

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tajudin (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh komposisi minyak kelapa dan minyak nyamplung terhadap sifat bahan bakar dengan waktu reaksi 30 menit dan temperatur 90°C. Variasi komposisi campuran antara minyak kelapa dan minyak nyamplung yaitu 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90, dan 0:100 (%) dengan proses *transesterifikasi*. Kemudian dilakukan pengujian densitas, viskositas, *flash point* dan pengujian nilai kalor juga dilakukan untuk mengetahui jumlah panas yang diperoleh proses pembakaran dengan bahan bakar oksigen. Hasil pengujian karakteristik bahan baku minyak kelapa dan minyak nyamplung dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil pengujian karakteristik bahan baku minyak kelapa dan minyak nyamplung (Tajudin, 2013)

No	Parameter	Minyak kelapa	Minyak Nyamplung
1	Densitas (40°C) kg/m ³	890,690	915,298
2	Viskositas (40°C) cSt	23,128	49,601
3	Flash Point (°C)	289,5	201,9
4	Nilai Kalor (Cal/g)	8468,8623	9227,7663

Hasil uji densitas tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015 (850-890) baik minyak kelapa 100% dan minyak nyamplung 100%, densitas minyak kelapa 100% yang dihasilkan 890,690 kg/m³ dan densitas minyak nyamplung 100% adalah 915,298 kg/m³. Hasil uji viskositas tidak ada yang memenuhi standar SNI 7182-2015(2,3-6,0), viskositas minyak kelapa 100% yang dihasilkan 23,128 cSt dan viskositas minyak nyamplung 100% adalah 49,601 cSt. Sedangkan hasil uji *flash point* sudah memenuhi

standar SNI 7182-2015 ($>100^{\circ}\text{C}$). *Flash point* minyak kelapa 100% adalah $289,5^{\circ}\text{C}$ dan *flash point* minyak nyamplung 100% adalah $201,9^{\circ}\text{C}$. Nilai kalor yang didapatkan minyak kelapa 100% adalah $8468,8623\text{ Cal/g}$ dan minyak nyamplung 100% adalah $9227,7663\text{ Cal/g}$. Jadi, dari hasil penelitian ini masih banyak yang belum memenuhi standar SNI 7182-2015 diharapkan untuk penelitian selanjutnya khususnya untuk bahan baku minyak nyamplung agar dilakukan pemurnian terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang lebih baik karena bahan baku minyak nyamplung masih berupa minyak mentah yang terdapat zat – zat pengotor.

Wayan dkk (2016) melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dan analisis metil esternya dengan GC-MS. Pembuatan biodiesel dilakukan dengan dua proses yaitu proses *esterifikasi* dan proses *transesterifikasi*. Pada proses *esterifikasi* menggunakan campuran 25 g minyak nyamplung yang dimasukkan ke dalam labu bulat (100 mL) dan kemudian ditambahkan dengan metanol 7,5 mL ke dalam campuran tersebut, ditambahkan asam sulfat pekat (98% 0,07 mL) sambil diaduk di atas pemanas pada suhu 600°C selama 3 jam. Proses *transesterifikasi* menggunakan campuran larutan natrium metoksida sebanyak 7,5 mL dan dipanaskan pada suhu 600°C selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan komposisi metil ester biodiesel dari minyak nyamplung yang dihasilkan adalah: metil oleat 43,41%; metil linoleat 23,68%; metil pamitat 17,05%; metil stearat 11,71%, metil arakidat 2,66%, metil palmitoleat 1,30%, dan metil gondoat 0,20%. Pada penelitian ini dihasilkan komposisi asam lemak minyak nyamplung adalah seperti tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi asam lemak minyak nyamplung (Wawan dkk, 2016)

