

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Biodiesel merupakan bentukan dari rantai-panjang asam lemak dengan alkohol. Pada umumnya asam lemak tersebut berasal dari minyak nabati. Biodiesel dihasilkan melalui reaksi antara minyak nabati dengan *methyl alcohol* atau *ethyl alcohol* dalam suatu lingkungan yang diberi katalis. Katalis yang biasa dipakai adalah *pottassium hydroxide* (KOH) atau *sodium hydroxide* (NaOH). Proses kimiawi tersebut dinamakan transesterifikasi yang hasil akhirnya adalah biodiesel dan gliserin. Secara kimiawi, biodiesel disebut *methyl ester* jika alkohol yang digunakan adalah metanol dan *ethyl ester* jika yang digunakan etanol. Biodiesel dapat digunakan dalam bentuk murni (100% biodiesel) atau dicampur dengan minyak solar pada saat digunakan di mesin diesel, kelemahan proses ini adalah terjadinya *blocking* reaksi pembentukan biodiesel, yaitu methanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh reaksi methanol naik 2 (dua) kali lipat, katalis di perlukan dalam jumlah besar, sulitnya memisahkan biodiesel dengan gliserol akibat terbentuknya sabun sehingga rendemen yang di hasilkan menurun hal ini dapat mengurangi kualitas biodiesel yang di hasilkan (Hambali, dkk 2007)

2.1.1 Penelitian Tentang Minyak Nyamplung

Penelitian tentang pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak nyamplung telah banyak dilakukan. Chandra dkk (2013) meneliti tentang pemanfaatan biji buah nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dari penelitiannya, mengungkapkan bahwa biji buah nyamplung mengandung lipid (63,1%), fiber (16,64%), abu (3,22%), protein (3,42%), kelembaban (4,15%), nitrogen *free extract* (13,62%), dan memiliki nilai kalori 6092 kal/gr. Pada lipid mengandung asam lemak bebas (8,23%), *monogliserida* (3,93%), *digliserida* (3,37%), *trigliserida* (81,06%), dan *bioactive* (3,4%). Hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa minyak biji Nyamplung berpotensi sebagai bahan baku biodiesel. Putra dkk (2012) juga melakukan penelitian

tentang karakterisasi dan potensi minyak nyamplung sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Pada penelitiannya juga disimpulkan bahwa minyak nyamplung memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Pada umumnya minyak nyamplung memiliki kandungan asam lemak bebas (FFA) yang tinggi. Hal tersebut membuat kualitas minyak nyamplung menjadi rendah. Sehingga perlu dilakukan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas tersebut. Menurut Prihanto dkk(2015), minyak dengan kadar asam lemak bebas >2% harus dilakukan proses esterifikasi sebelum dilakukan proses transesterifikasi yang bertujuan untuk mengubah trigliserida pada minyak menjadi biodiesel. Sudrajat dkk (2007) melakukan penelitian tentang minyak nyamplung dengan menurunkan kadar asam lemak melalui proses esterifikasi yang dilanjutkan dengan proses transesterifikasi. Dari penelitian tersebut dihasilkan dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dari 28,7% menjadi 4,7% Serupa dengan (Sudrajat dkk, 2007). Kharnofa dkk (2016) melakukan penelitian tentang produksi biodiesel dari minyak nyamplung dan menurunkan kadar asam lemak bebas menggunakan proses esterifikasi. Dari penelitiannya dapat menurunkan kadar asam lemak bebas dari 21,12% menjadi 2,81%. Muhammad dkk (2014) juga melakukan penelitian tentang minyak nyamplung dengan proses esterifikasi, yang hasilnya dapat menurunkan kadar asam lemak bebas < 2% yang selanjutnya dilakukan proses transesterifikasi.

Prihanto dkk (2013) melakukan penelitian tentang peningkatan *yield* biodiesel dari minyak nyamplung melalui dua tahap transesterifikasi. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rasio molar metanol-minyak, temperatur, dan konsentrasi katalis berpengaruh terhadap *yield* biodiesel. *Yield* biodiesel maksimal yang diperoleh sebesar 92,98% pada rasio mol metanol-minyak 8:1, suhu 60°C, dan konsentrasi katalis KOH 1,25%. Dan dengan proses transesterifikasi dua tahap dapat meningkatkan *yield* biodiesel dari minyak nyamplung meskipun hasilnya tidak begitu besar. Rendemen biodiesel dapat ditingkatkan secara signifikan melalui proses esterifikasi-esterifikasi-transesterifikasi (EET) (Sudrajat, 2010). Tabel 2.1 menunjukkan hasil analisa

kualitas menurut SNI 04-7182-2006. Bahwa biodiesel minyak nyamplung yang dihasilkan beberapa telah memenuhi standar SNI.

