

**STUDY BIODIESEL DARI MINYAK BIJI JARAK  
( *Jatropha Curcas L* ) DENGAN PEMANASAN MICROWAVE**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Fajar**

**Oleh**

**Jasriana**

**1320422029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**STUDI BODIESEL DARI MINYAK BIJI JARAK (*Jatropha  
Curcas L*) DENGAN PEMANASAN MICROWAVE**

Oleh

**Jasriana**

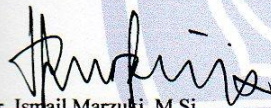
**NIM : 1320422029**

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal, 23 September 2017

Pembimbing I



Dr. Ismail Marzuki, M.Si

NIDN.0003077300

Pembimbing II



A.Sry Iryani, ST, MT

NIDN.0906128002

Mengetahui,

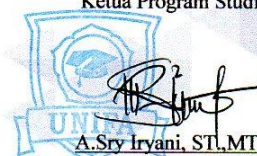
Dekan



Dr. Ir. H. Andani Achmad, MT

UNIVERSITAS FAJAR  
DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
NIP.0960123119870331022

Ketua Program Studi



A.Sry Iryani, ST, MT

PRODI TEKNIK  
NIDN.0906128002

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

Study biodiesel dari minyak biji jarak (*Jatropha curcas L*) dengan pemanasan Microwave adalah karya orisinal saya dan seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 15 September 2017

Yang menyatakan  
METERAI  
TEMPEL  
A90AAADF498927291  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
Jasriana



## ABSTRAK

Biji jarak merupakan salah satu sumber minyak nabati yang dapat dikembangkan sebagai bahan bakar motor diesel (minyak biodiesel). Minyak biodiesel merupakan energi alternative karena ramah dengan lingkungan dan berasal dari energi yang terbarukan. Dengan tujuan mengetahui pengaruh waktu reaksi pada proses transesterifikasi minyak biji jarak pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan radiasi gelombang mikro (*microwave*) dan mengetahui karakteristik biodiesel dengan pemanasan gelombang mikro (*microwave*). Adapun proses pembuatan minyak biodiesel dari biji jarak dibagi dalam empat tahap. Yaitu pengambilan minyak dari biji jarak, esterifikasi minyak jarak, pemisahan ester dari gliserol dan pemurnian dan pengkondisian ester menjadi minyak biodiesel. Untuk mendapatkan hasil yang optimal digunakan pelarut methanol dan katalisator basa kuat. Adapun pemanfaatan gelombang mikro pada reaksi transesterifikasi minyak jarak dapat dilakukan dengan daya 400 watt dan konsentrasi katalis 0,20% pada waktu 10 menit sebesar 69,09. Dan kadar kemurnian yang dihasilkan sebesar 98,13%. Adapun uji kuantitatif yang dilakukan adalah uji densitas, uji viskositas, dan angka asam telah memenuhi kualitas biodiesel yang dihasilkan sesuai standar SNI 04-7182-2006.

**Kata kunci :** Minyak Biji Jarak, Esterifikasi, Transesterifikasi, Microwave.

## **ABSTRACT**

Jatropha seed is one source of vegetable oil that can be developed as diesel motor fuel ( biodiesel oil ). Biodiesel oil is renewable energy. In order to know the effect of reaction time in transesterification process of jatropha oil on biodiesel making by using microwave radiation and to know the characteristics of biodiesel with microwave heating. While the process of making biodiesel from castor seed is divided into four stage. Namely the removal of oil from jatropha seed, esterification of castor oil, separation of ester from glycerol and purification and ester into biodiesel oil. To obtain optimum result used methanol solvent and a strong base catalyst as for microwave utilization in the transesterification reaction of castor oil can be done with 0,20% katalisator concentration in 10 minutes at 69,09%. And the resulting purity level of 98,13%. The Quantitative test conducted is the density test, Viscosity test, and acid number has met the quality of biodiesel produced according to SNI 04-7182-2006 standard.

**Keywords** : Jatropha Oil, esterification, transesterification , microwave

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis masih diberi kesehatan dan kesempatan untuk berkarya dan melimpahkan hasil kegiatan Penelitian kedalam sebuah laporan yang berjudul “Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak (*Jatropha Curcas L*) Dengan Pemanasan Microwave”.

Dukungan dan masukan dari berbagai pihak sangat membantu dalam mengatasinya, oleh karena itu dalam laporan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Saudara - Saudariku tercinta atas dorongan, semangat dan doanya serta bantuan materi maupun non materi yang menjadi amunisi penyelesaian Penelitian ini.
2. Bapak Drs. I Dewa Nyoman Mahendrajaya, MM selaku Kepala UPTD BPPMB Makassar.
3. Bapak Agiv Satriawan selaku Kepala Tata usaha UPTD BPPMB Makassar.
4. Bapak Ir. Muhdar Idrus selaku Kepala Seksi Standarisasi dan Kalibrasi UPTD BPPMB Makassar.
5. Bapak Harun Palangga, SE selaku Kepala Seksi Sertifikasi UPTD BPPMB Makassar.
6. Ibu A. Sry Iryani ST.,MT selaku Kepala Prodi Jurusan Teknik Kimia Universitas Fajar Makassar.
7. Bapak Dr. Ismail Marzuki, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa mencurahkan waktu dan tenaganya dalam memberikan bimbingan, arahan serta masukan kepada penulis.
8. Seluruh Karyawan dan Staff UPTD BPPMB Makassar khususnya pada Laboratorium Lingkungan Kak Farida, Kak Sri Djuarsih, Pak Jamal, Kak dinda , Nhyny, Nindy, Risma, Ica atas motivasi, bimbingan yang penulis dapatkan.

9. Dan semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas doa dan dukungan yang telah membantu penulis pada pelaksanaan Penelitian, sampai penulisan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Makassar, 23 Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENDAHULUAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
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 Nabati.....	5
II.2 Potensi Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curcas L</i> ) Sebagai bahan Baku Biodiesel	6
II.3 Produksi Biodiesel.....	8
II.4 Katalis .....	11
II.5 Metanol .....	12
II.6 Microwave .....	13
II.7 Penelitian Terdahulu.....	14
BAB III METODE PENELITIAN .....	16
III.1 Tempat Dan waktu Penelitian.....	16
III.2 Bahan Dan Alat Penelitian.....	16
III.3 Prosedur Penelitian.....	17
III.4 Variabel Penelitian .....	19



III.5 Analisis Produk.....	20
III.6 Analisis Data.....	20
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
IV.1 Eserifikasi.....	22
IV.2 Transesterifikasi.....	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	27
V.1 Kesimpulan .....	27
V.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1 Komposisi Asam Lemak dari Minyak Jarak Pagar .....	7
Tabel II.2 Sifat Fisik Minyak Jarak Pagar .....	7
Tabel II.3 Syarat Mutu Biodiesel Ester Alkil.....	9
Tabel IV.1 Perbandingan Produk Biodiesel Dengan Biodiesel Standar .....	24

