

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Biodiesel merupakan bahan bakar berbasis non-petroleum yang tersusun atas metil ester yang diperoleh dari transesterifikasi trigliserida (TG) atau esterifikasi asam lemak bebas (ALB) dengan alkohol yang memiliki berat molekul rendah (Lotero dkk., 2004). Selain itu, biodiesel juga merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang dapat diperbaharui (renewable), dapat diproduksi secara lokal dan bersifat ramah lingkungan (Ramadhas dkk, 2005; Cvengros dkk, 2006).

Biodiesel merupakan bahan bakar yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar, oleh karena itu campuran biodiesel minyak jarak dan minyak kedelai dengan minyak solar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar minyak solar tanpa merusak atau harus memodifikasi mesin itu sendiri. Selain itu tenaga untuk unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar juga tidak ada yang berubah

Biodiesel umumnya diturunkan dari minyak nabati, walaupun dapat pula menggunakan lemak hewan. Beberapa minyak nabati yang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber biodiesel diantaranya minyak jarak pagar (*Jatropha curcas oil*). Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan tanaman yang mulai dibudidayakan di Indonesia dengan target areal budidaya seluas 2,4 juta hektar pada tahun 2025 (Prabowo dkk., 2006). Komposisi sifat sifat yang terdapat pada minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Sifat Minyak Jarak (Indrayati, 2009)

Sifat	Satuan	Nilai
Densitas	$^{\circ}\text{C}$	240
Viskositas	mm^2/detik (30°C)	17,1-52
Nilai Kalor	g/cm^3 (15°C)	0,920
Kadar Air	%	0,07

Minyak jarak juga memiliki asam lemak yang tinggi, seperti asam linoleat, asam oleat, asam palmitat, dan asam stearat. Komposisi asam lemak pada minyak jarak pagar akan mempengaruhi karakteristik biodiesel yang dihasilkan seperti cloud point, titik nyala, viskositas, indeks setana, dan bilangan iod (Taroza, 2011). Komposisi asam lemak yang terdapat pada minyak jarak dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jarak (Hoekman dkk, 2012)

Komposisi Asam Lemak	Persentase (%)
Asam Linoleat	36,2
Asam Oleat	40,4
Asam Palmitat	14,9
Asams Stearat	6,1

Penelitian yang dilakukan oleh Mardiansyah (2012), minyak jarak sebagai bahan bakar energi alternatif menghasilkan metil ester sebagai biodiesel, tetapi metil ester yang dihasilkan masih mengandung gliserida, monogliserida, digliserida, trigliserida, dan gliserol. Maka dari itu, perlu dilakukan pemurnian kembali. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sihotang (2011), dengan kondisi reaksi 4% polistirane sulfonat (PSS) pada suhu reaksi 80⁰C dan waktu reaksi 6 jam, dengan menggunakan 50 g minyak jarak hanya menghasilkan 36 g hasil reaks, dari hasil reaksi tersebut menghasilkan biodiesel 65,6%, trigliserida 19,9%, digliserida 8,8%, dan monogliserida 1,2%. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Seperti dengan menaikkan katalis menjadi 8%, dengan suhu reaksi 120⁰C dan rasio metanol menjadi 26 ml maka hasil transesterifitasi akan dianalisa. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan membuat natrium metoksida dari metanoldan natrium hidroksida (NaOH). Setelah itu direaksikan dengan minyak jarak dalam wadah lalu dipanaskan pada suhu sesuai variasi. Hasil perbandingan katalis 8% dan 4% dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Pagar dengan Perbandingan Jumlah Metanol 26 g, Jumlah Katalis 8 % dan 4 %, Suhu Reaksi 120°C dan Lama Reaksi selama 6 jam (Mardiansyah, 2012)

No	Jml Katalis (%)	Massa Campuran ME, MG, DG, TG (gr)	Campuran ME, MG, DG, TG (%)			
			ME	MG	DG	TG
1	8%	48,13	93,35	0,34	0,44	0,68
2	4%	48,10	91,73	0,80	0	5,61

Catatan : ME = Metil Ester DG = Digliserida
 MG = Monogliserida TG = Trigliserida

Selain minyak jarak minyak nabati lain yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan biodiesel adalah minyak kedelai. Kedelai (*Glycine max*, L) adalah tanaman semusim yang biasa diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Menurut Ketaren, (1986) kandungan minyak dan komposisi kimia asam lemak dalam Kedelai dipengaruhi oleh varietas dan keadaan iklim tempat tumbuh. Lemak kasar terdiri atas trigliserida sebesar 90-95%, sedangkan sisanya ialah fosfolipida, asam lemak bebas, sterol, dan tokofero. Sifat fisik minyak Kedelai ditunjukkan pada Tabel 2.4, kandungan asam lemak minyak kedelai ditunjukkan tabel 2.5.

