

**TUGAS AKHIR**

**STUDI BIODIESEL DARI MINYAK JARAK (*Jatropha Cruces L*)  
DENGAN PEMANASAN MICROWAVE**

Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dari

Universitas Fajar



Oleh

**Lidyana Agrestina C.J**

**1920421002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDY BIODESEL DARI MINYAK JARAK (*Jatropha Cruces L*)  
DENGAN MENGGUNAKAN MICROWAVE**

Oleh:

**LIDYANA AGRESTINA C.J**

**NIM : 1920421002**

Menyetujui

Tim Pembimbing

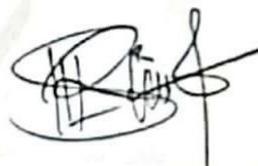
Tanggal 19 Januari 2024

Pembimbing I



**(Ratna Surya Alwi, Ph.D)**  
NIDN : 0923027501

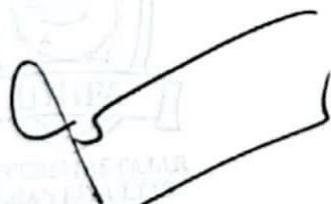
Pembimbing II



**(A. Sry Iryani, ST., MT)**  
NIDN : 0906128002

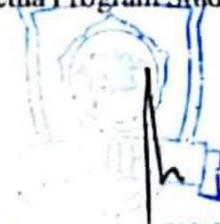
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



**(Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT)**  
NIDN : 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Kimia



**(Dr. Sinardi, ST., SP., M.Si)**  
NIDN : 0908038002

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

“Studi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Jatropha Curcas* L) Dengan Pemanasan Microwave” adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 28 September 2023

Yang Menyatakan



Lidyana Agrestina C.J

## ABSTRAK

**Studi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Jatropha Cruces L*) Dengan Pemanasan Microwave, Lidyana Agrestina C.J.** Energi merupakan salah satu aspek penggerak di berbagai sektor kehidupan. Sumber energi terbesar yang digunakan dibanyak negara di dunia, terutama Indonesia berasal dari bahan bakar minyak (BBM). Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dibuat dari minyak nabati. Salah satu sumber minyak nabati di Indonesia yang tersedia dan belum dimanfaatkan dengan maksimal yaitu Minyak jarak pagar. Minyak jarak dapat diubah menjadi biodiesel dengan cara terlebih dahulu dilakukan proses Esterifikasi untuk menurunkan kandungan FFA dalam minyak. Proses reaksi esterifikasi minyak jarak dilakukan dengan menambahkan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan pereaksi metanol dengan perbandingan 1:3. Reaksi Transesterifikasi menggunakan alat *microwave* dengan penambahan katalis KOH 2 % dari massa minyak dan daya 400 watt. Variabel yang digunakan adalah perbandingan rasio mol minyak & metanol (1:9; 1:12; 1:15) juga variasi waktu reaksi pemanasan (10, 20, dan 30 menit). Biodiesel yang dihasilkan diuji kelayakannya dengan uji viskositas kinematik, bilangan asam (FFA), massa jenis, rendemen (Yield), dan uji menggunakan FTIR. Dari seluruh uji tersebut, didapatkan biodiesel yang menghasilkan yield metil ester terbesar sebanyak 74,69 % pada rasio perbandingan 1:15 dengan katalis 2% selama 20 menit dengan daya 400 watt. Hasil uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi karbonil C=O, gugus fungsi C-O yg merupakan senyawa Ester.

Kata kunci: Biodisel, Minyak Jarak, Esterifikasi, Transesterifikasi, Mikrowave, FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).

## **ABSTRACT**

***Study of Biodiesel from Castor Oil (Jatropha Cruces L) Using Microwave Heating, Lidyana Agrestina C.J.*** Energy is one of the driving aspects in various sectors of life. The largest source of energy used in many countries in the world, especially Indonesia, comes from fuel oil (BBM). Biodiesel is an alternative fuel made from vegetable oil. One source of vegetable oil in Indonesia that is available and has not been utilized optimally is *Jatropha curcas* oil. Castor oil can be converted into biodiesel by first carrying out an Esterification process to reduce the FFA content in the oil. The castor oil esterification reaction process is carried out by adding a sulfuric acid catalyst (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and methanol reagent in a ratio of 1:3. The transesterification reaction uses a microwave with the addition of a KOH catalyst of 2% of the oil mass and 400 watts of power. The variables used were the mole ratio of oil & methanol (1:9; 1:12; 1:15) as well as variations in heating reaction time (10, 20, and 30 minutes). The biodiesel produced was tested for suitability using kinematic viscosity, acid number (FFA), density, yield (Yield) tests, and tests using FTIR. From all these tests, it was found that biodiesel produced the largest methyl ester yield of 74.69% at a ratio of 1:15 with a 2% catalyst for 20 minutes with 400 watts of power. The FTIR test results show the presence of the C=O carbonyl functional group, the C-O functional group which is an ester compound.

***Key words: Biodiesel, Castor Oil, Esterification, Transesterification, Microwave, FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).***

## Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Studi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Jatropha Cruces L*) Dengan Pemanasan *Microwave*”

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Kimia, Universitas Fajar. Penulisan skripsi ini dapat terwujud atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah tulus dan ikhlas memberikan sumbangan berupa pikiran, motivasi dan nasihat. Untuk semua itu, dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada:

1. Keluarga yang telah mendukung dan mendoakan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Mulyadi Hamid, SE, M.Si. selaku Rektor Universitas Fajar
3. Dr. Ir Erniati, ST., MT, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
4. Irham Pratama, S.Pd, M.Si sebagai Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Fajar Makassar
5. Ratna Surya Alwi, Ph. D sebagai dosen pembimbing I tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan, dan nasehatnya selama penyusunan Tugas Akhir ini
4. A. Sry Iryani, ST., MT sebagai dosen Teknik Kimia sekaligus dosen pembimbing II tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktu dalam memberikan saran, bimbingan, dan nasehatnya selama penyusunan Tugas Akhir ini
5. Seluruh jajaran Dosen program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Penulis menyadari jika laporan ini masih memiliki kekurangan oleh sebab itu, kritik dan saran dapat membangun semangat yang sangat diharapkan. Semoga Laporan penelitian ini bermanfaat untuk pembaca.

Makassar, September 2023



Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan .....	i
ABSTRAK .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOI .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Minyak Jarak.....	5
II.2 Produksi Biodiesel .....	8
II.3 Microwave .....	13
II.4 Spektroskopi FT-IR .....	14
II.5 Penelitian Terdahulu .....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
III.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	17
III.2 Alat Dan Bahan .....	17
III.2.1 Alat.....	17

III.2.2 Bahan .....	18
III.3 Prosedur Penelitian .....	18
III.3.1 Tahap esterifikasi .....	18
III.3.2 Tahap transestrifikasi .....	19
III.4 Analisis Data .....	19
III.4.1 Penentuan Densitas .....	19
III.4.2 Penentuan Viskositas .....	20
III.4.3 Penentuan Bilangan Asam .....	20
III.4.4 Perhitungan Yield .....	21
III.5 Diagram Alir Proses Pembuatan Biodisel dari Minyak Jarak .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
IV.1 Hasil Penelitian .....	23
IV.1.1 Analisis awal minyak dan proses Esterifikasi .....	23
IV.1.2 Analisis karakteristik Biodisel .....	24
IV.1.3 Analisa FT-IR .....	31
IV.2 Pembahasan .....	32
BAB V KESIMPULAN .....	37
V.1 Kesimpulan .....	37
V.2 Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak dari Minyak Jarak Pagar .....	7
Tabel 2.2 Sifat Fisik Minyak Jarak Pagar .....	8
Tabel 2.3 Syarat mutu biodiesel ester alkil .....	9
Tabel 4.1 Data hasil uji awal dan esterifikasi.....	23
Tabel 4.2 Tabel perbandingan produk biodiesel dengan biodiesel standar .....	24
Tabel 4.3 Data hasil uji transesterifikasi .....	24
Tabel 4.4 interpretasi data hasil FTIR .....	31
Tabel 4.5 perbandingan data hasil penelitian dengan hasil penelitian sebelumnya	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Umum Molekul Asam Lemak Bebas .....	6
Gambar 2.2 Minyak jarak .....	7
Gambar 2.5 Microwave.....	14
Gambar 3 1 Rangkaian Alat proses Esterifikasi .....	17
Gambar 3 2 Rangkaian Alat Proses Transesterifikasi.....	18
Gambar 3 3 Diagram Alir Proses Pembuatan Biodisel dari Minyak Jarak .....	22
Gambar 4.1 Grafik waktu terhadap Densitas .....	26
Gambar 4.2 Grafik perbandingan metanol-minyak terhadap Densitas .....	26
Gambar 4.3 Grafik waktu terhadap Viskositas .....	27
Gambar 4.4 Grafik perbandingan minyak-metanol terhadap Viskositas .....	28
Gambar 4.5 Grafik waktu terhadap yield.....	29
Gambar 4.6 Grafik perbandingan minyak-metanol terhadap yield.....	30
Gambar 4 7 hasil analis FT-IR.....	31

## DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOI

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama kali Pada halaman
BBM	Bahan Bakar Minyak	1
BNN	Bahan Bakar Nabati	1
BPPT	Badan Pengkajian Penerapan Teknologi	1
BE	Berat Ekvivalen	13
BM	Berat Molekul	26
Cm	Centi Meter	8
C	Celcius	17
C	Karbon	7
CO	Karbon Monoksida	10
CO <sub>2</sub>	Karbon Dioksida	10
CH <sub>3</sub> OH	Metanol	12
DE	Derajat Esterifikasi	14
dkk	Dan Kawan – Kawan	13
ESDM	Eenergi dan Sumber Daya Mineral	1
FFA	Free Fatty Acid	6
g	Gram	32
HNO <sub>3</sub>	Asam Nitrat	2
H <sub>2</sub> O	Hidrogen	2
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Asam sulfat	12

H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Asam Phospat	15
HCl	Asam Clorida	15
KOH	Kalium Hidroksida	9
GHz	Gigahertz	17
KBr	Kalium Bromida	19
Kl	kilo liter	1
Kg	Kilogram	2
mm	Milimeter	21
ml	Mililiter	11
NaCl	Natrium Clorida	19
NaOH	Natrium Hidroksida	20
N	Normalitas	20
O	Oksigen	7
O <sub>2</sub>	Dioksigen	32
OH	Hidroksida	7
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel	2
PP	Phenol Phthalein	18
Prodi	Program Studi	18
R	Gugus Alkil	7
RCOOH	Asam Lemak	12
SNI	Standart Nasional Indonesia	24

VOME	Vegetable Oil Metil Ester	3
SIMBOL		
%	Persen	1
\$	dolar	1
o	Derajat	17
/	Daring	32
=	Sama Dengan	24
<	Kurang dari	12
>	Lebih Dari	10
$\rho$	Densitas	24
$G_0$	Berat Piknometer	25
$G_1$	Berat Piknometer berisi Minyak	25
V	Volume Piknometer	25
$\mu$	Viskositas	25
s	detik	21
t	Waktu	25
c	Konstanta Kalibrasi Viskometer	25
W	Watt	20
N	Normalitas	25
A	Volume Titrasi	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Perhitungan.....	42
Lampiran II Dokumentasi Proses Penelitian.....	49
Lampiran III Data pendukung.....	55

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Energi merupakan salah satu aspek penggerak di beberapa sektor kehidupan juga di Indonesia yang menggunakan energi berasal dari bahan bakar minyak (BBM). Data statistika minyak Indonesia tahun 2021 memaparkan bahwa Indonesia mempunyai cadangan minyak sebesar 4,04 milyar barel dan total produksi crude oil sebesar 902 ribu barel per hari, sehingga dapat diperkirakan bahwa 13 tahun mendatang (terhitung sejak 2021) Indonesia akan menjadi negara pengimpor minyak jika tidak bijak dalam pemanfaatan minyak. Oleh sebab itu perlu dilakukan kajian penelitian lebih lanjut tentang energi alternatif, salah satunya biodiesel (PSulistyo et al., 2019).

Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati maupun lemak hewan, namun yang paling umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah minyak nabati. Minyak nabati dan biodiesel tergolong ke dalam kelas besar senyawa organik yang sama, yaitu kelas ester asam-asam lemak. Akan tetapi, minyak nabati adalah triester asam-asam lemak dengan gliserol, atau trigliserida, sedangkan biodiesel adalah monoester asam-asam lemak dengan metanol. (Fitria 2018)

Tanaman Jarak pagar (*Jatropha Curcas L.*) merupakan tanaman yang sangat potensial, terutama karena tanaman ini mampu bertahan di suhu yang kering dan sangat mudah dijumpai di Indonesia. Tanaman jarak pagar menghasilkan biji yang memiliki kandungan minyak sekitar 30 – 50 %. Pemanfaatan minyak jarak pagar sebagai biodiesel memberikan peluang yang besar jika dibandingkan dengan minyak nabati yang lain karena minyak jarak pagarmengandung racun sehingga penggunaannya sebagai bahan bakar tidak bersaing dengan minyak pangan. (Husna et al., 2021.)

Minyak jarak pagar mengandung 16 sampai 18 atom karbon per molekul sedangkan minyak bumi sebagai bahan baku minyak diesel mengandung 8 sampai

10 atom karbon. Kandungan atom karbon yang lebih besar pada minyak jarak pagar mengakibatkan viskositas minyak jarak pagar lebih tinggi bila dibandingkan dengan viskositas minyak bumi. Proses transesterifikasi dapat digunakan untuk menurunkan viskositas minyak jarak pagar dan meningkatkan daya pembakarannya sehingga sesuai dengan standar minyak diesel untuk kendaraan bermotor. Proses transesterifikasi minyak jarak dilakukan dengan menggunakan alkohol untuk mengubah trigliserida menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol (M. Said et al., 2019)

Salah satu metode yang dapat digunakan pada proses pembuatan biodiesel adalah *microwave*, karena *microwave* dapat mempercepat proses reaksi dengan menggunakan katalis alkali. Radiasi *microwave* dapat meningkatkan kecepatan transesterifikasi. Energi *microwave* dihantarkan secara langsung pada molekul-molekul yang bereaksi melalui reaksi kimia. Sehingga, perpindahan panas lebih efektif daripada pemanasan secara konvensional dimana panas dipindahkan dari lingkungan (Renata et al., 2017).

Penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan menggunakan *microwave* telah banyak dilakukan diantaranya fitria dan ahmad yani (2018) melakukan penelitian dengan *microwave* dengan minyak nabati yang yang digunakan adalah minyak biji jarak pagar dengan variabel rasio molar (mol) 1:9, daya 100, 180, 300, dan 450 Watt, konsentrasi katalis (% b/b) 0,25, dan 0,5, waktu 5, 10, dan 15 menit dimana biodiesel yang dihasilkan memiliki nilai yield sebesar 69,09%. Gus Ali Nur Rohman (2015) telah melakukan penelitian dengan menggunakan minyak kelapa diperoleh hasil biodiesel dengan nilai yield mencapai 98% pada waktu pemanasan selama 4 menit dengan daya 400 watt dan perbandingan mol 1:9. Serta Sintawati Dyah (2018) menggunakan limbah jeroan ikan dengan Katalis CaO 1% waktu radiasi 5,10,15,20 menit daya 100,200,300,dan 400 watt dan penelitian yang dilakukan oleh Rhesa Purnama Putra, dkk () dengan judul Pembuatan Biodiesel Secara Batch Dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro (Mikrowave) diperoleh disampaikan sebelumnya bahwa pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan nilai ield sebesar 60,11%. Berdasarkan peneliian ang telah dapat dilakukan dengan menggunakan *microwave*.

Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada saat proses esterifikasi, dan menggunakan Katalis KOH 2% pada saat proses transesterifikasi dengan menggunakan perbandingan mol 1:9, 1:12, 1:15 selama 10, 20, dan 30 menit waktu pemancaran dengan daya microwave sebesar 400 watt. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan waktu serta variasi perbandingan mol, terhadap karakteristik produk biodisel yang akan dihasilkan. Produk hasil kemudian dilihat karakteristiknya yaitu nilai Densitas, Viskositas, Bilangan Asam serta nilai Yield dan dianalisa pengaruh penggunaan variasi variabel yang kemudian dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, sehingga dapat diperoleh waktu optimum dan penggunaan penambahan variasi perbandingan mol minyak metanol yang baik menurut karakteristik produk biodisel yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Studi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Jatropha Cruces L*) Dengan Pemanasan Microwave”.

## I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah diatas, rumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh waktu reaksi transesterifikasi minyak jarak pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan pemanasan *microwave*?
2. Bagaimana karakteristik berdasarkan nilai Densitas, Viskositas, dan FFA biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi menggunakan pemanasan *microwave*?

## I.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh waktu reaksi pada proses transesterifikasi minyak jarak pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan pemanasan Microwave.
2. Mengetahui karakteristik biodiesel berdasarkan nilai densitas, viskositas dan FFA dengan pemanasan Microwave.

#### I.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai cara pembuatan biodiesel. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan proses pembuatan biodiesel yang lebih ramah lingkungan, prosesnya yang sangat singkat dan dapat menghasilkan biodiesel yang sesuai dengan standar dan berkualitas tinggi.

## **BAB II**

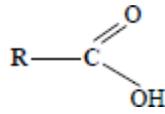
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Minyak Jarak**

Minyak dan lemak adalah triester dari gliserol, yang dinamakan trigliserida. Komposisi yang terdapat dalam minyak nabati terdiri dari trigliserida-trigliserida asam lemak, asam lemak bebas (free fatty acid/FFA), monogliserida dan digliserida, serta beberapa komponen - komponen lain seperti phosphoglycerides, vitamin, mineral, atau sulfur (Husna et al.,2021.) Minyak lemak sering dijumpai pada minyak nabati dan lemak hewan. Minyak umumnya berasal dari tumbuhan, contohnya minyak jagung, minyak zaitun, minyak kacang, dan lain-lain. Minyak dan lemak mempunyai struktur dasar yang sama. Minyak merupakan salah satu kelompok dari golongan lipida. Satu sifat yang khas dari golongan lipida adalah daya larutnya dalam pelarut organik seperti eter, benzene, khloroform, dan sebaliknya tidak larut dalam pelarut air (Umami, 2020)

Berdasarkan sumbernya, lemak dapat digolongkan menjadi dua, yaitu lemak hewani dan lemak nabati. perbedaan antara lemak hewani dan lemak nabati yaitu : lemak hewani umumnya bercampur dengan steroid hewani yang disebut kolestrol, sedangkan lemak nabati umumnya bercampur dengan steroid nabati yang disebut fitosterol. Kadar asam lemak tidak jenuh dalam lemak hewai lebih sedikit dibandingkan lemak nabati (Alamsyah & Kalla, 2017).

Asam lemak bebas (FFA) adalah asam lemak yang terpisahkan dari trigliserida, digliserida, monogliserida, dan gliserin bebas. Hal ini dapat disebabkan oleh pemanasan dan terdapatnya air sehingga terjadi proses hidrolisis. Oksidasi juga dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati (Handayani, 2020).



Gambar 2.1 Struktur Umum Molekul Asam Lemak Bebas

Tanaman jarak pagar termasuk famili Euphobiaceae satu famili dengan karet dan ubi kayu. *Jatropha Curcas* L (jarak pagar) merupakan salah satu tanaman yang paling prospektif untuk diproses menjadi Biodiesel karena selain relatif mudah ditanam, toleransinya tinggi terhadap berbagai jenis tanah dan iklim, produksi minyak tinggi, serta minyak yang dihasilkan tidak dapat dikonsumsi oleh manusia sehingga tidak mengalami persaingan dengan minyak untuk pangan. Minyak jarak pagar berwujud cairan bening berwarna kuning dan tidak menjadi keruh sekalipun disimpan dalam jangka waktu lama (D. C. Dewi, 2015)

Tanaman *Jatropha curcas* (jarak pagar) termasuk tanaman semak dari keluarga Euphorbiaceae yang tumbuh cepat dengan ketinggian mencapai 3 sampai 5 meter. Umumnya, seluruh bagian dari tanaman ini mengandung racun sehingga hampir tidak memiliki hama. Tanaman ini mulai berbuah pada umur 5 bulan, dan mencapai produktivitas penuh pada umur 5 tahun. Buahnya berbentuk elips dengan panjang sekitar 1 inchi (sekitar 2,5 cm) dan mengandung 2 sampai 3 biji. Usia *Jatropha curcas* apabila dirawat dengan baik, dapat mencapai 50 tahun (Husna et al., 2021.).



Gambar 2.2 Minyak jarak

Biji jarak diperoleh dari pohon jarak yang menghasilkan biji. Biji jarak pagar ( *Jatropha curcas linn*) terdiri dari 60% berat kernel (daging biji) dan 40% berat kulit. Beberapa penelitian menyebutkan dalam satu daging biji terkandung sekitar 45-60% minyak sehingga dapat diekstraksi secara mekanis maupun ekstraksi pelarut dan sisanya berupa ampas yang bisa digunakan sebagai pupuk kaya nitrogen. Karena kandungan minyaknya yang tinggi, daging biji jarak pagar mudah diekstraksi. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida dari minyak jarak pagar dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak dari Minyak Jarak Pagar

Jenis Asam Lemak	Sifat dan Komposisi	Komposisi (%)
Asam Oleat	Tidak Jenuh C <sub>18:1</sub>	35-64
Asam Linoleat	Tidak Jenuh C <sub>18:2</sub>	19-42
Asam Linolenat	Tidak Jenuh C <sub>18:3</sub>	2-4
Asam Palmitat	Jenuh C <sub>16:0</sub>	12-17
Asam Stearat	Jenuh C <sub>18:0</sub>	5-10

(Mirzayanti et al., 2020)

Minyak jarak pagar merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida yang mirip dengan kacang. Komposisi sifat-sifat fisik minyak jarak pagar dapat dilihat pada table 2.2

Tabel 2.2 Sifat Fisik Minyak Jarak Pagar

Sifat fisik	Satuan	Nilai
Titik nyala (flash point)	°C	236
Berat jenis pada 20 oC	g/cm <sup>3</sup>	0,9177
Viskositas pada 30 oC	Mm <sup>2</sup> /s	49,15
Residu Karbon (carbon residue on 10% destilasi residue)	%(m/m)	0,34
Kadar abu sulfat (sulfated ash content)	%(m/m)	0,007
Titik tuang (pour point)	°C	-2,5
Kandungan air (water content)	ppm	935
Kandungan sulfat (sulfar content)	ppm	<1
Bilangan asam (Acid value)	Mg KOH/g	4,75
Bilangan iod (iodine value)	G iod/100 g minyak	96,5

(Budiman et al., 2018)

## II.2 Produksi Biodiesel

Biodiesel merupakan mono-alkil ester yang terdiri dari asam lemak rantai panjang, didapat dari lemak terbarukan, seperti minyak nabati atau lemak hewani. Mono-alkil ester dapat berupa metil ester atau etil ester, tergantung dari sumber alkohol yang digunakan. Metil ester atau etil ester adalah senyawa yang relatif stabil, berwujud cairan pada suhu ruang (titik leleh antara 4°-18°C), nonkorosif, dan titik didihnya rendah (Sobah et al., 2021.). Biodiesel mempunyai sifat yang mirip dengan petrodiesel ataupun minyak diesel sintesis, yaitu memiliki energi pembakaran dan angka setana (cetane number) yang lebih tinggi (>60) sehingga selain pembakarannya lebih efisien juga sekaligus melumasi piston mesin (Widodo, 2019) Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin

diesel target substitusi minyak solar dengan biodiesel untuk Indonesia hingga tahun 2025 sama dengan yang ditargetkan untuk gasohol (Renata et al., 2017).

Keuntungan biodiesel yaitu salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan karena biodiesel dapat mengurangi emisi gas karbon monoksida (CO) dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Biodiesel mengandung oksigen, maka flashpointnya lebih tinggi sehingga tidak mudah terbakar. Biodiesel juga tidak menghasilkan uap yang membahayakan pada suhu kamar, tidak mengandung sulfur dan senyawa benzen yang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan petroleum diesel (Putra, 2012.)

Kelebihan lain dapat kita pertimbangkan dari segi lingkungannya yaitu, biodiesel memiliki tingkat toksisitasnya yang 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur dan juga memiliki tingkat biodegradabilitasnya sama dengan glukosa, sehingga sangat cocok digunakan di perairan untuk bahan bakar kapal/motor (Patil et al., 2018)

Biodiesel yang digunakan haruslah memiliki standar mutu yang sesuai agar tidak mengganggu performa mesin pada saat digunakan. Berdasarkan data SNI standar biodiesel harus memiliki nilai karakteristik yang sesuai seperti yang ditunjukkan pada table 2.3.

Tabel 2.3 Syarat mutu biodiesel ester alkil

Parameter	Satuan	FBI-S01-03
Massa jenis pada 40oC	g/ml	0,850 – 0,890
Viskositas kinematik pada 40oC	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
Angka setana		Min.48
Titik kilat (mangkok tertutup)	oC	Min. 100
Titik awan/ mendung	oC	Maks.18
Korosi strip tembaga (3 jam pada 50 oC	%-b	Maks. No 3
Residu karbon	%-v	Maks. 0,05
➤ Dalam contoh asli		maks.0,3
➤ Dalam 10% ampas distilasi		

Air dan residu	°C	Maks. 0,05
Temperatur destilasi 90%	%-b	Maks. 360
Abu tersulfatkan	ppm-b	Maks. 0,02
Belerang	ppm-b	Maks. 80
Fosfor	mg-KOH/g	Maks. 10
Angka asam	%-b	Maks. 0,8
Gliserol bebas	%-b	Maks. 0,02
Gliserin total	%-b	Maks. 0,25
Kadar ester alkil	%-b (g-I2/100 g)	Min. 96,5
Angka iodium		Maks. 115
Uji Halpen		Negatif

(Balai Rekayasa Disain dan Sistem Teknologi, 2020)

a) Esterifikasi

Esterifikasi adalah proses untuk mengubah asam lemak bebas hasil dari proses degumming menjadi ester dengan hasil samping air. Katalis yang umumnya digunakan pada proses ini adalah katalis yang bersifat asam salah satunya adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reaksi esterifikasi dilakukan pada suhu 60-70°C karena pada suhu diatas tersebut metanol akan menguap.

Proses esterifikasi diawali dengan mencampur alkohol dengan katalis. Campuran tersebut diaduk selama 10 menit. Setelah itu, campuran katalis dan alkohol ditambahkan ke dalam minyak dan diaduk kembali selama 10 menit. Bila sudah tercampur maka, larutan tersebut dapat dipanaskan pada reaktor. Minyak hasil esterifikasi selanjutnya diendapkan selama 24 jam untuk memisahkan ester dengan hasil sampingnya (Wahyudi et al., 2018).

Reaksi esterifikasi

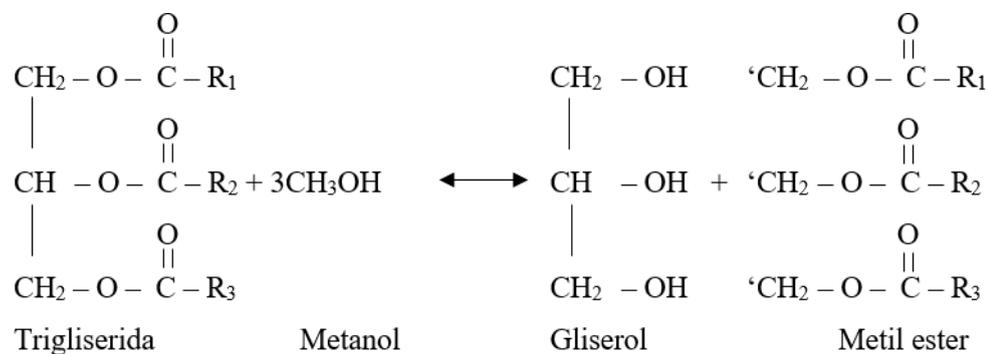


Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka asam > 5 mg- KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversi menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan

tahap transesterifikasi, kandungan air dan katalis asam dihilangkan terlebih dahulu.

b) Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi secara umum merupakan reaksi alkohol dengan trigliserida menghasilkan metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Proses transesterifikasi bertujuan mengolah minyak nabati dengan menambahkan alkohol dan katalis menjadi biodiesel. Alkil esters pada rantai lemak yang panjang disebut biodiesel. Ester tersebut dapat dihasilkan dari minyak nabati melalui



proses transesterifikasi dengan alkohol. Alkohol yang umumnya digunakan adalah metanol dan etanol. Reaksi ini cenderung lebih cepat membentuk metil ester dari pada reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus memiliki asam lemak bebas yang kecil (< 2 %) untuk menghindari pembentukan sabun (Widodo, 2019).

