

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Biodiesel berbahan minyak nabati atau bahan bakar nabati (BBN) semakin diminati penggunaannya. Peningkatan penggunaan minyak nabati dilakukan karena adanya ancaman semakin habisnya jumlah minyak fosil yang tidak dapat diperbaharui. Penggunaan minyak nabati juga bisa menekan tingkat pencemaran udara yang ditimbulkan dari bahan bakar fosil, dikarenakan tidak berkontribusi dalam peningkatan CO<sub>2</sub> sebanyak yang dihasilkan seperti minyak solar (Majid dkk, 2012).

Bahan baku minyak nabati yang berpotensi dibuat menjadi biodiesel ialah tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas Oil*). Tanaman jarak pagar berasal dari daerah tropis Amerika Tengah, telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia dari jaman penjajahan jepang. Tanaman jarak pagar sering dijumpai sebagai pagar pada perkarangan, juga dipergunakan sebagai obat serta diperuntukan pada minyak lampu. Pada biji tanaman jarak terkandung persentase minyak yang besar, sehingga mulai dilirik untuk digunakan sebagai sumber bahan bakar alternatif dimasa yang akan datang. Komposisi asam lemak dan sifat fisik pada minyak jarak bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak dari Minyak Jarak Pagar (Hambali dkk, 2007)

Asam Lemak	Komposisi (% berat)
<i>Myristic acid</i>	0-0,1
<i>Palmatic acid</i>	14,1-15,3
<i>Stearic acid</i>	3,7-9,8
<i>Arachidic acid</i>	0-0,3
<i>Behemic acid</i>	0-0,2
<i>Palmitoleic acid</i>	0-1,3
<i>Linoleic acid</i>	29,0-44,2
<i>Oleic acid</i>	34,3-45,8
<i>Linolenic acid</i>	0-0,3

Tabel 2.2 Sifat Fisik Minyak Jarak Pagar (Hambali dkk, 2007)

Sifat fisik	Satuan	Nilai
Titik nyala ( <i>Flash Point</i> )	°C	236
Densitas pada 15°C	g/cm <sup>3</sup>	0,9177
Viskositas pada 30°C	mm <sup>2</sup> /s	49,15
Residu karbon ( <i>on 10% distillation residue</i> )	% (m/m)	0,34
Kadar abu sulfat ( <i>sulfated ash content</i> )	% (m/m)	0,007
Titik tuang ( <i>Pour point</i> )	°C	-2,5
Kadar Sulfur ( <i>Sulfur content</i> )	Ppm	<1
Kadar air ( <i>Water content</i> )	Ppm	935
Bilangan Asam ( <i>Acid Value</i> )	mg KOH/g	4,75
Bilangan Iod ( <i>Iodine value</i> )	G iod/100g minyak	96,5

Minyak jarak pagar memiliki sifat yang menyerupai solar atau minyak diesel. Merupakan sumber minyak terbarukan yang termasuk non-edible oil, sehingga tidak bersaing dengan kebutuhan konsumsi. Tanaman biji jarak pagar mengandung persentase minyak cukup banyak sekitar 30-50%. (Syarifuddin, 2006)

Minyak nabati lain yang bisa digunakan sebagai bahan pembuatan biodiesel yaitu minyak jagung. Minyak jagung merupakan trigliserida yang tersusun dari gliserol dan asam lemak. Persentase trigliserida yang terkandung sekitar 98,6%, sisanya ialah bahan non minyak, seperti abu, zat warna atau lilin (Sidabutar dkk, 2013). Komposisi asam lemak minyak jagung bias dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Jagung (Boulifi dkk, 2010)

Komposisi asam lemak	Persentase
Asam palmitat	12
Asam stearate	2,4
Asam linoleat	55,8
Asam oleat	27,3

Selain komposisi asam lemak, minyak jagung juga mempunyai karakteristik sifat yang berbeda dibanding minyak nabati lain. Karakteristik minyak jagung bisa dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.4 Karakteristik Minyak Jagung (Boulifi dkk, 2010)

Karakteristik	Satuan	Nilai
Viskositas	cSt (40°C)	39,28
Angka Iod	Mg I2/ g	125,4
Angka asam	Mg KOH/g	0,23