Tabel 2.4 Sifat fisik minyak kedelai (Indrayanti 2009)

Sifat	Satuan	Minyak Kedelai	Biodiesel Kedelai
Titik nyala	°C	254 – 282	141 – 171
Densitas	g/cm ³	0,916 – 0,922 (25°C)	0,891 (15,6°C)
Viskositas	mm ² /detik	32,6(38 °C)	4,424 (40°C)
Kadar air	% (b/b)	-	0,023
Kadar sulfur	% (b/b)	0,005 – 0,1	0.002
Bilangan asam	mg KOH/g	0,3 – 3,00	0,18 ± 0,021
Bilangan Iod	g iod/100 g	120 – 143	129,4

Tabel 2.5 Kandungan asam lemak minyak kedelai (Indrayanti, 2009)

Kandungan asam lemak		Konsentrasi (% b/b)
Asam lemak	Atom C	
Asam miristat	C14:0	0,1
Asam palmitat	C16:0	10,3
Asam stearat	C18:0	4,7
Asam oleat	C18:1	22,5
Asam linoleat	C18:2	54,1
Asam linolenat	C18:3	8,3
Asam lemak jenuh		16
Asam lemak tidak jenuh		84

Sumangat dkk (2008) melakukan penelitian pembuatan biodiesel minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) dengan proses transesterifikasi satu dan dua tahap, penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik fisis-kimia (viskositas, densitas dan bilangan asam) serta persentase ester asam lemak dari biodiesel yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses transesterifikasi satu tahap pada suhu 30°C dengan nisbah molar metanol- minyak 5:1 menghasilkan karakteristik biodiesel terbaik yaitu viskositas kinematik 3,89 cSt, densitas 0,88g/cm³ dan bilangan asam 0,48 mg KOH/g sampel dan Rendemen (yield) biodiesel pada proses satu tahap adalah 77,99%, lebih tinggi dibandingkan proses dua tahap yaitu 70,80%.

Hartomo dkk (2014) melakukan penelitian untuk mensintesis Biodiesel Fuel dari minyak kedelai dengan metode elektrokimia sederhana. Reaksi yang dilakukan adalah transesterifikasi dengan metanol untuk menghasilkan biodiesel. Karakterisasi awal minyak kedelai menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas, air dan bahan menguap dalam minyak 0,059% dengan angka asam sebesar 0,112 mengindikasikan bahwa kualitas minyak kedelai tergolong baik. Waktu reaksi elektrokimia berlangsung selama 0,5 jam dengan masing-masing garam elektrolit Na₂SO₄ 1 M dan TBAP 0,13 M. Konsentrasi Na₂SO₄ yang

digunakan sebesar 1,5 M untuk 0,5 jam reaksi elektrokimia. Penggunaan TBAP 0,13 M sebagai garam elektrolit menghasilkan persen komposisi biodiesel tertinggi, yaitu 0,0569%.

Tazora (2011) melakukan penelitian menggunakan dua metode pencampuran yakni metode 1 adalah dalam bentuk minyak sebelum proses biodiesel dan metode 2 adalah pencampuran dalam bentuk biodiesel. Perbandingan terbaik diperoleh pada pencampuran 80% minyak jarak pagar dengan 20% minyak biji karet yang mampu menurunkan viskositas biodiesel jarak pagar menjadi 5,92cSt serta meningkatkan bilangan setana biodiesel biji karet menjadi 52, dan pada pencampuran 80% biodiesel jarak pagar dengan 20% biodiesel biji karet mampu menurunkan viskositas biodiesel jarak pagar menjadi 5,75 cSt dan meningkatkan bilangan setana biodiesel biji karet menjadi 51,8 sehingga memenuhi SNI atau *ASTM*. Sedangkan pencampuran yang memberikan nilai viskositas kinematik dan bilangan setana yang terbaik adalah pada campuran 20% biodiesel biji karet dengan 80% biodiesel jarak pagar. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan SNI atau *ASTM*.