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam-asam lemak sedangkan produk sampingnya berupa gliserol. Hasil sampingan ini bisa dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya sebagai bahan kosmetik, sabun dan lainnya. Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu:

- 1) Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi

- 2) Memisahkan gliserol
- 3) Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm) (Hidayanti et al., 2016; M. I. Said, 2020).

c) Katalis

Katalis adalah zat yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi terlibat dalam reaksi tetapi tidak ikut dikonsumsi menjadi produk dan dapat menurunkan kondisi operasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi adalah reaksi yang lambat. Oleh karena itu dibutuhkan katalis guna mempercepat laju reaksi. Pemilihan katalis ini sangat bergantung pada jenis asam lemak yang terkandung di dalam minyak tersebut. Jenis asam lemak dalam minyak sangat berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia biodiesel, karena asam lemak ini yang akan membentuk ester atau biodiesel itu sendiri (Suleman et al., 2019).

1) Katalis asam

Katalis asam dipilih untuk memproduksi biodiesel dengan kadar FFA tinggi melalui reaksi esterifikasi. Katalis asam seperti  $H_2SO_4$ ,  $HPO_4$ , dan  $HCl$  merupakan katalis yang efektif untuk reaksi esterifikasi (Budiman et al., 2018).

2) Katalis basa

Katalis yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah katalis asam dan katalis basa. Katalis yang bersifat basa lebih unggul karena menghasilkan metil ester yang tinggi konversinya dan lebih cepat reaksinya (D. C. Dewi, 2015). Katalis basa yang umum digunakan adalah  $KOH$ . Yang juga dikenal dengan nama caustic potash merupakan senyawa anorganik basa kuat yang juga termasuk dalam golongan heavy chemical industry. Heavy chemical merupakan bahan kimia yang diproduksi dalam partai besar dan harga murah dengan industri lain sebagai konsumen utamanya. Di pasaran,  $KOH$  biasa dijual dalam fasa padat berbentuk flake dan juga fasa cair dengan konsentrasi sebesar 45 – 50%. Kalium Hidroksida cukup banyak digunakan oleh berbagai industri kimia proses seperti pada industri baterai alkaline dan juga reagent. Kebutuhan terhadap  $KOH$  semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industri – industri

kimia. Katalis yang biasa digunakan dalam sintesis biodiesel konvensional adalah katalis basa homogen, yaitu KOH (Sri Yusmartini & Ahmad Roni, 2019).

#### d) Methanol

Alkohol merupakan komponen utama yang diperlukan dalam pembuatan biodiesel. Alkohol diperlukan dalam jumlah berlebih dalam reaksi esterifikasi maupun reaksi transesterifikasi untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk. Oleh karena itu keberadaan alkohol sangat penting dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi. (Budiman et al., 2018) Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol. Metanol mempunyai rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Metanol mempunyai toksisitas yang tinggi. Metanol mempunyai densitas sebesar 0,792 g/ml, Titik lelehnya  $-104^\circ\text{C}$  dan titik didihnya yaitu  $64,7^\circ\text{C}$ , sedikit larut dalam air, eter, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu  $30^\circ\text{C}$  tekanan 1 atm (Budiman et al., 2018).

Pemilihan penggunaan metanol disebabkan metanol memiliki reaktivitas yang paling tinggi diantara alkohol jenis lainnya. Sifat metanol ini terkait dengan rantai atom C yang dimilikinya pendek. Semakin pendek rantai atom C akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung. Kelebihan lain yang dimiliki metanol adalah harganya yang relatif lebih murah, mudah direcovery, dan kelarutan yang cukup baik dibandingkan dengan alkohol jenis lainnya. Kelemahan metanol yaitu sifatnya yang beracun (Indra Nengsih & Asmura, 2014.).

### II.3 Microwave

Gelombang mikro (*microwave*) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (Super High Frequency, SHF), yaitu diatas 3GHz ( $3 \times 10^9\text{Hz}$ ). Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pemanasan konvensional, karena panas dibangkitkan secara internal akibat getaran molekul-molekul bahan yang ingin dipanaskan oleh gelombang mikro. Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai kelebihan yaitu reaksi lebih efisien, dengan lama reaksi dan proses pemisahan yang singkat,

menurunkan jumlah produk samping, dapat menurunkan konsumsi energi, pemanasan lebih merata serta pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan (Handayani, 2020).

Efisiensi dari transesterifikasi *microwave* berasal dari sifat dielektrik dari campuran polar dan komponen ion dari minyak, pelarut dan katalis. Pemanasan yang cepat dan efisien pada radiasi *microwave* lebih banyak karena gelombang *microwave* berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekular, menghasilkan campuran inter molekular dan agitasi yang meningkatkan peluang dari sebuah molekul alkohol bertemu dengan sebuah molekul minyak (Umami, 2020).

Prinsip kerja oven *microwave* adalah adanya arus bolak-balik atau searah yang terdapat yang memiliki beda potensial rendah maupun tinggi yang akan diubah dalam bentuk searah sehingga menghasilkan gelombang mikro dengan frekuensi 2,45 GHz yang diarahkan oleh sebuah antena, lalu waveguide meneruskan gelombang mikro tersebut ke stirrer dan disebarkan keseluruhan ruangan didalam oven. Gelombang mikro ini kemudian dipantulkan oleh dinding didalam oven yang diserap oleh molekul-molekul makanan (Muchtadi, 2018).



*Gambar 2.3 Microwave*

#### II.4 Spektroskopi FT-IR

Secara sederhana spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari emisi atau penyerapan energi, sinar dan radiasi. Frekuensi tersebut selanjutnya disebut spektrum. Secara sederhana instrumen ini umum digunakan untuk memberikan keterangan bagian dari molekul sebuah cuplikan (gugus fungsi). Serapan pada

setiap tipe ikatan (C-H, C-X, C-O C=C, N-H, O-H, C=O, C-C, C=N) dan lain sebagainya). Sebagian besar senyawa dapat ditulis pada serapan di kisaran 4000  $\text{cm}^{-1}$  – 1400  $\text{cm}^{-1}$  (vibrasi pokok). Daerah ini terdapat serapan dari gugus fungsi sehingga perlu ditelaah. Pada daerah 1400  $\text{cm}^{-1}$  – 900  $\text{cm}^{-1}$  terdapat serapan kompleks dan tidak perlu ditelaah (*finger print*). Adapun terkait cuplikan dapat berupa gas, cairan dan padatan. Setiap wujud cuplikan memiliki perlakuan yang berbeda juga sebagai contoh pada penelitian ini cuplikan yang diuji berupa padatan. terdapat tiga cara umum untuk analisis materi padatan yaitu:

- a) Menggunakan pelet KBr (Kalium Bromida). Pelet KBr dibuat dengan menghaluskan atau menumbuk cuplikan (antara 0,1 -0,2 % berat) dengan KBr lalu di press / dicetak sampai diperoleh pelet Kbr.
- b) Pasta / Mull. Dibuat dengan mencampur setetes parafin dengan cuplikan, pasta lalu dilapiskan diantara dua keping NaCl yang transparan.
- c) Cuplikan padatan yang sudah dilarutkan dalam pelarut yang volatile dilapiskan pada kepingan NaCl, setelah menguap cuplikan berikutnya dapat dianalisis (Sastrohamidjojo, 2018).

Adapun bagian utama instrumen ini adalah sumber cahaya, inframerah, monokromator dan detektor dengan prinsip kerja sebagai berikut :Sumber cahaya dipecah menjadi dua berkas cahaya yang sama. Salah satu cahaya dilewatkan melalui berkas cahaya cuplikan serta cahaya lainnya berkelakuan sebagai berkas cahaya referensi. Kedua berkas cahaya berikutnya dipantulkan ke chopper yang terdiri dari cermin yang bisa berputar. Ketika chopper berputar 10 kali/detik, berkas cahaya cuplikan referensi akan dipantulkan bergantian ke grating monokromator. Sehingga grating akan berputar secara perlahan mengirim frekuensi individu ke detektor thermopile yang akan mengubah panas dari sinar inframerah menjadi tenaga listrik. selanjutnya detektor menerima sinar dengan intensitas yang serupa dari berkas sinar cuplikan dan referensi, berikutnya gerakan wedge ini sebagai akibat bolak – balik berkas referensi yang berikutnya dikirim sebagai bilangan biner sehingga dapat terbaca komputer sebagai serapan pada spektrum yang dihasilkan (Sastrohamidjojo, 2018).

## II.5 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sobah et al., n.d.) dengan Variabel yang digunakan adalah kadar katalis (%(w/w)) : 2,3,4,5 dan 6; ratio mol minyak-metanol : 1:9 dan 1:12 serta daya *microwave* (W) : 100, 264 dan 400. Menyatakan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa radiasi gelombang mikro (*microwave*) dengan katalis CaO dapat digunakan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung. Kondisi operasi terbaik pada daya 100 W, kadar katalis 4% (v/v) minyak serta ratio mol minyak-metanol 1:9. Yield terbaik yang dihasilkan adalah 0,94 (massa biodiesel/massa minyak nyamplung). Bila ditinjau dari SNI, viskositas kinematik produk sebesar 4,545 cSt sudah memenuhi. Parameter lain seperti densitas (0,886 g/ml), cetane index (46,95) dan flash point (>2000C) juga sudah memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) adalah salah satu sumber daya yang potensial bila digunakan sebagai bahan baku biodiesel mengingat jumlahnya yang melimpah. Dan dalam penelitiannya adalah Hasil analisis bahan baku menunjukkan bahwa minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) memiliki kandungan asam lemak bebas sebesar 0,79%. Minyak jarak kepyar (*ricinus communis*) dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave* mencapai kondisi optimum pada rasio 1:6 dan menghasilkan yield sebesar 92,67% dengan waktu 10 menit. Densitas biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,94 g/ml dan viskositas sebesar 16,11 mm<sup>2</sup>/s. Biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian belum sesuai dengan SNI dan masih diperlukan evaluasi dan penelitian lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

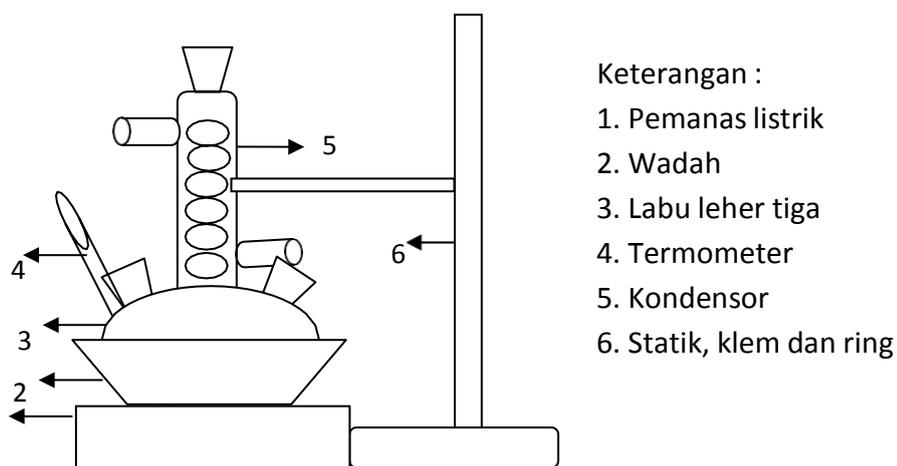
#### III.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan kurang lebih dua minggu dalam bulan juli 2023 hingga bulan Agustus 2023 bertempat di Laboratorium Penyegar Balai Pengawasan dan Pengendalian Mutu dan Laboratorium Universitas Hassanuddin Makassar.

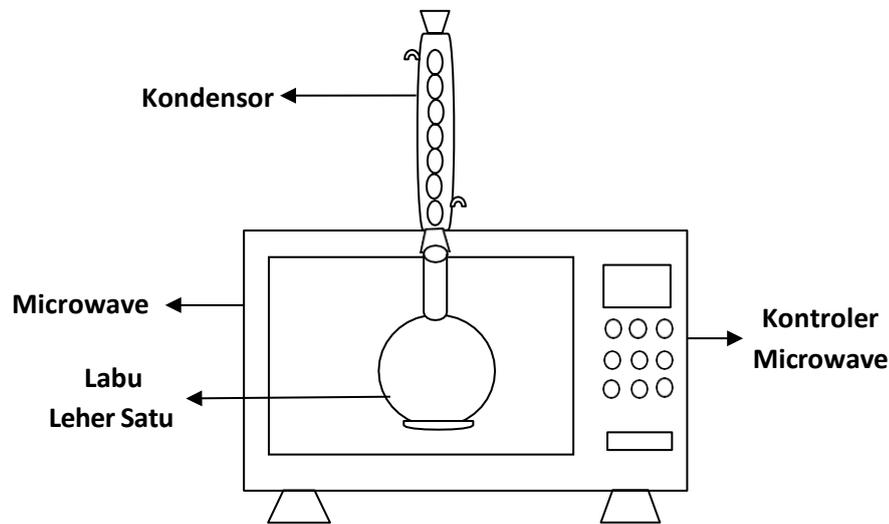
#### III.2 Alat Dan Bahan

##### III.2.1 Alat

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah labu didih sebagai reaktor pada proses esterifikasi dan Mikrowave yang digunakan pada proses transesterifikasi. Alat-alat yang pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Kondensor, Labu Leher Satu, Thermometer, Corong Pisah, Pemanas listrik, Timbangan analitik, Erlenmeyer, Gelas Kimia, Buret, Pipet Volume, Pipet Tetes, Statif dan Klem



Gambar 3 1 Rangkaian Alat proses Esterifikasi



Gambar 3 2 Rangkaian Alat Proses Transesterifikasi

### III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Bahan utama berupa minyak jarak pagar (*jatropha curcas*) yang diperoleh dari Surabaya, katalis berupa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) untuk proses esterifikasi dan kalium hidroksida (KOH) untuk proses transesterifikasi. Metanol sebagai pelarut, NaOH sebagai larutan standar, dan indikator pp untuk proses titrasi, Aquades untuk pencucian hasil esterifikasi dan transesterifikasi.

### III.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan dua tahap utama yaitu proses esterifikasi dan proses transesterifikasi.

#### III.3.1 Tahap esterifikasi

Pada tahap esterifikasi dilakukan dengan mencampur minyak jarak dan methanol dengan perbandingan 1:3 dan katalis  $H_2SO_4$  sebanyak 3% ke dalam labu didih sebagai reactor. Kemudian dilakukan pemanasan selama 60 menit disertai dengan pengadukan. Setelah melalui proses pemanasan, dilakukan pemisahan

antara methanol minyak dan katalis menggunakan corong pisah selama kurang lebih 24 jam.