N o	Nama IUPAC	Nama Trivial	Rumus Molekul	Kandungan(%)
1	<i>Asam tetradekanoat</i>	<i>Asam miristat</i>	C13H27COOH	4,04
2	<i>Asam pentadekanoat</i>	<i>Asam Pentadekanoat</i>	C14H29COOH	1,67
3	<i>Asam heksadekanoat</i>	<i>Asam palmitat</i>	C15H31COOH	15,33
4	<i>Asam 9,12-oktadekadienoa</i>	<i>Asam linoleat</i>	C17H31COOH	23,94
5	<i>Asam 9 oktadekenoat</i>	<i>Asam oleat</i>	C17H33COOH	43,43
6	<i>Asam oktadekanoat</i>	<i>Asam stearat</i>	C17H35COOH	10,66
7	<i>Asam 6-oktadekenoat</i>	<i>Asam petroselat</i>	C17H33COOH	1,12

Edhi dkk (2017) melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Pada penelitian ini proses pengepresan untuk mengeluarkan minyak dari biji buah nyamplung menggunakan *Hydraulic jack press*, proses *degumming* menggunakan asam fosfat 1% (v/v), Proses *esterifikasi* menggunakan metanol 20%(v/v) dan asam sulfat 2%(v/v) pada suhu 60°C. Proses *transesterifikasi* menggunakan metanol 20%(v/v) dengan variasi konsentrasi massa katalis KOH 1.15%, 1.25%, dan 1.35%(w/w) pada suhu 60°C. Hasil penelitian menunjukkan *yield* minyak dari biji buah nyamplung 24.3% dengan kadar asam lemak bebas 16.92% . *Yield* maksimum proses *transesterifikasi* yaitu massa katalis 1.25% sebesar 88.27%, nilai massa jenis pada suhu 40°C sebesar 886.8 kg/m³ , nilai viskositas kinematik 3.456 cSt, nilai angka asam 0.3859 mg-KOH/g, dan titik

nyala 145°C. Sesuai hasil tersebut, kualitas biodiesel yang dihasilkan telah sesuai SNI 7182:2015.

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas hasil penelitian menunjukkan masih belum maksimal karena masih banyak yang belum memenuhi SNI 7182:2015. Diharapkan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan biodiesel dari minyak nabati agar kualitas biodiesel yang dihasilkan sesuai SNI 7182:2015.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Biodiesel

Untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil, kini di Indonesia sudah banyak dikembangkan biodiesel sebagai energi alternatif. Selain itu Indonesia sangat berpotensi menghasilkan bahan baku yang melimpah seperti pohon kelapa sawit, jarak pagar, tanaman nyamplung dan sebagainya. Biodiesel merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui dan dapat terurai, digunakan untuk menggantikan bahan bakar diesel/solar yang berasal dari minyak bumi. Biodiesel merupakan alkil ester asam lemak yang dapat dibuat dengan reaksi *esterifikasi* dan *transesterifikasi* dengan kandungan asam lemak bebas yang bersumber dari minyak nabati maupun minyak hewani. Keunggulan dari biodiesel bila dibandingkan dengan bahan bakar petrodiesel dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Perbandingan biodiesel dan petrodiesel (Edhi dkk, 2017)

Aspek	Biodiesel	Petrodiesel
Sifat pembakaran	Lebih bersih	Menimbulkan polusi dan masalah kesehatan
Emisi CO₂	78% lebih ramah dibanding petrodiesel	Emisinya sangat besarsehingga berkontribusi terhadap pemanasan global
Sifat pelumasan	Memiliki sifat pelumasan sehingga turut membersihkan bagian dalam mesin	Tidak memiliki sifat pelumas
Angka Setana	Angka setana lebih tinggi sehingga lebih mudah di- <i>Starter</i>	Angka setana lebih rendah dibandingkan biodiesel
Emisi padat dan gas buang	Menghasilkan lebih sedikit jelaga, CO, hidrokarbon tidak terbakar dan SO ₂	Mengemisikan kandungansulfur yang tinggi dalam gas buang
Efek terhadap lingkungan	Tidak bercun,dapat diuraikan dan mengurangi efek tumpahan minyak bumi yang Mencemari lingkungan	Sifat biodegradabilitasnya lebih rendah dibandingkan biodiesel, pemicu efek gas rumah kaca

Biodiesel juga memiliki kelemahan salah satu kelemahannya yaitu pada viskositas. Viskositas dengan nilai yang lebih tinggi dapat mempengaruhi kinerja mesin diesel. Biodiesel minyak nabati yang mempunyai viskositas yang lebih kecil dapat digunakan untuk campuran biodiesel yang memiliki nilai viskositas

lebih tinggi, guna untuk meningkatkan mutu biodiesel. Spesifikasi biodiesel yang akan melalui proses pencampuran harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan karena standar tersebut dapat memastikan bahwa biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna yaitu bebas gliserol, katalis, alkohol, dan asam lemak bebas. Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) syarat mutu biodiesel di Indonesia yaitu SNI 7182-2015 seperti dalam tabel 2.4.