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1 Struktur Umum Molekul Asam Lemak Bebas .....	5
Gambar II.2 Biji Jarak Pagar .....	6
Gambar II.3 Reaksi Esterifikasi .....	9
Gambar II.4 Reaksi Transesterifikasi Trigliserida Menjadi Metil Ester .....	10
Gambar II.5 Microwave .....	13
Gambar III.1 Rangkaian Peralatan Esterifikasi .....	16
Gambar III.2 Rangkaian Peralatan Transesterifikasi .....	17
Gambar III.3 Diagram Alir Prose Pembuatan biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Pagar .....	19
Gambar IV.1 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Viscositas Produk .....	22
Gambar IV.2 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Yield Biodiesel .....	23

## DAFTAR SIMBOL

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
BNN	Bahan Bakar Nabati 1	
BPPT	Badan Pengkajian Penerapan Teknologi 1	
ESDM	Energi Dan Sumber Daya Energi 1	
BBM	Bahan Bakar Minyak 1	
VOME	Vegetable Oil Metil Ester 2	
FFA	Free Fatty Acid 5	

Kl Kilo Liter 1

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **I.1 Latar Belakang**

Pemerintah tidak akan merevisi ketentuan kandungan biodiesel 10% meski produsen mobil keberatan. Menteri perindustrian MS Hidayat mengatakan ketetapan pemerintah menaikkan bahan bakar nabati ( BNN ) bagi solar menjadi 10% sudah final. Keputusan tersebut harus dilaksanakan oleh semua pihak, termasuk produsen mobil. Sebelumnya, badan pengkajian penerapan teknologi ( BPPT ) menyatakan masih ada perdebatan mengenai batas kandungan BBN dalam biosolar.

Kementrian Energi dan Sumber Daya Energi ( ESDM ) berencana meningkatkan porsi penggunaan bahan bakar nabati (BBN/ biofuel) sebagai campuran bahan bakar minyak ( BBM) menjadi 15% tahun ini. Kebijakan tersebut diharapkan bias mengurangi impor minyak mentah Indonesia sehingga bisa menghemat devisa. ESDM siap untuk meningkatkan porsi biofuel dari 10% bertahap menjadi 20%. Peningkatan porsi biofuel menjadi 15% akan berdampak pada penghematan devisa sebesar US \$ 1,3 miliar akibat berkurangnya impor BBM. Selain itu, kebijakan mendatori tersebut diperkirakan mampu menyerap permintaan minyak kelapa sawit mentah sebesar 3 juta – 3,5 juta kilo liter (kl). Kebijakan peningkatan porsi biofuel akan segera berlaku setelah pemerintah menetapkan revisi peraturan menteri ESDM nomor 32 tahun 2008 tentang penyediaan, pemanfaatan, dan tata niaga BBN sebagai Bahan bakar Lain.

Kebijaan peningkatan penggunaan BBN dalam campuran BBP merupakan bagian dari delapan paket kebijakan penyelamatan rupiah yang diumumkan pemerintah. Dengan menambah porsi BBN, pemerintah berharap impor minyak mentah atau BBM bias dikurangi sehingga bias mengurangi jumlah dolar yang dibelanjakan ke luar negeri sekaligus menghemat devisa.

Kebutuhan bahan bakar minyak bumi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak bumi ini tidak diimbangi dengan peningkatan produksi bahan bakar minyak, sehingga kebutuhan bahan bakar lebih besar daripada ketersediaan bahan bakar. Sejak

tahun 2000, Indonesia sudah menjadi net importer minyak. Penurunan jumlah cadangan minyak yang disertai dengan pengurangan produksinya mencapai 10% per tahun (Kuncahyo Priyohadi, 2013). Kebutuhan BBM mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan kebutuhan masyarakat akan bahan bakar untuk kegiatan transportasi, aktivitas industri, PLTD, aktivitas rumah tangga dan sebagainya. Kondisi ini memicu kenaikan harga BBM di berbagai negara termasuk Indonesia. Berbagai upaya diversifikasi energi perlu dilakukan untuk mengatasi kelangkaan BBM di Indonesia. Salah satu upaya diversifikasi energi adalah melalui penyediaan bahan bakar energi yang dapat diperbaharui (*biodegradable*) (M.said, 2010)

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang mempunyai beberapa keunggulan diantaranya mudah digunakan, ramah lingkungan (*biodegradable*), tidak beracun, bebas dari logam berat seperti sulfur dan senyawa aromatik serta mempunyai titik nyala yang lebih tinggi daripada petroleum diesel sehingga lebih aman jika disimpan dan digunakan. Biodiesel yang berasal dari minyak nabati dikenal sebagai VOME (Vegetable Oil Metil Ester) dan merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui karena umumnya dapat diekstrak dari berbagai hasil produk pertanian dan perkebunan (Kreatif Energi Indonesia, 2006).

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 penggunaanya sebagai bahan bakar tidak bersaing dengan minyak pangan (Sari,2007 ; M.said, 2010).

Minyak jarak pagar mengandung 16 – 18 atom karbon per molekul sedangkan minyak bumi sebagai bahan baku minyak diesel mengandung 8 – 10 atom karbon. Kandungan atom karbon yang lebih besar pada minyak jarak pagar mengakibatkan viskositas minyak jarak pagar lebih tinggi (lebih kental) 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, 2010)

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 (Lertshapornsuk *et al*, 2004).

## **I.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana pengaruh waktu radiasi terhadap reaksi transesterifikasi minyak biji jarak pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan radiasi gelombang mikro (*microwave*) ?
2. Bagaimana karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi menggunakan gelombang mikro (*microwave*) ?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh waktu reaksi pada proses transesterifikasi minyak biji jarak pada pembuatan biodiesel dengan menggunakan radiasi gelombang mikro (*microwave*)
2. Mengetahui karakteristik biodiesel dengan pemanasan gelombang mikro (*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.

#### **I.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah pada proses studi biodiesel dari minyak biji jarak dengan pemanasan microwave dan pada uji kualitas pada biodiesel.

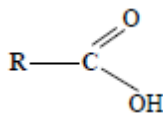
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Minyak Nabati

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 phosphogly cerides, vitamin, mineral, atau sulfur (Mescha,2007). 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, 2015).

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 (Ketaren, 2008).

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, 2010).



**Gambar II.1.** Struktur Umum Molekul Asam Lemak Bebas

## II.2 Potensi Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) Sebagai Bahan Baku Biodiesel

Tanaman jarak pagar termasuk famili *Euphorbiaceae* 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 (Dewi, 2015).

Tanaman *Jatropha curcas* (jarak pagar) termasuk tanaman semak dari keluarga *Euphorbiaceae* yang tumbuh cepat dengan ketinggian mencapai 3 – 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 – 3 biji. Usia *Jatropha curcas* apabila dirawat dengan baik, dapat mencapai 50 tahun (Dewi, 2015).



