teknik yang paling ekonomis karena :

1. Proses memerlukan temperatur rendah
2. Tingkat konversi tinggi (mencapai 98%) dengan waktu reaksi yang cukup singkat dan hasil reaksi samping yang maksimal

3. Konversi langsung ke metil ester (biodiesel) tanpa melalui tahapan intermediet
4. Tidak diperlukan material dan konstruksi yang rumit

Transesterifikasi adalah reaksi pembentukan trigliserida, digliserida dan monogliserida yang termodifikasi ke dalam gliserol dengan menggunakan katalis basa (Marchetti et al, 2010). Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi *reversible* dan alcohol berlebih bergeser ke kesetimbangan menuju sisi produk. Semakin lama waktu transesterifikasi menyebabkan trigliserida minyak semakin banyak yang terkonversi menjadi metil ester. Hal ini disebabkan oleh jumlah trigliserida yang berkurang dan bereaksi dengan metanol membentuk asam lemak metil ester (Setiawati & Edwar, 2012).

Selain itu transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) didefinisikan sebagai tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi *methyl* ester, melalui reaksi dengan alcohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Alkoholisis adalah reaksi suatu ester dengan alcohol untuk membentuk suatu ester baru. Di antara alcohol-alcohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids* Metil Ester). Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :



Gambar 2. 1 Reaksi Transesterifikasi

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat (Mittelbach & Remschmidt, 2004). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi.

Minyak goreng bekas mengandung asam lemak bebas (Free Fatty Acid, FFA) yang dihasilkan dari reaksi oksidasi dan hidrolisis pada saat penggorengan. Adanya FFA dalam minyak goreng bekas dapat menyebabkan reaksi samping yaitu reaksi penyabunan, jika dalam proses pembuatan biodiesel langsung menggunakan reaksi transesterifikasi. Sabun yang dihasilkan dapat mengganggu reaksi dan proses pemurnian biodiesel (Aziz, 2007).

Kadar FFA yang diperbolehkan untuk membentuk biodiesel dengan reaksi transesterifikasi maksimal 3% (Hanafie et al, 2017). Baidawi (2008) mengatakan bahwa reaksi transesterifikasi memerlukan minyak dengan kemurnian tinggi (kandungan FFA <2%). Jika FFA tinggi akan mengakibatkan reaksi transesterifikasi terganggu akibat adanya FFA. Rahayu (2005) malah mensyaratkan kadar asam lemak bebas minyak nabati harus kecil dari 1%.

Beberapa tahapan mekanisme reaksi transesterifikasi yaitu (Enweremadu & Mbarawa, 2009) :

1. Sebelum reaksi berlangsung terjadi ikatan antara katalis dan trigliserida

2. Ion alkoksida menyerang karbon karbonil dari molekul trigliserida menghasilkan komponen hasil antara
3. Reaksi komponen hasil antara dengan molekul alkohol menghasilkan ion alkoksida
4. Penyusunan kembali komponen hasil antara menghasilkan ester dan gliserol.

Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam lemak. Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu (Hikmah, 2010) :

1. Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
2. Memisahkan gliserol
3. Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm).

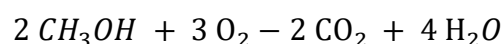
2.3. Alkohol (Metanol)

Alkohol merupakan senyawa karbon yang tersusun atas unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Contoh dari senyawa alkohol adalah metanol (metil alkohol, CH_3OH), etanol (etil alkohol, C_2H_5OH), propanol (propil alkohol, C_3H_7OH), dan lain-lain (Fessenden & Fessenden, 1989).

Jenis alkohol yang selalu dipakai pada proses transesterifikasi adalah methanol dan ethanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena methanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan ethanol (C_2H_5OH) karena methanol memiliki satu ikatan carbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan carbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan ethanol. Kerugian dari methanol adalah methanol merupakan zat beracun dan berbahaya bagi kulit, mata, paru-paru dan pencernaan dan dapat merusak plastik

dan karet terbuat dari batu bara metanol berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Ethanol lebih aman, tidak beracun dan terbuat dari hasil pertanian, ethanol memiliki sifat yang sama dengan methanol yaitu berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Methanol dan ethanol yang dapat digunakan hanya yang murni 99%. Methanol memiliki massa jenis 0,7915 g/m³, sedangkan ethanol memiliki massa jenis 0,79 g/m³ (Tim Departemen Teknologi Pertanian, 2010).

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . 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). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut (Hikmah, 2010) :



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan

aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Penambahan racun ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida, kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik (Hikmah, 2010).

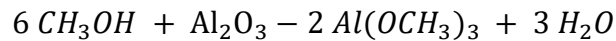
Sifat-sifat fisik dan kimia methanol ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 3 Sifat-sifat fisika dan kimia methanol

Massa molar	32.04 g/mol
Wujud	Tidak berwarna
Specific gravity	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
Keasamaan (pKa)	~15.5

(Sumber : (Hikmah, 2010))

Metanol dimanfaatkan secara terbatas dalam mesin pembakaran, karena metanol sukar terbakar ketimbang bensin. Metanol campuran adalah bahan bakar dalam model radio kontrol. sifat korosi terhadap beberapa logam, termasuk aluminium merupakan salah satu kelemahan metanol jika menjadi bahan bakar. Metanol termasuk asam lemah, menyerang lapisan oksida yang biasanya sebagai pelindung aluminium dari korosi (Hikmah, 2010):



Di beberapa perusahaan pengolahan air limbah, sejumlah kecil metanol dimanfaatkan ke air limbah sebagai bahan makanan karbon untuk denitrifikasi bakteri, yang mengkonversi nitrat menjadi nitrogen. Bahan bakar *direct-methanol* unik karena suhunya yang rendah dan beroperasi pada tekanan atmosfer, ditambah lagi dengan penyimpanan dan penanganan yang mudah dan aman (Hikmah, 2010).

2.4. Katalis

Tahun 1836, J.J. Berzelius menemukan katalis sebagai komponen yang dapat meningkatkan laju reaksi kimia. Katalis berguna dalam merendahkan energi aktivasi sehingga reaksi berjalan lebih cepat dan tanpa terlibat dengan reaksi permanen dibanding tanpa katalis (Fogler, 2004). Katalis yang dimanfaatkan ialah basa, asam, dan ion. Cara kerja katalis yakni mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi tanpa mempengaruhi kesetimbangan (Groggins, 1958). Dalam meningkatkan laju reaksi yakni dengan meningkatkan sejumlah tumbukan pada reaksi. Tumbukan tersebut akan menghasilkan reaksi jika *particel-particel* yang bertumbukan dengan energi yang cukup untuk memulai suatu reaksi. Hal tersebut terjadi dengan menurunkan energi aktivasi. Energi aktivasi merupakan energi minimal yang dibutuhkan untuk memulai suatu reaksi. Tujuan dari penambahan katalis yakni mempercepat reaksi dan menurunkan kondisi operasi. Tanpa katalis reaksi transesterifikasi baru bisa berjalan pada suhu 250°C. Semakin banyak total katalis basa yang digunakan dalam reaksi *transesterificay* pada produksi metil ester, maka akan menyebabkan total metil ester berkurang. Hal ini dikarenakan reaksi berlebihan dari katalis dengan *trigliserida* yang membentuk sabun dan memproduksi *glicerol* yang lebih banyak. Pembentukan sabun terlihat

dari hasil *transesterifikasi* yang keruh pada sampel dengan jumlah katalis lebih banyak (Faizal, 2013).

Katalis mempunyai kadaluarsa. waktu pakai katalis atau Umur pakai katalis dapat diartikan sebagai masa atau durasi katalis dapat memproduksi hal yang diinginkan dengan hasil yang mirip dengan keadaan awal. Waktu atau umur pakai katalis sangat dipengaruhi oleh jenis reaktan yang digunakan disamping temperatur dan tekanan yang digunakan dalam prosesnya. Penggunaan katalis secara berulang kali akan menyebabkan deaktivasi atau penurunan aktivitas katalis. Deaktivasi ini merupakan proses yang kurang menguntungkan secara ekonomis. Maka dari itu, deaktivasi sebisa mungkin dihindari. Pada mayoritas katalis, aktivitas katalis akan menurun drastis pada awal proses dan akan mencapai kondisi dimana penurunan aktivitas katalis berjalan lambat terhadap waktu, terjadinya percaunan katalis (*poisoning*), terjadinya pengotoran (*fouling*) pada katalis dan penggumpalan adalah penyebab-penyebab penurunan aktivitas katalis (Lestari, 2011).

Dalam Laboratorium kimia, Basa yang paling sering dimanfaatkan yakni Natrium hidroksida. NaOH dapat dimanfaatkan pada transesterifikasi trigliserida sebagai katalis basa dalam produksi biodiesel (Hikmah, 2010). Sebagai katalis, Natrium hidroksida mempunyai kelebihan berupa nilai konversi yang tinggi dan lebih aman karena tidak korosif seperti asam jika dibanding KOH. Katalis NaOH juga lebih kuat mengkatalis reaksi, pada konsentrasi yang sama, katalis NaOH lebih mampu menurunkan viskositas dibandingkan KOH (Abdullah et al, 2010). Ketimpangan dari katalis natrium hidroksida yakni mudahnya dalam pembentukan sabun sebagai efek samping reaksi sehingga perlu tindakan khusus pada proses

pembersihan. Kelarutan NaOH dalam kedua cairan etanol dan methanol lebih kecil dibanding KOH (Abdullah et al, 2010).

Karakteristik fisika dan kimia NaOH di rinci dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2. 4 Sifat – sifat fisika dan kimia Natrium hidroksida (NaOH)

Massa molar	40 g/mol
Wujud zat	Padat putih
Specific gravity	2,130
Titik leleh	318,4°C(591 K)
Titik didih	1390°C(1663 K)
Kelarutan dalam air	111 g/100 ml (20°C)
Kebasaan (pKb)	-2,43

(sumber : (Hikmah, 2010))

2.5. Kerangka Berpikir

Bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang diproduksi dengan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi minyak hewani atau minyak nabati dengan alkohol rantai pendek seperti methanol. Basa kuat umumnya dibutuhkan dalam reaksi transesterifikasi dan esterifikasi sehingga akan menghasilkan senyawa kimia baru yaitu metil ester

Biodiesel dapat dibuat dengan transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak nabati akan direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester. Produk samping dari transesterifikasi asam lemak ini berupa gliserin. Gliserin juga bernilai ekonomis cukup tinggi, sehingga produk samping ini dapat dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan zat kimia lainnya.dalam menggantikan bahan bakar

fosil, biodiesel adalah jawaban yang tepat untuk masalah transportasi dunia, sebab biodiesel adalah bahan bakar terbaru yang bisa menghasilkan diesel patrol di mesin yang dapat diakomodasi dan dipasarkan dengan infrastruktur zaman sekarang. Pemanfaatan dan produksi biodiesel mengalami peningkatan, terutama di Eropa, Amerika, dan Asia meskipun dalam pasar masih Sebagian kecil saja dari penjualan bahan bakar. Perkembangan Stasiun Bahan Bakar membuat banyaknya penyediaan biodiesel ke konsumen dan juga perkembangan kendaraan yang menggunakan biodiesel sebagai bahan bakar.