Sumangat dkk (2008) melakukan penelitian pembuatan biodiesel minyak jarak pagar dengan proses transesterifikasi satu dan dua tahap, Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses transesterifikasi satu tahap pada suhu 30°C dengan nisbah molar metanol- minyak 5:1 menghasilkan karakteristik biodiesel terbaik yaitu viskositas kinematik 3,89 cSt, densitas 0,88g/cm³ dan bilangan asam 0,48 mg KOH/g sampel dan Rendemen (yield) biodiesel pada proses satu tahap adalah 77,99%, lebih tinggi dibandingkan proses dua tahap yaitu 70,80%. Sedangkan penelitian lain oleh Anisah dkk (2018), menggunakan bahan baku minyak jelantah melalui proses transesterifikasi dengan waktu reaksi 60, 90, 120, dan 150 menit menghasilkan biodiesel optimal pada waktu 60 menit. Konversi biodiesel yang dihasilkan sebesar 85,26%, nilai densitas sebesar 880 kg/m³ dan viskositas sebesar 4.95 cSt. Oleh karena itu dalam penelitian ini menggunakan waktu raksi 30, 60, 90 menit dan temperatur reaksi 60⁰C, 90⁰C, 120⁰C untuk mengetahui perbandingan hasil yang akan diperoleh.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang diperoleh dari minyak nabati yang tersusun dari metil ester yang diperoleh melalui proses transesterifikasi trigliserida atau esterifikasi asam lemak. Trigliserida direaksikan menggunakan alkohol (etanol atau metanol) dan penambahan katalis untuk mendapatkan alkil ester asam lemak (Hoekman dkk, 2012). Biodiesel dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan petrodiesel yang digunakan pada mesin diesel. Biodiesel dibuat berdasarkan dari minyak nabati maupun minyak hewani. Minyak nabati adalah sumber potensial bahan baku pembuatan biodiesel, karena keberadaan minyak nabati dapat diperbaharui. Lebih dari 350 jenis tanaman yang berpotensi dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (Silitonga dkk, 2013).

Biodiesel memiliki keunggulan sebagai bahan bakar minyak alternatif untuk menutupi kekurangan kebutuhan bahan bakar fosil yang semakin meningkat namun ketersediaannya semakin berkurang. Kelebihan biodiesel dibandingkan bahan bakar petroleum yaitu, bahan bakar yang tidak beracun dan dapat biodegradasi, memiliki setana yang tinggi, dapat mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NO_x, dan terdapat dalam fase cair. Bahan bakar diesel sendiri relatif mudah terbakar (tanpa harus dipicu dengan letikan api busi) apabila disemprotkan ke dalam udara panas yang memiliki tekanan (Haryanto, 2002).

Banyak keuntungan penggunaan biodiesel dibandingkan dengan penggunaan petrodiesel. Salah satu keuntungan biodiesel lebih ramah lingkungan. Dengan karakter yang hampir sama dengan petrodiesel, penggunaan biodiesel bisa langsung digunakan pada mesin diesel. Pada tabel 2.6 dapat dilihat perbedaan dari biodiesel dengan petrodiesel.

Tabel 2.6 Perbandingan Sifat Biodiesel dengan Petrodiesel (Budiman dkk, 2018)

Aspek	Biodiesel	Petrodiesel
Sifat pembakaran	Pembakaran lebih sempurna	Emisi gas buang yang sangat tinggi
Emisi CO ₂	78% lebih rendah dibandingkan dengan petrodiesel	Emisi yang sangat tinggi sehingga menimbulkan dapat mencemari lingkungan
Sifat pelumasan	Memiliki sifat pelumasan yang relatif baik	Tidak memiliki sifat pelumas
Nilai cetana	Memilik nilai cetana yang relatif tinggi	Nilai cetana lebih rendah dibandingkan dengan biodiesel
Efek terhadap lingkungan	Dapat diuraikan oleh lingkungan	Sifat biodgradablenya lebih rendah dibandingkan biodiesel, sehingga berdampak mencemari lingkungan

2.2.2 Sifat Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar cair yang terbuat dari minyak nabati melalui proses transesterifikasi. Biodiesel bersifat mudah terbakar, mengandung racun, dan mempunyai kandungan yang mencemari. Biodiesel mempunyai sifat kimia nilai kalor dan beberapa sifat fisik yaitu: densitas, viskositas, dan *flash poin*.