Tabel 2.4 Standar Nasional Indonesia (SNI) syarat mutu biodiesel di Indonesia
(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 lempengan tembaga (3 jam pada 50 °C)	-	Nomor 1
7	Residu karbon - Dalam percobaan asli;atau - Dalam 10% ampasdistilasi	%-massa, maks	0,05 0,3
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulratkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfat	mg/kg, maks	4
13	Angka asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Glisero total	%-massa, maks	0,24
16	Kadar ester metal	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100g), maks	115
18	Kesetabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode Petrooksi	menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

2.2.2 Sifat Biodiesel

Biodiesel merupakan cairan dengan warna yang beraneka ragam antara kuning keemasan hingga coklat gelap tergantung dari bahan baku yang

digunakan. Biodiesel tidak dapat bercampur dengan air. Memiliki titik didih tinggi dan titik uap yang rendah. Titik pembakaran biodiesel ($>130\text{ }^{\circ}\text{C}$) sangat signifikan lebih tinggi dari petrodiesel ($64\text{ }^{\circ}\text{C}$) atau premium ($-45\text{ }^{\circ}\text{C}$). Biodiesel memiliki kerapatan $\sim 0.88\text{ g/cm}^3$ lebih rendah dari air. Biodiesel memiliki tingkat pelumasan lebih tinggi dan tidak mengandung sulfur sehingga digunakan sebagai aditif untuk bahan bakar diesel rendah sulfur (UltraLow Sulfur Diesel-ULSD). Karakteristik bahan bakar cair yang perlu diketahui antara lain densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

a. Densitas

Densitas merupakan perbandingan massa terhadap volume, dimana semakin meningkat massa jenis benda, maka semakin besar massa pada setiap volumenya. Fluida yang memiliki berat jenis tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan fluida tersebut rendah (Kholidah, 2014). Suhu mempengaruhi nilai massa jenis suatu zat. Semakin tinggi suhu, maka kerapatan suatu zat semakin rendah dikarenakan molekul-molekul yang saling berikatan akan terlepas. Kenaikan temperatur menyebabkan volume suatu zat bertambah, sehingga massa jenis dan volume suatu zat memiliki hubungan yang berbanding terbalik (Anjarsari, 2015).

Densitas dapat dituliskan dengan persamaan 2.1 di bawah ini :

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

Dengan : ρ = rapat massa (kg/m^3)

m = massa (kg)

V = volume (m^3)

b. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran yang mendefinisikan kekentalan suatu cairan atau fluida. Semakin kental suatu fluida, maka semakin besar gaya yang diperlukan untuk mengalirkan fluida pada kecepatan tertentu.

Viskositas kinematik dapat dituliskan dengan persamaan 2.2 :

$$\nu = \mu / \rho \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan : ν = viskositas kinematik (mm^2 / s)

μ = viskositas dinamik (Ns/ m²)

ρ = rapat massa (kg/m³)

Viskositas dipengaruhi beberapa faktor antara lain:

a.) Tekanan

Viskositas cairan naik seiring dengan naiknya tekanan, sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan.

b.) Temperatur

Viskositas akan turun dengan naiknya suhu, sedangkan viskositas gas naik dengan naiknya suhu. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul–molekulnya memperoleh energi. Molekul–molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

c.) Kehadiran zat lain

Penambahan gula tebu meningkatkan viskositas air, adanya bahan tambahan seperti bahan suspensi menaikkan viskositas air. Pada minyak ataupun gliserin adanya penambahan air akan menyebabkan viskositas turun karena gliserin maupun minyak akan semakin encer, waktu alirnya semakin cepat.