Penelitian tentang biodiesel telah banyak dikerjakan antara lain penelitian yang berjudul “Perbandingan Proses Esterifikasi dan Esterifikasi-Trans_esterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah” yang dilakukan oleh Niken dkk (2016) hasil yang diperoleh yakni pembuatan biodiesel dengan 2 tahapan yakni esterifikasi dan transesterifikasi dengan 1 tahap esterifikasi menghasilkan biodiesel dengan nilai yang memenuhi SNI dengan kriteria berat jenis, pH, bilangan asam, *cloud point*, *flash point* namun parameter viskositas dan kadar air tidak memenuhi SNI. Kemudian pada penelitian yang berjudul “Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah Berdasarkan Proses Saponifikasi dan Tanpa Saponifikasi” yang dilakukan oleh Edwin dkk (2020) hasil yang diperoleh dari produksi biodiesel dari minyak jelantah yang dilakukan dengan proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi yaitu diuji kuantitasnya dengan menghitung % rendemen pada setiap hasil untuk biodiesel dengan saponifikasi berturut-turut adalah 61,68%. Untuk biodiesel tanpa saponifikasi berturut-turut adalah 81,93%. Dan uji kualitasnya dihasilkan untuk uji densitas biodiesel dengan dan tanpa saponifikasi adalah 0,8871 g/mL dan 0,8975 g/mL, %FFA 0,3375 mgKOH/g dan 0,6325 mgKOH/g, dan titik nyala 184°C dan

182,6°C. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh Busyairi (2020) dengan judul “Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi”, variabel bebas dalam penelitian ini adalah katalis KOH (Kalium Hidroksida) dan NaOH (Natrium Hidroksida) serta lama waktu proses reaksi transesterifikasi yaitu 90 menit dan 120 menit. Mendapatkan hasil bahwa kualitas biodiesel yang didapatkan tiap parameter sudah memenuhi baku mutu SNI 7182: 2015 kecuali untuk parameter kadar air yang masih melewati batas baku mutu. Kualitas biodiesel paling baik ditunjukkan pada variasi waktu reaksi 120 menit dengan katalis KOH dengan nilai rendemen rendemen 77,95%, kadar air 0,2673%, densitas 0,8669 gr/ml, viskositas 5,15 cSt, flash point 174 °C dan kadar metil ester 98,42%. Biodiesel dari minyak jelantah dapat diaplikasikan sebagai energi terbarukan yang lebih hemat lingkungan. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gina Fikria (2021) dengan judul “Analisis Karakteristik Fisis Produk Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah” penelitian ini menggunakan kadar methanol sebanyak 20% dari volume minyak jelantah sehingga rasio molar minyak jelantah berbanding metanol 5:1 dan 4:1 dengan menggunakan katalis NaOH masing-masing sebanyak 3,5ml, hasil yang diperoleh yaitu yang memenuhi SNI hanya densitas dan titik beku, sedangkan untuk viskositas, titik nyala, dan nilai kalor belum memenuhi SNI. Berdasarkan pada potensi minyak jelantah yang menjadi alternatif untuk bahan dasar biodiesel dan produksinya yang relatif cukup banyak serta permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh minyak jelantah jika tidak dimanfaatkan ulang sebagaimana telah dijelaskan baik dalam latar belakang dan kajian teori, maka penelitian ini dilakukan. Fokus penelitian ini adalah pembuatan biodiesel berbahan baku minyak jelantah

melalui metode transesterifikasi dengan variasi kadar methanol dan konsentrasi katalis. Masing-masing kadar methanol yang digunakan yaitu 25% dan 30% dari volume minyak jelantah. Sedangkan untuk konsentrasi katalisnya sendiri yaitu masing-masing sebanyak 0,5% dan 0,7% dari volume minyak jelantah. Selanjutnya biodisel berbahan minyak jelantah yang dihasilkan akan dikarakterisasikan sesuai dengan SNI untuk menetapkan kelayakannya sebagai bahan bakar disel.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan kali ini adalah penelitian yang bersifat eksperimen sekaligus menganalisa pengaruh kadar metanol dan konsentrasi katalis terhadap karakteristik utama (titik nyala, titik beku, viskositas, massa jenis, nilai kalor) biodiesel pada pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Objek pada penelitian ini menggunakan minyak jelantah rumah tangga.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai bulan Mei 2022 di Laboratorium Energi dan Laboratorium Termodinamika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Jl. Gajayana No.50, Dinoyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Beaker glass 100ml, 200ml, dan 1000ml
2. Gelas ukur 10ml
3. Thermometer
4. Botol aqua 1 liter
5. Kertas saring
6. Pengaduk
7. Bar magnetic stirer
8. *Hotplate*

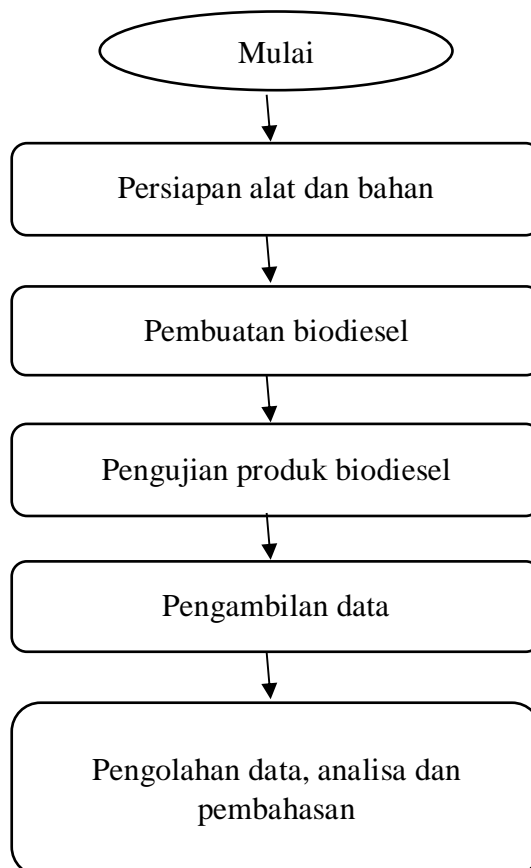
9. Buret
10. Statif
11. Klem

3.3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

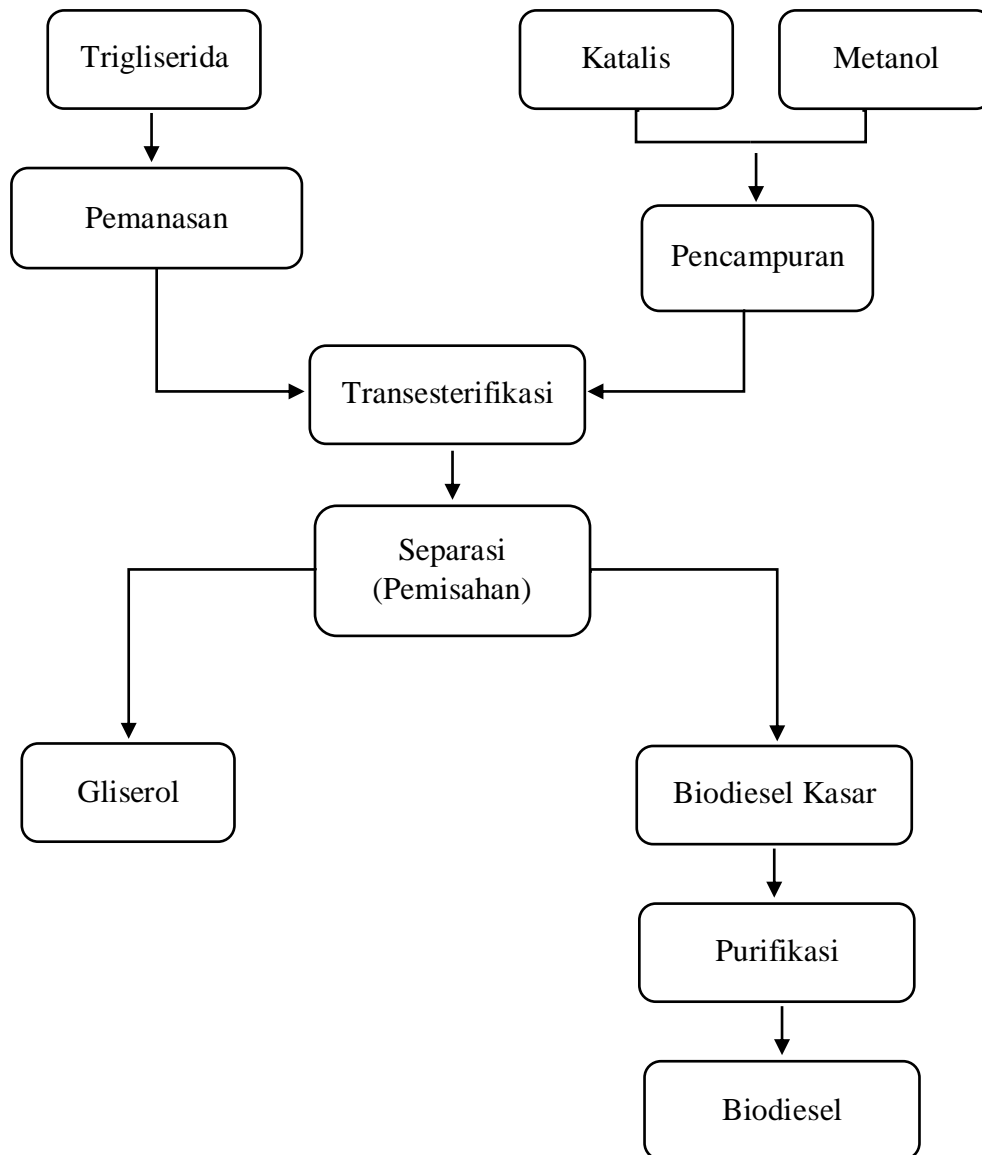
1. Methanol 99%
2. NaOH 0,1 N
3. Indicator Fenoflatein
4. Alkohol 96%
5. Aquadest

3.4. Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5. Prosedur Penelitian



Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian

3.5.1. Proses Pemanasan

1. Disiapkan minyak goreng bekas atau minyak jelantah.
2. Disaring minyak jelantah menggunakan kertas saring untuk memisahkan dari kotorannya.
3. Dipanaskan minyak jelantah hasil pemurnian $100^{\circ}\text{C} - 130^{\circ}\text{C}$ menggunakan pengaduk untuk mengaduk agar menghilangkan uap air. Setelah air yang

mendidih dalam minyak mulai hilang, kemudian didinginkan untuk menghilangkan kandungan airnya.

4. Dilakukan analisa FFA pada minyak goreng bekas.

3.5.2. Proses Penyiapan Natrium Metoksida ($Na^+CH_3O^-$)

1. Disiapkan metanol, sebanyak 25%, dan 30% dari volume minyak jelantah. Minyak jelantah yang diolah sebanyak 500ml.
2. Ditambahkan NaOH sebanyak 0,5%, dan 0,7% dari volume minyak jelantah ke dalam masing-masing metanol yang telah disiapkan, dan dicampurkan rata sampai terlarut sempurna, dan membentuk natrium metoksida.

3.5.3. Proses Transesterifikasi

1. Dipanaskan minyak jelantah hingga $50^{\circ}C - 60^{\circ}C$.
2. Dicampurkan minyak jelantah yang sudah dipanaskan dengan natrium metoksida.
3. Diaduk agar tercampur rata menggunakan magnetic stirer selama 1 jam.

3.5.4. Proses Pemisahan

1. Dituangkan campuran minyak jelantah dengan natrium metoksida ke dalam botol mineral 1 liter
2. Didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk dua lapisan metil ester dan gliserol.
3. Dipisahkan metil ester dan gliserol ke dalam beaker glass.

3.5.5. Proses Pencucian

1. Dituangkan metil ester ke dalam botol aqua 1 liter.
2. Ditambahkan aquadest hangat dengan perbandingan terhadap volume lapisan atas 1:1.

3. Didiamkan selama 24 jam hingga larutan tersebut membentuk dua lapisan.
4. Dipisahkan lapisan atas (metil ester) dengan lapisan bawah.
5. Dipanaskan metil ester hasil pemisahan pada suhu 100°C sampai air yang mendidih dalam minyak mulai hilang.
6. Didinginkan dan dilakukan pengujian karakteristik biodiesel.