2.2.2.1 Densitas

Densitas adalah massa jenis persatuan volume yang berhubungan dengan massa dan volume dari suatu zat. Densitas dari suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volume (Dewi, 2015). Nilai densitas dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka kerapatan suatu zat akan semakin rendah (Wahyudi dkk, 2018). Besarnya densitas dari suatu minyak akan mempengaruhi kinerja dari mesin yang menggunakan minyak tersebut, dikarenakan perbandingan jumlah udara dan energi di dalam ruang bakar dari mesin dipengaruhi dari densitas.

Pada dasarnya tingkat densitas dari biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan petrodiesel (Hoekman dkk, 2012). Di Indonesia, standar densitas dari biodiesel mengacu pada Spesifikasi SNI 7182-2015 dengan tingkat densitas 850-890 kg/m³ pada suhu 40⁰C ((BSN) Badan Standardisasi Nasional, 2015). Pada persamaan 2.1 berikut cara perhitungan menentukan densitas.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

ρ : Densitas (g/cm³)

m : Massa (g)

v : Volume (cm³)

2.2.2.2 Viskositas

Viskositas adalah nilai yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan. Kekentalan adalah sifat cairan yang berkorelasi dengan hambatan mengalirnya cairan. Kelajuan suatu aliran yang cepat menandakan bahwa viskositas dari cairan tersebut rendah sedangkan bila kelajuan aliran lambat, maka viskositas dari cairan tersebut lebih tinggi (Sutiah dkk, 2008). Nilai dari viskositas bahan bakar sangatlah berperan penting dalam penggunaan mesin diesel. Bila nilai viskositas terlalu tinggi, maka dapat berpengaruh dalam lajunya kontribusi bahan bakar, menyulitkan pemompaan, dan sulitnya pembakaran dalam mesin diesel (Setiawati & Edwar, 2012) Sebaliknya jika nilai viskositas terlalu rendah maka kualitas bahan bakar dalam pelumasan sangatlah buruk (Martínez dkk, 2014).

Pada umumnya nilai viskositas dari biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas petrodiesel yang lebih rendah. Nilai viskositas dari biodiesel lebih tinggi dikarenakan pengaruh oleh kandungan metil ester yang tinggi (Martinez dkk, 2014). Pada spesifikasi SNI 7182-2015 nilai viskositas biodiesel pada suhu 40⁰C adalah 2.3 - 6 mm²/s (cSt) ((BSN) Badan Standardisasi Nasional, 2015). Untuk menentukan nilai viskositas kinematik (cSt) perhitungan dapat dilihat pada persamaan 2.2 di bawah ini.

$$V = \frac{\mu}{\rho} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

V : Viskositas Kinematik (cSt)

μ : Viskositas Dinamik (mPa.s)

ρ : Densitas (kg/m³)

2.2.2.3 Flash Point

Flash Point atau bisa disebut juga titik nyala pada suhu terendah dimana uap dari minyak biodiesel yang bercampur dengan udara akan menyala dengan sekejap. Pada dasarnya titik nyala biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan petrodiesel. Titik nyala biodiesel berada pada angka 110⁰C hingga 180⁰C, bila dibandingkan dengan petrodiesel dengan titik nyala hanya pada angka 55⁰C hingga 66⁰C (Silitonga dkk, 2013).

2.2.2.4 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah nilai energi panas yang diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar dan oksigen. Minyak biodiesel pada umumnya jika densitas minyak tersebut tinggi maka nilai kalor pada minyak tersebut rendah, sebaliknya demikian jika densitas minyak rendah maka nilai kalor pada minyak tersebut akan menjadi tinggi. Satuan nilai kalor dinyatakan dalam satuan Cal/g atau bisa dikenal juga dengan satuan Btu/lb (Kholidah , 2014).