Pada proses pemisahan akan terbentuk dua lapisan yaitu methanol pada lapisan bawah yang dapat dimurnikan lagi, dan campuran minyak serta metil ester pada lapisan atas yang kemudian akan dilakukan pencucian dengan aquades panas. Langkah terakhir pada tahap ini yaitu dengan melakukan proses pemanasan dalam oven yang bersuhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam guna untuk mengurangi kadar air dalam minyak.

### III.3.2 Tahap transestrifikasi

Dalam tahap transesterifikasi pertama-tama dilakukan dengan menambahkan katalis KOH dengan konsentrasi 2 % dalam methanol, kemudian menyiapkan campuran methanol dengan minyak jarak dengan rasio perbandingan 1:9 , 1:12 dan 1:15 didalam reactor. Kemudian dimasukan kedalam *microwave*.

Sampel dalam reactor yang telah dimasukan kedalam *microwave* akan mengalami pemanasan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama selang waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Hasil reaksi akan dipisahkan dengan menggunakan corong pisah yang didiamkan selama 2 jam. Kemudian dipisahkan antara lapisan atas dan lapisan bawah yaitu gliserol dan metil ester.

Setelah dilakukan pemisahan metil ester yang dihasilkan kemudian dicuci dengan aquades sebanyak tiga kali untuk menghilangkan methanol dan katalis, yang tidak bereaksi serta sabun yang tertinggal dalam biodiesel setelah reaksi. Biodiesel yang telah dicuci kemudian dimasukan kedalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam agar kadar air yang tersisa dari proses pencucian bisa hilang, sehingga biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan SNI.

## III.4 Analisis Data

### III.4.1 Penentuan Densitas

Penentuan densitas dilakukan dengan cara menimbang piknometer kosong, lalu kemudian piknometer diisi dengan minyak biji jarak dan ditimbang lagi. Densitas dihitung dengan rumus selisih antara piknometer berisi minyak dan piknometer kosong lalu dibagi dengan volume piknometer.

$$\rho = \frac{(G-G_0)}{V} \quad 1)$$

Dimana :

$\rho$  = densitas (g/ml)

G = berat piknometer berisi minyak

$G_0$  = berat piknometer kosong

V = volume piknometer

#### III.4.2 Penentuan Viskositas

Pengukuran viskositas minyak biji jarak dilakukan dengan menggunakan viscometer Oswald. Viskositas ditentukan dengan mengukur waktu yang diperlukan pada saat sampel mengalir melewati batas garis. Kemudian nilai viskositas dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\mu = C \times t \quad 2)$$

Dimana :

$\mu$  = viskometer kinematik (mm<sup>2</sup>/s)

C = konstanta kalibrasi viskometer (mm<sup>2</sup>/s)

t = waktu mengalir (s)

#### III.4.3 Penentuan Bilangan Asam

Untuk menentukan bilangan asam dilakukan dengan proses titrasi dengan Larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N dan larutan indikator fenolftalein (pp).

perhitungan angka asam dan kadar FFA

$$\text{bilangan asam} = \frac{(A \times N \times 39,997)}{G} \quad 3)$$

Dimana :

A = volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi (ml)

N = normalitas larutan NaOH

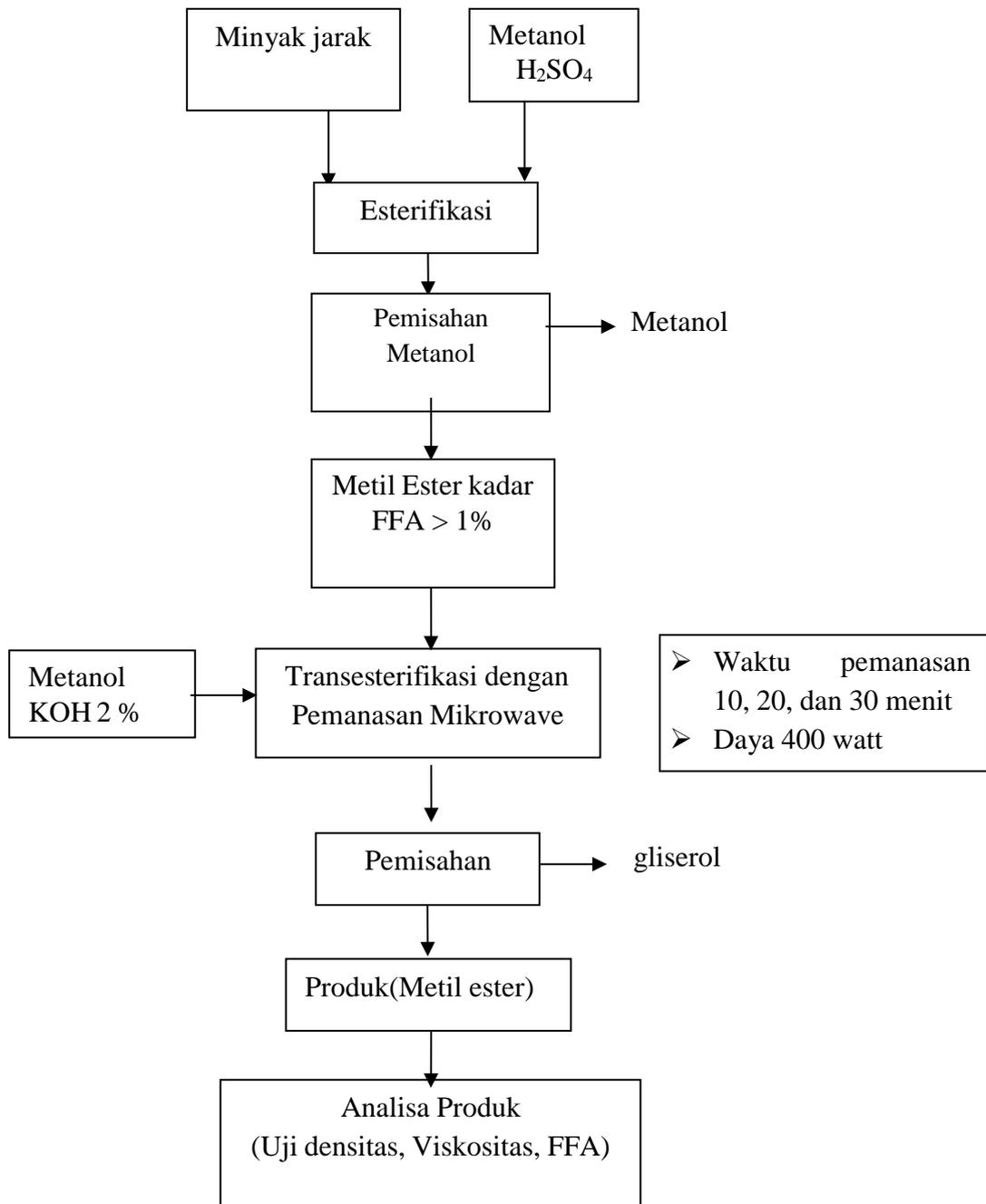
G = berat sampel (gram)

39,997 = bobot molekul NaOH (g/mol)

#### III.4.4 Perhitungan Yield

$$yield = \frac{(gram \ biodiesel)}{(gram \ bahan \ baku)} \times 100\% \quad 4)$$

### III.5 Diagram Alir Proses Pembuatan Biodisel dari Minyak Jarak



Gambar 3 3 Diagram Alir Proses Pembuatan Biodisel dari Minyak Jarak

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama kurang lebih dua minggu di Laboratorium Penyegar Balai Pengawasan dan Pengendalian Mutu dan Laboratorium Universitas Hassanudin Makassar maka diperoleh hasil sebagai berikut:

##### IV.1.1 Analisis awal minyak dan proses Esterifikasi

Minyak jarak pada umumnya mengandung asam lemak bebas yang sangat tinggi sehingga perlu ada proses esterifikasi untuk mengurangi kadar asam lemak bebas. Proses reaksi esterifikasi minyak biji jarak dilakukan dengan menambahkan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan pereaksi metanol. Minyak hasil esterifikasi di ukur bilangan asamnya, dengan melakukan titrasi dengan larutan standar NaOH dan indikator Pp.

Kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) minyak jarak pagar yang diperoleh adalah 3,63 %. Nilai ini menunjukkan bahwa asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak cukup banyak. Jika jumlah asam lemak bebas kurang dari 1% maka bisa langsung dilakukan proses transesterifikasi. Dalam penelitian ini perlu dilakukannya proses pretreatment atau proses esterifikasi karena kandungan asam lemak bebas dalam minyak jarak > 1%.

Tabel 4.1 Data hasil uji awal dan esterifikasi

Parameter	Minyak Jarak	Hasil Esterifikasi
Densitas (g/ml)	0,9448	0,877
Asam lemak bebas (%)	3,63	0,91

Proses reaksi esterifikasi minyak jarak dilakukan dengan menambahkan katalis asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), dan pereaksi metanol. Minyak hasil esterifikasi

diukur bilangan asamnya, dari hasil perhitungan diperoleh sekitar 0,91 % ini menunjukkan asam lemak bebas yang pada awalnya sekita 3.63 % terkonversi menjadi ester, sehingga kandungan asam lemak bebas di dalamnya menjadi lebih rendah dari keadaan semula.

#### IV.1.2 Analisis karakteristik Biodiesel

Karakteristik minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) hasil uji ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4 2 Tabel perbandingan produk biodiesel dengan biodiesel standar

Parameter	Satuan	SNI 7182-2015
Densitas	g/ml	0,85 - 0,89
Viscositas	Mm <sup>2</sup> /s	2,3 – 6
Yield	%	-
Bilangan asam	mg-KOH/g	<0,8

Tabel 4.3 Data hasil uji transesterifikasi

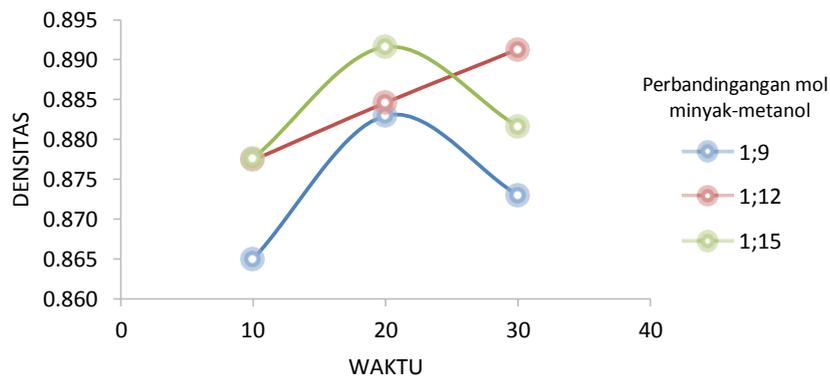
Waktu (menit)	Perbandingan	FFA (%)	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Densitas (gr/ml)	Yield (%)
10	1:9	0.035	4,29	0,873	71,10
	1:12	0.041	6,06	0,883	72,15
	1:15	0.031	6,38	0,865	71,65
20	1:9	0.027	3,64	0,877	73,17
	1:12	0.039	3,76	0,885	74,21
	1:15	0.035	3,26	0,891	74,69
30	1 : 9	0,043	2,72	0,878	71,80
	1 : 12	0,035	2,73	0,892	72,83
	1 : 15	0,39	2,8	0,882	73,45

Perbandingan biodiesel hasil penelitian dengan biodiesel standar SNI sangat diperlukan guna mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan dari penelitian sudah layak digunakan atau tidak. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Fauzyah Majid (2015) dengan judul penelitian “Produksi Biodiesel dari minyak jarak dengan Menggunakan Gelombang Micro” dengan dua jenis variabel, variabel terikat : rasio mol dan jenis reaktan, Sedangkan untuk variabel berubah : daya *microwave*, konsentrasi katalis, dan waktu reaksi.

Berdasarkan tabel 4.2 diatas diperoleh hasil Pembuatan biodiesel dengan gelombang mikro menggunakan dua variabel tetap yaitu daya *microwave*, konsentrasi katalis KOH. Daya yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 400 watt dan konsentrasi katalis sebesar 2%. Sedangkan untuk waktu reaksi dilakukan dengan tiga variasi waktu yaitu selama 10, 20, dan 30 menit, serta perbandingan rasio minyak-methanol 1:9, 1:12, dan 1:15. Secara keseluruhan produk biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar parameter yang ditentukan Dalam penelitian ini standar yang digunakan sebagai acuan adalah SNI-7182-2015.

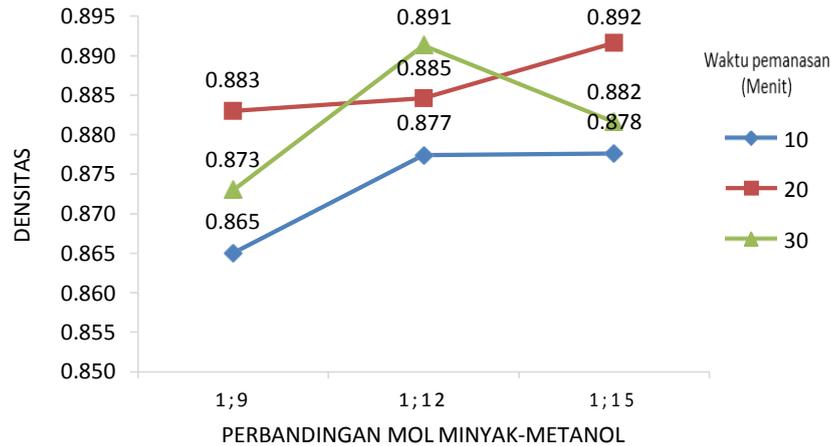
- a. Pengaruh waktu reaksi transesterifikasi dan rasio minyak - metanol terhadap densitas produk

Untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan perbandingan rasio terhadap produk yang dihasilkan dilakukan dengan cara mengubah-ubah waktu reaksi disetiap percobaan. Produk yang dihasilkan. untuk percobaan ini dilakukan dengan variabel waktu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dan perbandingan 1:10, 1:12, dan 1:15 didalam *microwave*, dengan katalis KOH dan daya yang konstan yaitu 2% dan 400 watt.