Penelitian yang dilakukan oleh Elma dkk (2016) menginformasikan bahwa proses esterifikasi dipergunakan untuk menurunkan jumlah kandungan % FFA (*Free fatty acid*) atau asam lemak bebas yang tinggi dari proses pengukuran %FFA *mixed* minyak. Penggunaan rasio methanol yang bervariasi sangat menentukan konversi yang efektif dalam membuat produk utama biodiesel. Minyak dengan kadar FFA > 5% diesterifikasi terlebih dahulu sebelum ditransesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan dengan cara memanaskan minyak di dalam labu leher empat menggunakan *hot plate* dilengkapi *magnetic stirrer*. Campuran methanol 22,5% FFA dan asam sulfat 5% FFA ditambahkan ke dalam minyak. Proses esterifikasi dilakukan selama kurang lebih 1 jam pada suhu 55-65°C dengan kecepatan pengadukan 300-500 rpm.

Menurut Ding (2011), proses reaksi esterifikasi berjalan reversibel, maka penggunaan metanol haruslah berlebih untuk mencapai reaksi ke arah produk untuk menghasilkan ester sebagai produk utama. Tetapi pada penelitian ini digunakan variasi % komposisi sampel yang berbeda-beda untuk mengetahui seberapa besar %FFA yang dihasilkan terhadap efisiensi waktu dan keefektifan pelarut methanol.

Campuran hasil esterifikasi dipanaskan di dalam labu leher empat menggunakan *hot plate* sambil diaduk. Kemudian ditambahkan larutan metoksida (campuran methanol 15% v/b minyak dan katalis 1% b/b minyak). Proses ini berlangsung selama kurang lebih 1 jam pada suhu 55-65°C dan kecepatan pengadukan 300-500 rpm (Chitra *et al.* 2005; Ramos *et al.* 2009).

Transesterifikasi minyak jarak merupakan proses utama pembuatan bio-diesel. Mula-mula alkohol dan katalis dicampur dalam sebuah tangki pencampur kemudian direaksikan dengan minyak jarak dalam sebuah reaktor. Suhu reaksi dijaga 60-70 C pada tekanan 1 atm. Dari proses ini dihasilkan campuran senyawa ester (bio-diesel), gliserol, alkohol sisa dan katalis serta impurities. Transesterifikasi minyak nabati menggunakan katalis alkali menunjukkan laju reaksi transesterifikasi lebih cepat dibanding penggunaan katalis asam. Katalis alkali memberikan konversi trigliserida mencapai 94-98% menjadi ester pada temperature 60°C dan waktu 1 jam (Furuta dkk, 2006).

Pada penelitian Sidabutar dkk (2013) agar didapat hasil yang memuaskan, maka ditetapkan beberapa acuan sebagai ruang lingkup penelitian. Ruang lingkup penelitian ini meliputi temperatur reaksi kurang lebih 70°C dan waktu reaksi 1-2 jam dengan interval 30 menit. Katalis dipilih NaOH dengan pertimbangan ekonomis. Kemudian Rasio reaktan (minyak : methanol ) yang digunakan 1:6, 1:8 dan 1:10. Terakhir rasio jumlah katalis yang digunakan adalah 1% dan 2% dari jumlah massa reaktan. Hasil dari konversi dari perbandingan reaktan 1:8 merupakan yang tertinggi, dengan katalis (NaOH) sebanyak 2% dan waktu reaksi 2 jam yaitu sebesar 96,41% .

Penelitian yang dilakukan Boulifi dkk (2010) tentang pembuatan biodiesel dari minyak jagung, konsentrasi katalis merupakan sesuatu yang sangat berpengaruh pada saat pembentukan biodiesel, kemudian rendemen ester juga berpengaruh. Konsentrasi katalis yang digunakan sebesar 1,1 %, rendemen ester yang diperoleh ialah sebesar 98,75% pada suhu 55°C.

Penelitian Rochman (2018) melakukan pencampuran, antara minyak jarak dan jagung dengan variasi perbandingan komposisi. Pada salah satu variasi perbandingan komposisi yaitu 50:50 didapat nilai Densitas sebesar 866 kg/m<sup>3</sup> (SNI 7182-2015 = 850-890 kg/m<sup>3</sup>), Viskositas 8,8 cSt (SNI 7182-2015 = 2,3-6 cSt) , *Flash Point* 192,566°C (SNI 7182 – 2015 = >100°C ) serta nilai kalor sebesar 9248,35 kal/g pada suhu pencampuran 60°C dan waktu 60 menit.