2.2.3 Spesifikasi Biodiesel

Biodiesel pada dasarnya harus memenuhi standar SNI biodiesel, ini bertujuan untuk menjamin bahwa spesifikasi biodiesel yang akan digunakan tersebut layak uji emisi baik tingkat keamanan maupun kegunaannya. Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah membuat syarat uji emisi biodiesel di Indonesia melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu SNI 7182-2015 seperti terlihat pada Tabel 2.7, selain itu Amerika juga membuat standar mutu biodiesel yang tidak berbeda jauh dengan Standar National Indonesia. Melalui *American*

Standard Testing and Material(ASTM) yakni ASTM D 6751 yang akan terlihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.7 Syarat Mutu Biodiesel SNI 7182-2015 (BSN, 2015)

No	Parameter Uji	Satuan Min/Maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada	40 °C kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
7	Residu karbon dalam percontohan asli; atau dalam 10% ampas	% massa maks	0,05 0,3
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05
9	temperatur destilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100 g), Maks	115
18	kestabilan oksidasi periode induksi metode rancimat atau periode induksi metode petro oksidasi	Menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

Tabel 2.9 Biodiesel Standard ASTM D 6751 (Burton, 2008)

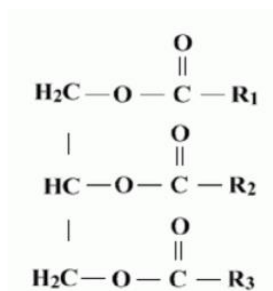
<i>Property</i>	<i>Test method</i>	<i>Limits</i>	<i>Unit</i>
<i>Calcium & Magnesium</i>	<i>EN 14538</i>	<i>5 max ppm</i>	<i>(ug/g)</i>
<i>Flash point (closed cup)</i>	<i>D 93</i>	<i>93.0 min</i>	<i>°C</i>
<i>Water and sediment</i>	<i>D 2709</i>	<i>0.050 max</i>	<i>% volum</i>
<i>Kinematic viscosity, 40 oC</i>	<i>D 445</i>	<i>1.9-6.0</i>	<i>mm² / s</i>
<i>Sulfated ash</i>	<i>D 874</i>	<i>0.020 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Sulfur</i>	<i>D5453</i>	<i>0.05 or 0.0015 Max</i>	<i>% mass</i>
<i>Copper strip corrosion</i>	<i>D 1 30</i>	<i>No. 3 max</i>	
<i>Cetane number</i>	<i>D 61 3</i>	<i>47 min</i>	
<i>Cloud point</i>	<i>D 2500</i>	<i>Report</i>	<i>°C</i>
<i>Carbon residue</i>	<i>D 4530</i>	<i>0.050 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Acid number</i>	<i>D 664</i>	<i>0.50 max</i>	<i>mg KOH / g</i>
<i>Free glycerin</i>	<i>D 6584</i>	<i>0.020</i>	<i>% mass</i>
<i>Total glycerin</i>	<i>D 6584</i>	<i>0.240</i>	<i>% mass</i>
<i>Phosphorus content</i>	<i>D 4951</i>	<i>0.001 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Distillation temperature, T90 AET</i>	<i>D 1 1 60</i>	<i>360 max</i>	<i>°C</i>
<i>Sodium/Potassium, Combined</i>	<i>EN 14538</i>	<i>5 max, Combined</i>	<i>Ppm</i>
<i>Oxidation Stability</i>	<i>EN 14112</i>	<i>3 min</i>	<i>hours</i>
<i>Workmanship</i>	<i>Free of undissolved water, sediment, & suspended matter</i>		

2.2.4 Minyak Nabati

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuhan. Minyak nabati dapat dijadikan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil. Bahan bakar minyak nabati diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu: Biodiesel, Bioetanol, dan Bio Oil. Biodiesel adalah minyak nabati yang banyak diminati saat ini, dikarenakan bahan baku yang mudah didapatkan dan menghasilkan tingkat emisi gas buang yang rendah (Irawan , 2017). Minyak nabati tergolong dari lipid, yakni senyawa organik yang tidak bisa terlarut dengan air, tetapi bisa terlarut dengan pelarut organik non polar seperti hidrokarbon ataupun metil ester.

Komposisi dari minyak nabati sebagian besar adalah gliserida dan asam lemak rantai karbon yang panjang. Gliserida adalah ester yang terbentuk dari gliserol dan asam lemak. Gliserida terdiri dari monogliserida, digliserida, dan trigliserida tergantung dengan jumlah asam lemak yang ada pada gliserol (Wijayanti, 2008).