Gambar 4.1 Grafik waktu terhadap Densitas

Berdasarkan grafik 4.1 diatas dapat dikatakan bahwa perubahan waktu yang dilakukan selama percobaan memiliki pengaruh terhadap nilai densitas dari biodiesel yang dihasilkan. Nilai densitas tertinggi terjadi pada waktu 20 menit dengan perbandingan 1:15 yaitu sebesar 0.89 g/ml. Sedangkan nilai densitas terendah adalah 0.86 g/ml pada waktu 10 menit dengan perbandingan minyak-metanol 1:9. Pada perbandingan mol 1:12 waktu reaksi tidak terlalu begitu berpengaruh hal ini dapat dilihat dari kenaikan yang tidak begitu besar, yaitu 0,87 g/ml: 0.88 g/ml dan 0.89 g/ml.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan metanol-minyak terhadap Densitas

Berdasarkan grafik 4.2. Nilai densitas sangat dipengaruhi oleh perbandingan mol minyak -metanol. Semakin banyak methanol yang digunakan maka nilai densitas semakin tinggi. Nilai densitas tertinggi terjadi pada

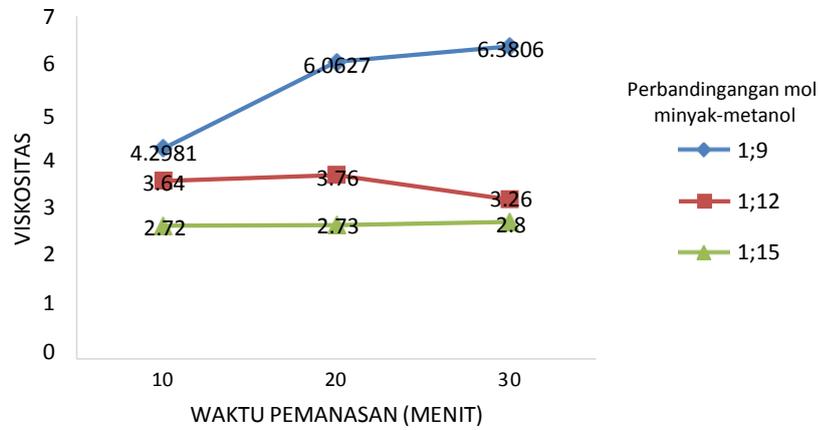
Perbandingan rasio mol minyak-metanol 1:15 yaitu sebesar 0.89 g/ml. Sedangkan nilai densitas terendah adalah 0.86 g/ml pada perbandingan minyak-metanol 1:9. Pada perbandingan mol 1:12 diperoleh nilai densitas sebesar 0,87 g/ml, 0.885 g/ml dan 0.89 g/ml.

Berdasarkan gambar 4.1 dan gambar 4.2, menunjukkan bahwa uji densitas yang didapatkan dari percobaan ini semuanya telah memenuhi standar Biodiesel SNI 7182:2015 yaitu 850-890 kg/m<sup>3</sup> atau 0,85-0,89 g/ml. Uji densitas yang dihasilkan berkisar antara 0,86-0,89 g/ml. Densitas yang didapatkan berpengaruh terhadap kualitas minyak. Tinggi rendahnya suatu densitas yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh kandungan air di dalam metil ester. Selain itu juga dapat disebabkan karena masih adanya trigliserida yang belum terkonversi menjadi metil ester.

b. Pengaruh waktu dan perbandingan rasio metanol-minyak terhadap viskositas produk

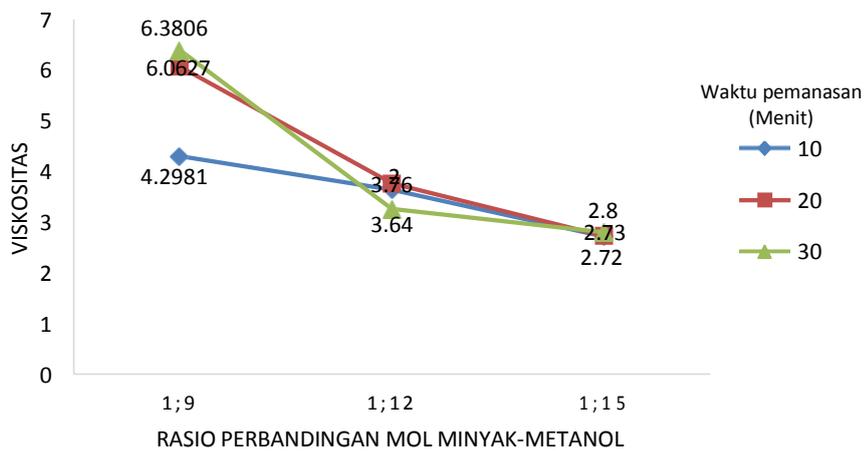
Viskositas atau bisa disebut uji penetapan kekentalan. Kekentalan merupakan suatu sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir, dimana makin tinggi kekentalan maka semakin besar tingkat hambatannya. Uji viskositas yang dilakukan menggunakan alat viskometer Ostwald dengan satuan mm<sup>2</sup>/s. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia,

biodiesel memiliki nilai viskositas sebesar 2,3 – 6,0 cSt (mm<sup>2</sup>/s). Berikut ini adalah hasil uji viskositas biodiesel dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3 Grafik waktu terhadap Viskositas

Berdasarkan grafik 4.2 maka nilai viskositas dari biodiesel yang dihasilkan mengalami peningkatan dari waktu reaksi 10, 20 dan 30 nilai viskositas tertinggi terjadi pada perbandingan mol 1:9 dengan waktu reaksi selama 30 menit yaitu sebesar 6,3806 mm<sup>2</sup>/s. dan waktu terendah adalah selama waktu pemancaran 10 menit dengan perbandingan mol 1:15 yaitu 2,72 mm<sup>2</sup>/s



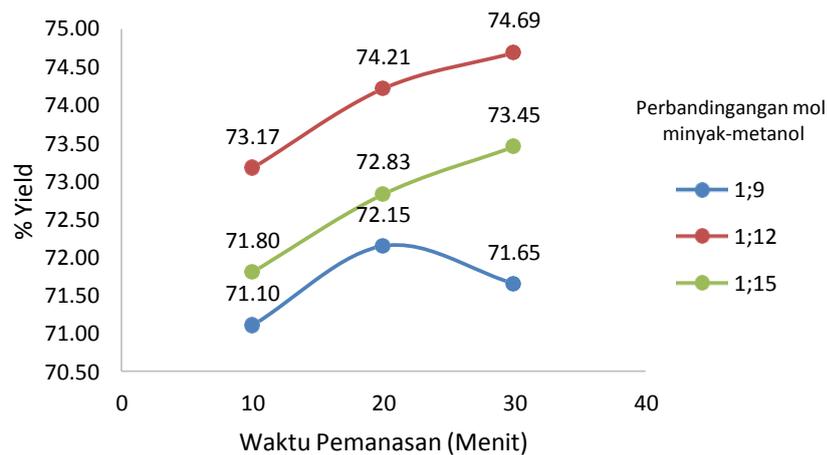
Gambar 4.4 Grafik perbandingan minyak-metanol terhadap Viskositas

Berdasarkan grafik pada gambar 4.4, menunjukkan bahwa ada sampel biodiesel yang viskositasnya tidak memenuhi atau melebihi standar biodiesel SNI 7182:2015 yaitu pada perlakuan variasi perbandingan mol minyak/metanol 1:9 dan waktu pemancaran 20 menit sebesar 6,06 cSt, dan waktu pemancaran selama

30 menit: sebesar 38 cSt. Sedang sampel yang lainnya memenuhi standar biodiesel SNI 7182:2015. Ini dapat terjadi, dikarenakan kandungan trigliserida yang tinggi dan belum terkonversi menjadi metil ester, sehingga viskositasnya tinggi. Viskositas kinematik tertinggi dari metil ester yang terbentuk sebesar 6,381 mm<sup>2</sup>/s pada perlakuan 1:9 dan waktu transesterifikasi selama 10 menit. Sedangkan viskositas terendah sebesar 2,72 mm<sup>2</sup>/s pada perlakuan perbandingan mol minyak/metanol 1:15 dalam waktu 10 menit. Hasil analisis viskositas kinematis pada penelitian ini berkisar 2,72-6,381 mm<sup>2</sup>/s.

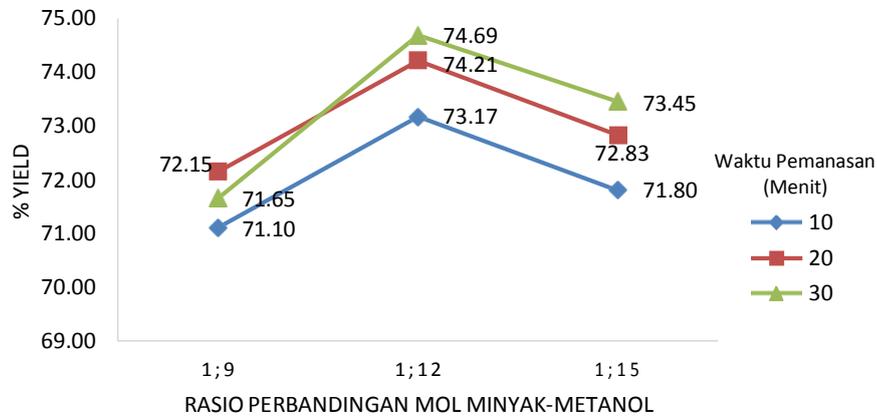
c. Pengaruh waktu terhadap yield

Yield biodiesel diambil dengan cara perbandingan volume minyak hasil ekstraksi yang digunakan untuk transesterifikasi dengan biodiesel yang dihasilkan setelah proses transesterifikasi



Gambar 4.5 Grafik waktu terhadap yield

Hubungan yield terhadap waktu reaksi ditunjukkan pada Gambar 4.5. dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada penambahan waktu dari 10 menit hingga 30 menit terjadi peningkatan nilai yield biodiesel yang dihasilkan dari disetiap percobaan. Hal ini menandakan bahwa semakin lama waktu reaksi, yield yang diperoleh semakin naik meskipun tidak terlalu besar. Kenaikan nilai yield tertinggi terjadi pada waktu 20 menit yaitu sebesar 74,69 %. Sementara nilai terendah terjadi pada waktu pemanasan selama 10 menit yaitu sebesar 71,10 %. Hal ini mungkin terjadi karena dalam waktu tersebut reaksi belum sempurna sehingga berpengaruh pada jumlah yield yang dihasilkan.

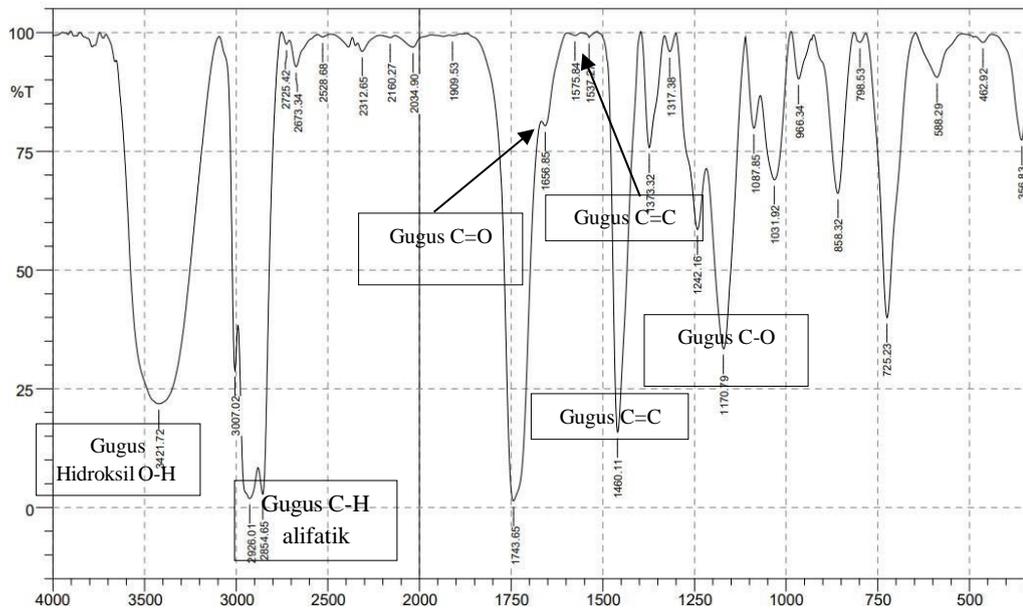


Gambar 4.6 Grafik perbandingan minyak-metanol terhadap yield

Berdasarkan Grafik pengaruh perbandingan rasio minyak-metanol pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa yield biodiesel yang dihasilkan untuk variasi perbandingan rasio minyak-metanol terbesar adalah 74.69 % yang terjadi pada perbandingan 1:12 . Semakin tinggi perbandingan rasio maka yield biodiesel yang dihasilkan semakin tinggi pula, hal ini dapat dilihat pada perbandingan rasio 1:9 ke 1:12 dengan yield 71,10 % ke 73.17 %. Nilai yield tertinggi terjadi pada perbandingan molar 1:12 dengan waktu reaksi 30 menit didalam *microwave* dengan suhu 60 °C yaitu sebesar 74,69 % dan nilai yield terendah adalah pada perbandingan 1:9 dengan nilai 71.10 %.

### IV.1.3 Analisa FT-IR

SHIMADZU



Gambar 4 7 hasil analisis FT-IR

Tabel 4 4 interpretasi data hasil FTIR

No	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Daerah Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi
1	3421,72	3600 – 3300	O-H
2	1170,79	1300 – 1000	C-O
3	2926,01; 2854,65	3000-2850	C-H
4	1575,84	1600 -1500	C=C eter
5	1656,85	1700-1640	C=O
6	1460,11	1600-1450	C=C

Analisis biodiesel dengan menggunakan alat FT-IR dapat dilihat pada gambar 4.7 dimana puncak utama berada pada daerah bilangan gelombang 1743,65 cm<sup>-1</sup> yang merupakan gugus karbonil C=O, dalam hal ini gugus karbonil yang dimaksud adalah gugus karbonil pada senyawa ester karena di dukung

dengan adanya gugus C-O yang ditunjukkan oleh intensitas sedang pada bilangan gelombang  $1170,79\text{ cm}^{-1}$ .

Hal ini menunjukkan bahwa senyawa ester yang diperoleh pada gambar 4.7 merupakan komponen utama dari biodiesel. Terdapat beberapa puncak atau peak yang diperoleh dimana puncak tersebut merupakan gugus CH, O-H yang tidak termasuk dalam kategori senyawa komponen pengganggu dalam biodiesel karena semua senyawa organik ( ester ) mengandung gugus C-H salah satunya berada pada daerah bilangan gelombang  $2926,01\text{ cm}^{-1}$ .