3.6. Pengambilan Data

Komposisi (ml)	FFA	Viskositas	Densitas	Titik Nyala	Titik Beku	Nilai Kalor	Yield
Minyak jelantah : Metanol : NaOH 500:125:2,5							
Minyak jelantah : Metanol : NaOH 500:125:3,5							
Minyak jelantah : Metanol : NaOH 500:150:2,5							
Minyak jelantah : Metanol : NaOH 500:150:3,5							

3.7. Analisis Parameter Uji Biodiesel

3.7.1. Penentuan Kadar FFA

1. Ditimbang 10 gram minyak goreng bekas dan dimasukkan kedalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan 50 ml alkohol
3. Dipanaskan pada suhu 60°C selama 10 menit sambil diaduk.
4. Ditambahkan indicator fenoflatein sebanyak 3 tetes.
5. Dinitrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi merah jambu.
6. Dihitung kadar FFA dengan rumus :

$$\% \text{ Kandungan FFA} = \left(\frac{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{gram sample}} \right) \%$$

3.7.2. Penentuan Yield Biodiesel

Yield adalah perbandingan antara banyaknya biodiesel yang diperoleh dengan jumlah minyak jelantah yang digunakan. Yield tersebut dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Biodiesel}}{\text{Berat Minyak}} \times 100\%$$

3.7.3. Analisis Viskositas

Pengujian ini dilakukan menggunakan alat viscometer. Biodiesel hasil sintesis dipanaskan hingga 40°C dimasukkan ke dalam tabung viskometer sampai tanda batas. Kemudian viscometer dihidupkan sampai angka stabil dan dicatat.

Rumus untuk menghitung viskositas adalah :

$$V = \frac{\mu}{\rho}$$

Keterangan :

$V = \text{viskositas kinematis } (m^2/s)$

$\mu = \text{viskositas dinamis } (Ns/m^2)$

$\rho = \text{densitas } (kg/m^3)$

3.7.4. Analisis Densitas

Pengujian densitas dilakukan berdasarkan SNI 04-7182-2015. Pengujian dilakukan menggunakan piknometer yang telah bersih dan kering. Piknometer kosong ditimbang dan dicatat hasilnya. Biodiesel dipanaskan hingga suhu 40°C. Piknometer kosong diisi dengan biodiesel kemudian ditutup hingga meluap dan tidak ada gelembung udara. Setelah itu piknometer yang berisi biodiesel ditimbang dan dicatat hasilnya. Densitas biodiesel dapat dihitung dengan persamaan :

$$\rho = \frac{\text{massa}_{\text{pikno+bio}} - \text{massa}_{\text{pikno}}}{\text{volume pikno}}$$

$$\rho = kg/m^3$$

3.7.5. Analisis Nilai Kalor

Analisis uji nilai kalor dilakukan pengujian di CV. Itharari Solusindo Asia.

3.7.6. Analisis Titik Nyala

Analisis uji titik nyala dilakukan pengujian di CV. Itharari Solusindo Asia.

3.7.7. Analisis Titik Beku

Analisis uji titik beku dilakukan pengujian di CV. Itharari Solusindo Asia.

3.8. Analisis Spektrum FTIR Biodiesel

Analisis uji spectrum FTIR dilakukan pengujian di CV. Itharari Solusindo Asia.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada analisis karakteristik biodiesel berbahan minyak jelantah yang merupakan limbah rumah tangga, menggunakan metode eksperimen di laboratorium Energi Terbaharukan dan Studi Lingkungan, Fisika, UIN Maulana Malik Ibrahim, karena datanya di ambil langsung dari objek penelitian. Sampel yang digunakan adalah minyak jelantah limbah rumah tangga yang diolah melalui proses transesterifikasi pada suhu 50°C – 60°C selama 1 jam. Minyak jelantah tersebut dicampur metanol dengan komposisi yang divariasikan sebanyak 25% dan 30% dari volume minyak jelantah, dan katalis NaOH dengan komposisi divariasikan sebanyak 0,5% dan 0,8% dari volume minyak jelantah. Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi dengan menentukan viskositas, densitas, titik nyala, titik beku, dan nilai kalornya. Nilai hasil karakterisasi selanjutnya dibandingkan dengan standard biodisel (SNI SNI-04-7182-2012) untuk mengetahui kualitas biodisel tersebut. Sebelum itu, biodisel yang dihasilkan diuji strukturnya dengan FTIR untuk mengetahui adanya kandungan metil ester sebagai indikator utama biodisel.

4.1.1. Data Hasil Kadar FFA Minyak Jelantah

Penentuan kadar FFA (Free Fatty Acid) bertujuan untuk mengetahui kadar asam lemak bebas yang terdapat pada minyak goreng bekas dari limbah rumah tangga. Penentuan kadar FFA tersebut dilakukan dengan menggunakan metode titrasi NaOH standar, sehingga dapat ditentukan kelayakan dan proses pembuatan biodisel dari minyak goreng bekas sebagai

bahan dasar pembuatan memproduksi biodiesel. Minyak goreng bekas sebanyak 10 gram dilarutkan dalam 50 mL alkohol dalam Erlenmeyer untuk melarutkan asam lemak bebas yang ada dalam minyak goreng bekas tanpa mengubah pH minyak goreng bekas itu sendiri. Kemudian ditambahkan larutan indikator PP (Phenolphthalein) dan dititrasikan dengan NaOH. Dalam hal ini PP digunakan sebagai indikator menunjukkan titik ekuivalen titrasi yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah muda. Volume NaOH rata-rata yang digunakan untuk titrasi adalah 3 mL, kemudian dilakukan perhitungan kadar FFA dengan menggunakan persamaan (3.1) sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya. Hasil perhitungan menunjukkan besarnya bahwa kadar FFA dari minyak jelantah yang akan digunakan sebagai bahan dasar biodiesel dalam penelitian ini adalah 0,768% sehingga proses pembuatan biodiesel hanya melewati reaksi transesterifikasi.

4.1.2. Data Hasil Persentase Yield Biodiesel

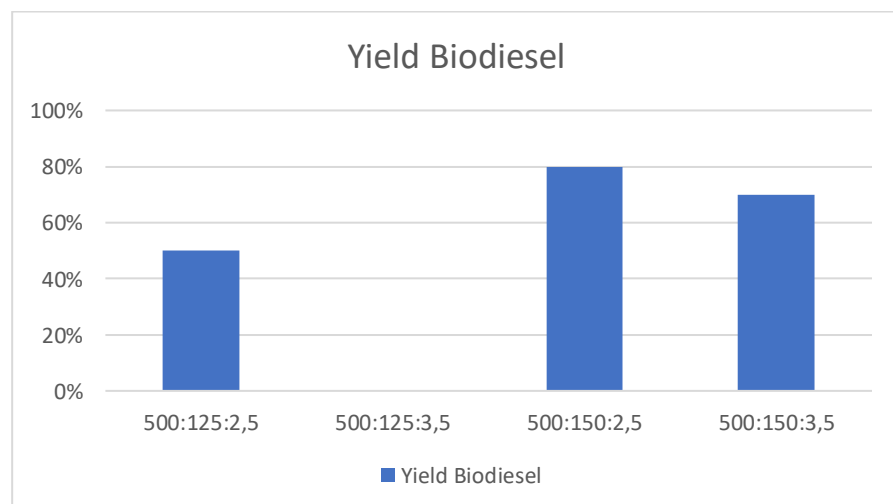
Persentase yield ditentukan setelah sampel biodiesel berhasil didapatkan. Perhitungan yield biodiesel dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.2). Persentase yield merupakan suatu parameter yang penting untuk mengetahui nilai ekonomis dan efektivitas suatu proses produksi atau bahan. Dengan mengetahui persentase yield biodiesel, maka seberapa ekonomis proses pembuatan biodiesel dengan metode yang diterapkan dapat diketahui.

Data hasil penelitian mengenai yield biodiesel yang dihasilkan dari biodiesel berbahan minyak jelantah dengan perbandingan kadar methanol dan katalis tertentu dipresentasikan-pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Yield Biodiesel

Perlakuan	Yield Biodiesel
500:125:2,5	50%
500:125:3,5	0%
500:150:2,5	80%
500:150:3,5	70%

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa yield biodiesel terbesar yang dihasilkan adalah pada pembuatan biodiesel dengan komposisi 500:150:2,5 yaitu sebesar 80. Pada komposisi 500:125:2,5 didapatkan hasil yield biodiesel sebesar 50%. Sedangkan untuk komposisi 500:125:3,5 tidak didapatkan yield biodiesel sama sekali atau 0%. Dan terakhir untuk komposisi 500:150:3,5 didapatkan hasil yield biodiesel sebesar 70%. Gambar 4.1 berikut ini menggambar diagram yield biodiesel yang dihasilkan dengan berbagai komposisi minyak jelantah, metanol dan katalis NaOH.

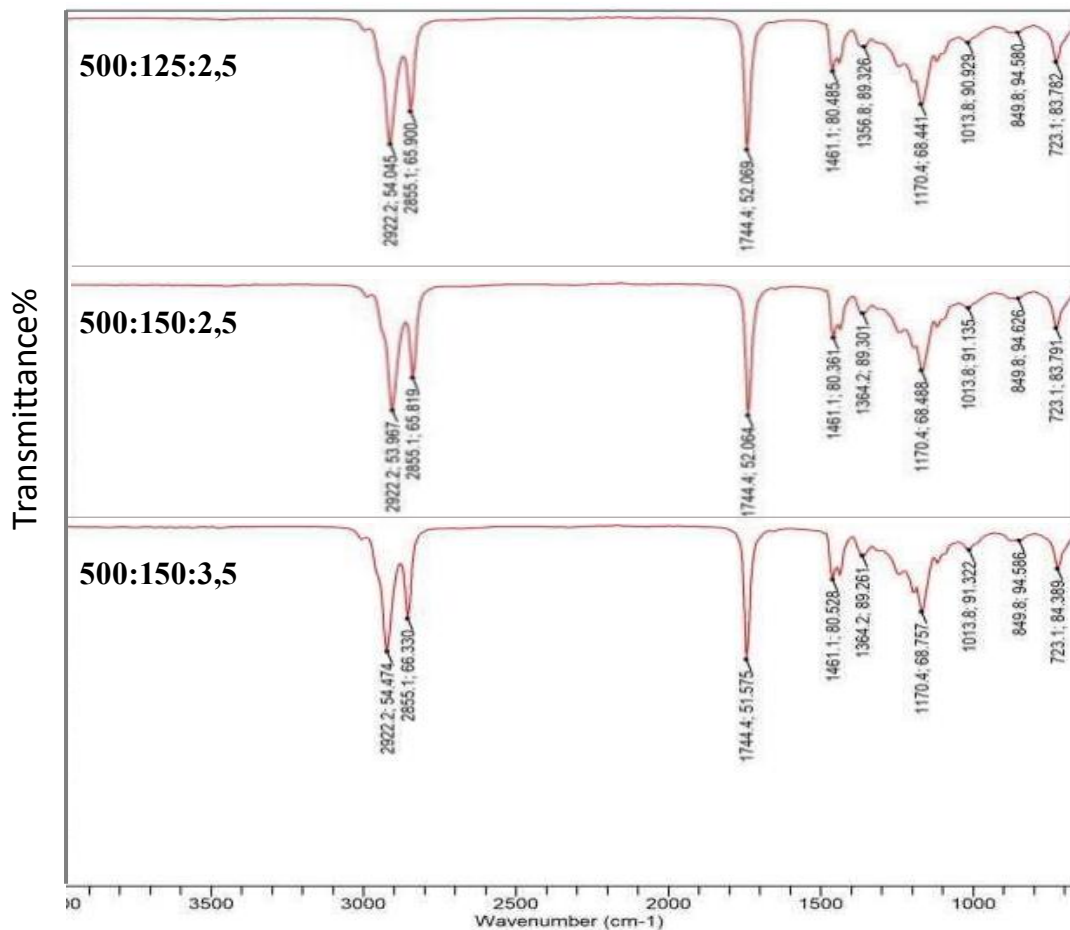


Gambar 4. 1 Persentase Yield Biodiesel

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pembuatan biodiesel dengan perlakuan yang berbeda akan menghasilkan persen yield biodiesel yang berbeda pula. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak methanol dan semakin sedikit katalis yang digunakan, maka yield biodiesel yang dihasilkan juga paling banyak. Karena reaksi transesterifikasi merupakan reaksi reversible, oleh karena itu alkohol biasanya diberi berlebih untuk membantu konversi trigliserida yang cepat dan memastikan konversi sempurna. Reaksi biodiesel melibatkan 1 mol trigliserida (minyak atau lemak) bereaksi dengan 3 mol metanol untuk menghasilkan 3 mol ester asam lemak (biodiesel) dan 1 mol gliserol (produk sampingan). Kelebihan alkohol dengan katalis yang memadai mendorong kesetimbangan reaksi ke arah produk biodiesel dan gliserol (Zhang et al, 2003).

