

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan pustaka

Di Indonesia, tanaman nyamplung (*Inophyllum*) tersebar di Papua, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Sulawesi, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Jawa, Lampung, Sumatera Selatan, Jambi, Riau, dan Sumatera Barat. *Inophyllum* dapat hidup dengan baik dengan ketinggian sampai 500 m dan biasanya tumbuh di sekitar sungai atau pantai. *C. inophyllum* memiliki manfaat sebagai tanaman obat pengering pupuk dan rematik, tidak hanya itu saja. Masih banyak lagi manfaat yang terdapat dari *C. inophyllum* yaitu kayu dalam *C. inophyllum* dapat digunakan sebagai konstruksi, pertukangan, dan bahan pembuatan kapal dan daging buahnya dapat digunakan sebagai briket (Chandra dkk, 2013). Pohon Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) memiliki buah yang dapat menghasilkan bahan bakar nabati dengan kualitas yang tinggi dan tanaman memiliki nilai ekonomi yang tinggi sebagai sumber penghasil energi (Danu dkk, 2011).

Pada proses *degumming* dalam penelitian yang dilakukan oleh Sudradjat dkk (2007) yaitu suatu proses untuk menghilangkan kotoran dalam kandungan minyak nyamplung, dengan cara minyak disaring dalam kondisi hangat menggunakan alat penyaring vacum. Setelah mengalami penyaringan selanjutnya dilakukan proses *degumming* dengan cara menimbang minyak 500 gram kemudian dipanaskan dengan menggunakan alat *hotplate* dengan mencapai suhu 80°C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan asam fosfat dengan konsentrasi 20% ditambahkan sebanyak 0,2-0,3% (v/w) dan diaduk selama 15 menit. Selanjutnya minyak kemudian dimasukkan ke dalam corong pemisah 500 ml dan ditambahkan dengan air hangat. Lalu didiamkan agar air dan gum terpisah dengan minyak, setelah itu dilakukan penyemprotan air dilakukan sampai pH 6,5-7. Minyak dari hasil *degumming* tersebut lalu dikeringkan dengan menggunakan pemanas pada suhu 80°C dan

vacuum selama 20 menit setelah itu dilanjutkan pengeringan vacuum selama 10 menit. Kemudian setelah melakukan proses *degumming*, dalam penelitian ini menghasilkan penurunan kandungan asam lemak bebas dari 28,7 % menjadi 4,7%.

Dalam penelitian *Esterifikasi* setelah melakukan proses *degumming* yang dilakukan oleh Sudradjat dkk (2007), awal mula erlemeyer labu bermulut ganda 500 ml diisi dengan menggunakan minyak nyamplung sebanyak 50 ml lalu ditambahkan metanol dan HCL. Labu mulut ganda dipasang pada kondensor dengan suhu 60°C selama 1 jam. Setelah proses tersebut selesai, campuran tersebut dipindahkan ke tabung reaksi dan didiamkan selama 8 jam. Menurut Prihanto dkk (2013), Minyak biji nyamplung tidak bisa dilakukan dalam satu tahap reaksi yaitu *transesterifikasi* untuk menjadikannya biodiesel. Karena di dalam minyak biji nyamplung tersebut terdapat kandungan asam lemak bebas yang relatif tinggi sekitar 5,1 %. Karakteristik dari Minyak Nyamplung dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik Minyak Nyamplung (Christina dkk, 2007)

Karakteristik	Satuan	Jumlah
Densitas	kg/m ³	939,6
Vikositas	cP	80
Asam Lemak Bebas (FFA)	%	15,5318

Dari penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH), Departemen Kehutanan (2008). Melakukan penelitian dengan menggunakan minyak nyamplung menjadi biodiesel dan menghasilkan sifat fisik yang memenuhi standar SNI. Hasil analisis sifat fisik biodiesel nyamplung ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Sifat fisik biodiesel nyamplung dibandingkan dengan standar SNI 04-7182-2006 (P3HH Departemen Kehutanan, 2008)