#### IV.2 Pembahasan

Esterifikasi umumnya dilakukan dengan pemanasan secara konvensional menggunakan katalis asam pendonor proton seperti asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) serta metanol sebagai jenis alkohol pereaktannya mengingat metanol adalah senyawa alkohol berantai karbon pendek dan bersifat polar, sehingga dapat bereaksi lebih cepat dengan asam lemak serta dapat melarutkan semua jenis katalis baik basa maupun asam dan lebih ekonomis. Reaksi esterifikasi dilakukan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam dan dilakukan pengadukan secara terus menerus untuk mempercepat reaksi dan agar seluruh katalis dapat bereaksi dengan reaktan. Hasil esterifikasi selanjutnya dianalisis kandungan asam lemak bebasnya dengan metode titrasi menggunakan NaOH 0,1 N dan Indikator Phenolphthalein 3 tetes yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan dari kuning menjadi warna merah muda. Dengan tercapainya titik ekuivalen titrasi ini maka dapat diketahui bilangan asam dari minyak jarak. Sehingga berdasarkan hasil reaksi esterifikasi dengan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$  asam lemak bebas berkurang dari 3,63% menjadi 0,91%

Reaksi transesterifikasi bertujuan untuk memecah dan menghilangkan trigliserida serta menurunkan viskositas pada minyak. Pada penelitian ini terlihat bahwa hasil perhitungan yield biodiesel berdasarkan perlakuan perbandingan mol minyak-metanol nilai yield biodiesel tertinggi terjadi pada perbandingan mol 1:12 yaitu sebesar 74,69 %. dan pada perlakuan waktu transesterifikasi menggunakan *microwave* selama 30 menit. Yield biodiesel terendah didapatkan pada perlakuan perbandingan mol minyak-metanol 1:9 sebesar 71,10 %. Pada gambar terlihat

bahwa persentase biodiesel yang dihasilkan meningkat, pada saat waktu reaksi atau pemancaran juga meningkat, ini dikarenakan semakin lama waktu reaksi kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Semakin banyak jumlah metanol yang digunakan, maka semakin banyak hasil yield biodiesel yang dihasilkan. Pada gambar 4.5 dan 4.6 terlihat bahwa persentase biodiesel yang dihasilkan cenderung fluktuatif, ini disebabkan kemungkinan karena pada proses pencucian biodiesel ada biodiesel yang ikut terbuang dengan air.

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara waktu dan perbandingan mol terhadap densitas atau massa jenis biodiesel yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2. Terlihat bahwa densitas metil ester untuk setiap penambahan variasi waktu dan perbandingan mol berkisar antara 0,865-0,892 g/ml, terlihat bahwa pada perbandingan rasio mol 1:12 terjadi peningkatan nilai densitas dari waktu pemancaran 10 menit ke 30 menit, yaitu dari 0,877 g/ml menjadi 0,891 g/ml ini mengindikasikan pada setiap penambahan waktu reaksi terjadi penurunan panjang rantai karbon dan peningkatan jumlah ikatan rangkap pada asam lemak, semakin tidak jenuh minyak yang digunakan maka densitas akan semakin tinggi. Jika densitas biodiesel melebihi ketentuannya sebaiknya tidak digunakan karena akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin.

Viskositas metil ester pada setiap perbandingan mol dan waktu pemancaran mengalami kenaikan. Secara umum, dengan meningkatnya perbandingan mol minyak -metanol dapat meningkatkan viskositas, hal ini dapat disebabkan karena terjadi penyerapan air oleh katalis pada reaksi transesterifikasi. Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas dan tingginya kandungan asam tidak jenuh yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan. Viskositas kinematik akan semakin turun ketika terjadi peningkatan nilai ketidakjenuhan dari biodiesel (Kolo et al., 2016)

Dari tabel 4.2 analisis bilangan asam yang didapatkan semuanya telah memenuhi standar biodiesel SNI 7182:2015 yaitu dibawah 0,5 mg KOH/g

biodiesel. Bilangan asam yang didapatkan berada pada kisaran 0,0686-0,0814 mg KOH/g biodiesel. Bilangan asam yang didapatkan berpengaruh terhadap kualitas minyak, semakin tinggi bilangan asam pada biodiesel maka semakin rendah kualitas biodiesel tersebut. Hal tersebut juga dapat mempengaruhi daya simpan dan tingkat korosifitasnya terhadap mesin

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditentukan bahwa semakin banyak metanol yang ditambahkan pada saat melakukan reaksi transesterifikasi maka akan berpengaruh pada nilai densitas, Viskositas, dan Yield dari biodiesel, begitu pula dengan penambahan waktu pemanasan dengan *microwave*, semakin lama waktu reaksi maka nilai yang diperoleh juga semakin meningkat. Waktu optimum yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada waktu pemanasan selama 20 menit, dengan konsentrasi katalis KOH sebesar 2% dan perbandingan mol minyak metanol 1:12 dengan daya 400 watt yaitu dengan nilai yield sebesar 74,69%

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitria dan Ahmad Yani. Dengan variabel yang digunakan adalah konsentrasi kadar katalis NaOH 0,25%, 0,5%, dan 0,75% rasio mol minyak metanol 1:9 dengan variasi daya *microwave* 100, 180, 300 dan 450 watt. Menyatakan bahwa radiasi gelombang *microwave* dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak dengan katalis NaOH dengan konsentrasi yang lebih sedikit serta waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan cara yang konvensional. Kondisi operasi terbaik diperoleh pada daya 450 watt dan konsentrasi katalis NaOH sebesar 0,75% dan lama waktu reaksi selama 10 menit dengan nilai yield biodiesel sebesar 69,09%.

Tabel 4 5 perbandingan data hasil penelitian dengan hasil penelitian sebelumnya

Jurnal	Judul	Keterangan	Hasil
Lidyana Agrestina C.J	Studi Biodiesel Dari Minyak Jarak ( <i>Jatropha Cruces L</i> ) Dengan Pemanasan Microwave	Katalis KOH 2% Perbandingan Minyak -Metanol 1:9, 1:12, 1:15 Daya 400 Watt Dan waktu Pemanasan 10, 20, dan 30 menit	Nilai yield terbaik 74,69% dengan waktu reaksi selama 20 menit dan daya 400 watt serta konsentrasi katalis KOH sebesar 2% dan perbandingan mol minyak etanol 1 : 12
Fitria, Ahmad Yani	Pembuatan Bahan Bakar Alternatif Dari Minyak Biji Jarak Menggunakan Gelombang Mikro	Katalis NaOH 0,75% Perbandingan Minyak -Metanol 1:9 Daya 100, 180, 300, 450 Watt	Nilai yield= 69,09% dengan waktu reaksi selama 10 menit dan daya 450 watt serta konsentrasi katalis NaOH sebesar 0,75%
Gus Ali Nur Rohman, Fariyah Fatmawati, Dan Mahfud Mahfud	Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Menggunakan Microwave : Penggunaan Katalis Koh Dengan Konsentrasi Rendah	Katalis KOH 0,5% Perbandingan Minyak -Metanol 1:9	Nilai yield terbaik 98% dengan waktu reaksi selama 4 menit dan daya 400 watt serta konsentrasi katalis KOH sebesar 0,5%
Shintawati Dyah Purwaningrum, Sukaryo	Pengaruh Waktu Pemanasan Pada Pembuatan biodiesel Dari Limbah Jeroan Ikan Menggunakan Microwave	Katalis KOH Perbandingan Mol Minyak Metanol 1:18 Daya 300, 450, 600 Dan 800 Watt	Nilai yield tertinggi 97% dengan waktu reaksi selama 40 menit dan daya 600 watt
Rhesa Purnama Putra, Griya Armando Wibawa, Pantjawarni Priharini	Pembuatan Biodiesel Secara Batch Dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro (Mikrowave)	Katalis CaO 1% waktu radiasi 5,10,15,20 menit daya 100,200,300,dan 400 watt	Nilai yield yang diperoleh sebesar 60,11% dengan perbandingan mol minyak metanol 1:6 dan daya 200 watt pada waktu 20 menit

Tabel diatas merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa orang. Dari data diatas dapat dikatakan bahwa pada setiap penelitian yang menggunakan microwave hasil dapat dipengaruhi oleh beberapa factor, misalnya penggunaan katalis, rasio perbandingan mol, daya *microwave*, waktu reaksi. Semua hal variable ini mempunyai pengaruhnya masing-masing terhadap produk biodiesel yang akan dihasilkan, misalkan saja pada penambahan waktu reaksi yang diberikan jika semakin lama waktu yang diberikan maka semakin baik pula nilai yield biodiesel yang akan dihasilkan. Begitu pula pada perlakuan variable yang lainnya.

Perbedaan yang paling mendasar dari setiap percobaan yang dilakukan oleh beberapa penelitian dari jurnal pada table adalah pada perlakuan terhadap variable-variabel yang dapat mempengaruhi hasil produk yaitu, penggunaan katalis, waktu reaksi, perbandingan mol sampel dengan larutan pereaksi, dan besarnya daya *microwave* yang digunakan. Dari hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh fitria dan ahmad yani dengan menggunakan sampel yang sama yaitu minyak jarak, dengan perbandingan mol 1:9 dan daya maksimal 450 watt dengan menggunakan katalis NaOH sebanyak 0,75% selama 10 menit diperoleh hasil produk biodiesel dengan nilai yield 69,09%. Memiliki perbedaan yang cukup besar. Artinya adalah pada setiap penambahan variasi pada masing-masing variable dapat mempengaruhi hasil. Hal ini dapat kita lihat pada penelitian ini yang menggunakan katalis KOH sebesar 2% dan perbandingan mol minyak methanol 1 :12 dengan waktu reaksi selama 20 menit dan daya *microwave* yang digunakan adalah 400 watt, diperoleh produk biodiesel dengan nilai yield sebesar 74,69%.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Waktu terbaik dalam pembuatan biodiesel dengan *microwave* adalah 20 menit, dengan perbandingan rasio mol 1:12 dan daya 400 watt serta konsentrasi katalis 2 % yaitu sebesar 74,69 %
2. Uji densitas diperoleh nilai terbesar yaitu 0,892 g/ml pada perbandingan mol minyak metanol 1:9 dan waktu pemanasan 30 menit. Nilai viskositas terbesar terjadi pada perbandingan mol minyak metanol 1:9 dengan waktu pemanasan selama 10 menit yaitu sebesar. 6,38 mm<sup>2</sup>/s.dan nilai FFA yang berkisar antara 0,027 – 0,043%.

#### V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh,dapat disarankan bahwa

1. Dalam proses transesterifikasi perlu dilakukan pengadukan agar dapat diperoleh konversi biodiesel yang lebih banyak.
2. Perlu adanya langkah-langkah lain untuk meningkatkan kuantitas biodiesel dengan perlakuan yang berbeda
3. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk pengujian standar biodiesel lainnya seperti, titik nyala, titik kabut, angka setana, angka iodium, dan gliserol total.
4. Biodiesel yang dihasilkan juga perlu dilakukan uji menggunakan mesin guna untuk mengetahui apakah bahan bakar tersebut dapat digunakan.
5. Untuk memperoleh kualitas biodiesel yang diperoleh sebaiknya membandingkan dengan metode lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, M., & Kalla, R. (2017). Pemurnian minyak jelantah dengan proses adsorpsi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2 (2), 22–26.
- Balai Rekayasa Disain dan Sistem Teknologi (BRDST) Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. 2020
- Budiman, A., Kusumaningtyas, R. D., & Pradana, Y. S. (2018). *Biodiesel: Bahan Baku, Proses, dan Teknologi: Bahan Baku, Proses, dan Teknologi*. Ugm Press.
- Dewi, D. C. (2021). Produksi Biodiesel dari Minyak Jarak (*Ricinus communis*) dengan Microwave. *Tugas Akhir*.
- Dewi, P. S., Manampiring, V. S., Dwipayanti, N. K. P., & Mahendra, A. A. D. (2023). Keefektivitasan Limbah Minyak Goreng (Jelantah) Keripik Kulit Ikan Patin (*Pangasianodon Hypophthalmus*) Sebagai Energi Terbarukan Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi Dalam Menopang Pertumbuhan Ekonomi Kreatif Masyarakat Desa DanGRI Kaja Kota Denpasar. *Lomba Karya Tulis Ilmiah*, 4 (1), 241–258.
- Fitria, Ahmad Yani.,(2018) *Pembuatan Bahan Bakar Alternatif Dari Minyak Biji Jarak Menggunakan Gelombang Mikro. Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*
- Gus Ali Nur Rohman, Farihah Fatmawati, dan Mahfud Mahfud.,(2015) *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Menggunakan Microwave : Penggunaan Katalis KOH dengan Konsentrasi Rendah.. Jurnal Teknik ITS Vol.5 , No.2*
- Gole, V. L., & Gogate, P. R. (2019). Intensification of glycerolysis reaction of higher free fatty acid containing sustainable feedstock using *microwave*

- irradiation. *Fuel Processing Technology*, 118, 110–116.
- Handayani, S. P. (2018). *Pembuatan biodiesel dari minyak ikan dengan radiasi gelombang mikro*.
- Hidayanti, N., Arifah, N., Jazilah, R., A Suryanto, A. S., & Mahfud, M. (2019). Produksi biodiesel dari minyak kelapa dengan katalis basa melalui proses transesterifikasi menggunakan gelombang mikro (*microwave*). *Jurnal Teknik Kimia*, 10(1), 13–18.
- Husna, A., Azhari, L. H., Ginting, Z., & Dewi, R. (2021). *Pemanfaatan Minyak Nabati (Minyak Jarak Pagar Dan Jarak Kepyar) Sebagai Bahan Baku Biodiesel*.
- Indra Nengsih, D., & Asmura, J. (2014). *Pengaruh Rasio Molar Umpan Terhadap Metanol Dan Waktu Reaksi Proses Pembuatan Biodiesel Menggunakan Membran Reaktor*.
- Kolo, S. M. D., Siburian, R. A. F., & Lulan, T. Y. K. (2016). Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*). In *Jurnal Pendidikan Biologi International Standard of Serial Number* (Vol. 1, Issue 1).
- Kuncahyo, P., Fathallah, A., & Sanuri, S. S. S. S. S. (2018). Analisa prediksi potensi bahan baku biodiesel sebagai suplemen bahan bakar motor diesel di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), B62–B66.
- Muchtadi, T. R. (2018). Sugiyono. *Principles of Process and Food Technology*.
- Patil, P., Reddy, H., Muppaneni, T., Ponnusamy, S., Sun, Y., Dailey, P., Cooke, P., Patil, U., & Deng, S. (2013). Optimization of *microwave*-enhanced methanolysis of algal biomass to biodiesel under temperature controlled conditions. *Bioresource Technology*, 137, 278–285.
- Patil P., Gude V. G., Pinappu S., Deng S., 2011, Transesterification kinetics of *Camelina sativa* oil on metal oxide catalysts under conventional and *microwave* heating conditions. *Chemical Engineering Journal* 168 1296–1300.
- Purnomo, R. A. (2016). *Ekonomi kreatif pilar pembangunan Indonesia*. Ziyad Visi Media.
- Putra, R. P. (n.d.). dkk. 2012. Pembuatan Biodiesel Secara Batch Dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1).