4.1.3. Data Hasil Spektrum FTIR Biodiesel

Biodiesel yang sudah didapatkan kemudian diuji dengan metode FTIR. Analisis spektroskopi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi suatu molekul senyawa organik tertentu. Senyawa yang diharapkan ada dalam analisis FTIR ini adalah senyawa ester. Karena adanya senyawa ester menunjukkan telah terbentuknya biodiesel (Joko et al, 2016). Plot grafik hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Plot Grafik FTIR Biodiesel

Hasil pembacaan spektrum menggunakan FTIR ditunjukkan pada tabel

4.2.

Tabel 4. 2 Bilangan gelombang, gugus fungsi, dan nama senyawa FTIR Biodiesel

Nama Sampel	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Nama senyawa
500:125:2,5	723	C=C	Alkene, <i>bending</i>
	849	C-Cl	Halo compound, <i>stretching</i>
	1013	C-H	Trisubstitued, <i>bending</i>
	1170	C-O	Ester, <i>stretching</i>
	1356	O-H	Phenolic groups, <i>bending</i>
	1461	C-H	Methylene groups, <i>bending</i>
	1744	C=O	Esters, <i>stretching</i>
	2855	C-H	Alkene, <i>stretching</i>
	2922	C-H	Alkene, <i>stretching</i>
500:150:2,5	723	C=C	Alkene, <i>bending</i>
	849	C-Cl	Halo compound, <i>stretching</i>

	1013	C-H	Trisubtitued, <i>bending</i>
	1170	C-O	Ester, <i>stretching</i>
	1356	O-H	Phenolic groups, <i>bending</i>
	1461	C-H	Methylene groups, <i>bending</i>
	1744	C=O	Esters, <i>stretching</i>
	2855	C-H	Alkene, <i>stretching</i>
	2922	C-H	Alkene, <i>stretching</i>
500:150:3,5	723	C=C	Alkene, <i>bending</i>
	849	C-Cl	Halo compound, <i>stretching</i>
	1013	C-H	Trisubtitued, <i>bending</i>
	1170	C-O	Ester, <i>stretching</i>
	1364	O-H	Phenolic groups, <i>bending</i>
	1461	C-H	Methylene groups, <i>bending</i>
	1744	C=O	Esters, <i>stretching</i>
	2855	C-H	Alkene, <i>stretching</i>
2922	C-H	Alkene, <i>stretching</i>	

Data hasil uji FTIR yang telah diperoleh dari uji laboratorium CV. Itharari Solusindo Asia menunjukkan bahwa penelitian ini telah mampu memproses minyak jelantah menjadi ester biodiesel. Hal ini dipahami berdasarkan adanya senyawa ester biodiesel yang teridentifikasi.

Berdasarkan tabel 4.2 gugus fungsi yang terbentuk pada sampel dengan variasi komposisi minyak jelantah dengan metanol dan katalis NaOH menunjukkan bahwa sampel memiliki gugus fungsi dan puncak-puncak transmittansi yang hampir sama. Gugus fungsi C=O terdeteksi pada bilangan gelombang $1744.39411\text{ cm}^{-1}$, dan Gugus fungsi C-H terdeteksi pada bilangan gelombang $2922.23286\text{ cm}^{-1}$, adanya puncak ester pada 1750 cm^{-1} dan puncak C-H dekat $2800\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya rantai ester lemak (Shankar et al, 2017). Dan gugus fungsi C-O muncul pada bilangan gelombang $1170.38408\text{ cm}^{-1}$, metil ester asam lemak dari biodiesel didapatkan pada pita tinggi dengan bilangan gelombang $1170,6\text{ cm}^{-1}$ (ester C-O) dan 1740 cm^{-1} (ester C=O) (Imdadul

et al, 2017). Gugus fungsi O-H yang muncul pada bilangan gelombang 1356.75097cm^{-1} menunjukkan kurangnya mono dan digliserida serta gliserin dan metanol yang tidak bereaksi dalam biodiesel (Rafati et al, 2019)

4.1.4. Data Hasil Analisa Karakteristik Biodiesel

Biodiesel yang sudah teridentifikasi dengan adanya uji FTIR, maka langkah selanjutnya dilakukan karakterisasi biodiesel yang dihasilkan tersebut. Berdasarkan uji tersebut, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

4.1.4.1. Viskositas Biodiesel

Viskositas merupakan hal yang penting dalam bahan bakar diesel. Viskositas kinematik secara konvensional diukur pada temperatur standar 40°C dan 100°C seperti pada ASTM D-445. Umumnya, viskositas kinematik menggambarkan kemampuan pelumas untuk membentuk lapisan tipis pada komponen mesin yang dilumasi. Viskositas merupakan salah satu parameter keberhasilan dalam pembuatan biodiesel. Syarat viskositas kinematik biodiesel sesuai dengan spesifikasi SNI adalah $2,3 - 6,0\text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt). Data hasil pengujian viskositas biodiesel diperoleh pada tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data Hasil Viskositas Biodiesel

Komposisi	Viskositas 40°C Biodiesel	SNI
500:125:2,5	$9,15\text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)	$2,3 - 6,0\text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)
500:150:2,5	$5,79\text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)	
500:150:3,5	$9,14\text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt)	

Tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa kadar methanol dan katalis dapat mempengaruhi viskositas biodiesel yang dihasilkan. Dari tabel hasil data diatas menunjukkan bahwa pembuatan biodiesel dengan komposisi

500:150:2,5 adalah komposisi terbaik dibandingkan dengan komposisi lainnya. Nilai viskositas biodiesel dihasilkan dengan komposisi tersebut sebesar $5,79 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) yang artinya hasil tersebut masuk dalam SNI. Sedangkan pada komposisi 500:125:2,5 dan 500:150:3,5 mendapatkan hasil $9,15 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) dan $9,14 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt). Nilai tersebut berarti sudah melewati batas SNI.

4.1.4.2. Densitas Biodiesel

Densitas menunjukkan perbandingan massa persatuan volume. Densitas atau berat jenis, diukur dengan menimbang volume biodiesel yang dihasilkan pada suhu 40°C dalam gelas piknometer. Tabel 4.6 berikut ini memperlihatkan hasil pengujian densitas biodiesel yang dihasilkan.

Tabel 4. 4 Data Hasil Densitas Biodiesel

Komposisi	Densitas 40°C Biodiesel	SNI
500:125:2,5	$874 \text{ Kg}/\text{m}^3$	$850 - 890 \text{ Kg}/\text{m}^3$
500:150:2,5	$863 \text{ Kg}/\text{m}^3$	
500:150:3,5	$875 \text{ Kg}/\text{m}^3$	

Hasil pengujian densitas dari ketiga sampel menunjukkan bahwa masing-masing biodiesel yang dihasilkan sudah memenuhi SNI. Dari hasil pengujian densitas diatas menunjukkan bahwa semakin banyak methanol dan semakin sedikit katalis yang digunakan akan menghasilkan densitas yang rendah. Hal ini bisa dilihat pada komposisi 500:150:2,5 yaitu sebesar $863 \text{ Kg}/\text{m}^3$. Sedangkan pada komposisi 500:125:2,5 dan 500:150:3,5 diperoleh nilai densitas yang lebih tinggi, masing-masing yaitu $874 \text{ Kg}/\text{m}^3$ dan $875 \text{ Kg}/\text{m}^3$.

4.1.4.3. Titik Nyala Biodiesel

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Titik nyala diperlukan sehubungan dengan pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala api menurut standar SNI minimal 100°C. Hasil pengujian titik nyala biodiesel diperoleh pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Data Hasil Titik Nyala Biodiesel

Komposisi	Titik Nyala Biodiesel	SNI
500:125:2,5	172°C	Min 100°C
500:150:2,5	174°C	
500:150:3,5	181°C	

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak jelantah yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki titik nyala di atas nilai minimum titik nyala standar SNI. Artinya bahwa biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI. Pada komposisi 500:125:2,5 didapatkan titik nyala sebesar 172°C, untuk komposisi 500:150:2,5 titik nyala sebesar 174°C, dan pada komposisi 500:150:3,5 diperoleh titik nyala tertinggi yaitu 181°C.

4.1.4.4. Titik Beku Biodiesel

Selain titik nyala, parameter yang diuji adalah titik beku. Dimana pada titik beku menurut Knothe (2005) permasalahan pada aliran bahan bakar terjadi pada temperatur diantara titik kabut (cloud point) dan titik tuang (pour point), yaitu pada saat titik titik kristal yang terbentuk mulai

mengganggu proses filtrasi bahan bakar pada mesin sehingga perlu adanya penelitian pada parameter titik beku tersebut. Berdasarkan SNI-04-7182-2012 ambang batas titik beku biodiesel maksimum 18°C. Hasil pengujian titik beku biodiesel diperoleh pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Data Hasil Titik Beku Biodiesel

Komposisi	Titik Beku Biodiesel	SNI
500:125:2,5	9°C	Maks 18°C
500:150:2,5	12°C	
500:150:3,5	11°C	

Data hasil pengujian pada tabel 4.8 dapat diketahui bahwa biodiesel dari minyak jelantah yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki freezing point yang baik karena nilainya lebih kecil dibandingkan standar biodiesel SNI-04-7182-2012. Pada komposisi 500:125:2,5 titik bekunya sebesar 9°C. Sementara itu untuk komposisi 500:150:2,5 titik bekunya sebesar 12°C, dan pada perlakuan 500:150:3,5 titik bekunya sebesar 11°C. Artinya produk biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini akan mulai membeku pada temperatur lebih rendah dibandingkan standar SNI-04-7182-2012. Jika semakin tinggi nilai titik beku bahan bakar melebihi standar mutu biodiesel Indonesia, maka akan semakin cepat pula waktu yang dibutuhkan bahan bakar untuk membeku.

4.1.4.5. Nilai Kalor Biodiesel

Nilai kalor merupakan ukuran panas atau energi yang dihasilkan, dan diukur sebagai nilai kalor kotor/*gross calorific value* atau nilai kalor netto/*nett calorific value* (Hastono et al, 2012). Nilai kalor diperlukan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh suatu

mesin dalam suatu periode. Hasil pengujian nilai kalor biodiesel diperoleh pada tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4. 7 data Hasil Nilai Kalor Biodiesel

Perlakuan	Nilai Kalor Biodiesel	SNI
500:125:2,5	9412 kal/gr	10160 – 11000 kal/gr
500:150:2,5	9461 kal/gr	
500:150:3,5	9279 kal/gr	

Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian nilai kalor dari produk biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini, pada komposisi 500:125:2,5 nilai kalornya yaitu 9412 kal/gr. Sedangkan untuk komposisi perlakuan 500:150:2,5 nilai kalornya 9461 kal/gr. Sementara itu untuk biodiesel dengan komposisi 500:150:3,5 memiliki nilai kalornya yaitu 9279 kal/gr. Dari data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kalor tersebut masih dibawah standar mutu biodiesel Indonesia yaitu sebesar 10160 – 11000 kal/gr.