**Gambar II.2** Biji jarak pagar

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 II.1.

**Tabel II.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

(Sudrajat, 2007)

Minyak jarak pagar merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida yang mirip dengan kacang.

**Tabel II.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 residu 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

Hambali, (2006)

### II.3 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 (Asthasari R. Ummy, 2008). 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 (Syamsudin, M, 2010). 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 (Karman, 2012)

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 (Rhesa P. 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 biodegradabilitinya sama dengan glukosa, sehingga sangat cocok digunakan di perairan untuk bahan bakar kapal/motor ( Patil *et al*, 2011).

### **Tabel II.3** Syarat mutu biodiesel ester alkil

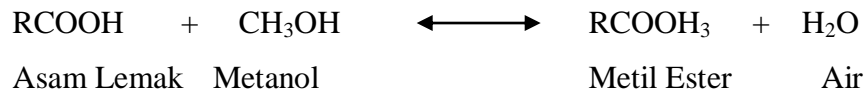
Parameter	Satuan	FBI-S01-03
Massa jenis pada 40°C	g/ml	0,850 – 0,890
Viskositas kinematik pada 40°C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
Angka setana		Min.48
Titik kilat (mangkok tertutup)	°C	Min. 100
Titik awan/ mendung	°C	Maks.18
Korosi strip tembaga (3 jam pada 50 °C)	%-b	Maks. No 3
Residu karbon	%-v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

( BRDST, 2011)

### II.3.1 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 (Arsandi, 2011).



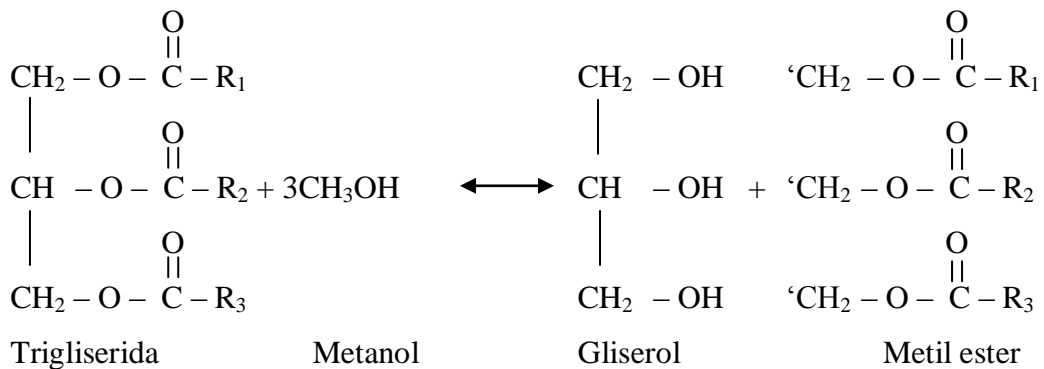
**Gambar II.3** Reaksi esterifikasi

Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka asam  $> 5 \text{ mg- KOH/g}$ ). 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.

### II.3.2 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, Chomsin Sulistya, 2007)

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :



**Gambar II.4** Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester

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:

- a. Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
- b. Memisahkan gliserol
- c. Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm) (Hikmah M.Nurul, Zuliyana, 2010).

## II.4 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 (Mardiah, Agus Widodo, Efi Trisningwati, dan Aries Purijatmiko, 2006).+

#### **II.4.1 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, 2014).

#### **II.4.2 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 (Dewi, 2015). Katalis basa yang umum digunakan adalah  $KOH$ . Yang juga dikenal dengan nama *caustic potash* merupakan senyawaan organik basa kuat yang juga termasuk dalam golongan *heavy chemical industry*. *Heavy chemical* merupakan bahan kimia yang diproduksi dalam partai besar dan harga murah dengan industry 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 industry kimia proses seperti pada industry baterai alkaline dan juga reagent. Kebutuhan terhadap  $KOH$  semakin meningkat seiring dengan berkembangnya industry – industry kimia. Katalis yang biasa digunakan dalam sintesis biodiesel konvensional adalah katalis basa homogen, yaitu  $KOH$  (Musadhaz, 2012).

#### **II.5 Metanol**

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, 2014). Alkohol yang paling umum

digunakan adalah metanol (Laksono, 2013). 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, 2014).

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 (Budiman, 2014).

## II.6 Microwave



**Gambar II.5** 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, 2010).

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, 2015).

## II.7 Penelitian Terdahulu

1. Menurut Muhammad F. R. dkk, 2014 dalam penelitiannya tersebut 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 Dewi D. C. (2015) 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

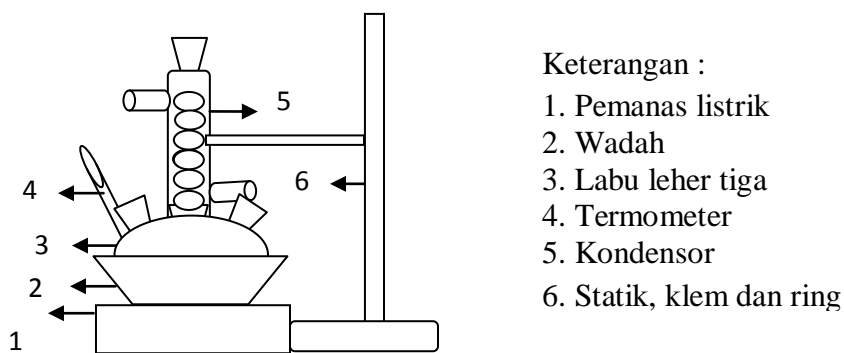
### III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pembuatan bahan bakar alternatif dari minyak biji jarak menggunakan gelombang mikro dilakukan di Laboratorium Penyegar Balai Pengawasan Dan Pengendalian Mutu Barang dan Laboratorium Universitas Muslim Indonesia.