No.	Parameter	Satuan	Metode Uji	Nilai	Biodiesel Nyamplung
1.	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	ASTM D1298	850-890	880,6
2.	Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	ASTM D445	2,3-6,0	5,724
3.	Bilangan setana	-	ASTM D613	Min. 51	71,9
4.	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	ASTM D93	Min. 100	151
5.	Titik kabut	°C	ASTM D2500	Maks. 18	38

Menurut Prihanto, dkk (2013) dalam penelitian proses *transesterifikasi*, minyak biji nyamplung yang sudah dimasukkan kedalam labu leher tiga lalu dipanaskan menggunakan *hotplane* hingga mencapai suhu yang ditetapkan. Tambahkan metanol dan KOH yang sudah di tetapkan jumlahnya kedalam minyak kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm dalam waktu 90 menit. Setelah proses *transesterifikasi* ini selesai, lalu dipindahkan kedalam corong pemisah dan didiamkan selama 12 jam (semalam). Dalam waktu semalam tersebut, campuran akan terpisah menjadi 2 lapisan. Lapisan atas merupakan metil ester (biodiesel) yang jernih kekuningan dan lapisan bawah bewarna hitam (gelap) merupakan griserol.

Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Pramitha (2013), minyak kelapa merupakan minyak yang sangat berpotensi sekali untuk dijadikan sebagai bahan baku biodiesel. Minyak kelapa juga dapat langsung dilakukan proses *transesterifikasi* karena kadungan FFA (*free fatty acid*) kurang dari 5%. Dengan adanya rantai hidrokarbon jenuh cukup besar di dalam kandungan biodiesel minyak kelapa, biodiesel minyak kelapa sangat cocok untuk bahan

bakar mesin diesel. Berikut ini tabel 2.3 merupakan karakteristik dari minyak kelapa :

Tabel 2.3. Karakteristik Minyak Kelapa (Padil dkk, 2010)

No	Karakteristik	Satuan	Nilai
1.	Kandungan asam lemak bebas	%	0,656
2.	Kadungan air	%	0,152
3.	Massa jenis	kg/m ³	923,4
4.	Vikositas kinematic	mm ² /s	10,29

Kandungan asam lemak bebas (ALB) dalam minyak nabati harus lebih rendah (<1%). Perlu dilakukan pretreatment apabila lebih dari yang ditentukan, karena akan berakibat pada rendahnya kinerja efisiensi. Bila dilanjutkan dengan pembuatan biodiesel harus melalui proses transesterifikasi dimana asam lemak bebas akan meningkat dan dapat memicu reaksi katalis basa dan asam lemak akan menjadi sabun (Devita, 2015).

Dari hasil penelitian yang sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa minyak nyamplung dan minyak kelapa merupakan minyak nabati yang berpotensi baik untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dalam pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak nyamplung dengan minyak kelapa memiliki tahapan yang berbeda dengan dilihat dari kadar asam lemak bebas. Minyak nyamplung yang memiliki kadar asam lemak bebas yang relatif tinggi (>2%) sehingga melalui tahap esterifikasi kemudian menggunakan tahap transesterifikasi, karena dalam tahap esterifikasi dapat menurunkan kadar asam lemak bebas (Prihanto, 2015). Minyak kelapa memiliki kandungan asam lemak bebas yang cukup rendah sehingga hanya melalui tahap transesterifikasi (Padil dkk, 2010).

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh tajudin (2018) bahwa minyak nyamplung memiliki vikositas yang lebih tinggi dari minyak kelapa, dengan demikian dapat dilakukan upaya untuk menaikkan kualitas dengan cara pencampuran minyak nabati yang sudah melalui proses biodiesel ataupun belum melalui proses biodiesel. Pencampuran biodiesel minyak nyamplung

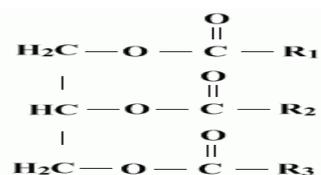
dan biodiesel minyak kelapa sebelumnya belum ada penelitian, oleh sebab itu penelitian pembuatan biodiesel minyak nyamplung dan biodiesel minyak kelapa serta karakteristik campurannya layak untuk dilakukan penelitian.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Minyak Nabati