Tabel 2.1 Karakteristik Biodiesel Nyamplung

No.	Parameter (Parameters)	Satuan (Unit)	Metode uji (Testing method)	Nilai (Value)	Biodiesel nyamplung (Nyamplung biodiesel)
1.	Massa jenis pada (Density on) 40 °C	kg/m ³	ASTM D 1298	850-890	888,6
2.	Viskositas kinematik pada (Kinematic viscosity on) 40 °C	mm ² /s (cSt)	ASTM D445	2,3-6,0	7,724
3.	Bilangan setana (Cetane number)	-	ASTM D 613	min, 51	51,9 ¹
4.	Titik nyala (Flash point)	°C	ASTM D 93	min. 100	151
5.	Titik kabut (fog point)	°C	ASTM D 2500	maks. 18	38
6.	Korosi kepingan tembaga (Copper plate corrosion) / 3 jam pada (3 hours on) 50 °C		ASTM D 130	maks. no. 3	1 b
7.	Residu karbon (Carbon residue) dalam contoh asli (Original) dalam 10% ampas distilasi (Distillation waste 10%)	%-massa	ASTM D 4530	maks. 0,05 maks. 0,30	0,434 ²
8.	Air dan sedimen (Moisture and sediment)	%-vol	ASTM D-1796	maks. 0,05	0
9.	Suhu distilasi (Distillation temperature) 90%	°C	ASTM D 1160	maks. 360	340 ³
10.	Abu tersulfatkan (Sulphated ash)	%-massa	ASTM D 874	maks. 0,02	0,026
11.	Belerang (Sulphur)	ppm-m (mg/kg)	ASTM D-1266	maks 100	16

2.1.2 Penelitian Tentang Minyak Jelantah

Pada umumnya minyak jelantah biasanya seperti kelapa, sawit, jagung dan lain-lain memiliki kandungan yang tak jauh berbeda yaitu terdiri dari asam lemak jenuh dan tak jenuh. Kandungan asam lemak bebas pada minyak jelantah juga cukup tinggi. Menurut Hambali dkk (2008) untuk menurunkan asam lemak bebas memerlukan 2 tahap konversi minyak jelantah menjadi biodiesel, yaitu proses esterifikasi dan proses transesterifikasi. pembuatan biodiesel dengan minyak jelantah telah dilakukan beberapa penelitian. Solikhah dkk (2009) telah melakukan penelitian tentang biodiesel dari bahan baku minyak jelantah dengan proses transesterifikasi dan kualitas biodiesel yang diuji mencakup viskositas, gliserol bebas dan gliserol total. Menurut Syamsidar (2012) melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan proses transesterifikasi dan uji kualitas meliputi, berat jenis, viskositas, kadar air, bilangan asam, gliserol bebas, gliserol total, kadar

ester alkil, dan bilangan iod. Syamsidar menyimpulkan bahwa minyak jelantah memiliki mutu yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena memenuhi standar karakteristik biodiesel di Indonesia yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI).

Wahyuni dkk (2015) meneliti tentang pengaruh temperatur proses dan lama pengendapan terhadap kualitas biodiesel dari minyak jelantah. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa lama pengendapan atau *settling* biodiesel tidak berpengaruh terhadap kualitas biodiesel. Akan tetapi semakin lama pengendapan, pemisahan antara biodiesel dan gliserol semakin bagus. Sedangkan pada temperatur proses pembuatan biodiesel mempengaruhi viskositas dan densitas biodiesel. Semakin tinggi temperatur maka semakin rendah viskositas dan densitasnya.