### III.2 Bahan dan Alat Penelitian

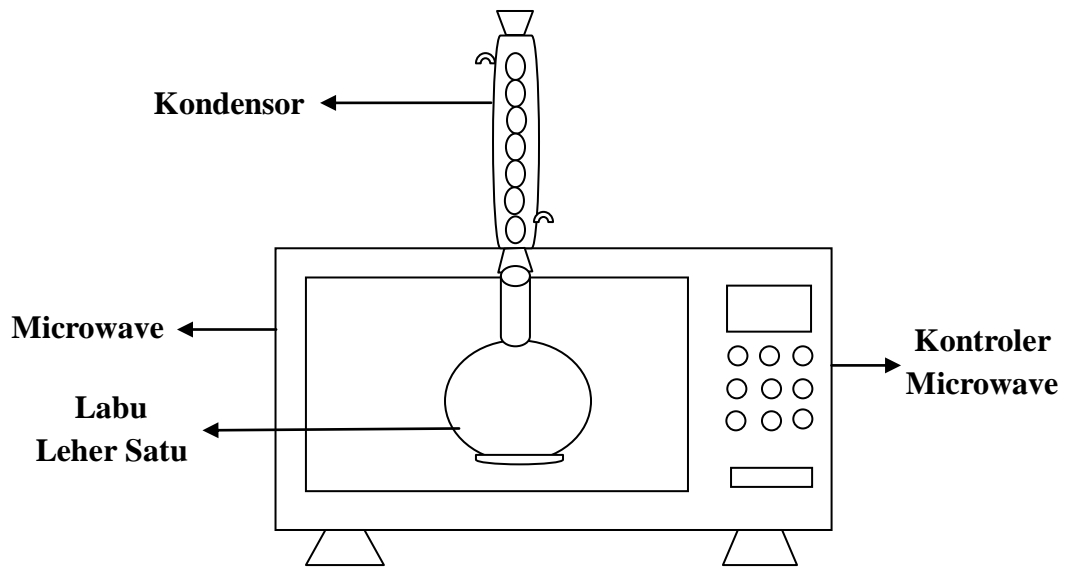
Bahan utama dalam penelitian ini berupa minyak biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) diperoleh dari Surabaya, katalis berupa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) untuk proses esterifikasi dan kalium hidroksida (KOH) untuk proses transesterifikasi. Metanol sebagai pelarut, Aquades untuk pencucian hasil esterifikasi dan transesterifikasi.

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah labu didih sebagai sreaktor pada proses esterifikasi yang ditunjukkan pada gambar III.1.



**Gambar III.1** Rangkaian peralatan esterifikasi

sedangkan alat utama yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah microwave yang akan digunakan sebagai penghantar panas melalui gelombang mikro ditunjukkan pada gambar 3.2



**Gambar III.2** Rangkaian peralatan transesterifikasi menggunakan *microwave*

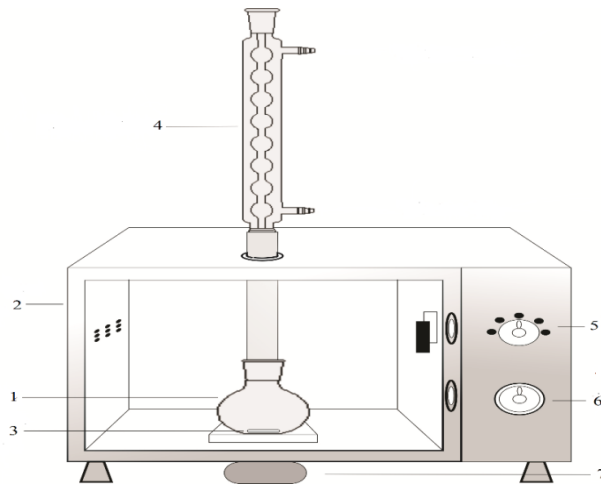
### III.3 Prosedur Penelitian

#### III.3.1 Tahap Esterifikasi

Mencampur minyak dengan metanol (ratio mol minyak-metanol 1:3) dan katalis  $H_2SO_4$  sebanyak 3% (v/v) didalam reaktor labu didih. Kemudian melakukan pemanasan selama 60 menit disertai pengadukan. Setelah melalui proses pemanasan, dilakukan pemisahan antara metanol, minyak dan katalis menggunakan corong pemisah selama kurang lebih 24 jam, lapisan bawah berupa metanol yang dapat dimurnikan lagi dan lapisan atas adalah campuran minyak dan metil ester yang selanjutnya dilakukan pencucian dengan aquades. Langkah terakhir adalah proses pemanasan dalam oven bersuhu  $110\text{ }^{\circ}C$  selama 1 jam dengan tujuan untuk mengurangi kadar air dalam minyak.

#### III.3.2 Tahap Transesterifikasi

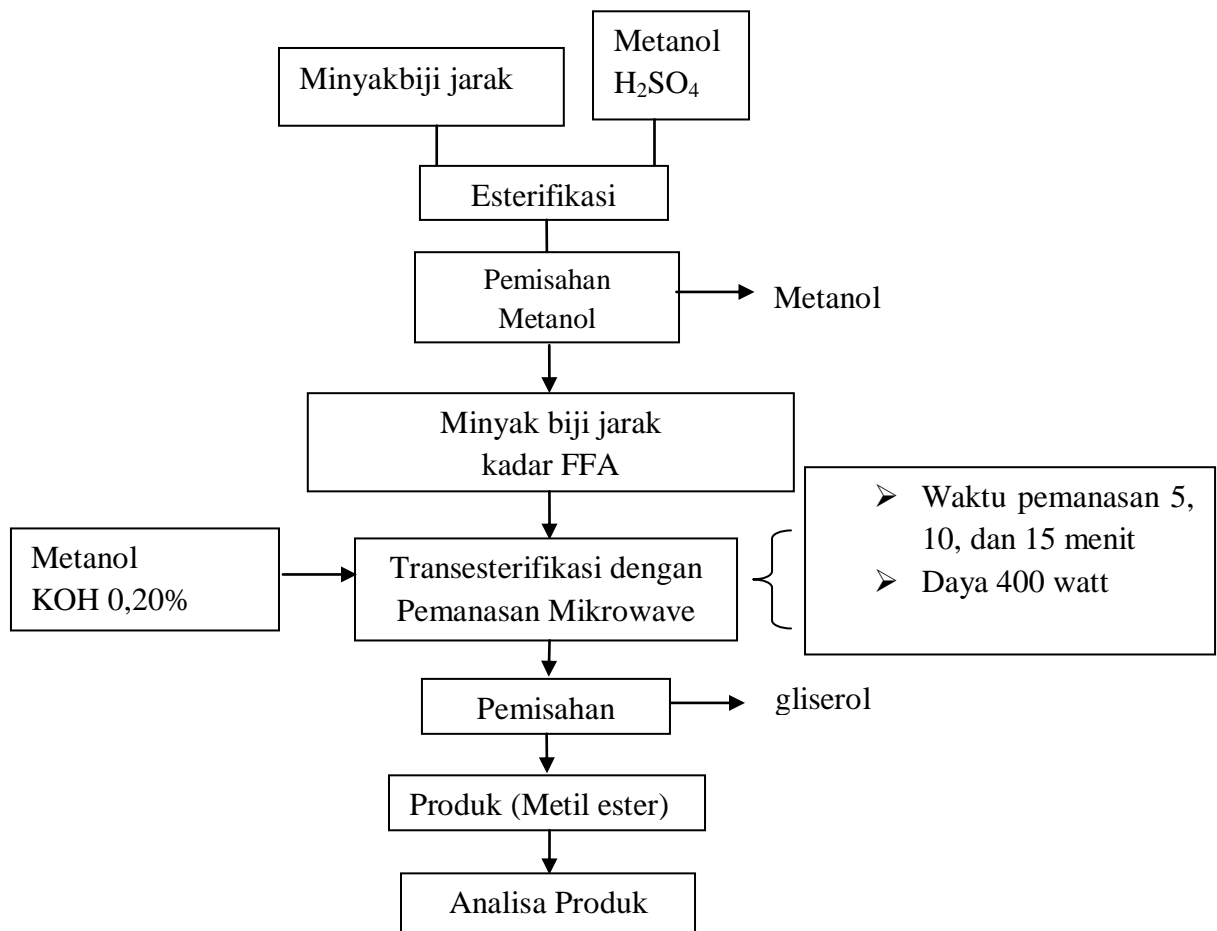
Mula-mula katalis KOH konsentrasi 0,20% dilarutkan dalam metanol. Selanjutnya menyiapkan campuran metanol dengan minyak dengan rasio perbandingan 1:9 didalam reaktor. Didalam reaktor dilakukan mixing antara campuran minyak, metanol, dan katalis. Didalam microwave,