- Renata, M. O., Haryanto, A., & Triyono, S. (2017). *Kinetika Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Melalui Reaksi Transesterifikasi Dengan Bantuan Gelombang Mikro*.
- Said, M. I. (2020). Akhtenskite-nsutite phases: Polymorphic transformation, thermal behavior and magnetic properties. *Journal of Alloys and Compounds*, 819, 152976.
- Said, M., Septiarty, W., & Tutiwi, T. (2019). Studi kinetika reaksi pada metanolisis minyak jarak pagar. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1).
- Sastrohamidjojo, H. (2013). *Principles of Spectroscopy*. Yogyakarta: UGM Press Indonesia.
- Sastrohamidjojo, H. (2018). *Dasar-dasar spektroskopi*. UGM PRESS.
- Sobah, S., Ariq, M. N., & Theresia, S. (2021). Pembuatan Biodisel dari Minyak Jarak dengan Metode Transesterifikasi Menggunakan Etanol Teknis dan Metanol PA. In *Jurnal Teknik JAGO* (Vol. 1, Issue 1).
- Sri Yusmartini, E., & Ahmad Roni, K. (2019). *Transesterifikasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Rfccc Base Chemical Al 2 O 3* (Vol. 4, Issue 1).
- Suleman, N., Abas, & Papatungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.54>
- Umami, V. A. (2020). Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Gelombang Mikro. *Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang*.
- Wahyudi, S., Hamidi, N., & Arsandi, Y. A. (2018). *Effect of Microwave longtime of Esterification Process to Physics Properties Of Biodiesel Rubber Seed Oil (Hevea Brasiliensis)*.
- Widodo, C. S. (2019). *Pengantar Biolistrik*. Universitas Brawijaya Press.

## Lampiran I

### Perhitungan

#### A. Perhitungan Proses Esterifikasi

##### 1. Bahan Baku minyak jarak

$$\text{volume minyak jarak} = 300 \text{ ml}$$

$$\text{densitas minyak jarak} = 0,944 \text{ g/ml}$$

$$\text{berat molekul minyak jarak} = 872,09 \text{ g/mol}$$

$$\text{densitas asam sulfat} = 1,017 \text{ g/ml}$$

$$\begin{aligned} \text{gram minyak jarak} &= \text{densitas} \times \text{volume minyak jarak} \\ &= 0,944 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times 300 \text{ ml} \\ &= 283,2 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol minyak jarak} &= \text{gram}/\text{BM} \\ &= (283,2 \text{ gram})/(872,09 \text{ g/mol}) \\ &= 0,325 \text{ mol} \end{aligned}$$

Perbandingan minyak jarak dan metanol (1:3)

##### 2. Pelarut metanol

$$\text{Densitas metanol} = 0,7761 \text{ g/ml}$$

$$\text{mol metanol} = \frac{\text{gram}}{\text{BM}}$$

$$\text{gram} = \text{mol} \times \text{BM}$$

$$= 0,975 \text{ mol} \times 32,04 \text{ g/mol} = 31,239 \text{ gram}$$

$$\text{volume metanol} = \frac{\text{gram metanol}}{\text{densitas}}$$

$$= \frac{31,239 \text{ gram}}{0,7761 \text{ g/ml}}$$

$$= 40,251 \text{ ml}$$

### 3. Katalis Asam Sulfat

Densitas asam sulfat = 1,017 g/ml

Konsentrasi asam sulfat 3%

$$\begin{aligned} \text{gram asam sulfat} &= 3\% \times \text{gram minyak jarak} \\ &= 0,03 \times 188,8 \text{ gram} \\ &= 5,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume asam sulfat} &= \frac{5,6 \text{ gram}}{1,017 \text{ gram/ml}} \\ &= 5,23 \text{ ml} \end{aligned}$$

### B. Data Perhitungan Proses Transesterifikasi

Volume minyak jarak = 25 ml

$$\begin{aligned} \text{gram minyak jarak} &= 25 \text{ ml} \times 0,944 \text{ g/ml} \\ &= 23,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol minyak jarak} &= \frac{23,6 \text{ gram}}{872,09 \text{ gram/mol}} \\ &= 0,027 \text{ mol} \end{aligned}$$

Perbandingan rasio 1: 9

$$\begin{aligned} \text{mol metanol} &= 0,027 \text{ mol} \times 32,04 \text{ g/mol} \times 9 \\ &= 7,78 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\frac{7,78}{0,7761} = 10,03 \text{ ml}$$

Perbandingan 1:12

$$\text{mol metanol} = 0,027 \text{ mol} \times 32,04 \text{ g/mol} \times 12$$

$$= 10,38 \text{ gram}$$

$$\frac{10,38}{0,7761} = 13,37 \text{ ml}$$

Perbandingan 1:15

$$\text{mol metanol} = 0,027 \text{ mol} \times 32,04 \text{ g/mol} \times 15$$

$$= 12,98 \text{ gram}$$

$$\frac{12,98}{0,7761} = 16,72 \text{ ml}$$

Konsentrasi Katalis (KOH) = 2%

$$\text{volume katalis} = 2\% \times 23,6 \text{ gram}$$

$$= 0,47 \text{ gram}$$

### C. Perhitungan densitas dan viscositas

#### 1. Densitas

$$\rho = \frac{G-G_0}{V}$$

Dimana :

$\rho$  = densitas (g/ml)?

G = berat piknometer berisi minyak

$G_0$  = berat piknometer kosong (11,77)

V = volume piknometer (10 )

Waktu (menit)	Rasio perbandingan	Sampel (G) (gram)	Densitas (gram/ml)
10	1;9	20.504	0.8730
	1;12	20.604	0.8830
	1;15	20.424	0.8650
20	1;9	20.518	0.8744
	1 : 12	20.620	0.8846
	1 : 15	20.690	0.8916
30	1 : 9	20.550	0.8776
	1 : 12	20.690	0.8916
	1 : 15	20.590	0,8816

## 2. Viskositas

$$\mu = C \times t$$

$\mu$  = viskometer kinematik (mm<sup>2</sup>/s)

C = konstanta kalibrasi viskometer (mm<sup>2</sup>/s) (0,25)

t = waktu mengalir (s)

Waktu (Menit)	Rasio Perbandingan	Waktu (t) (s)	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)
10	1;9	17.19	4.30
	1;12	24.25	6.06
	1;15	25.52	6.38
20	1;9	14.56	3.64
	1;12	15.04	3.76
	1;15	13.04	3.26
30	1;9	10.88	2.72
	1;12	10.92	2.73
	1;15	11.20	2.80

## 3. Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N

Etanol 96 %

Larutan indikator fenolftalein (pp)

- Pembuatan larutan NaOH 0,1 N

$$G = L \times N \times Bst$$

Dimana :

G = gram sampel

L = liter larutan

N = normalitas

Bst = bobot setara

- Penyajian hasil uji

$$\% \text{asam lemak bebas} = \frac{25,6 \times N \times V}{W}$$

V = volume larutan titar yang digunakan (ml)

N = normalitas larutan titar

W = berat contoh uji (gram)

25,6 = konstanta untuk menghitung kadar asam lemak bebas

- a. Minyak jarak

$$\% \text{Asam lemak bebas} = \frac{(25,6 \times 0,1 \times 36)}{(6,5 \text{ gram})} = 14,18$$

$$\text{keasaman} = \frac{(N \text{ NaOH} \times V \text{ NaOH} \times 25,6)}{(G \times 1000)} \times 100\%$$

$$\text{keasaman} = \frac{(0,1 \times 14,18 \times 25,6)}{1 \times 1000} \times 100\% = 3,63 \%$$

- b. Minyak jarak hasil esterifikasi

$$\% \text{Asam lemak bebas} = \frac{(25,6 \times 0,1 \times 4,9)}{(3,5 \text{ gram})} = 3,584$$

$$\text{keasaman} = \frac{(0,1 \times 3,584 \times 25,6)}{(1 \times 1000)} \times 100\% = 0,91 \%$$

- c. Minyak jarak hasil transesterifikasi

$$\% \text{asam lemak bebas} = \frac{25,6 \times N \times V}{W}$$

W= 1,3 gr

Waktu (Menit)	Rasio Perbandingan	V titrasi (ml)	FFA (%)
10	1;9	1.5	0.0894
	1;12	1.6	0.1038
	1;15	1.7	0.0796
20	1;9	1.6	0.0699
	1;12	1.7	0.0986
	1;15	1.8	0.0907
30	1;9	1.8	0.1113
	1;12	1.9	0.0889
	1;15	2	0.1008

#### D. Perhitungan yield biodiesel

$$yield = \frac{FAME}{gram\ bahan\ baku} \times 100\%$$

Gram minyak = 23,6 gr

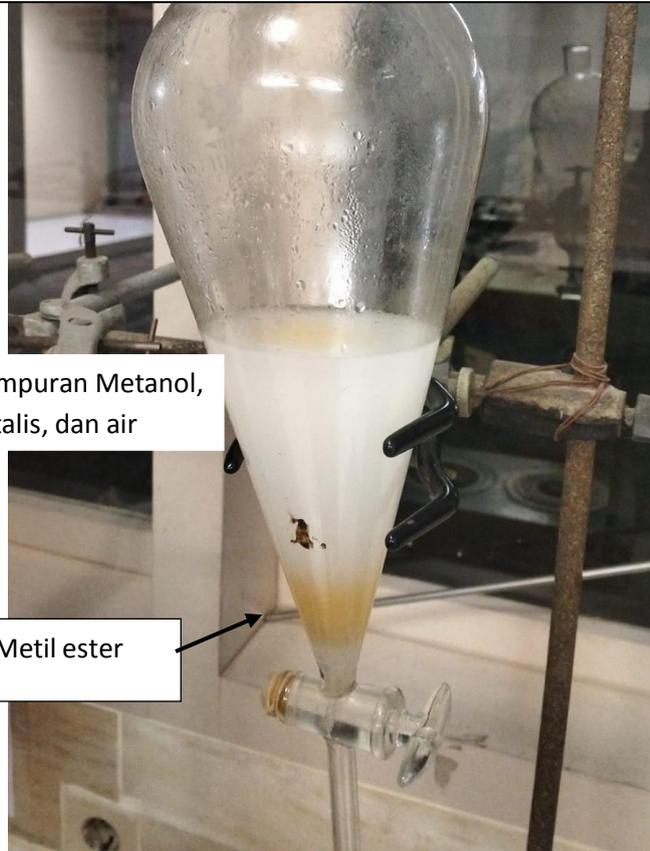
Waktu (Menit)	Rasio Perbandingan	Produk (gram)	Yield (%)
10	1;9	16.78	71.10
	1;12	17.03	72.15
	1;15	16.91	71.66
20	1;9	17.27	73.17
	1;12	17.51	74.21
	1;15	17.63	74.69
30	1;9	16.95	71.80
	1;12	17.19	72.83
	1;15	17.33	73.45

## Lampiran II

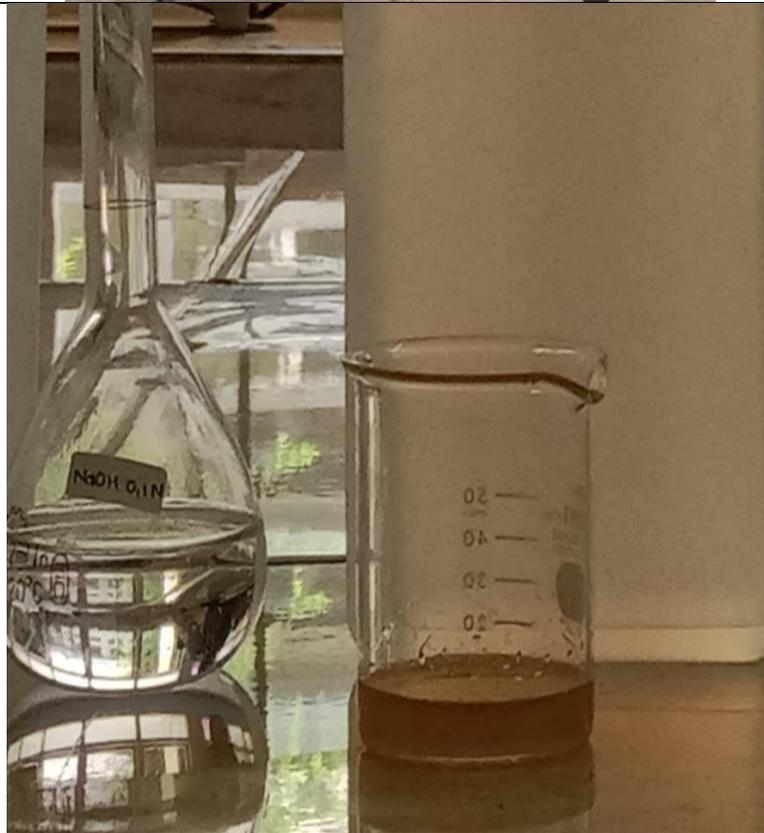
### Dokumentasi Proses Penelitian

Proses Esterifikasi		
Hasil Esterifikasi		

Pencucian Hasil Esterifikasi



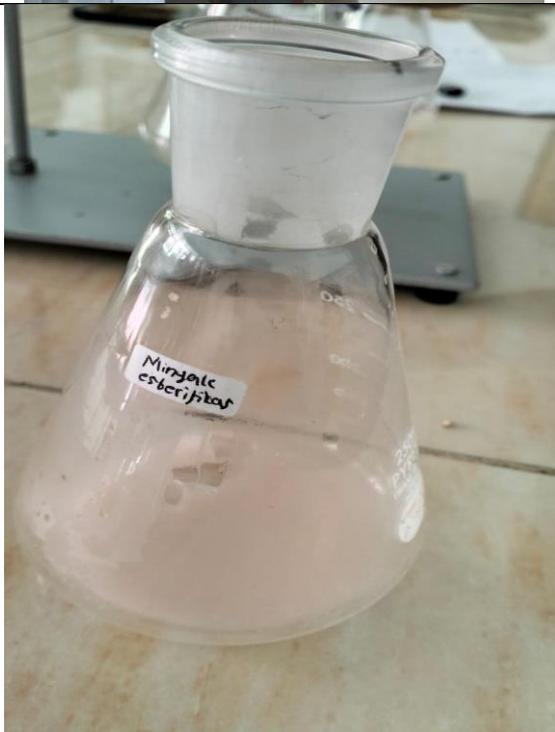
Minyak Hasil Esterifikasi



Proses Pembuatan  
Larutan NaOH 0,1  
N



Hasil Titration dengan  
larutan NaOH 0,1 N

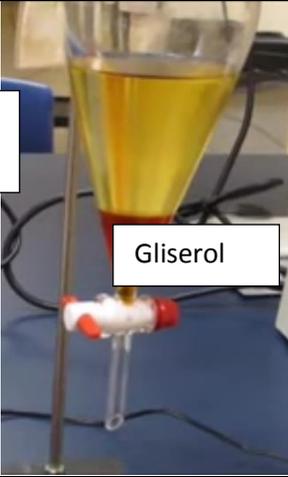
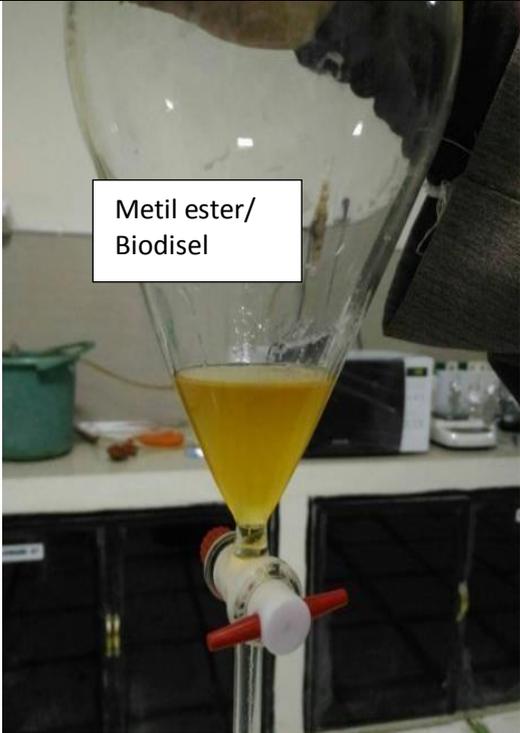