2.1.3 Penelitian dengan Metode Pencampuran

Utami dkk (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi bahan baku pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah dan minyak kelapa dengan menggunakan metode esterifikasi dan transesterifikasi. Pada proses esterifikasi menggunakan metanol dan katalis H_2SO_4 sedangkan pada proses transesterifikasi menggunakan metanol dan katalis KOH. Hasil penelitiannya, pada komposisi minyak jelantah : minyak kelapa 75:25 memiliki nilai *yield* tertinggi yaitu sebesar 93,15 % dan angka asam (0,2056 %), angka saponifikasi (210,92 %), gliserol total (0,1452 %), *ester content* (98,6437 %), dan *oxidation stability* lebih dari 1,5 jam.

Fatimah (2014), melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi bahan baku pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jelantah dan ampas segar kelapa sawit menggunakan metode transesterifikasi *in situ* dengan katalis NaOH . Hasilnya menunjukkan bahwa komposisi campuran bahan (minyak jelantah dan ampas segar kelapa sawit) terbaik yang digunakan yaitu pada komposisi 75:25 dengan NaOH 0,5 %wt temperatur 55°C selama 1 jam dan diperoleh densitas 0,866 gr/ml, bilangan asam 0,561 mgKOH/gr, viskositas 5,129 cSt, titik nyala 190°C, dan nilai kalor 9471,38 cal/gr.

Muhantoro (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh pencampuran komposisi minyak nyamplung dan minyak jarak pada temperatur 160°C dan waktu 30 menit dengan proses transesterifikasi. Muhantoro menyimpulkan bahwa variasi komposisi antara minyak nyamplung dan minyak jarak mempengaruhi karakteristik biodiesel yang didapat. Semakin banyak presentase minyak jarak pada campuran semakin tinggi densitas, viskositas dan titik nyala. Akan tetapi nilai kalor campuran semakin menurun. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa variasi minyak nyamplung dan minyak jarak tidak diperoleh hasil yang memenuhi standar sebagai bahan bakar diesel.

Berdasarkan penelitian terdahulu di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang variasi komposisi campuran minyak lain. Salah satunya yaitu pencampuran komposisi minyak nyamplung dan minyak jelantah.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Minyak Nabati

Minyak nabati merupakan minyak yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Beberapa minyak nabati yang sering digunakan diantaranya minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak zaitun, minyak kedelai, minyak jarak pagar, minyak biji bunga matahari dan lain-lain. Minyak nabati memiliki 2 golongan. Pertama minyak nabati yang dapat digunakan dalam industri makanan (*edible*) yang biasanya digunakan pada minyak goreng seperti minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak zaitun. Kedua minyak nabati yang tidak dapat digunakan dalam industri makanan (*non-edible*) misalnya minyak kayu putih, minyak jarak pagar, minyak nyamplung dan lain-lain.

Minyak nabati memiliki senyawa organik alam yang tidak larut dalam air. Akan tetapi, dapat larut pada pelarut organik non-polar seperti senyawa hidrokarbon. Minyak nabati memiliki komposisi gliserida dan asam lemak dengan rantai C yang panjang. Gliserida adalah ester dari gliserol yang terdiri dari monogliserida, digliserida, dan trigliserida. Penyusun utama minyak

nabati yaitu trigliserida yang pada umumnya mencapai sebesar 90-98%. Kandungan asam lemak pada minyak nabati dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Nabati (Wijayanti, 2008)

Asam Lemak	Nama Sistematis	Struktur	Formula
Asam Laurat	Dodekanoat	C12:0	C ₁₂ H ₂₄ O ₂
Asam Miristat	Tetradekanoat	C14:0	C ₁₄ H ₂₈ O ₂
Asam Palmiat	Heksadekanat	C16:0	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
Asam Stearat	Oktadekanat	C18:0	C ₁₈ H ₃₆ O ₂
Asam Arakidat	Eikosanoat	C20:0	C ₂₀ H ₄₀ O ₂
Asam Behenat	Dokosanoat	C22:0	C ₂₂ H ₄₄ O ₂
Asam Lignoserat	Tetrakosanoat	C24:0	C ₂₄ H ₄₈ O ₂
Asam Oleat	cis-9-Oktadekenoat	C18:1	C ₁₈ H ₃₄ O ₂
Asam Linoleat	cis-9,cis-12-Oktadekadienoat	C18:2	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
Asam Linolenat	cis-9,cis-12-15-Oktadekatrienoat	C18:3	C ₁₈ H ₃₀ O ₂
Asam Erukat	cis-13-Dokosenoat	C22:1	C ₂₂ H ₄₂ O ₂