campuran dalam reaktor akan mengalami pemanasan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 5, 10, dan 15 menit. Hasil reaksi akan dipisahkan secara gravitasional menggunakan corong pisah selama 1 jam, Kemudian dipisahkan antara gliserol dan metil ester. Biodiesel hasil transesterifikasi kemudian dicuci menggunakan aquades yang telah dipanaskan hingga suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Proses pencucian dilakukan sebanyak 3 kali untuk menghilangkan metanol, katalis yang tidak bereaksi dan sabun yang tertinggal dalam biodiesel setelah reaksi. Biodiesel yang telah dicuci masih memiliki sisa-sisa air. Sehingga harus dihilangkan kadar airnya agar biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan SNI. Penghilangan kadar air tersebut dengan cara pemanasan menggunakan oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.

### III.3.3 Analisis karakteristik biodiesel

Uji kuantitatif yang dilakukan pada hasil produk (biodiesel) adalah uji densitas, uji viskositas dan angka asam. Dilakukan uji tersebut guna mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan dengan standar menurut SNI.



**Gambar III.3** Diagram Alir Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Pagar

### III.4 Variabel penelitian

Variabel yang dipelajari pada reaksi transesterifikasi asam lemak bebas pada minyak biji jarak menjadi metil ester (biodiesel) menggunakan pemanasan *microwave* menggunakan katalis natrium hidroksida (KOH) sebagai berikut:

Variabel tetap : Rasio mol Minyak – Metanol (1:9)

Variable berubah :

- Daya (watt) : 400
- Konsentrasi katalis (% b/b) : 0,20 %
- Waktu (menit) : 5, 10, dan 15



### III.5 Analisis Produk

#### III.5.1 Penentuan densitas

Q Piknometer yang telah bersih dan kering ditimbang dengan teliti. Piknometer diisi dengan minyak biji jarak, kemudian tutup kapiler kemudian ditimbang. Densitas dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\rho = \frac{(G-G_0)}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

$\rho$  = densitas (g/ml)

G = berat piknometer berisi minyak

$G_0$  = berat piknometer kosong

V = volume piknometer

#### III.5.2 Penentuan Viskositas

Pengukuran viskositas minyak biji jarak dengan menggunakan viskometer Oswald. Pertama, viskositas dituang kedalam pipa kapiler dengan corong kaca. Kemudian ketinggian minyak dalam kapiler disesuaikan dengan menggunakan pompa hisap, yaitu dibawah garis batas pada lower bulb. Minyak dibiarkan mengalir melewati lower bulb dan upper bulb. Waktu yang diukur adalah waktu untuk melewati lower bulb (a) dan lower bulb (b). Nilai viskositas kemudian dihitung dengan persamaan 3.2

$$\mu = C \times t \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

$\mu$  = viskometer kinematik ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

C = konstanta kalibrasi viskometer ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

t = waktu mengalir (s)

### III.5.3 Penentuan Bilangan Asam

Larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N

Etanol 96 %

Larutan indikator fenolftalein (pp)

Analisis Bilangan Asam

perhitungan angka asam dan kadar FFA

$$\text{bilangan asam} = \frac{(A \times N \times 39,997)}{G} \dots\dots\dots (3.3)$$

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.6 Analisis Data

Perhitungan yield biodiesel :

$$\text{yield} = \frac{(\text{gram biodiesel})}{(\text{gram bahan baku})} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tanaman *Jatropha curcas* merupakan salah satu tanaman yang paling prospektif untuk diproses menjadi biodiesel karena selain relatif mudah ditanam, sangat toleran terhadap jenis tanah dan iklim, 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 waktu yang lama (Dewi, 2015).

### **IV.1 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 diukur bilangan asamnya, dari hasil perhitungan diperoleh sekitar 2 % hal ini menunjukkan asam lemak bebas yang pada awalnya sekitar 4,9 % terkonversi menjadi ester, sehingga kandungan asam lemak bebas di dalamnya menjadi lebih rendah dari keadaan semula.

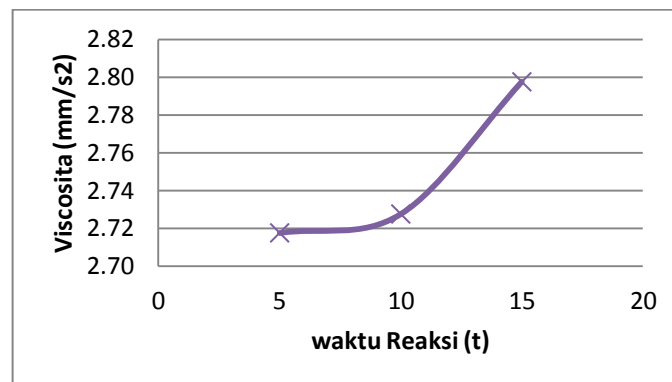
### **IV.2 Transesterifikasi**

Pembuatan biodiesel dengan gelombang mikro yang telah dilakukan menggunakan tiga macam variabel. Variabel tersebut yaitu daya microwave,

konsentrasi katalis KOH, dan waktu reaksi. Daya dilakukan 400 watt yang dikeluarkan oleh gelombang mikro dari mikrowave. Konsentrasi katalis KOH 0,20 %. Sedangkan untuk waktu reaksi selama 5, 10, dan 15 menit. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan semua variabel yang ada untuk mengetahui pengaruh dari variabel untuk memperoleh produk biodiesel yang paling baik.

Sebelum melakukan penelitian, dilakukan beberapa analisis awal minyak jarak pagar untuk mengetahui data fisis minyak jarak. Didapatkan data awal minyak jarak densitas sebesar 0,919 g/ml, viscositas 19,84 mm/s<sup>2</sup> dan asam lemak bebas sekitar 4,9%.