4.2.Pembahasan

Dari uji FTIR teridentifikasi adanya kandungan gugus ester yang merupakan indikator utama disel. Hal ini telah membuktikan bahwa penelitian ini telah mampu memproses minyak jelantah menjadi ester biodiesel. Banyak sedikitnya kuantitas metanol dan katalis NaOH yang dicampurkan dengan minyak jelantah ternyata sangat berpengaruh terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dengan berbagai komposisi pada penelitian ini sebagaimana sudah dijelaskan di atas secara terintegrasi dapat diperlihatkan pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4. 8 Hasil Uji Karakteristik Biodiesel

Komposisi	Yield	Viskositas	Densitas	Titik Nyala	Titik Beku	Nilai Kalor
500:125:2,5	50%	9,15 mm ² /s (cSt)	874 Kg/m ³	172°C	9°C	9412 kal/gr
500:125:3,5	0%	-	-	-	-	-
500:150:2,5	80%	5,79 mm ² /s (cSt)	863 Kg/m ³	174°C	12°C	9461 kal/gr
500:150:3,5	70%	9,14 mm ² /s (cSt)	875 Kg/m ³	181°C	11°C	9279 kal/gr
SNI 7182-2012		2,3 – 6 mm ² /s (cSt)	850 – 890 Kg/m ³	Min 100°C	Maks 18°C	10160 – 11000 kal/gr

4.2.1. Kadar FFA Minyak Jelantah

Kandungan asam lemak bebas Free Fatty Acid (FFA) bahan baku (minyak jelantah) merupakan salah satu faktor penentu metode proses pembuatan biodiesel. Penentuan kadar FFA minyak jelantah dilakukan untuk mengetahui kadar asam lemak bebas yang terkandung minyak jelantah. Semakin kecil kadar FFA dalam minyak jelantah, maka kualitas dari minyak tersebut masih baik. Kadar FFA dari minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,768%. Hal ini sesuai dengan penelitian Lotero (2005) yang menyatakan kadar FFA masih pada rentang 0,5-1% sehingga pembuatan biodiesel hanya melewati reaksi transesterifikasi.

4.2.2. Persentase Yield Biodiesel

Data hasil penelitian pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa persen yield biodiesel dipengaruhi oleh rasio kuantitas minyak jelantah dan metanol. Semakin besar rasio kuantitas minyak jelantah dan metanol maka persen yield yang dihasilkan akan semakin besar. Semakin besar jumlah metanol pada perbandingan rasio campuran tersebut, maka semakin besar pula. yield yang dihasilkan. Dengan menggunakan metanol yang berlebih maka reaksi

dapat digeser ke kanan (ke arah pembentukan produk) untuk menghasilkan konversi yang maksimum. Pada komposisi 500:125:3,5 yield biodiesel yang dihasilkan yaitu 0%; Sementara itu yield biodiesel tertinggi dihasilkan dengan komposisi 500:125:2,5, yaitu 80%. Sedangkan untuk komposisi 500:150:2,5 dan 500:150:3,5 dihasilkan yield berturut-turut 50% dan 70%. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa pengurangan kuantitas methanol dan penambahan katalis pada proses pembuatannya sehingga terjadi reaksi yang tidak dapat bergeser ke kanan dan terjadi penyabunan. Hal ini sesuai dengan Hasahatan (2012) yang menjelaskan bahwa untuk meningkatkan jumlah produk dan persentase yield, maka dapat dilakukan dengan penambahan metanol ke dalam reaksi. Namun penambahan katalis basa dapat menyebabkan reaksi saponifikasi yaitu, reaksi pembentukan sabun pada trigliserida. Mantovani (2017) juga menyatakan bahwa semakin besar persen katalis, maka semakin kecil persen yield biodiesel yang dihasilkan karena pada saat pencucian biodiesel, emulsi akan terbentuk didalam air akibat adanya partikel sabun.

Masih rendahnya persentase (tertinggi hanya 80%) yield biodiesel yang dihasilkan juga bisa terjadi karena sulitnya memisahkan biodiesel dengan gliserol sehingga mengurangi kualitas dan menurunkan yield biodiesel yang dihasilkan. Sama halnya dengan dua penelitian sebelumnya sebagaimana sudah dijelaskan di atas, Hingu (2010) menjelaskan bahwa penambahan konsentrasi katalis yang berlebihan dapat mendorong reaksi terbentuknya sabun. Selain itu, nilai yield biodiesel yang rendah juga dapat diakibatkan karena pencucian yang tidak maksimal, sehingga terbentuk cake pada

lapisan membrane yang membuat jumlah produk yang tertampung semakin berkurang (Devi et al, 2014).

4.2.3. Spektrum FTIR Biodiesel

Proses transesterifikasi pembuatan biodiesel pada penelitian ini dimulai dari mencampurkan trigliserida dengan natrium metoksida (methanol+NaOH), sehingga nantinya akan memperoleh produk metil ester dan gliserol. Namun setelah pemisahan dan pencucian diharapkan yang tersisa hanya metil ester yang dapat dibuktikan melalui uji FTIR. Dari data yang dihasilkan melalui uji FTIR dalam penelitian ini dapat diidentifikasi adanya kandungan ester yang merupakan komponen utama biodiesel. Pada hasil uji sampel biodiesel gugus fungsi yang terbentuk adalah C=C, C-Cl, C-H, C-O, O-H, C=H. Dapat dilihat metil ester telah terbentuk spektrum dengan puncak serapan pada bilangan gelombang $2924,04\text{ cm}^{-1}$ dan $2854,65\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan khas dari vibrasi stretching C-H sp^3 (pada CH_3 dan CH_2) yang didukung oleh puncak vibrasi pada daerah bilangan gelombang $1462,04\text{ cm}^{-1}$ dan $1361,74\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan khas dari vibrasi bending C-H sp^3 (pada CH_2 dan CH_3). Pada bilangan gelombang $1743,65\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan khas gugus karbonil (C=O) dan bilangan gelombang $1170,79\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan khas gugus C - O-C yang menunjukkan adanya ester (Burhanuddin et al, 2019). Sebagaimana dijelaskan oleh Aziz (2012) bahwa bilangan gelombang 1170.79 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C-O, dan bilangan gelombang 1739.79 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C=O yang menandakan adanya gugus ester. Sementara itu, bilangan gelombang 2922.28 cm^{-1} dan

2852.84 cm^{-1} menandakan adanya vibrasi tekuk dari CH_2 asimetris dan simetris. Sedangkan bilangan gelombang 1465.96 cm^{-1} dan 1464.03 cm^{-1} merupakan daerah serapan vibrasi dari C-H alifatik (Sumartono et al., 2017). Penelitian Sangadah & Kartawidjaja (2020) juga menyatakan bahwa bilangan gelombang 1742,76 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur C=O ester, dan bilangan gelombang 1168,91 cm^{-1} merupakan vibrasi tekuk C-O ester, yang menandakan terbentuknya gugus metil ester pada biodiesel. Penelitian Alchaddad (2015) juga menyatakan bahwa karakteristik ester pada senyawa etil *p*-metoksisinamat ditunjukkan dengan adanya serapan C=O karbonil pada bilangan gelombang 1705,07 cm^{-1} dan serapan C-O pada bilangan gelombang 1172.72 cm^{-1} . Sedangkan serapan C=C aromatik muncul pada bilangan gelombang 1512.19 cm^{-1} . Untuk lebih mendukung hipotesis adanya gugus aromatic ditunjukkan munculnya serapan substitusi para dengan munculnya satu puncak pada bilangan gelombang 833,25 cm^{-1} .

4.2.4. Karakteristik Biodiesel

4.2.4.1. Viskositas Biodiesel

Nilai viskositas kinematik pada tabel 4.10 yang memenuhi SNI adalah biodiesel yang dihasilkan dengan komposisi 500:125:2,5. Masih adanya nilai viskositas yang melebihi persyaratan standar biodiesel dapat dimungkinkan terjadi karena jumlah methanol yang sedikit mengakibatkan kandungan trigliserida biodiesel yang dihasilkan masih tinggi, sehingga tidak semua minyak jelantah terkonversi menjadi metil ester. Hal ini juga dapat disebabkan karena jumlah katalis tidak sesuai dengan jumlah minyak

jelantah dan metanol yang direaksikan. Penggunaan katalis basa yang lebih tinggi justru akan menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan (saponifikasi) sehingga konversi minyak jelantah menjadi kualitas biodiesel menurun yang ditandai dengan meningkatnya viskositas (Ong, 2013).

Viskositas yang terlalu tinggi dapat memberatkan beban pompa/mesin dan menyebabkan pengkabutan yang kurang baik (Soerawidjaja, 2003). Selain itu, Soerawidjaja (2005) juga menjelaskan bahwa viskositas kinematik adalah ukuran mengenai tekanan aliran fluida karena gravitasi, dimana tekanan sebanding dengan kerapatan fluida yang dinyatakan dengan centistoke (cSt). Viskositas yang terlalu tinggi akan membuat bahan bakar teratomisasi menjadi tetesan yang lebih besar, sehingga akan mengakibatkan deposit pada mesin. Sementara itu, apabila viskositas terlalu rendah akan memproduksi spray yang terlalu halus sehingga terbentuk daerah rich zone yang menyebabkan terjadinya pembentukan jelaga (Prihandana et al, 2006).

4.2.4.2. Densitas (Massa Jenis) Biodiesel

Hasil pengujian yang didapat menunjukkan bahwa walaupun bervariasi ternyata nilai densitas biodiesel dengan berbagai komposisi yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi SNI sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.9. Densitas terkecil diperoleh pada produk biodiesel dengan komposisi 500:150:2,5. Dari hasil penelitian terlihat bahwa variasi densitas dipengaruhi oleh besar dan kecilnya kuantitas metanol dan katalis yang dicampurkan. Data memperlihatkan bahwa kenaikan densitas dapat diakibatkan oleh kenaikan kadar katalis atau penurunan kuantitas metanol.

Semakin banyak jumlah katalis yang digunakan pada pembuatan biodiesel, maka semakin besar densitas dari produk biodiesel yang dihasilkan. Jumlah katalis basa yang lebih banyak mendorong terjadinya reaksi penyabunan dan dapat menimbulkan zat-zat sisa atau pengotor dari reaksi yang tidak terkonversi menjadi metil ester dan akan menyebabkan densitas metil ester tersebut semakin besar. Serupa dengan pendapat Peterson (2001), yang menyatakan bahwa penggunaan katalis basa yang berlebih akan menyebabkan reaksi penyabunan, sehingga bisa menjadi penyebab adanya zat pengotor seperti sabun kalium dan gliserol hasil reaksi penyabunan, dan dapat menyebabkan tingginya densitas biodiesel yang dihasilkan. Sementara itu, penggunaan katalis basa yang lebih sedikit akan menghasilkan metil ester dengan densitas yang lebih rendah (Faizal, 2013).

Selain itu, besar dan kecilnya nilai densitas biodiesel yang dihasilkan juga dimungkinkan dipengaruhi oleh tahap pemurnian atau pencucian biodiesel. Tahap pemurnian yang kurang baik dapat menyebabkan biodiesel yang dihasilkan memiliki densitas yang bervariasi (Wahyuni et al, 2010).