d.) Ukuran dan berat molekul

Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alcohol cepat, larutan minyak laju aliran lambat dan kekentalanya tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositasnya juga tinggi.

e.) Bentuk molekul

Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

f.) Kekuatan antar molekul

Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen, viskositas CPO dan gugus OH pada trigliseridanya naik pada keadaan yang sama.

g.) Konsentrasi

Untuk suatu larutan viskositas bergantung pada konsentrasi atau kepekatan larutan. Umumnya larutan yang konsentrasinya tinggi,

viskositasnya juga tinggi. Sebaliknya larutan yang viskositasnya rendah, konsentrasinya juga rendah.

c. *Flash Point*

Titik nyala merupakan nilai yang menyatakan temperatur terendah dari bahan bakar minyak untuk bisa menyala jika terkena nyala api. Titik nyala diperlukan untuk mengetahui titik temperatur terendah dimana suatu fluida dapat menyala yang memiliki hubungan terhadap keamanan dari penyimpanan dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran (Kholidah, 2014). Titik nyala juga digunakan sebagai indikator adanya alkohol dalam biodiesel. Indonesia memiliki standar minimum titik nyala sebesar 100°C (Budiman, 2014).

d. Nilai Kalor

Nilai kalor didefinisikan sebagai jumlah panas / kalori yang diperoleh dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/ oksigen. Nilai kalor erat kaitannya dengan massa jenis (*density*). Semakin besar massa jenis suatu minyak maka semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah massa jenis maka semakin tinggi nilai kalor-nya (Kholidah, 2014). Nilai kalor bahan bakar dapat dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan fasa salah satu produk pembakaran yaitu air (H₂O), yaitu:

a.) HHV (*Higher Heating Value*)

Suatu besaran yang menyangkut bahan bakar yang mengandung hidrogen dimana air yang terbentuk dalam produk pembakaran berbentuk fase cair.

b.) LHV (*Lower Heating Value*)

Suatu besaran yang menyangkut bahan bakar yang mengandung hidrogen, di mana air yang terbentuk dalam produk pembakaran berbentuk fase uap (Sunaryo, 2014).

Semakin tinggi berat jenis minyak bakar, semakin rendah nilai kalori yang diperolehnya. Misalnya bahan bakar minyak dengan berat jenis *API gravity* 70,6 mempunyai nilai kalori 11.700 kal/g (Selamet, 2012). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya (Kholidah,2014).

Nilai kalor untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada *Bomb Calorimeter*. Peralatan ini terdiri dari *container* stainless steel yang dikelilingi bak air yang besar. Bak air tersebut bertujuan meyakinkan bahwa temperatur akhir produk akan berada sedikit diatas temperatur awal reaktan, yaitu 25°C. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode. Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan Cal/kg (Kholidah,2014).

2.2.3 Minyak Nabati

Minyak nabati adalah senyawa organik yang didapat pada alam tidak dapat larut dalam air, tetapi dapat larut menggunakan pelarut non polar seperti senyawa hidrokarbon atau dietil ester, minyak nabati memiliki komposisi utama senyawa gliserida dan asam lemak dengan rantai C yang panjang dan tidak bercabang (Saputra dkk, 2017). Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak yang berbeda-beda tergantung jenis tanamannya dan zat penyusun minyak-lemak nabati maupun hewani adalah trigliserida (Hambali, dkk 2007). Kekurangan minyak nabati adalah viskositas (kekentalan) yang tinggi mencapai 20 kali lipat dari bahan bakar fosil, sehingga hal ini dapat mempengaruhi atomisasi bahan bakar dalam ruang bakar motor diesel. Atomisasi yang tidak baik akan mengakibatkan menurunnya daya (tenaga) mesin dan pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Viskositas yang tinggi dapat diturunkan melalui beberapa proses seperti proses pemanasan yang dipanaskan dengan suhu 40°C, sehingga mengurangi viskositas minyak menjadi ke tingkat yang sama dengan bahan

bakar fosil. Dengan mengurangi viskositas bahan bakar akan meningkatkan bahan bakar injeksi, dan meningkatkan penetrasi semprotan (Hellier, 2015).

a. Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit berpotensi sebagai bahan baku biodiesel karena beberapa keuntungannya, seperti mengandung 44% massa minyak pada bagian inti (kernel), mudah didapat karena Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua di dunia dan relatif murah. Selain itu pembuatan bahan bakar yang dihasilkan dari minyak sawit telah diteliti lebih ramah lingkungan karena bebas dari nitrogen, sulfur dan senyawa aromatik sehingga emisi pembakaran yang dihasilkan ramah lingkungan.

b. Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Tanaman nyamplung (*calophyllum inophyllum*) merupakan tanaman yang tersebar cukup luas di berbagai negara seperti Afrika Timur, India, Filipina, Malaysia, dan Indonesia. Tinggi tanaman ini dapat tumbuh mencapai 30 m dengan diamatarnya mencapai 0,8 m. Daun tanaman ini mengkilap, batang pohon yang berwarna abu-abu hingga putih, dan buahnya lebat berwarna kuning keperakan dengan biji yang di selimuti tempurung. Produktivitas biji tanaman ini per hektar sebesar 10 ton. Sementara bijinya dapat diolah menjadi sumber energi alternatif (biodiesel). Gambar 2.1 di bawah ini merupakan tanaman nyamplung.



Gambar 2.1 Tanaman Nyamplung (Balitbang Kehutanan, 2008)

Keunggulan yang dihasilkan dari pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung adalah rendemen minyak nyamplung tergolong tinggi di

bandingkan jenis tanaman lain seperti jarak pagar 40-60%, sawit 45-54%, dan nyamplung 40-73% sebagian parameter telah memenuhi standar kualitas biodiesel Indonesia. Ketahanan pembakarannya melebihi dua kali lipat dari minyak tanah, minyak tanah mampu bertahan 5,6 menit, sedangkan minyak nyamplung mampu bertahan selama 11,3 menit (Muderawan, 2016).

2.2.4 Pembuatan Biodiesel

a. Proses *Degumming*

Proses *degumming* bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang terlarut atau zat-zat yang bersifat koloidal, seperti resin, gum, protein, dan fosfatida dalam minyak mentah. Proses *degumming* yang paling banyak digunakan adalah proses *degumming* dengan menggunakan asam. Pengaruh yang ditimbulkan asam tersebut adalah mengikat dan mengendapkan zat-zat seperti protein, fosfatida, gum dan resin yang terdapat dalam minyak mentah, sehingga dapat dipisahkan dari minyak (Hasibuan dkk.,2013).

Degumming merupakan salah satu tahapan dalam proses pemurnian minyak. Kombinasi pemurnian minyak dapat berupa proses *degumming*, netralisasi, *bleaching* dan deodorisasi. Prinsip *degumming* dilakukan dengan *caradehidrasi* gum atau kotoran lain agar bahan tersebut lebih mudah terpisah dari minyak (Ketaren, 2012).

b. Proses *Esterifikasi*

Esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak dengan alkohol menggunakan katalis asam. Esterifikasi dengan katalis asam mengkonversi FFA menjadi *ester alkil*. Pada umumnya proses *esterifikasi* menggunakan katalis asam homogen seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄). Tahap *esterifikasi* dapat dilakukan seperti tahap *transesterifikasi* (Kasim, 2012). Semakin tinggi rasio mol metanol dengan minyak yang digunakan, maka semakin tinggi rendemen *metil ester* dan semakin kecil kandungan asam lemak bebas diakhir operasi. Suhu operasi yang optimum

adalah 60^o C (Kasim, 2012). *Esterifikasi* dilakukan jika bahan yang digunakan adalah minyak mentah yang memiliki kadar FFA tinggi.

c. *Proses Transesterifikasi*

Transesterifikasi merupakan salah satu proses pembuatan biodiesel yang paling banyak digunakan dalam industri. Proses transesterifikasi pertama kali dilakukan pada tahun 1853 oleh ilmuwan yang bernama E. Duffy dan J. Patrick dengan melakukan reaksi antara trigliserida dan alkohol untuk memperoleh gliserol bebas dan ester alkil asam lemak.