### 1. Pengaruh waktu reaksi terhadap viscositas produk

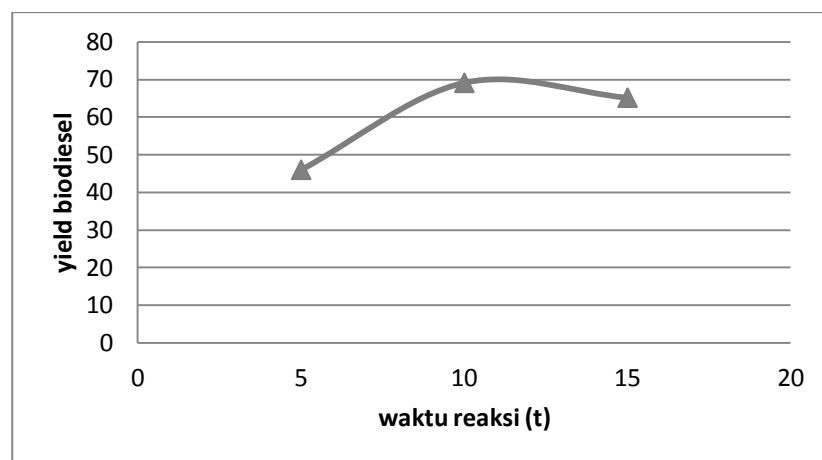


**Gambar IV.1 Pengaruh waktu reaksi dan viscositas produk pada daya 400 watt konsentrasi 0,20%**

Dari gambar grafik diatas, terlihat bahwa nilai viskositas terendah terjadi pada waktu pemancaran selama 5 menit. Hal ini disebabkan karena pada waktu pemancaran 5 menit campuran antara minyak biji jarak, katalis dan metanol belum bereaksi sempurna. Viscositas merupakan sifat yang sangat penting dalam penggunaan bahan bakar minyak. Jika minyak terlalu kental, maka akan

menyulitkan dalam pemompaan dan sulit untuk dialirkan. Berdasarkan SNI 04-7182-2006 untuk mutu biodiesel, nilai viscositas kinematik adalah 2,3 – 6 mm<sup>2</sup>/s. Bila dilihat pada nilai viscositas kinematik terendah yang didapat pada hasil penelitian adalah 2,7 mm<sup>2</sup>/s untuk daya 400 watt.

## 2. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap yield biodiesel



**Gambar IV.2 Pengaruh waktu reaksi terhadap yield biodiesel pada daya 400 watt konsentrasi katalis 0,20%**

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada daya 400 watt, waktu rekasi 5 menit dengan konsentrasi katalis 0,20% menghasilkan yield biodiesel yaitu 45,99. Sedangkan untuk waktu 10 menit yield biodiesel naik menjadi 69,09 dan kembali menurun pada waktu 15 menit dengan menghasilkan yield biodiesel yaitu 65,15. Sehingga titik perolehan optimum bodiesel terjadi pada waktu reaksi 10 menit dengan yield yaitu 69,09.

### 3. Perbandingan Biodiesel Hasil Penelitian dengan Biodiesel Standar

#### Nasional Indonesia

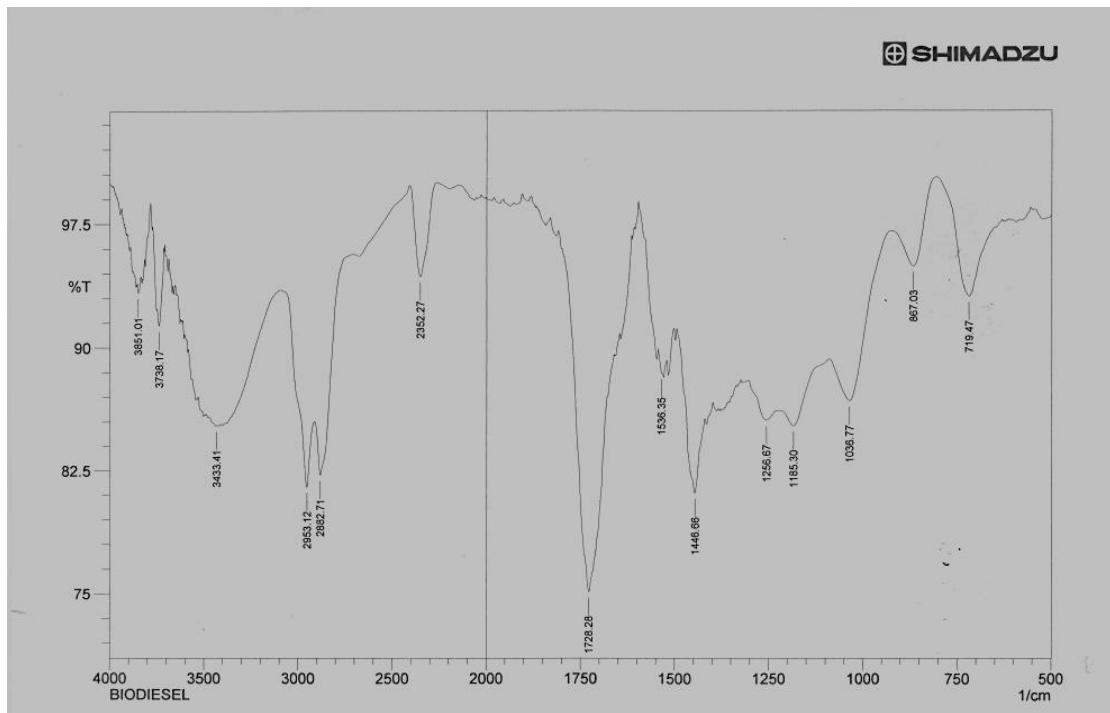
Perbandingan biodiesel hasil penelitian dengan biodiesel standar SNI sangat diperlukan guna mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan dari penelitian sudah layak digunakan atau tidak. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Fauzyah Majid (2015) dengan judul penelitian “Produksi Biodiesel dari 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. Dalam penelitian ini standar yang digunakan sebagai acuan adalah SNI 04-7182-2006. Secara keseluruhan produk biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar parameter yang ditentukan.

Tabel IV.1 Tabel perbandingan produk biodiesel dengan biodiesel standar

No.	Parameter	Satuan	Nilai	SNI 04-7182-2006
1.	Densitas	g/ml	0,865	0,85 - 0,89
2.	Viscositas	Mm <sup>2</sup> /s	2,73	2,3 – 6
3.	Yield	%	69.09	-
4.	Bilangan asam	mg-KOH/g	0,64	<0,8

Sumber : Data Primer yang diolah

Bila ditinjau dari waktu reaksi proses pembuatan biodiesel menggunakan pemanasan gelombang mikro jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional dengan waktu reaksi 1 jam.



**Gambar IV. 3** Hasil Analisa FT-IR

Analisis biodiesel dengan menggunakan alat FT-IR dapat dilihat pada gambar IV.3 dimana puncak utama berada pada daerah bilangan gelombang  $1728,28 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus karbonil C=O, dalam hal ini gugus karbonil yang dimaksud adalah gugus karbonil pada senyawa ester.