Densitas yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Semakin besar angka densitas akan berpengaruh terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar. Hal ini disebabkan karena dibutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk diinjeksikan kedalam ruang pembakaran untuk mendapatkan tenaga mesin yang sama (Evi.S, 2012).

4.2.4.3. Titik Nyala Biodiesel

Nilai titik nyala dari biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini, walaupun sudah di atas nilai minimal SNI tetapi bervariasi sesuai dengan

komposisi minyak jelantah, metanol dan katalis yang diproses dalam pembuatan biodisel pada penelitian ini. Perbedaan atau variasi yang terjadi dalam titik nyala api sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.10 dimungkinkan dapat dikarenakan masih adanya pengotor pada biodiesel seperti sisa katalis dan gliserol. Prihandana (2006) menyatakan bahwa semakin besar katalis yang diberikan maka titik nyalanya cenderung kecil sehingga biodiesel lebih mudah terbakar dan perambatan api lebih cepat.

Titik nyala yang tinggi diperlukan untuk keamanan dari kebakaran selama proses penyimpanan, transportasi (Mittelbach & Remschmidt, 2004). Hambali (2008) juga menyatakan kinerja mesin diesel tidak berhubungan langsung dengan titik nyala dari biodiesel, akan tetapi titik nyala berhubungan dengan keamanan, terutama dalam penanganan dan penyimpanan bahan bakar tersebut. Bahan bakar dengan titik nyala yang rendah akan membahayakan, karena akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ke ruang bakar (Widyasturi, 2007). Titik nyala berkaitan dengan residu metanol dalam biodiesel karena metanol mempunyai titik nyala yang rendah yaitu 11°C. Residu metanol dalam jumlah kecil menurunkan flash point yang berpengaruh terhadap pompa bahan bakar, seals dan elastomers serta dapat menghasilkan sifat-sifat yang jelek dalam pembakaran (Tyson et al, 2004).

4.2.4.4. Titik Beku Biodiesel

Titik beku pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa pada ketiga sampel biodiesel yang berhasil dibuat dengan masing-masing perlakuan tersebut, titik bekunya masih memenuhi persyaratan SNI dan perbedaannya juga

tidak jauh berbeda, artinya methanol dan katalis yang digunakan tidak memberikan perubahan yang signifikan. Titik beku pada bahan bakar menjadi sangat penting karena sebagai penentu di suhu berapa bahan bakar mulai membeku. Pembekuan yang terjadi di dalam mesin dapat mengakibatkan kerusakan dan kemacetan mesin (Damayanti & Fatnasari, 2011). Titik beku sangat penting untuk menstater mesin dalam keadaan dingin dan untuk menangani minyak di dalam mesin maupun penyimpanannya (Bambang Wahyudi, 2010).

4.2.4.5. Nilai Kalor Biodiesel

Data hasil pada tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai kalor dari produk biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini masih dibawah standar mutu biodiesel Indonesia (10160 – 11000 kal/gr). Artinya biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian ini jika digunakan untuk mengoperasikan mesin disel masih dibutuhkan dalam kuantitas yang lebih besar atau lebih boros dibandingkan dengan biodiesel yang nilai kalornya telah sesuai SNI. Menurut Sulistiana (2011) nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahan bakar tersebut semakin sedikit pemakaiannya. Dewi (2017) juga menyatakan bahwa nilai kalor sangat penting karena ada kaitannya dengan efisiensi atau penghematan suatu bahan bakar. Apabila nilai kalor rendah berarti jumlah bahan bakar yang digunakan dan dibutuhkan untuk pembakaran akan lebih banyak, tetapi bila nilai kalornya tinggi berarti jumlah bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran akan lebih sedikit. Hal ini terjadi karena nilai kalor menunjukkan jumlah energi

yang dihasilkan oleh suatu bahan bakar per satuan massa setelah terbakar sempurna. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar maka energi yang dihasilkan pun akan semakin efisien, karena menghasilkan panas yang lebih besar dengan massa yang sedikit (Irzon, 2012).

Nilai kalor biodiesel dipengaruhi oleh senyawa penyusun yang tergantung pada bahan penyusun dasarnya. Peningkatan konsentrasi katalis menyebabkan kecepatan suatu reaksi menjadi meningkat dan juga meningkatkan jumlah tumbukan antar molekul-molekul; sehingga akan semakin banyak rantai karbon yang terputus. Selanjutnya, pemutusan rantai karbon tersebut akan berpengaruh pada berat molekulnya yang akan semakin mengecil dan menyebabkan nilai kalor pembakarannya akan semakin besar (Rachmat Addy dan Zainal Fanani, 2018).

Nilai kalor yang rendah juga dapat disebabkan oleh adanya air dalam bahan bakar cair, yang merupakan air eksternal sisa pencucian biodiesel yang kurang baik dan berperan sebagai pengganggu. Apabila digunakan perlu pencampuran dengan solar agar diperoleh kalor pembakaran yang lebih tinggi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Komariah et al, 2013). Dalam pembakaran, proses yang pertama kali terjadi adalah proses penguapan air yang ada dikandung biodiesel (Damanhuri, 2006). Hal ini berarti, dengan semakin tingginya kadar air di dalam biodiesel, maka semakin banyak pula energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air tersebut dan semakin rendahnya kalor yang dihasilkan.

4.3. Integrasi dengan Al-Quran

Perkembangan teknologi sumber daya energi terbarukan (*renewable energi*) terus mengalami kemajuan. Salah satu diantaranya adalah pengembangan biodiesel, yaitu bahan bakar untuk mesin diesel yang dihasilkan dari sumber daya nabati yang justru banyak terdapat di daerah tropis seperti Indonesia. Bahan baku (*feed stock*) biodiesel terus mengalami pengembangan melalui berbagai eksperimen di seluruh dunia. Dari awalnya berbasis tumbuhan kanola kemudian dikembangkan pembuatan dari kelapa sawit, pohon jarak, sampai minyak jelantah.

Di dalam Al-Qur'an Allah Swt, mengingatkan kita agar senantiasa dapat memanfaatkan ciptannya untuk kemaslahatan umat. Sebagaimana yang tercantum dalam Q.S Al-An'am:99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا
نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ
وَالرَّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ
يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS. Al-An'am: 99)

Oleh karena itu dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan bakar motor diesel merupakan suatu cara penanggulangan limbah (minyak jelantah) yang menghasilkan nilai ekonomis serta menciptakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar solar yang bersifat ekonomis, dan sekaligus ekologis.

Minimnya pengetahuan tentang pengelolaan minyak jelantah pada masyarakat saat ini sehingga masih sering didapati dibuang secara langsung ke sungai atau saluran air. Padahal hal ini menyebabkan pencemaran lingkungan yang akan menyebabkan kerusakan. Allah swt berfirman :

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya : *“Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan.”* (QS. Al-Baqarah 205)

Sebagai seorang mukmin, sudah menjadi kewajiban kita untuk menjaga lingkungan sekitar karena Allah swt tidak menyukai atau tidak ridho dengan perbuatan yang bersifat merusak. Oleh karena itu, pengelolaan minyak jelantah dengan menjadikan biodiesel adalah tindakan yang meminimalisir pencemaran lingkungan yang bersifat merusak alam.

BAB V

PENUTUP

5.1.Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa dengan terdeksinya gugus karbonil atau ester yang merupakan indikator utama disel melalui uji FTIR membuktikan bahwa penelitian ini telah mampu memproses minyak jelantah menjadi ester biodiesel.

Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak jelantah dengan komposisi 500:150:2,5 (minyak jelantah : metanol : katalis NaOH) memiliki karakteristik secara umum sesuai dengan SNI dibandingkan biodisel lainnya yang dihasilkan dengan komposisi 500:125:2,5 dan 500:125:3,5. Kelemahan pada produk biodisel dengan komposisi 500:150:2,5 tersebut yaitu nilai kalornya yang belum memenuhi persyaratan atau standar mutu biodiesel Indonesia (SNI). Dari proses pembuatan biodisel dengan variasi komposisi tersebut dapat diketahui bahwa karakteristik utama biodisel yang dihasilkan memenuhi atau tidak SNI sangat dipengaruhi oleh banyaknya metanol dan katalis NaOH yang digunakan sebagai campuran minyak jelantah.

5.2.Saran

Dari hasil penelitian yang didapatkan terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk terus diteliti komposisi yang paling tepat antara minyak jelantah, methanol dan katalis NaOH agar dihasilkan biodisel yang optimal baik kualitas maupun kuantitas.

2. Perlu dilakukan metode pencucian/permunian yang lebih baik agar metil ester (biodisel) yang dihasilkan maksimal. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan nilai kalor biodisel yang dihasilkan agar sesuai atau melampaui SNI.
3. Perlu dilakukan pengulangan pada masing-masing komposisi dalam pembuatan biodiesel agar didapatkan hasil nilai uji karakteristik yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Jaya, J. D., & Rodiansono. (2010). Optimasi Jumlah Katalis KOH Dan NaOH Pada Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut. *Sains Dan Terapan Kimia*, 4(1), 79–89.
- Akbar, R. (2011). Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Metil Asetat Sebagai Pensuplai Gugus Metil. *Digital Library Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 1–13.
- Alchaddad, M., Siadi, K., & Supartono. (2015). Transesterifikasi Etil P-Metoksisinamat Hasil Isolasi Rimpang Kencur Dengan Vitamin C Terkatalis Lipase. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(2), 84–88.
- Aziz, I., Nurbayti, S dan Arif, R. H. (2012). Uji Karakteristik Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas Menggunakan Katalis Zeolit Alam (H-Zeolit) dan KOH. *Jurnal Valensi*, 2(5), 541–547.
- Aziz, I. (2007). Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(1). <https://doi.org/10.15408/jkv.v1i1.209>
- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2012). Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(3). <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i3.115>
- Baidawi, A., Latif, I., & Rachmaniah, O. (2008). Transesterifikasi dengan Co-Solvent sebagai salah satu alternatif Peningkatan Yield Metil Ester pada Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO). In *Chemical National Seminar*. https://www.academia.edu/download/31077278/2291-orchidea-chem-eng-Transesterifikasi_dengan_Co-Solvent.pdf
- Bambang Wahyudi, E. M. (2010). *Kajian Prototipe Unit Ptoduksi Biodiesel Dari Limbah Industri Ikan*.
- Burhanuddin, I., Daniel, & Erwin. (2019). Pembuatan Senyawa Metil Ester Yang Diturunkan Dari Minyak Biji Surfaktan Synthesis Methyl Ester From Kernel Bintaro (Cerbera manghas L .) Oil For Surfactans Basic Material. *Jurnal Kimia FMIPA UNMUL*, 16(2), 90–94.
- Chhetri, A. B., Watts, K. C., & Islam, M. R. (2008). Waste cooking oil as an alternate feedstock for biodiesel production. *Energies*, 1(1), 3–18. <https://doi.org/10.3390/en1010003>
- Damanhuri, E. (2006). PEROLEHAN KEMBALI MATERI-ENERGI DARI SAMPAH. *Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV*, 1–17.
- Damayanti, A., & Fatnasari, H. (2011). Pengaruh Konsentrasi Biodiesel Minyak Jarak Pagar Dalam Bahan Bakar Diesel Terhadap Emisi Hidrokarbon dan

Karbon Monoksida. In *Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan ...*
researchgate.net.