Penelitian yang dilakukan Sinaga dkk (2014) bertujuan untuk memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dan mempelajari

pengaruh waktu dan suhu reaksi pada produksi biodiesel dan karakteristiknya. Penelitian dilakukan dengan melakukan transesterifikasi basa dengan perbandingan molar minyak jelantah terhadap metanol 1:6 dan menggunakan kombinasi tiga level suhu (45°C, 55°C, dan 65°C) dan tiga level waktu reaksi (5 menit, 10 menit, dan 30 menit). Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Berdasarkan dari tinjauan pustaka diatas penelitian ini akan mempelajari pengaruh waktu dan temperatur reaksi saat pencampuran minyak jarak dan minyak jagung dengan menggunakan tiga level variasi suhu dan tiga level waktu reaksi, lalu dilanjutkan dengan proses reaksi esterifikasi menggunakan campuran methanol dan katalis asam , terakhir dilakukan proses reaksi transesterifikasi mempergunakan campuran methanol dan katalis basa.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1 Biodiesel**

Biodiesel ialah jenis bahan bakar dapat diperbaharui yang berasal dari minyak nabati. Biodiesel dibuat dengan cara reaksi transesterifikasi menggunakan alcohol pada trigliserida dari minyak jarak. Produk hasil reaksi (Gliserin) dibuang karena tidak berguna untuk mesin. Biodiesel dapat digunakan pada mesin diesel dalam bentuk murni atau campuran dengan petroleum diesel dengan tingkatan tertentu.

Biodiesel adalah nama untuk jenis *fatty ester*, pada umumnya merupakan *monoalkyl ester* yang terbuat dari minyak tumbuh-tumbuhan (minyak nabati). Minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel bisa berasal dari kacang kedelai, kelapa, kelapa sawit, padi, jagung, jarak, pepaya dan banyak lagi melalui proses transesterifikasi sederhana. (Mardiah dkk, 2006).

Keuntungan dari biodiesel:

- a. campuran dari 20 % biodisel dengan 80 % petroleum diesel dapat digunakan pada *unmodified diesel engine*.
- b. sekitar setengah dari industri biodiesel dapat menggunakan lemak atau minyak daur ulang.

- c. biodiesel tidak beracun.
- d. penggunaan biodiesel dapat memperpanjang umur mesin diesel karena biodiesel lebih licin.
- e. biodiesel menggantikan bau petroleum dengan bau yang lebih enak.

### **2.2.2. Minyak Jarak**

Tanaman Jarak (*Jatropha Curcas Linn*) berasal dari daerah tropis Amerika Tengah, telah lama dikenal masyarakat Indonesia sejak jaman penjajahan Jepang. Tanaman Jarak banyak dijumpai sebagai pagar pekarangan, juga digunakan sebagai obat serta penghasil minyak lampu. Biji tanaman jarak mengandung persentase minyak yang besar, sehingga mulai dilirik orang untuk digunakan sebagai sumber bahan bakar alternatif di masa yang akan datang. Dengan memperhatikan potensial tanaman Jarak yang mudah tumbuh pada lahan kritis serta dapat dikembangkan sebagai bahan penghasil BBM alternatif (Biodiesel), tentunya tanaman ini akan memberikan harapan baru pada pengembangan agribisnis.

Disamping untuk menunjang usaha konservasi lahan, tanaman Jarak juga memberikan solusi pada pengadaan biodiesel sekaligus akan membuka kesempatan bagi penambahan lowongan pekerjaan dan pendapatan petani. (Soerawidjaja, 2005) Jarak yang tumbuh dan dapat dikembangkan sebagai bahan penghasil BBM alternatif (Biodiesel). Kandungan minyak pada biji jarak cukup tinggi yaitu sekitar 30 s/d 50% Biji Jarak sangat prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak atau Biodiesel, karena minyak jarak tidak termasuk kategori minyak untuk makanan fodible oil sehingga pemanfaatannya tidak mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional. (Soerawidjaja, 2005).

Biji jarak terdiri dari 75% kernel (biji) dan 25% kulit ( Departemen Teknologi Pertanian, 2005). Minyak jarak (*ricinus communis*) dihasilkan dari biji buah jarak dengan proses ekstraksi menggunakan mesin pengepres atau menggunakan pelarut. Adapun komposisi kimia dari biji jarak seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi Kimia Biji Jarak (Ketaren, 1986)

Komponen	Jumlah
Minyak	54
Karbohidrat	13
Serat	12,5
Abu	2,5
Protein	18

Karakteristik pada minyak jarak meliputi: densitas, viskositas, angka setana, angka iodium, angka asam, titik nyala, *pour point* dan *cloud point* serta angka saponifikasi dapat dilihat pada tabel 2.6.