Hal ini menunjukkan bahwa senyawa ester yang diperoleh pada gambar IV.3 merupakan komponen utama dari biodiesel. Dan terdapat beberapa puncak/peak yang diperoleh dimana puncak tersebut merupakan gugus C-H yang tidak termasuk dalam kategori senyawa komponen pengganggu dalam biodiesel karena semua senyawa organik ( ester ) mengandung gugus C-H.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemanfaatan gelombang mikro pada reaksi transesterifikasi minyak jarak dapat dilakukan dengan daya 400 watt dan konsentrasi katalis 0,20% pada waktu 10 menit sebesar 69,09. Kadar kemurnian yang dihasilkan sebesar 98,13%.
2. Uji kuantitatif yang dilakukan adalah uji densitas, uji viskositas, angka asam dan telah dilakukan uji lanjutan menggunakan alat FT-IR dimana hasil yang diperoleh telah memenuhi kualitas biodiesel yang dihasilkan sesuai standar SNI 04-7182-2006.

### **V.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disarankan bahwa

1. Dalam proses transesterifikasi selanjutnya sebaiknya menggunakan pengaduk untuk mendapatkan konversi biodiesel yang lebih banyak.
2. Untuk memperoleh kualitas biodiesel yang diperoleh sebaiknya membandingkan dengan metode lain.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arsandi Y. A., Hamidi N., Wahyudi S., 2011, “Pengaruh Variasi Waktu Pemancaran Gelombang Mikro Proses Esterifikasi Pembuatan Biodiesel Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*)”, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Balai Rekayasa Disain dan Sistem Teknologi (BRDST) Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. 2011
- Budiman, A., R.D. Kusumaningtyas, Y. S. Pradana, dan N. A. Lestari. 2014., “Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi”. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dewi D. C. Handayani P. A. 2015., “Produksi Biodiesel Dari Minyak Jarak (*Ricinus Communis*) Dengan *Microwave*”. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Faisal A., Usman T., Alimuddin A. H. 2015., “Transesterifikasi Langsung Mikroalga (*Chlorella*, Sp.) Dengan Radiasi Gelombang Mikro”. Volume 4(2), halaman 76-80. Pontianak, Universitas Tanjungpura.
- Gole V. L., Gogate P. R. *Intensification of glycerolysis reaction of higher free fatty acid containing sustainable feedstock using microwave irradiation*. Fuel Processing Technology 118 (2014) 110–116
- Handayani, S. P., 2010., “Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Ikan Dengan Radiasi Gelombang Mikro”. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hambali, E. 2007., “Teknologi Bioenergi”, Argo Media, Jakarta.
- Hidayanti N., Arifah N., A. Suryanto, & Maffud., 2015. “Produksi Biodiesel Dari Minyak Kelapa Dengan Katalis Melalui Proses Transesterifikasi Menggunakan Gelombang Mikro (*Mikrowave*)”. Jurnal Teknik Kimia Vol.10, No.1, ITS, Surabaya.
- Hindarso, H. Aylianawati. Sisnto, M. E. *Biodiesel Production From the Microalgae Nannochloropsis by Microwave Using CaO and MgO Catalysts*. Journal of Renewable Energy Development 4 (1) 2015: 72-76
- Jain P., Sharma M.P. *Biodiesel production from Jatropha curcas oil*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 3140–3147
- Ketaren, S. 2008., “Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan”. UI Press. Jakarta.

- Kasim R. 2012., “Esterifikasi Asam Lemak Bebas pada campuran asam oleat dan minyak sawit murni menggunakan mikrowave”. Teknologi hasil pertanian, universitas negeri gorontalo.
- Laksono, T., 2013., “Pengaruh Jenis Katalis Naoh Dan Koh Serta Rasio Lemak Dengan Metanol Terhadap Kualitas Biodiesel”. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Lertsathapornsuk V., P. Ruangying, R.Pairintra dan K. Krisnangkura, 2004. *continuous transesthylation of vegetable oils by microwave irradiation*. Thailand.
- Mescha D., 2007., “Intensifikasi Proses Produksi Biodiesel”, Jurnal ITB. Bandung.
- Manurung R., 2007., “Kinetika Transesterifikasi Minyak Sawit Menjadi Etil Ester (Biodisel)”. Jurnal Teknologi Proses, Halaman: 39 - 44
- Muhammad F. R., Jatranti S., Qadariyah L. dan Mahfud., 2014., “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro”. Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 2, ISSN: 2337-3539, ITS. Surabaya
- Musadhaz S., Setyaningsih D., & Hendra D., 2012., “Pembuatan Biodiesel Biji Karet Dan Biodiesel Sawit Dengan Instrumen Ultrasonik Serta Karakteristik Campurannya”. Jurnal Teknologi Industri Pertanian 22 (3):180-188.
- Patil P. D., Reddy H., Muppaneni T., Ponnusamy S., Cooke P., Schuab T., Deng S., 2013., *Microwave - mediated non - catalytic transesterification of algal biomass under supercritical ethanol conditions*. J. of Supercritical Fluids 79 67–72.
- 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.
- RefaatA. A. 2009. *Correlation between the chemical structure of biodiesel and its physical properties*. Int. J. Environ. Sci. Tech., 6 (4), 677-694.
- Rhesa P. Putra, Gria A. Wibawa, Pantjawarni P, Dan Mahfud., 2012, “Pembuatan Biodiesel Secara Batch Dengan Memanfaatkan Gelombang Mikro”, Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1 ISSN: 2301-9271.

- Santoso H., Kristian I., Setyadi A., 2013, “Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur”, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Katolik Prahayangan.
- Selvabala V. S., Varathachary T. K., Selvaraj D. K., Ponnusamy V., & Subramanian S., 2010, *Removal of free fatty acid in Azadirachta indica (Neem) seed oil using phosphoric acid modified mordenite for biodiesel production*. Bioresource Technology 101 5897–5902.
- Sidabutan E. D. C. Faniudin M. N. & Said M. 2010., “Pengaruh Rasio Reaktan Dan Jumlah Katalis Terhadap Konversi Minyak Jagung Menjadi Metil Ester”. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Susilo B. 2011., “Aplikasi Gelombang Ultrasonik Untuk Pengolahan Biodiesel Dari Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)”. Fakultas Teknologi Pertanian , Universitas Brawijaya, Malang.
- Sudrajat H. R. 2006., “Memproduksi Biodiesel Jarak Pagar, Penebar Swadaya”, Jakarta.
- Umami V. A. 2015., “Sintesis Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Gelombang Mikro”. Tesis fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

**Lampiran I**  
**Data Hasil Perhitungan**

**A. Tabel hasil perhitungan untuk daya 400 watt**

---

KOH (%)	Waktu (menit)	Produk (gram)	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)	Densitas (gr/ml)	Kadar (%)	FAME (gr)	Yield (%)
	5	10,70	2,72	0,865	98,13	10,499	45,99
0,20	10	16,10	2,73	0,868	97,97	15,773	69,09
	15	15,35	2,80	0,870	96,90	14,874	65,15