Pengukuran  
Densitas



Proses  
Transesterifikasi  
Menggunakan  
Mikrowave



<p>Hasil Transesterifikasi Menggunakan Mikrowave</p>	
<p>Metil Ester Hasil Pemisahan</p>	

Produk biodiesel



# Lampiran III

## Data pendukung

### Surat permohonan penelitian

 **PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah (Ex. Jl. Recing Center) No. 101 Makassar  
Telp. (0411) 447508 - 459938. Fax. (0411) 441119. E-mail: [kimia@unifa.ac.id](mailto:kimia@unifa.ac.id)

Makassar, 12 Juli 2023

Nomor : 136/A/TK/FT-UNIFA/V/2023  
Lamp. : -  
Perihal : **Permohonan Pemakaian Laboratorium Penelitian Tugas Akhir**

**Kepada YTH,**  
**UPTD Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB)**

**Di -**  
**Tempat**

Dengan Hormat,

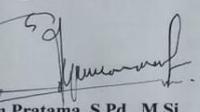
Sehubungan dengan pelaksanaan penelitian dalam rangka tugas akhir (Skripsi) mahasiswa dengan rincian sebagai berikut:

Nama Mahasiswa	: Lidyana Agrestina C.J
NIM	: 1920421002
Program Studi	: Teknik Kimia
Fakultas	: Teknik
Perguruan Tinggi	: Universitas Fajar
Judul Tugas Akhir	: "Studi Biodiesel dari Minyak Biji Jarak ( <i>Jatropha Curcas L</i> ) dengan Pemanasan Microwave"

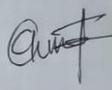
Dengan ini mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk melakukan Penelitian Tugas Akhir (Skripsi) Mahasiswa pada UPTD Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB). Untuk itu kami berharap kesediaan bapak/ibu dapat mengizinkan mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia

  
**Irham Pratama, S.Pd., M.Si**  
PRODI TEKNIK KIMIA

Mahasiswa Peneliti

  
**Lidyana Agrestina C.J**

**Tembusan:**

1. Dekan Teknik sebagai laporan
2. Arsip

Surat izin penelitian



PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN  
DINAS PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN

UNIT PELAKSANA TEKNIS

**BALAI PENGUJIAN DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG**

Jl. A. P. Pettarani Makassar 90222, Telp: (0411) 441239 Fax: (0411) 457368

Makassar, 13 Juli 2023

Nomor : 444 /BPSMB/VII/2023/Disperindag Kepada Yth  
Lampiran : - Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Perihal : Jawaban Surat Permohonan Universitas Fajar Makassar  
Pemakaian Laboratorium Di  
Penelitian Tugas Akhir Makassar

Sehubungan dengan surat Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Fajar Makassar, Nomor 136/A/TK/FT-UNIFA/V/2023 Tanggal 12 Juli 2023 Perihal Permohonan Pemakaian Laboratorium Penelitian Tugas Akhir, maka disampaikan bahwa UPT Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Dinas Perindustrian dan Perdagangan Prov. Sulawesi Selatan berkenan menerima Mahasiswi yang bapak ajukan untuk melaksanakan penelitian tugas akhir (skripsi) atas nama :

NO	Nama	NIM	Program Studi
1	Lidyana Agrestina C.J	1920421002	Teknik Kimia

Demikian kami sampaikan atas perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih

KEPALA UPT,  
  
**MEIRANTI NRIAWARU, S.STP., M.SI**  
Pembina Tk. I (IV/b)  
NIP : 19810507 199912 2 001

Tembusan :  
Pertinggal

## Surat Permohonan pengujian FTIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**  
Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah (Ex. Jl. Recing Center) No. 101  
Makassar  
Telp. (0411) 447508 - 459938. Fax. (0411) 441119. E-mail:  
[kimia@unifa.ac.id](mailto:kimia@unifa.ac.id)

Makassar, 04 Agustus 2023

Nomor : 177/A/TK/FT-UNIFA/VIII/2023

Lamp. : -

Perihal : **Permohonan Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)**

**Kepada Yth,**  
**Kepala Laboratorium Kimia Terpadu**  
**Di** -  
**Universitas Hasanuddin**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan pelaksanaan penelitian dalam rangka tugas akhir (Skripsi) mahasiswa dengan rincian sebagai berikut:

Nama Mahasiswa : Lidyana Agrestina C.J  
NIM : 1920421002  
Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Fajar  
Judul Tugas Akhir : "Study Biodiesel dari Minyak Biji Jarak (*jatropha curcas* L) dengan pemanasan Microwave"

Dengan ini mengajukan permohonan Uji **FTIR** pada Sample Tugas Akhir (Skripsi) Mahasiswa pada Universitas Hasanuddin. Untuk itu kami berharap kesediaan bapak/ibu dapat mengizinkan mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian permohonan kami, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Menyetujui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia

Irham Pratama, S.Pd., M.Si

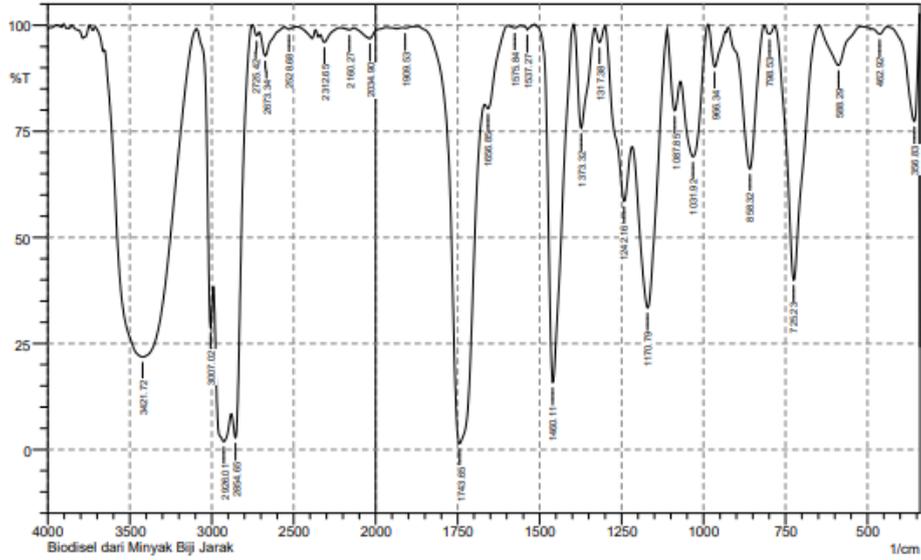
Mahasiswa Peneliti

Lidyana Agrestina C.J

**Tembusan:**

1. Dekan Teknik sebagai laporan
2. Arsip

# Hasil Pengujian FTIR



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	356.83	77.325	21.427	437.84	343.33	3.784	3.413
2	462.92	97.911	1.47	484.13	439.77	0.257	0.139
3	588.29	90.582	9.281	646.15	520.78	2.484	2.403
4	725.23	39.96	59.872	781.17	648.08	19.046	18.952
5	798.53	97.93	1.95	813.96	781.17	0.173	0.156
6	858.32	66.144	33.616	923.9	815.89	8.057	7.925
7	966.34	90.209	9.341	985.62	933.55	1.305	1.145
8	1031.92	68.973	23.745	1068.58	987.55	8.235	5.788
9	1087.85	79.83	12.173	1111	1070.49	2.73	1.337
10	1170.79	33.417	49.873	1217.08	1112.93	26.684	16.776
11	1242.16	58.537	20.935	1300.02	1219.01	11.392	5.283
12	1317.38	95.986	3.537	1330.88	1300.02	0.315	0.256
13	1373.32	75.79	24.055	1396.46	1332.81	3.837	3.755
14	1460.11	15.855	83.995	1506.41	1398.39	27.105	27.041
15	1537.27	98.975	1.099	1558.48	1516.05	0.056	0.07
16	1575.84	99.385	0.519	1597.06	1558.48	0.058	0.041
17	1656.85	80.347	3.605	1666.5	1598.99	3.067	0.34
18	1743.65	1.385	86.757	1870.95	1668.43	84.032	74.939
19	1909.53	99.356	0.163	1919.17	1890.24	0.067	0.012
20	2034.98	96.913	2.535	2131.34	1969.32	1.255	0.855
21	2160.27	98.931	0.436	2214.28	2133.27	0.292	0.071
22	2312.65	96.014	2.049	2335.8	2216.21	1.105	0.372
23	2528.68	99.054	0.558	2557.61	2482.39	0.206	0.082
24	2673.34	92.803	5.811	2708.06	2557.61	2.154	1.468
25	2725.42	97.533	1.448	2752.42	2709.99	0.278	0.133
26	2854.65	2.79	23.622	2879.72	2752.42	66.59	14.992
27	2926.01	1.886	18.789	2989.66	2881.65	138.643	57.348
28	3007.02	28.795	18.873	3091.89	2991.59	18.04	3.25
29	3421.72	21.821	74.357	3653.18	3093.82	204.616	196.186

Comment:  
Biodisel dari Minyak Biji Jarak

Date/Time: 8/7/2023 4:55:54 PM  
No. of Scans;  
Resolution;  
Apodization;

## Standar SNI biodiesel

### 2.1.3 Spesifikasi Biodiesel

Spesifikasi biodiesel merujuk pada SK Dirjen EBTKE No. 189.K/10/DJE/2019 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Jenis Biodiesel sebagai Bahan Bakar Lain yang Dipasarkan di Dalam Negeri [5]. Spesifikasi ini perlu dipenuhi produsen hingga ke titik serah.

Tabel 2. 1 Perkembangan Standar Biodiesel di Indonesia

No.	Parameter Uji	Satuan	Perkembangan Standar Biodiesel di Indonesia					Standar Uji
			SNI 7182 : 2006	SNI 7182 : 2012	SNI 7182 : 2015	SK Dirjen EBTKE No. 332/2018	SK Dirjen EBTKE No. 189/2019	
1	Massa jenis (pada 40°C)	kg/m <sup>3</sup>	850-890	850-890	850-890	850-890	850-890	SNI 7182
2	Viskositas kinematik (pada 40°C)	cSt	2.3-6.0	2.3-6.0	2.3-6.0	2.3-6.0	2.3-6.0	SNI 7182
3	Angka setana	min	51	51	51	51	51	SNI 7182
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100	100	100	100	130	SNI 7182
5	Titik kabut	°C, maks	18	18	18	18	Ditiadakan	SNI 7182
6	Residu karbon							SNI 7182
	- dalam per contoh asli, atau - dalam 10% ampas distilasi	%-massa, maks	0.05 0.30	0.05 0.30	0.05 0.30	0.05 0.30	0.05 0.30	
7	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360	360	360	360	360	SNI 7182
8	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	SNI 7182
9	Gliserol bebas	%massa, maks	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	SNI 7182
								SNI 7182
10	Gliserol total	%massa, maks	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	SNI 7182
								SNI 7182
11	Kadar ester metil	%-massa, min	96.5	96.5	96.5	96.5	96.5	SNI 7182
12	Angka iodium	%-massa I <sub>2</sub> (2/100g), maks	115	115	115	115	115	SNI 7182
13	Korosi lempeng tembaga (3 jam, 50°C)	-	nomor 3	nomor 1	nomor 1	nomor 1	nomor 1	SNI 7182
14	Belerang	mg/kg, maks	100	100	50	50	10	SNI 7182
15	Fosfor	mg/kg, maks	10	10	4	4	4	SNI 7182
16	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	SNI 7182
								SNI 7182
17	Kestabilan oksidasi							SNI 7182
	- Periode induksi metode rancimat - Petrooksi	menit, min	- -	300 27	480 36	480 36	600 45	
18	Monogliserida	%-massa, maks	-	-	0.8	0.8	0.55	SNI 7182
19	Kadar air	mg/kg, maks	-	-	-	500	350	ASTM D 6304
20	Cold Filter Plugging Point (CFPP)	°C, maks	-	-	-	16	15	
21	Logam I (Na+K)	mg/kg, maks	-	-	-	-	5	EN 14108
22	Logam II (Ca+Mg)	mg/kg, maks	-	-	-	-	5	EN 14109
23	Total Kontaminan	mg/l, maks	-	-	-	-	20	EN 12662
24	Uji Helphen		Negatif	Negatif	Ditiadakan	Ditiadakan	Ditiadakan	
25	Air dan sedimen	%-vol, maks	0.05	0.05	0.05	0.05	Ditiadakan	SNI 7182
26	Warna					3	3	ASTM D 1500