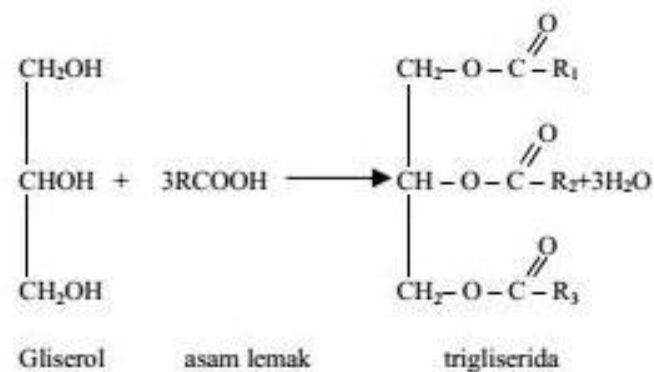
Tabel 2.6 Karakteristik Minyak Jarak (Budiman dkk, 2014)

Karakteristik	Nilai
Densitas	967,3 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas pada 40°C	240,12 cSt
Angka Setana	42
Angka Iodium	84,4 cg I/kg
Angka Asam	0,7 mg KOH/g
Titik Nyala	260°C
<i>Pour Point</i>	14°C
<i>Cloud Point</i>	1°C
Angka Saponifikasi	181,4 mg KOH/g

Kelebihan dari minyak jarak yaitu penggunaan minyak jarak untuk mengurangi kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer, pohon jarak tidak termasuk ke dalam tanaman untuk dikonsumsi sehingga tidak akan mengurangi bahan untuk pangan, minyak jarak mengandung racun berupa *phorbol ester* sehingga tidak bisa untuk dikonsumsi.

### 2.2.3. Minyak Jagung

Minyak jagung merupakan trigliserida yang disusun oleh gliserol dan asam-asam lemak. Presentase trigliserida sekitar 98,6%, sedangkan sisanya merupakan bahan non minyak seperti abu, zat warna atau lilin. Asam lemak yang menyusun minyak jagung terdiri dari asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Dalam 100 kg jagung dengan kandungan air 16%, akan menghasilkan sekitar 64 kg tepung butiran dan 3 kg minyak jagung. Kelebihan minyak jagung dibandingkan dengan minyak nabati yang lain, adalah kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi, mengandung asam lemak essensial (omega 3 dan omega 6), serta vitamin E sehingga sangat baik untuk penurunan kadar kolesterol mencegah penyakit jantung, stroke, kanker, asma dan diabetes. Seperti halnya lemak dan minyak lainnya, minyak jagung terdiri atas trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dengan tiga molekul asam lemak menurut reaksi sebagai berikut:



Gambar 2.1 Struktur reaksi trigliserida

Selain trigliserida masih terdapat suatu senyawa non trigliserida dalam jumlah kecil. Yang termasuk senyawa non trigliserida ini antara lain motibgliserida, diglisrida, fosfatida, karbohidrat, turunan karbonidrat. protein, dan bahan-bahan berlendir atau getah (gum) serta zat-zat berwarna yang memberikan warna serta rasa dan bau yang tidak diinginkan.

### 2.3. Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Pada dasarnya karakteristik bahan bakar cair dapat diketahui dengan beberapa tahap pengujian sebelum dipergunakan pada mesin tertentu, maka perlu mengetahui sifat fisik bahan bakar cair yang mendekati standar mutu bahan bakar



cair dapat diketahui dengan cara sebagai berikut:

### 2.3.1 Densitas

Densitas atau massa jenis ialah perbandingan antara massa persatuan volume, dimana semakin berat massa suatu benda maka volumenya juga akan besar. Ini berhubungan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel. Densitas setiap bahan belum tentu sama pada setiap bagiannya bisa tergantung pada suhu dan tekanan suatu lingkungan. Satuan densitas adalah  $\text{kg/m}^3$ . Dalam cgs adalah gram per centimeter kubik  $\text{g/cm}^3$ , yang sering juga digunakan. Faktor konversi sangat berguna dimana  $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$  (Young, 2002). Indonesia mempunyai standar spesifikasi densitas berdasarkan dari SNI 7182-2015 dimana nilai yang diperbolehkan antara 850 sampai  $890 \text{ kg/m}^3$  Pada suhu  $40^\circ\text{C}$  (BSN,2015).