2.2.2 Minyak Nyamplung

Minyak nyamplung dihasilkan dari biji nyamplung yang memiliki nama ilmiah *Calophyllum inophyllum* Linn. Di Indonesia, tumbuhan nyamplung banyak tumbuh di pesisir pantai dan tersebar di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Alor, Sulawesi, Kalimantan, dan Ternate (Balitbang Kehutanan, 2008). Tinggi pohon nyamplung mencapai 20 m dan diameter batang 1,5 m. Biji buah nyamplung berbentuk bulat seperti peluru dengan bagian ujung yang meruncing berwarna hijau, namun pada saat tua warnanya berubah menjadi kekuningan. Produktivitas biji nyamplung mencapai 40-150 kg/pohon/th atau sekitar 20 ton/ha/th dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis tanaman lain seperti tanaman jarak pagar (5 ton/ha/th) dan tanaman sawit (6 ton/ha/th). Biji nyamplung mempunyai rendemen yang tinggi, antara 40-73%, dan rendemen biodiesel 13-45%.



Gambar 2.1 Bunga, buah, biji, dan pohon nyamplung
(Balitbang Kehutanan, 2008)

Minyak nyamplung memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena tidak termasuk dalam tanaman *edible* sehingga tidak mengganggu ketersediaan pangan. Minyak nyamplung mengandung racun yang berupa *saponins* sehingga tidak dapat dikonsumsi. Minyak nyamplung tergolong minyak dengan asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh yang berantai karbon panjang. Komposisi asam lemak minyak nyamplung dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak Minyak Nyamplung (Balitbang Kehutanan, 2008)

Komponen	Kadar (%)
Asam Miristat C14	0,09
Asam Palmitat C16	14,60
Asam Stearat C18	19,96
Asam Oleat C18:1	37,57
Asam Linoleat C18:2	26,33
Asam Linolenat C18:3	0,27
Asam Arachidat C20	0,94
Asam Erukat	0,72

Karakteristik minyak nyamplung meliputi air, densitas, kekentalan, bilangan asam, asam lemak bebas, bilangan penyabunan, dan bilangan iod dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Karakteristik Minyak Nyamplung (Sudrajat dkk, 2007)

Jenis Analisa	Satuan	Hasil
Air (<i>Moisture</i>)	%	0,25
Densitas (<i>Density</i>)	G/ml	0,944
Kekentalan (<i>Viscosity</i>)	Cp	21,97
Bilangan Asam (<i>Acid Number</i>)	Mg KOH/g	59,94
Asam Lemak Bebas (<i>Free Fatty Acid</i>)	%	29,53
Bilangan Penyabunan (<i>Saponification Number</i>)	Mg KOH/g	198,1
Bilangan Iod (<i>Iod Number</i>)	Mg/g	86,42

2.2.3 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak limbah yang berasal dari berbagai jenis minyak goreng seperti minyak jagung, minyak sawit, minyak samin dan lain-lain. Minyak jelantah juga berasal dari minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga ataupun industri makanan. Pemakaian minyak jelantah banyak yang digunakan secara kontinyu untuk keperluan kuliner.

Akan tetapi, jika ditinjau dari kandungan kimianya minyak jelantah memiliki kandungan yang bersifat zat-zat atau bahan yang dapat memicu kanker (karsinogenik) yang terjadi selama proses penggorengan. Berdasarkan hal tersebut, pemakaian minyak jelantah yang kontinyu dapat merusak kesehatan manusia dan dapat menurunkan kecerdasan generasi berikutnya. Minyak jelantah yang dibuang begitu saja juga akan menimbulkan polusi dan mencemari lingkungan. Untuk itu perlu dilakukan penanganan yang tepat agar tidak agar limbah minyak jelantah dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan.