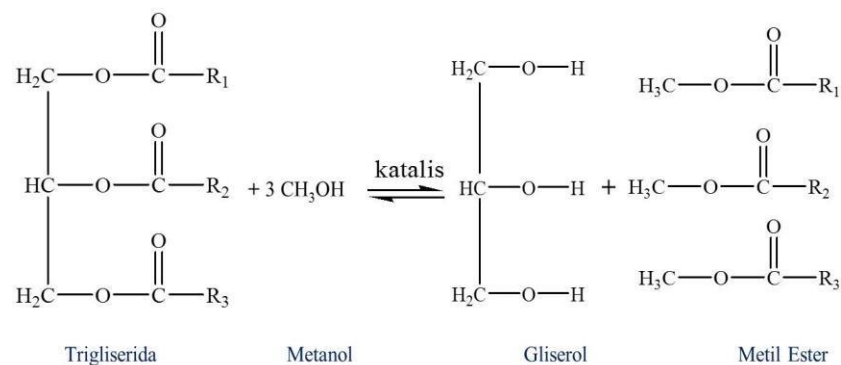
Pada umumnya minyak nabati memiliki kandungan 90-98% trigliserida, dengan tiga molekul asam lemak yang terkait pada gliserol. Struktur umum pada trigliserida dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Struktur Trigliserida (Budiman dkk, 2018)

2.2.5 Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah proses reaksi antara trigliserida dengan alkohol membentuk alkyl ester (biodiesel) dan gliserol. Proses transesterifikasi adalah pengeluaran gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (misal metanol) menjadi metil ester atau biodiesel (Nur dkk, 2014). Adapun reaksi yang terjadi dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi

R dalam merupakan alkil berupa hidrokarbon rantai panjang yang biasa disebut sebagai asam lemak. Produk yang diinginkan dari proses transesterifikasi

adalah metil ester asam – asam lemak (Dewi, 2015). Menurut Hikmah, ada beberapa cara agar kesetimbangan lebih kearah produk, yaitu menambahkan metanol berlebih kedalam reaksi, memisahkan gliserol, menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm).

2.2.6 Katalis

Katalis adalah zat yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi dan dapat menurunkan kondisi operasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi adalah reaksi yang lambat. Oleh karena itu dibutuhkan katalis guna mempercepat laju reaksi (Dewi, 2015). Ada dua macam katalis yang umum digunakan pada proses esterifikasi dan transesterifikasi katalis asam dan katalis basa.

2.2.6.1 Katalis Asam

Katalis asam adalah katalis yang digunakan untuk proses pembuatan biodiesel dengan kadar asam lemak bebas $>5\text{mg KOH/g}$ melalui proses esterifikasi. Jenis katalis basa membutuhkan alkohol lebih banyak dikarenakan efek korosi dari katalis tersebut. Jenis asam yang biasanya digunakan pada katalis ini adalah H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan HCL katalis asam jenis ini lebih efektif untuk digunakan (Budiman dkk, 2018).

2.2.6.2 Katalis Basa

Katalis basa adalah katalis yang digunakan untuk proses transesterifikasi. Katalis basa merupakan jenis katalis yang mempunyai kepekaan terhadap asam lemak bebas sebagai umpan, tetapi secara umum katalis basa merupakan katalis yang sukar untuk pemurnian produk (Su, 2013). Penggunaan katalis basa banyak digunakan pada proses transesterifikasi *edible oil* karena kadar asam lemak bebas yang rendah. Kebutuhan katalis basa pada proses transesterifikasi berkisar 0,3-1%. Jenis katalis basa yang biasanya digunakan adalah NaOH , KOH , NaOCH_3 , dan KOCH_3 (Budiman dkk, 2018).

2.2.7 Metanol

Komponen utama yang diperlukan dalam pembuatan biodiesel adalah alkohol. Alkohol diperlukan dalam jumlah berlebih pada 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 dkk, 2014). Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol (Laksono, 2013). Metanol mempunyai rumus kimia CH_3OH . Metanol mempunyai toksisitas yang tinggi. Metanol mempunyai densitas sebesar 0,792 g/ml, Titik lelehnya -104°C dan titik didihnya $64,7^\circ\text{C}$, sedikit larut dalam air, eter, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu 30°C tekanan 1 atm (Budiman dkk, 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 di *recovery*, dan kelarutan yang cukup baik dibandingkan dengan alkohol jenis lainnya. Kelemahan metanol yaitu sifatnya yang beracun. (Budiman dkk, 2014).