- Darmanto, S., & Sigit, I. (2006). Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel. *Jurnal Traksi*, 4(2), 64.
- Devi, I, N., Syarfi., J. A. (2014). Pengaruh Rasio Molar Umpan Terhadap Metanol dan Waktu Reaksi Proses Pembuatan Biodiesel Menggunakan Membran Reaktor. *Jurnal Online Mahasiswa*, 1(1).
- Dewi, R., & Hasfita, F. (2017). Pemanfaatan Limbah Kulit Jengkol (*Pithecellobium Jiringa*) Menjadi Bioarang Dengan Menggunakan Perekat Campuran Getah Sukun Dan Tepung Tapioka. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 105. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.83>
- Enweremadu, C. C., & Mbarawa, M. M. (2009). Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil-A review. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 13, Issue 9, pp. 2205–2224). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.007>
- Ernes, A., Hartati, R. S., Sari, P. D., & Winaya, N. S. (2019). *Biodiesel Minyak Bekas Penggorengan Tepung Ikan Sardin: Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga sebagai Energi Terbarukan*. Penerbit Qiara Media.
- Evi.S., E. F. (2012). Teknologi Pengolahan Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Jurnal Riset Industri*, 6(2), 117 – 127.
- Faizal, M. (2013). Pengaruh Kadar Methanol, Jumlah Katalis, dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4).
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1989). *Kimia organik Edisi Ketiga Jilid 1*. Penernit Erlangga.
- Fogler, H. S. (2004). *Element of Chemical Reaction Engineering, Third edition* (H. S. Fogler (ed.); Vol. 53, Issue 9). Prentice-Hall India.
- Groggins, P. . (1958). *“Unit Processes in Organic Synthesis”*, 5 ed. Mcgraw Hill Book Company.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, H, A., Pattiwiri, W, A., & Hendroko, R. (2008). *Teknologi Bioenergi Edisi Revisi*. PT AgroMedia Pustaka.
- Hanafie, A., Haslinah, A., Qalaman, & Made, A. (2017). Pemodelan Karakteristik Biodisel dari Minyak Jelantah. *Teknik Kimia*, 12(2).
- Hardjono, A. (2000). *Teknologi Minyak Bumi*. Gadjah Mada University Press.

- Hariska, A., Suciati, R. F., & Ramdja, A. F. (2012). Pengaruh Metanol dan Katalis pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Secara Esterifikasi Dengan Menggunakan Katalis K_2CO_3 . *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 1–9.
- Hasahatan, D., Sunaryo, J., dan Komariah, L. N. (2012). Pengaruh Rasio H_2SO_4 dan Waktu Reaksi Terhadap Kuantitas dan Kualitas Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Hastono, A. D., Prasetyo, A., & Mahmud, N. R. A. (2012). Penentuan Nilai Kalor Berbagai Komposisi Campuran Bahan Bakar Minyak Nabati. *Alchemy*. <https://doi.org/10.18860/al.v0i0.1670>
- Hikmah, M. N. zuliyana. (2010). Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi. *Skripsi Universitas Dipenogoro*.
- Hingu, S. M., Gogate, P. R. & Rathod, V. K. (2010). Synthesis of biodiesel from waste cooking oil using sonochemical reactors. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17, 827–832.
- Imdadul, H. K., Zulkifli, N. W. M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Kamruzzaman, M., Rashed, M. M., Rashedul, H. K., & Alwi, A. (2017). Experimental assessment of non-edible candlenut biodiesel and its blend characteristics as diesel engine fuel. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(3), 2350–2363. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7847-y>
- Irzon, R. (2012). Perbandingan Calorific Value Beragam Bahan Bakar Minyak yang Dipasarkan di Indonesia Menggunakan Bomb Calorimeter. *Geo-Resources*, 22(4), 438.
- Julianus, D. (2006). *Optimasi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*.
- Kaya, C., Hamamci, C., Baysal, A., Akba, O., Erdogan, S., & Saydut, A. (2009). Methyl ester of peanut (*Arachis hypogea* L.) seed oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Renewable Energy*, 34(5), 1257–1260. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2008.10.002>
- Ketaren, S. (1986). *Pengantar Teknologi Pangan dan Lemak Pangan*. UI-Press.
- Knothe, G. (2005). Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. *Fuel Processing Technology*, 86(10), 1059–1070. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2004.11.002>
- Komariah, L. N., Juliani, W. D., & Dimiyati, M. F. (2013). Efek Pemanasan Campuran Biodiesel Dan Minyak Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Boiler. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(4), 53–58.
- Lestari, D. Y. (2011). Kajian Tentang Deaktivasi Katalis. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 1–7.

- Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D.E., Suwannakarn, K., Bruce, D.A., & Goodwin, J.G., J. (2005). Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 44(14), 5353–5363.
- Maneerung, T., Kawi, S., Dai, Y., & Wang, C. H. (2016). Sustainable biodiesel production via transesterification of waste cooking oil by using CaO catalysts prepared from chicken manure. *Energy Conversion and Management*, 123, 487–497. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.06.071>
- Mantovani, Seftiana Annisa, dan Kusmiyati, S.T., M.T., P. . (2017). *Pengaruh Jumlah Katalis dan Waktu Reaksi Terhadap Konversi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Cao dari Kulit Telur*.
- Mittelbach, Martin; Remschmidt, C. (2004). *The Comprehensive Handbook 1,2,3*.
- Naluri, A., Rionaldo, H., & Helwani, Z. (2016). Sawit Off Grade Sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Biodiesel Melalui Proses Dua Tahap Menggunakan Katalis Zeolit Alam Yang Dimodifikasi. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik Dan Sains*, 2(2), 1–6.
- Nurcholis, M., & Sumarsih, S. (2007). *Seri Budi Daya. Budi Daya Jarak Pagar Dan Pembuatan Biodiesel*. Kanisius.
- Ong, et all. (2013). *Engine performance and emissions using Jatropha curcas, Ceiba pentandra and Calophyllum inophyllum biodiesel in a CI diesel engine*.
- Peterson, E. (2001). Proses Produksi Biodiesel Berbasis Biji Karet. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2, 40–43.
- Prihandana, R., Hendroko, R., & Nuramin, M. (2006). *Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka.
- Rachmat Addy dan Zainal Fanani. (2018). *Pengaruh Kondisi Operasi dan Berat Katalis Cr/Mo Zeolit Alam Aktif Tersulfidasi Terhadap Kalor Pembakaran dan Densitas Produksi*.
- Rafati, A., Tahvildari, K., & Nozari, M. (2019). Production of biodiesel by electrolysis method from waste cooking oil using heterogeneous MgO-NaOH nano catalyst. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 41(9), 1062–1074. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1539139>
- Rahayu, M. (2005). *Teknologi Proses Produksi Biodiesel, Prospek Pengembangan Biofuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*.
- Rahkadima, Y., dan Purwati, P. A. (2011). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui Proses Transesterifikasi Dengan Menggunakan CaO Sebagai Katalis. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(3), 44–53.
- Risnoyatiningsih, S. (2010). Biodiesel from avocado seeds by transesterification

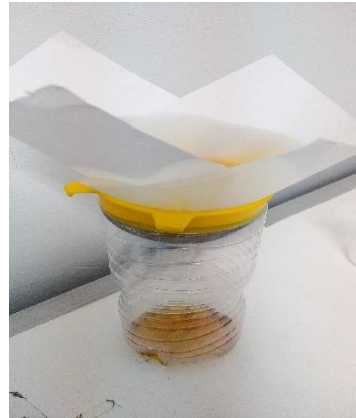
- process. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 345–351.
- Ruhyat, N., & Firdaus, A. (2006). *Analisis Pemilihan Bahan Baku Biodiesel di DKI Jakarta*.
- Sahoo, P. K., & Das, L. M. (2009). Process optimization for biodiesel production from *Jatropha*, *Karanja* and *Polanga* oils. *Fuel*, 88(9), 1588–1594. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.02.016>
- Sangadah, K., & Kartawidjaja, J. (2020). Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Cao Cangkang Siput Gonggong (*Strombus Canarium*) Diimpregnasi Koh: Variasi Waktu Dan Temperatur Reaksi. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 21(1), 1–9.
- Setiawati, E., & Edwar, F. (2012). Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel. *Riset Industri*, VI(2), 117–127.
- Setyawardhani, D. A., Martutik, & Wahyuni. (2008). Pengaruh Rasio Metanol/Minyak Terhadap Parameter Kecepatan Reaksi Metanolisis Minyak Jelantah dan Angka Setana Biodiesel. *Ekuiilibrium*, 7(1), 23–27. <http://kimia.ft.uns.ac.id/file/Ekuilibrium/Volume 7 No 1/Artikel 05 vol 7 no 1.pdf>
- Shankar, A. A., Pentapati, P. R., & Prasad, R. K. (2017). Biodiesel synthesis from cottonseed oil using homogeneous alkali catalyst and using heterogeneous multi walled carbon nanotubes: Characterization and blending studies. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26(1), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.04.001>
- Singh, D., Sharma, D., Soni, S. L., Sharma, S., & Kumari, D. (2019). Chemical compositions, properties, and standards for different generation biodiesels: A review. In *Fuel* (Vol. 253, pp. 60–71). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.04.174>
- Soerawidjaja, T. . (2003). *Standar Tentatif Biodiesel Indonesia dan Metode-metode Pengujiannya*.
- Soerawidjaja, T. . (2005). *Mendorong Upaya Pemanfaatan dan Sosialisasi Biodiesel Secara Nasional*. LP3E KADIN Indonesia.
- Sudrajat, R. H. (2006). *Memproduksi Biodiesel Jarak Pagar*. Penebar Swadaya.
- Sulistiana, Imam Tazi. (2011). Uji Kalor Bakar Bahan Bakar Campuran Bioetanol Dan Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Neutrino*, 3(2), 163–174. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1653>
- Sumartono, N. H., Joko, W., Sonia, L. Anisa, R. P dan Endang, D. S. (2017). No Sintesis dan Karakterisasi Metil Ester Minyak Biji Carica Dieng (*Carica Candamarcensis*) sebagai Bahan Bakar BiodieselTitle. *Prosiding Seminar*

Nasional Kimia, 155–162.

- Susanto, Joko, Muhammad Shobirin, Widiana Arniati. (2016). Minyak/Metanol, Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk Randu dengan Variasi Suhu Pada Reaksi Transesterifikasi dengan Menggunakan Katalisator NaOH dan Rasio 15/1. *Pelita*, 11(2), 56–64.
- Tyson, K. S., Bozell, J., Wallace, R., Petersen, E., & Moens, L. (2004). Biomass Oil Analysis : Research Needs and Recommendations Biomass Oil Analysis : Research Needs and Recommendations. *Contract*, June, 116. <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA435922>
- Wahyuni, N.A, Rahmanto, W.H. & Rahmad, N. (2010). Pengaruh Katalis Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Katalis Basa Pada TransEsterifikasi Minyak Goreng Bekas Jurusan Kimia. *Jurnal Kimia Fisika*.
- Widyasturi, L. (2007). *Review Proses Produksi Biodiesel dengan Menggunakan Membran Reaktor*. Fakultas Teknologi Industri ITB.
- Wijaya, S. (2005). *Pengolahan Minyak Goreng Bekas*. Trubus Agrisarana.
- Zhang, Y., Dubé, M. A., McLean, D. D., & Kates, M. (2003). Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. In *Bioresource Technology* (Vol. 89, Issue 1, pp. 1–16). Elsevier Ltd. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00040-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00040-3)
- Zuhdi. (2002). Preparasi, modifikasi dan karakterisasi katalis Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *Jurnal Teknoin*, 10(4), 269–283.