Gambar 2.2 Minyak Goreng Bekas (Jelantah)

Salah satu upaya untuk menangani dampak buruk yang ditimbulkan dari limbah minyak jelantah yaitu dengan cara mengolah kembali minyak jelantah menjadi energi terbarukan sebagai energi biodiesel. Menurut Prasetyo (2018) dan minyak jelantah memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Menurut Fatimah (2014), minyak jelantah memiliki keuntungan sebagai bahan baku biodiesel diantaranya :

1. Dapat disimpan dan ditangani seperti solar biasa.
2. Memiliki titik nyala (*flash point*) lebih tinggi (minimal 130°C) jika dibandingkan dengan solar (minimal 52°C).
3. *Biodegradable* (tidak mencemari lingkungan).

4. Menjaga sistem bahan bakar bersih bagi mesin yang dipakai.
5. Peningkatan pelumasan mesin
6. Bagi emisi mesin :
 - a. Karbon Monoksida (CO) lebih rendah
 - b. Partikulat yang rendah (PM)
 - c. Rendah hidrokarbon dan tidak terbakar (HC)
 - d. Menambah atau mengurangi emisi polutan

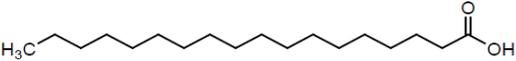
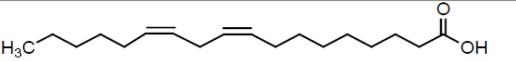
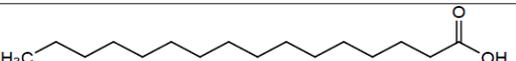
Minyak jelantah memiliki karakteristik fisik seperti kadar air, bilangan asam, asam lemak bebas, bilangan penyabunan, densitas, viskositas kinematik, dan bilangan peroksida. Karakteristik minyak jelantah dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Karakteristik Minyak Jelantah (Nurdini, 2008)

Jenis Analisa	Satuan	Hasil
Air (<i>Moisture</i>)	% (b/b)	1,052
Densitas pada 30°C (<i>Density</i>)	g/cm ³	0,991
Viskositas Kinematik 40°C	cSt	56,87
Bilangan Asam (<i>Acid Number</i>)	mg KOH/g	3,6
Asam Lemak Bebas (<i>Free Fatty Acid</i>)	%	1,66
Bilangan Penyabunan (<i>Saponification Number</i>)	mg KOH/g	234,56
Bilangan Peroksida	mg/g	40,00

Seperti minyak lainnya, minyak jelantah juga memiliki kandungan asam lemak, diantaranya : asam stearate, asam linoleat, dan asam palmitat, seperti terlihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Asam Lemak Penyusun Minyak Jelantah (Zappi dkk, 2003)

Asam	Rumus Kimia	Struktur
Stearat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	
Linoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	
Palmitat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	

2.2.4 Biodiesel

Biodiesel didefinisikan sebagai mono-alkil ester yang terdiri dari asam lemak rantai panjang yang diperoleh dari lemak terbarukan, seperti minyak nabati ataupun lemak hewani. Penggunaan mono-alkil ester atau biodiesel sebagai pengganti bahan bakar minyak diesel memiliki alasan, yaitu karena biodiesel menghasilkan proses pembakaran bersih tanpa emisi sulfur dioksida.

Pada dasarnya biodiesel harus memenuhi standar mutu biodiesel. Hal ini bertujuan untuk menjamin bahwa biodiesel yang diproduksi telah aman dan layak untuk menjadi bahan bakar. Standar mutu di Indonesia berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia yaitu SNI 7182-2015 (dapat dilihat pada Table 2.7) yang tidak jauh berbeda dengan *American Standard Testing and Material* (ASTM) dapat dilihat pada Tabel 2.8

Tabel 2.7 Standar 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

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

No	Parameter Uji	Satuan Min/Maks	Persyaratan
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 2.8 Biodiesel standard ASTM D 6751 (Burton, 2008).