Secara matematika massa jenis diuraikan dengan persamaan sebagai berikut

2.1 :

$$\rho = m/v \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

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

$m$  = massa (kg)

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

### 2.3.2. Viskositas

Viskositas merupakan sifat intrinsik fluida yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, karena gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain. Hal itu mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran, akibatnya terbentuk pengendapan pada mesin. Viskositas yang tinggi atau fluida masih lebih kental akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan proses kimia yaitu transesterifikasi untuk menurunkan nilai

viskositas minyak nabati itu sampai mendekati viskositas solar. Pada umumnya viskositas minyak nabati jauh lebih tinggi dibandingkan viskositas solar, sehingga biodiesel turunan minyak nabati masih mempunyai hambatan untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti solar.

Standar Kinematik *viscosity* dari biodiesel adalah sebesar 2,3 cSt sampai 6 eSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan.

### **2.3.3. Titik Nyala (*Flash Point*)**

Titik nyala yaitu merupakan titik temperatur yang rendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi terhadap udara. Ketika menyala terus menerus maka suhu tersebut dinamakan dengan titik bakar (*fire point*). Titik nyala yang terlampaui sangat tinggi dapat menyebabkan keterlambatan terhadap penyalaan sementara dan apabila titik nyala terlampaui sangat rendah maka akan mengakibatkan timbulnya denotasi seperti ledakan kecil yang terjadi pada saat sebelum bahan bakar masuk ke dalam ruang pembakaran. Hal ini juga mampu mengakibatkan meningkatnya resiko bahaya pada saat waktu penyimpanan. Dimana semakin tinggi titik nyala pada suatu bahan bakar maka semakin aman terhadap penanganan maupun penyimpanannya (Widyastuti, 2007).

### **2.3.4 Nilai Kalor**

Nilai kalor merupakan jumlah energi kalor yang dapat dilepaskan bahan bakar pada saat oksidasi unsur-unsur kimia yang terdapat pada bahan bakar atau besarnya panas yang didapatkan jika kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran suatu bahan bakar dengan udara/oksigen. Hasil nilai kalor berbanding terbalik dengan pengujian densitas yaitu dengan semakin besarnya hasil pengujian densitas suatu minyak, maka akan semakin kecil nilai kalornya, dengan demikian juga sebaliknya semakin rendah pengujian densitas maka akan semakin tinggi nilai kalornya (Kholidah, 2014).

### **2.3.5. Katalis**

Katalis adalah zat yang mempunyai fungsi untuk mempercepat laju suatu reaksi dan dapat menurunkan kondisi operasi. Karena reaksi transesterifikasi dan reaksi esterifikasi merupakan reaksi yang lambat. Maka diperlukan katalis untuk mempercepat laju reaksinya. Ada dua macam katalis yang umum digunakan pada proses transesterifikasi dan esterifikasi, diantaranya:

#### **2.3.5.1 Katalis Basa Homogen**

Katalis basa homogen merupakan jenis katalis yang umum digunakan pada reaksi transesterifikasi. Hal ini disebabkan oleh kenggulannya yaitu katalis basa homogen memberikan laju reaksi 4000 kali lipat lebih besar dari katalis asam. Akan tetapi katalis basa biasa lebih banyak digunakan pada reaksi transesterifikasi edible oil karena memiliki kadar FFA yang rendah. Sedangkan untuk non edible oil perlu melalui proses esterifikasi dengan katalis asam karena memiliki kadar FFA yang tinggi. Kebutuhan katalis basa untuk proses transesterifikasi berkisar antara 0,3-1%. Beberapa katalis basa yang umum digunakan adalah NaOH, KOH NaOCH<sub>3</sub>, dan KOCH<sub>3</sub> (Budiman dkk, 2017).

#### **2.3.5.2. Katalis Asam Homogen**

Katalis asam homogen digunakan untuk memproduksi biodiesel dari minyak dengan kadar FFA tinggi melalui proses esterifikasi. Meskipun katalis asam lebih murah daripada katalis basa. Katalis ini membutuhkan lebih banyak alkohol. Karena efek korosi yang ditimbulkan dari katalis asam. perlu dipilih jenis material reaktor yang antikorosi. Jenis asam Bronsted seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. dan HCl merupakan katalis yang umum digunakan dan efektif untuk digunakan pada reaksi esterifikasi (Budiman dkk 2007).