---

## Lampiran II

### Perhitungan

#### A. Perhitungan Proses Esterifikasi

##### 1. Bahan Baku minyak jarak

$$\text{volume minyak jarak} = 200 \text{ ml}$$

$$\text{densitas minyak jarak} = 0,913 \text{ g/ml}$$

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

$$\text{densitas asam sulfat} = 1,84 \text{ g/ml}$$

$$\text{gram minyak jarak} = \text{densitas} \times \text{volume minyak jarak}$$

$$= 0,913 \frac{\text{g}}{\text{ml}} \times 200 \text{ ml}$$

$$= 182,6 \text{ gram}$$

$$\text{mol minyak jarak} = \text{gram}/\text{BM}$$

$$= (182,6 \text{ gram})/(872,09 \text{ g/mol})$$

$$= 0,209 \text{ mol}$$

Perbandingan minyak jarak dan metanol (1:3)

##### 2. Pelarut

Densitas metanol = 0,7918 g/ml

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

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

$$= 0,628 \text{ mol} \times 32,04 \frac{\text{g}}{\text{ml}} = 20,121 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{volume metanol} &= \frac{\text{gram metanol}}{\text{densitas}} \\
 &= \frac{20,121 \text{ gram}}{0,7918 \text{ g/ml}} \\
 &= 25,412 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

### 3. katalis

Densitas asam sulfat = 1,84 g/ml

Konsentrasi asam sulfat 3%

$$\begin{aligned}
 \text{gram asam sulfat} &= 3\% \times \text{gram minyak jarak} \\
 &= 0,03 \times 182,6 \text{ gram} \\
 &= 5,5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{volume asam sulfat} &= \frac{5,5 \text{ gram}}{1,84 \text{ gram/ml}} \\
 &= 2,97 \text{ ml}
 \end{aligned}$$

## B. Data Perhitungan Proses Transesterifikasi

Perbandingan rasio 1:9

Volume minyak jarak = 25 ml

$$\begin{aligned}
 \text{gram minyak jarak} &= 25 \text{ ml} \times 0,913 \text{ g/ml} \\
 &= 22,825 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{mol minyak jarak} &= \frac{22,825 \text{ gram}}{872,09 \text{ gram/mol}} \\
 &= 0,026 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\text{mol metanol} = 0,026 \text{ mol} \times 32,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 9$$

$$= 7,497 \text{ gram}$$

$$\frac{7,497}{0,792} = 9,466 \text{ ml}$$

Konsentrasi Katalis (KOH) = 0,20%

$$\begin{aligned} 1. \text{ volume katalis} &= 0,20\% \times 22,825 \text{ gram} \\ &= 0,05 \text{ gram} \end{aligned}$$

### C. Perhitungan densitas dan viscositas

#### 1. Densitas

Densitas minyak jarak murni = 0,919

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

Dimana :

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

G = berat piknometer berisi minyak

G<sub>0</sub> = berat piknometer kosong (11,82)

V = volume piknometer (5,37)

a. Daya 400 watt, dan waktu 15 menit, 10 menit, 5 menit

➤ Waktu 5 menit

$$\text{konsentrasi katalis } 0,20\% \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{16,51 - 11,82}{5,37} = 0,873$$

➤ Waktu 10 menit

$$\text{konsentrasi katalis } 0,20\% \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{16,60 - 11,82}{5,37} = 0,883$$

➤ Waktu 15 menit

konsentrasi katalis 0,20 %  $\rightarrow \rho = \frac{16,47-11,82}{5,37} = 0,865$

## 2. Viskositas

Viskositas minyak jarak murni = 19,84

$$\mu = C \times t$$

$\mu$  = viskometer kinematik ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

C = konstanta kalibrasi viskometer ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) (0,25)

t = waktu mengalir (s)

➤ Daya 400 dan Waktu 5 menit

konsentrasi katalis 0,20%  $\rightarrow \mu = 0,25 \times 10,87 = 2,72$

Untuk waktu 10 dan 15 menit, dan daya, waktu dan konsentrasi katalis yang sama dapat dilihat pada tabel lampiran

## 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

$$\% \text{Asam lemak bebas} = \frac{(25,6 \times 0,1 \times 7,7)}{(1,03 \text{ gram})} = 19,14$$

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

$$\text{keasaman} = \frac{(0,1 \times 19,14 \times 25,6)}{1 \times 1000} \times 100\% = 4,9\%$$

b. Minyak jarak hasil esterifikasi

$$\% \text{Asam lemak bebas} = \frac{(25,6 \times 0,1 \times 3,8)}{(1,01 \text{ gram})} = 9,54$$

$$\text{keasaman} = \frac{(0,1 \times 9,54 \times 25,6)}{(1 \times 1000)} \times 100\% = 2\%$$

c. Minyak jarak hasil transesterifikasi

◆ Daya 400, waktu 10 menit dan konsentrasi 0,20%

$$\% \text{Asam lemak bebas} = \frac{(25,6 \times 0,1 \times 1,02)}{(1,01 \text{ gram})} = 2,59$$

$$keasaman = \frac{(0,1 \times 2,59 \times 25,6)}{(1 \times 1000)} \times 100\% = 0,64\%$$

#### **D. Perhitungan yield biodiesel**

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

Daya 400 watt, waktu 10 menit, dan konsentrasi 0,20%

$$yield = \frac{15,77}{22,83} \times 100\% = 69,09$$

Untuk data hasil perhitungan yield dapat dilihat pada tabel lampiran

**LAMPIRAN III**  
**DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN**



**Gambar 1. Proses Esterifikasi**



**Gambar 2. Hasil Esterifikasi**



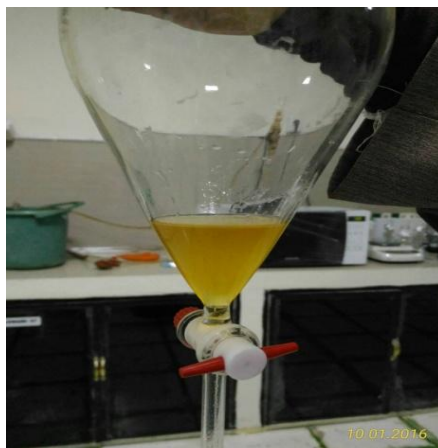
**Gambar 3. Minyak Hasil Esterifikasi Siap Transesterifikasi**



**Gambar 4 . Proses Transesterifikasi Menggunakan Mikrowave**



**Gambar 5. Hasil Transesterifikasi Menggunakan Mikrowave**



**Gambar 6. Metil Ester Hasil Pemisahan**



**Gambar 7. Proses Pencucian Metil Ester**



**Gambar 8. Produk biodiesel**

**LAMPIRAN IV**  
**DOKUMENTASI PENGUJIAN FT-IR**