<i>Property</i>	<i>Test method</i>	<i>Limits</i>	<i>Unit</i>
<i>Calcium & Magnesium</i>	EN 14538	<i>5 max ppm</i>	<i>(ug/g)</i>
<i>Flash point (closed cup)</i>	D 93	<i>93.0 min</i>	<i>0C</i>
<i>Water and sediment</i>	D 2709	<i>0.050 max</i>	<i>% volum</i>
<i>Kinematic viscosity, 40 0C</i>	D 445	<i>1.9-6.0</i>	<i>mm² / s</i>
<i>Sulfated ash</i>	D 874	<i>0.020 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Sulfur</i>	D5453	<i>0.05 or 0.0015 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Copper strip corrosion</i>	D 1 30	<i>No. 3 max</i>	
<i>Cetane number</i>	D 61 3	<i>47 min</i>	
<i>Cloud point</i>	D 2500	<i>report</i>	<i>0C</i>
<i>Carbon residue</i>	D 4530	<i>0.050 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Acid number</i>	D 664	<i>0.50 max</i>	<i>mg KOH / g</i>
<i>Free glycerin</i>	D 6584	<i>0.02</i>	<i>% mass</i>
<i>Total glycerin</i>	D 6584	<i>0.24</i>	<i>% mass</i>
<i>Phosphorus content</i>	D 4951	<i>0.001 max</i>	<i>% mass</i>
<i>Distillation temperature, T90 AET</i>	D 1 1 60	<i>360 max</i>	<i>0C</i>
<i>Sodium/Potassium, combined</i>	EN 14538	<i>5 max, combined</i>	<i>Ppm</i>
<i>Oxidation Stability</i>	EN 14112	<i>3 min</i>	<i>Hours</i>
<i>Workmanship</i>	<i>Free of undissolved water, sediment, & suspended matter</i>		

2.2.5 Proses Pembuatan Biodiesel

Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada proses pembuatan biodiesel, yaitu: proses *degumming*, proses esterifikasi, dan proses transesterifikasi.

2.2.5.1 Proses *Degumming*

Proses *degumming* adalah proses yang bertujuan untuk memisahkan getah atau pengotor yang terdapat pada minyak. Getah terdiri dari beberapa partikel diantaranya, fosfolipid, karbohidrat, protein, resin, air, dan sebagian kecil asam lemak bebas. Penghilangan getah atau pengotor dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya, dengan pemanasan,

penambahan asam (H_3PO_4 , HCl , dan H_2SO_4) atau basa ($NaOH$) (Siburian dkk, 2014). Minyak yang telah dilakukan proses *degumming* dapat dilakukan analisa karakteristiknya seperti densitas, viskositas, kadar air, kadar asam lemak bebas, dan perubahan warna yang mungkin terjadi.

2.2.5.2 Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi adalah tahap untuk mengubah asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/FFA*) menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Beberapa katalis yang cocok digunakan adalah zat yang memiliki karakteristik asam yang kuat, seperti H_2SO_4 (asam sulfat), SO_3H (asam sulfonat), SO_3H organik atau resin penukar kalor kation asam kuat. Asam-asam tersebut biasa digunakan dalam praktik industrial (Fatimah, 2014). Esterifikasi umumnya digunakan untuk membuat biodiesel dari minyak yang mengandung asam lemak bebas yang tinggi atau $> 2\%$ yang bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas tersebut dengan bantuan katalis dan alkohol.

Pada tahap esterifikasi ini, biasanya diikuti dengan proses transesterifikasi. Akan tetapi, sebelum dilanjutkan ke tahap transesterifikasi, harus menyingkirkan kandungan air dan bagian terbesar katalis asam terlebih dahulu. Proses esterifikasi dan proses transesterifikasi pada minyak yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi dapat berpotensi untuk mendapatkan konversi biodiesel yang hampir sempurna (Loteri dkk, 2005). Reaksi esterifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.3



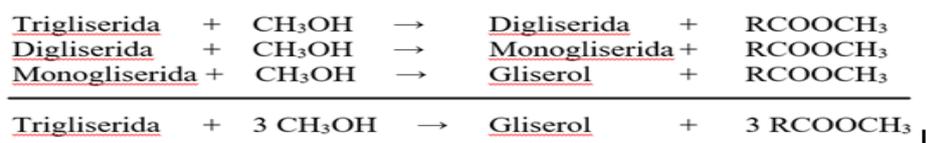
Gambar 2.3 Reaksi Esterifikasi dari Asam Lemak Menjadi Mestil Ester.