### **2.3.6. Metanol**

Dalam pembuatan biodiesel, diperlukan alkohol sebagai salah satu reaktannya. Alkohol diperlukan dalam jumlah yang berlebih untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk. Oleh karena itu, keberadaan alkohol sangat

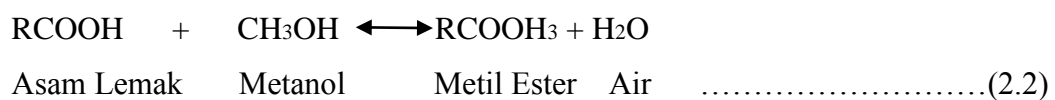
penting dalam reaksi transesterifikasi maupun esterifikasi. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling diminati karena memiliki reaktivitas yang paling tinggi di antara jenis yang lainnya. Sifat reaktif metanol terkait dengan rantai atom C yang dimilikinya. Rantai atom C alkohol yang pendek akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung (Budiman dkk, 2017).

Metanol (CH<sub>3</sub>OH) mempunyai tingkat toksisitas yang tinggi, memiliki densitas sebesar 0,792 g/ml. Titik leleh metanol ialah -104°C dan titik didihnya yaitu 64,7°C Metanol sedikit larut dalam air, eter dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan pada suhu 330°C tekanan 1 atm metanol berada dalam fase cair (Budiman dkk, 2017).

## 2.4. Teknik Pembuatan Biodiesel

### 2.4.1. Esterifikasi

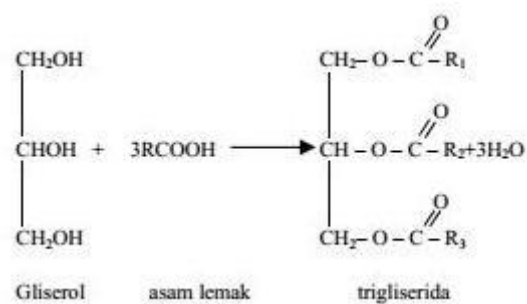
Esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dengan alkohol menggunakan katalis asam. Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi ester alkil. Esterifikasi umumnya menggunakan katalis asam homogen seperti asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan asam klorida (HCl), Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi (Kasim, 2012). Reaksi asam lemak menjadi metil ester sebagai berikut:



Reaksi esterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah rasio mol metanol dengan minyak, waktu reaksi, suhu, konsentrasi katalis dan kandungan air pada minyak. Semakin tinggi rasio mol metanol dengan minyak yang digunakan, maka semakin tinggi rendemen metil ester dan semakin kecil kandungan asam lemak bebas di akhir operasi Suhu operasi yang optimum adalah 60°C (Kasim, 2012). Esterifikasi dilakukan jika bahan yang digunakan adalah minyak yang memiliki kadar FFA tinggi.

### 2.4.2 Transesterifikasi

Proses transesterifikasi ialah perubahan bentuk dari suatu bentuk ester ke molekul, didalam minyak nabati mengandung 3 ester yang saling berikatan dengan molekul gliserin. Sekitar 20% minyak nabati mengandung gliserin. Gliserin yang menyebabkan kandungan dari minyak nabati semakin kental dan lengket. Dengan adanya proses transesterifikasi, pemisahan gliserin sehingga minyak nabati menjadi lebih encer dan membuat Viskositas menjadi turun (Mirmanto, 2011). Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi

Produk yang diinginkan dari proses transesterifikasi adalah metil ester asam-asam lemak. Menurut Hilkmah, ada beberapa cara agar kesetimbangan lebih kearah produk, yaitu menambahkan metanol berlebih kedalam reaksi, memisahkan gliserol, menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm).

Reaksi transesterifikasi sangat sensitif terhadap kadar FFA yang ada didalam minyak nabati. Kadar FFA yang diperbolehkan dalam bahan baku minyak nabati adalah sebesar 1-2,5%. Nilai tersebut setara dengan bilangan asam sebesar 2-5 mg KOH/mg. Kandungan asam lemak yang tinggi dapat memicu terjadinya reaksi samping antara katalis basa dan asam lemak yang akan membentuk sabun atau dikenal dengan reaksi saponifikasi. Sabun dalam reaksi transesterifikasi dapat menyulitkan proses pemisahan produk (alkil ester) dengan katalis karena sabun akan mengelmusi campuran sat pencucian. Sementara itu, air yang terbentuk dapat bereaksi dengan alkil ester melalui reaksi hidrolisis membentuk asam lemak. Reaksi ini justru mengurangi produk (Budiman dkk, 2014).