LAMPIRAN

Lampiran 1
Gambar Penelitian



Proses Penyaringan Sampel



Proses pemanasan sampel



Proses uji FFA



Proses pemisahan metil ester dan gliserol



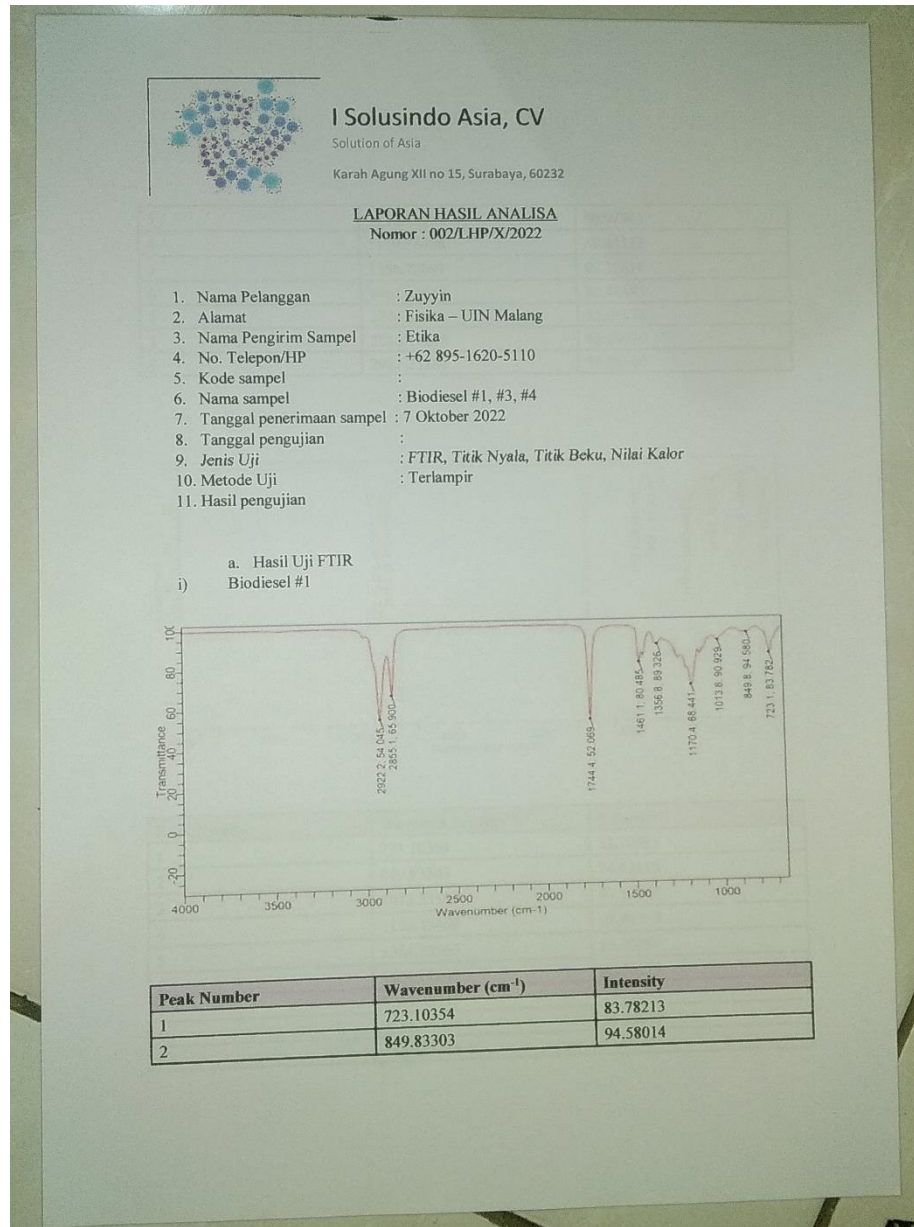
Proses pencucian biodiesel



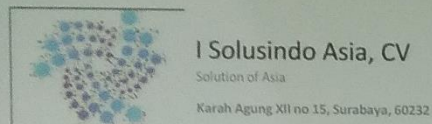
Proses uji densitas



Proses uji viskositas

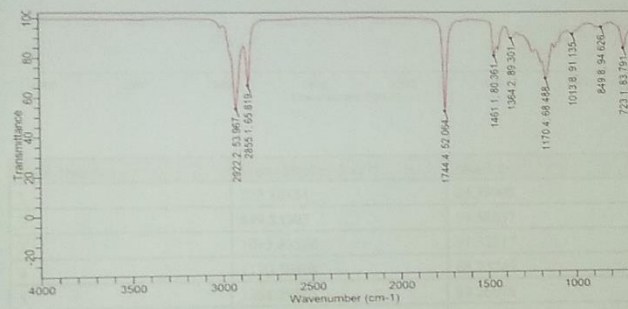


Hasil Pengujian Biodiesel



3	1013.83589	90.92945
4	1170.38408	68.44132
5	1356.75097	89.32614
6	1461.11643	80.48493
7	1744.39411	52.06878
8	2855.14078	65.89970
9	2922.23286	54.04504

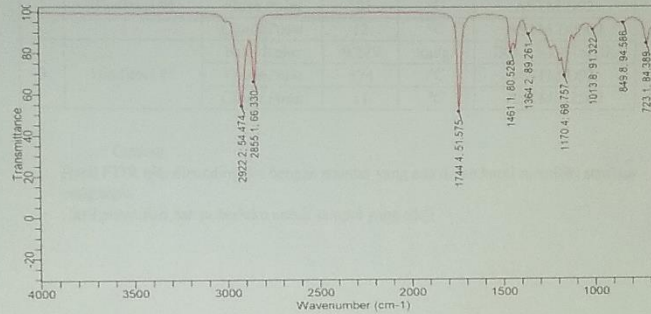
ii) Biodiesel #4



Peak Number	Wavenumber (cm ⁻¹)	Intensity
1	723.10354	83.79051
2	849.83303	94.62610
3	1013.83589	91.13547
4	1170.38408	68.48759
5	1364.20565	89.30094
6	1461.11643	80.36129
7	1744.39411	52.06390
8	2855.14078	65.81858
9	2922.23286	53.96743

Hasil Pengujian Biodiesel

iii) Biodiesel #3



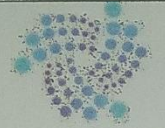
Peak Number	Wavenumber (cm ⁻¹)	Intensity
1	723.10354	84.38908
2	849.83303	94.58637
3	1013.83589	91.32217
4	1170.38408	68.75747
5	1364.20565	89.26078
6	1461.11643	80.52788
7	1744.39411	51.57461
8	2855.14078	66.33042
9	2922.23286	54.47354

b. Uji Nilai Kalor, Flash Point, dan Cloud Point

Suhu : 24,1 °C
 Humidity : 56%

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Biodiesel #1	Nilai Kalor	9,412	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	172	°C	ASTM D92
		Cloud Point	9	°C	ASTM D2500

Hasil Pengujian Biodiesel

**I Solusindo Asia, CV**

Solution of Asia

Karah Agung XII no 15, Surabaya, 60232

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
2	Biodiesel #4	Nilai Kalor	9,461	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	181	°C	ASTM D92
		Cloud Point	12	°C	ASTM D2500
3	Biodiesel #3	Nilai Kalor	9,279	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	174	°C	ASTM D92
		Cloud Point	11	°C	ASTM D2500

c. Catatan

- Hasil FTIR bila dibandingkan dengan standar yang ada di lab kami memiliki struktur yang sama
- Hasil pengujian hanya berlaku untuk sampel yang diuji

Surabaya, 24 Oktober 2022

COO CV ITHARARI
SOLUSINDO ASIAAfifatul Jannah, ST**Hasil Pengujian Biodiesel**

Lampiran 2

Data Hasil Penelitian

a) Perhitungan FFA Minyak Jelantah

$$\begin{aligned} \% \text{ Kandungan FFA} &= \left(\frac{mL \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times BM \text{ asam lemak}}{\text{gram sample}} \right) \% \\ &= \left(\frac{3 \times 0,1 \times 25,6}{10} \right) \% = 0,768\% \end{aligned}$$

b) Perhitungan Persentase Yield Biodiesel

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Biodiesel}}{\text{Berat Minyak}} \times 100\%$$

$$\text{sampel 1} = \frac{250}{500} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{sampel 3} = \frac{400}{500} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{sampel 4} = \frac{350}{500} \times 100\% = 70\%$$

c) Perhitungan Densitas Biodiesel

Pengujian densitas pada suhu 40°C

Kosong	Sampel 1	Sampel 3	Sampel 4
21,14 gram	42,99 gram	42,73 gram	43,03 gram

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Sampel 1 :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{v} = \frac{(\text{bobot piknometer} + \text{sampel}) - \text{bobot kosong}}{\text{volume piknometer}} \\ &= \frac{(42,99 - 21,14)}{25} = 0,874 \text{ g/cm}^3 = 874 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sampel 3

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{v} = \frac{(\text{bobot piknometer} + \text{sampel}) - \text{bobot kosong}}{\text{volume piknometer}} \\ &= \frac{(42,73 - 21,14)}{25} = 0,863 \text{ g/cm}^3 = 863 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Sampel 4

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{v} = \frac{(\text{bobot piknometer} + \text{sampel}) - \text{bobot kosong}}{\text{volume piknometer}} \\ &= \frac{(43,03 - 21,14)}{25} = 0,875 \text{ g/cm}^3 = 875 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- d) Perhitungan Viskositas Biodiesel
Pengujian viskositas pada suhu 40°C

Sampel 1	Sampel 3	Sampel 4
0,008 Pa.s	0,005 Pa.s	0,008 Pa.s

$$V = \frac{\mu}{\rho}$$

Keterangan :

V = viskositas kinematis (m^2/s)

μ = viskositas dinamis (Ns/m^2)

ρ = densitas (kg/m^3)

Sampel 1

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,008}{874} = 9,15 \cdot 10^{-6} m^2/s = 9,15 mm^2/s$$

Sampel 3

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,005}{863} = 5,79 \cdot 10^{-6} m^2/s = 5,79 mm^2/s$$

Sampel 4

$$v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,008}{875} = 9,14 \cdot 10^{-6} m^2/s = 9,14 mm^2/s$$

- e) Pengujian Nilai Kalor, Titik Nyala, Titik Beku

No.	Nama Contoh	Jenis Uji	Hasil	Satuan	Metode Pengujian
1	Biodiesel #1	Nilai Kalor	9,412	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	172	°C	ASTM D92
		Cloud Point	9	°C	ASTM D2500
2	Biodiesel #4	Nilai Kalor	9,461	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	181	°C	ASTM D92
		Cloud Point	12	°C	ASTM D2500
3	Biodiesel #3	Nilai Kalor	9,279	kal/gr	IKA/LEL-ITS/BK
		Flash Point	174	°C	ASTM D92
		Cloud Point	11	°C	ASTM D2500



JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

**BUKTI KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama
NIM
Fakultas/Program Studi
Judul Skripsi

: Zuyyinatus Sakinah
: 18640024
: Sains dan Teknologi/Fisika
: Karakteristik Fisik Biodiesel Berbahan Minyak Jelantah
Yang Dihasilkan Melalui Variasi Perbandingan Kadar
Metanol Dan Katalis
: Drs. Cecep E Rustana, B. Sc Hons., Ph.D.
: Ahmad Abthoki, M. Pd

Pembimbing 1
Pembimbing 2

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	26-Februari-2022	Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III	
2	17-Maret-2022	Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III	
3	20-Maret-2022	Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III ACC	
4	18-November-2022	Konsultasi Bab IV	
5	22-November-2022	Konsultasi Bab IV	
6	23-November-2022	Konsultasi Bab IV	
7	24-November-2022	Konsultasi Bab IV ACC	
8	6-Desember-2022	Konsultasi Bab IV dan Bab V	
9	7-Desember-2022	Konsultasi Bab IV dan Bab V	
10	8-Desember-2022	Konsultasi Bab IV dan Bab V ACC	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	19-September-2022	Konsultasi Bab I	
2	28-Nopember-2022	Konsultasi Bab II	
3	20-Desember-2022	Konsultasi Bab IV	

Malang, 20 Desember 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan,



Dr. Imam Tazi, M.Si