2.2.5.3 Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi yang biasa disebut dengan alkoholisis adalah proses konversi trigliserida yang terdapat pada minyak menjadi ester, melalui reaksi dengan alkohol yang menghasilkan gliserol sebagai produk

sampingnya. Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol dan etanol, terutama pada metanol karena harganya yang murah. Produk yang dihasilkan dengan menggunakan methanol sering disebut metil ester asam lemak (*Fatty Acid Methyl Ester/FAME*) pada biodiesel. Transesterifikasi dapat menggunakan katalis basa dan asam. Akan tetapi, laju reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa lebih cepat dari pada katalis asam karena suatu karbonil dapat diserang langsung oleh nukleofilik tanpa protonasi sebelumnya. Katalis basa juga sering digunakan pada proses industri. Katalis basa yang umumnya digunakan adalah NaOH dan KOH.

Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari minyak tersebut, misalnya kandungan air, asam lemak bebas, dan zat terlarut/tak terlarut. Sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar minyak atau bukan berasal dari minyak tersebut dan dapat mempengaruhi reaksi transesterifikasi ini, diantaranya adalah waktu reaksi, kecepatan pengadukan, suhu/temperatur, jumlah rasio molar methanol terhadap minyak, serta jenis dan konsentrasi katalis (Nurdini, 2008).



Gambar 2.4 Reaksi Transesterifikasi Bertahap

Pada Gambar 2.4 di atas menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi yang berlangsung melalui pembentukan 3 tahap dan pada pembentukan setiap tahapnya menghasilkan metil ester. Laju konversi monogliserida menjadi metil ester lebih cepat jika dibandingkan dengan digliserida dan trigliserida. Hal tersebut disebabkan monogliserida lebih mudah larut dalam fase polar (gliserol) atau fase larut katalisnya (Mao dkk, 2004).

2.2.6 Karakteristik Biodiesel

Pada umumnya biodiesel atau bahan bakar minyak yang akan digunakan pada pemakaian seperti mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui karakteristiknya terlebih dahulu dengan tujuan hasil pembakaran dapat beroperasi secara optimal. Beberapa karakteristik bahan bakar yang perlu diketahui, meliputi : densitas, viskositas, titik nyala (*flash point*), dan nilai kalor.

2.2.6.1 Densitas (*Density*)

Desitas atau massa jenis biasanya dinyatakan dengan (ρ) merupakan perbandingan massa per satuan volume yang diperoleh dari temperatur tertentu (Dewi, 2015). Satuan dari densitas yang biasa digunakan adalah kg/m^3 . Densitas dipengaruhi oleh temperatur. Temperatur suatu fluida yang semakin besar menyebabkan volume semakin besar sehingga densitas semakin berkurang. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

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

Dimana :

ρ = massa jenis (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

2.2.6.2 Viskositas (*Viscosity*)

Viskositas atau kekentalan merupakan suatu kemampuan fluida untuk mengalir. Viskositas juga dapat didefinisikan sebagai besarnya tahanan suatu fluida ketika mengalir di bawah pengaruh tekanan yang dikenakan. Dapat juga dikatakan sebagai besarnya perbandingan antara tegangan gaya geser yang bekerja dengan gaya gesek. Semakin besar viskositas maka semakin sulit fluida mengalir, sehingga membutuhkan tekanan yang tinggi untuk mengalirkan suatu fluida. Hal ini dapat berpengaruh pada kerja injektor suatu mesin. Oleh karena itu, bahan bakar

harus memiliki viskositas yang relatif rendah agar dapat mengalir dan atomisasi dengan mudah (Fajar dkk, 2007).

2.2.6.3 Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala adalah suatu nilai yang menyatakan titik suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaaan api sesaat apabila didekatkan pada nyala api. Titik nyala api berkaitan dengan kinerja mesin, penyimpanan, dan keamanan. Titik nyala yang rendah akan berbahaya terhadap resiko kebakaran pada saat penyimpanan. Sedangkan titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar karena tidak mudah terbakar (Kholidah, 2014).

2.2.6.4 Nilai Kalor (*Heating Value*)

Nilai kalor adalah suatu nilai yang menyatakan jumlah kalori atau panas yang dihasilkan pada saat proses pembakaran sejumlah bahan bakar tertentu dengan udara/oksigen. Nilai kalor berbanding terbalik terhadap densitas. Pada volume yang sama, semakin tinggi densitas suatu minyak maka semakin rendah nilai kalor, demikian juga sebaliknya semakin rendah densitas suatu minyak maka semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kalor diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan oleh suatu mesin dalam suatu periode tertentu (Kholidah, 2014).