Transesterifikasi memiliki reaksi yang sangat sensitif terhadap kadar FFA yang ada di dalam minyak nabati. Diperoleh kadar FFA dalam bahan baku minyak nabati ialah 1–2,5%. Nilai ini setara dengan bilangan asam sebesar 2-5 mg KOH/mg. Asam lemak yang memiliki kandungan 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 mengelumasi campuran saat 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).

Pada proses transesterifikasi, selain menghasilkan biodiesel, hasil sampingannya adalah gliserin (gliserol). Gliserin dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sabun, bahan baku sabun ini berperan sebagai pelembab (*moistourising*) (Nurhayati, 2014).

2.2.5 Katalis

Katalis merupakan suatu zat atau substansi yang dapat mempercepat reaksi tanpa mengalami perubahan secara kimiawi pada akhir reaksi, reaksi yang berlangsung dengan bantuan katalis secara umum dikenal dengan reaksi katalisis. Katalis dapat mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi reaksi. Energi aktivasi reaksi merupakan banyaknya energi minimum yang dibutuhkan oleh reaksi agar reaksi dapat berlangsung. Penurunan energi

aktivasi reaksi disebabkan oleh terjadinya pembentukan alur atau mekanisme reaksi yang berbeda dari alur reaksi tanpa katalis. Dalam proses pembuatan biodiesel yaitu *esterifikasi* dan *transesterifikasi* merupakan reaksi lambat, maka dibutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksi.

a. Katalis asam

Pemilihan katalis asam 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 dkk, 2014). Akan tetapi katalis asam bersifat korosif sehingga diperlukan reaktor yang mampu bertahan dari sifat katalis ini.

b. Katalis basa

Katalis basa adalah katalis yang bersifat lebih unggul dari katalis asam dikarenakan menghasilkan *metil ester* yang tinggi konversinya dan lebih cepat reaksinya (Laksono, 2013). Katalis KOH dan katalis $NaOH$ merupakan katalis yang umum digunakan. Performa KOH lebih baik dibandingkan $NaOH$, karena lebih mudah pemisahannya, dan katalis KOH banyak digunakan dalam umum (Budiman dkk, 2014). Katalis basa lebih disukai karena katalis basa ini tidak korosif. Knothe (2002) mengutarakan bahwa KOH lebih sering digunakan sebagai katalis pembuatan biodiesel, pada reaksi suhu ruang, dalam waktu 5 menit tingkat konversi mencapai 80-90%. Adapun menurut Majid dkk (2012), bahkan tingkat konversi ester 99% dapat dicapai melalui dua tahapan proses. Hasil lebih bagus dengan produk terbanyak dan viskositas yang memuaskan dengan menggunakan KOH sebanyak 1% b/b.

2.2.6 Metanol

Komponen penting dalam pembuatan biodiesel ialah alkohol. Alkohol diperlukan dalam jumlah berlebih dalam reaksi *esterifikasi* maupun reaksi *transesterifikasi* untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk. Oleh sebab itu alkohol sangat diperlukan dalam proses *esterifikasi* maupun *transesterifikasi*. Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol.

Metanol mempunyai rumus kimia CH_3COH . Metanol mempunyai densitas sebesar 0,792 g/mL, Titik lelehnya-104⁰ C dan titik didihnya yaitu 64,7⁰ C, dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu 30⁰ C tekanan 1 atm (Budiman dkk, 2017). Salah satu penyebab digunakannya metanol sebagai bahan proses pembuatan biodiesel karena metanol mempunyai reaktivitas yang paling tinggi dibandingkan alkohol jenis lainnya. Metanol memiliki sifat terkait rantai atom C pendek. Semakin pendek rantai atom C akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung. Metanol juga mempunyai kelebihan lain adalah harganya murah, mudah *recovery*, dan mudah larut dibandingkan dengan jenis alkohol lain. Selain kelebihan yang dimiliki metanol juga ada kekurangannya yaitu sifat yang beracun (Budiman dkk,2014).