Minyak nabati ialah minyak dan lemak yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. “Biodiesel” merupakan nama ilmiah yang meliputi semua bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumber daya hayati atau biomassa. Minyak nabati terdapat di dalam sayur-sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian, dan buah-buahan. Minyak nabati sebagian besar berbentuk cairan karena mengandung sejumlah asam lemak tak jenuh, yaitu berupa asam oleat, linoleat, atau asam linoleat dengan titik cair yang rendah. Lemak hewani pada umumnya berbentuk padat pada suhu kamar karena banyak mengandung asam lemak jenuh, misalnya seperti asam palmitat dan stearat yang mempunyai titik cair yang lebih tinggi. Dengan demikian salah satu perbedaannya yaitu minyak bersifat cair dan lemak berbentuk padat. Minyak dan lemak merupakan campuran dari ester-ester (trigliserida) asam lemak dengan gliserol dan membentuk gliserol. Banyak yang menyebut lemak hewani dan minyak nabati karena sebagian gliserida didalam tumbuhan cenderung berupa minyak (Ketaren, 2008).

Trigliserida merupakan gliserol yang memiliki ikatan dengan tiga asam lemak. Tiga asam lemak asam lemak tersebut yang terikat dengan gliserol bisa sama dan bisa berbeda juga. Berikut ini gambar 2.1 merupakan struktur dari trigliserida :



Gambar 2.1. Struktur Triglisierida (Wibowo, 2009)

Dalam penelitian yang telah dilakukan Wibowo (2009), Rantai alkil terdapat di R1, R2, dan R3. Menurut penelitian Ketaren (2008), bahan baku dalam pembuatan biodiesel yang paling utama adalah trigliserida. Dapat juga disebut asam lemak bebas ketika asam lemak bebas yang tidak terikat didalam molekul trigliserida.

2.2.2. Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*)

Virgin Coconut Oil atau minyak kelapa murni adalah bagian yang paling penting dari buah kelapa. Minyak kelapa murni memiliki proses pembuatannya dengan suhu yang relatif rendah dan olahan tersebut dari daging buah kelapa segar. Dalam metode fermentasinya dengan menambahkan ragi ke dalam santan, dan sebelumnya dalam metode fermentasi terdapat metode pemanasan dengan memanaskan santan dengan suhu $<90^{\circ}\text{C}$ kemudian minyak yang diperoleh dipanaskan kembali dengan suhu $<65^{\circ}\text{C}$. Harga pejualan dari VCO tiga kali lipat lebih tinggi dari pada harga minyak biasa, sehingga sangat berpotensi VCO untuk dikembangkan diindonesia (Tajudin, 2018).

Menurut Padang, dkk (2011) dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak yaitu biodiesel. Sumber daya alam berupa minyak kelapa sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai biodiesel. Minyak kelapa diindonesia tersebar di beberapa provinsi yakni di Maluku, Sulsel, Sulteng, NTT, Sulut, Sumut, Aceh, Jambi, Jatim, Jabar, Jateng, dan Riau. Walaupun Negara Indonesia merupakan Negara perkelapaan terluas (3.334.000 ha tahun 1990) tapi dalam hal produksi masih dibawah Negara Philipina (2.472.000 ton dengan areal 3.112.000 ha), yaitu sebesar 2.346.000 ton. Pada gambar 2.2 merupakan tanaman dan buah dari minyak kelapa murni (VCO).



Gambar 2.2. tanaman dan buah dari minyak kelapa murni (VCO)

(<https://aura.tabloidbintang.com>, 2016)

Dari penelitian Irma, dkk (2012), bahwa kandungan asam lemak jenuh yang terdapat di minyak kelapa sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Berikut ini tabel 2.4 merupakan karakteristik asam lemak bebas dari kandungan minyak kelapa :

Tabel 2.4. Karakteristik asam lemak bebas minyak kelapa (Irma, dkk , 2012)

Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah (%)
a. Asam lemak jenuh		
Asam Kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,4-0,6
Asam Kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5-8,0
Asam Laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	43,0-53,0
Asam Miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	16,0-21,0
Asam Palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5-10,0
Asam Kaprilat	$C_7H_{15}COOH$	5,0-10,0
b. Asam lemak tak jenuh		
Asam Oleat	$C_{16}H_{32}COOH$	1,0-2,5
Asam Palmitoleat	$C_{14}H_{28}COOH$	2,0-4,0

2.2.3. Minyak Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*)

Minyak nyamplung merupakan bahan yang terdapat dari biji nyamplung. Nama ilmiah dari biji nyamplung yaitu *Calophyllum Inophyllum* yang didapat dari bahasa Yunani yang memiliki arti “Daun yang indah”. Tanaman nyamplung sangat cocok di daerah yang suhu

hangat, dan tanaman nyamplung memiliki kelebihan dapat hidup didaerah yang kecepatan anginnya tinggi (Irawan, 2018).



Gambar 2.3. Pohon dan buah nyamplung (P3HH, 2005-2008)

Nyamplung atau *Calophyllum Inophyllum* banyak tersebar didaerah pinggir pantai yang terdapat diprovinsi NTT, Maluku, Sulawesi, Kalteng, Kalbar, Jawa, Lampung, Sumsel, Jambi, Riau, Jabar, dan Sumbar. Di setiap daerah tersebut *Calophyllum Inophyllum* memiliki nama yang berbeda-beda, diantaranya yaitu wetai, pude, dinggale, bintula, betau, maharunuk, mahadingan, jinjit, jampelung, butoo, bentangur, bataoh, punaga, bunut, penanga, mentangur, bintangor, dan masih banyak lagi. Untuk di Jawa, minyak nyamplung banyak terdapat di 6 kecamatan Kebumen yang berada di dekat pantai yaitu kecamatan Petanahan, Puring, Klirong, Bulus Pesantren, Mirit, dan Ambal. Biji nyamplung memiliki kadar minyak yang sangat tinggi yaitu 75% dan memiliki kadar air sebesar 3,3% (Sudrajat dkk, 2007). Pada tabel 2.5 merupakan karakteristik minyak nyamplung.

Tabel 2.5. Karakteristik minyak nyamplung (Sudrajat dkk, 2007)

Jenis analisa (<i>Analyses</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Hasil (<i>Value</i>)
1. Air (<i>Moisture</i>)	%	0,25
2. Densitas (<i>Density</i>)	G/ml	0,944
3. Kekentalan (<i>Viscosity</i>)	Cp	21,97
4. Bilangan asam (<i>Acid number</i>)	mg KOH/g	59,94
5. Asam lemak bebas (<i>Free fatty acid</i>)	%	29,53
6. Bilangan penyabunan (<i>Saponification number</i>)	mg KOH/g	198,1
7. Bilangan iod (<i>Iod number</i>)	mg/g	86,42

Menurut hasil analisa penelitian yang dilakukan oleh Chandra, dkk (2013) dalam minyak nyamplung atau *C. Inophyllum* memiliki kandungan lipid sebesar 63,1% pada *dry basis*. Dalam penelitian selanjutnya, *C. Inophyllum* diketahui terdapat kandungan lemak yang disebut *Acygliserol* (trigliserida, digliserida, dan monogliserida) dan mengandung asam lemak bebas. Dengan begitu minyak nyamplung atau *C. Inophyllum* sangat berpotensi sebagai bahan baku biodiesel.

Dalam penelitian yang dilakukan Sudrajat, dkk (2007). Kandungan yang dimiliki minyak nyamplung tersebut terdapat kadar FFA yang sangat tinggi dan kotor, sehingga tidak dapat langsung dibuat menjadi biodiesel. Untuk itu agar dapat diproses menjadi biodiesel harus melalui tahap pembersihan dan penurunan kadar FFA terlebih dahulu, yaitu dengan cara melakukan proses degumming dan proses esterifikasi. Setelah melalui proses tersebut, minyak nyamplung baru dapat dilakukan proses pembuatan biodiesel.

2.2.4. Biodiesel

Biodiesel yaitu bahan bakar alternatif atau energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar solar. Biodiesel dapat terdiri dari minyak hewani dan nabati yang didefinisikan sebagai ester monoalkil. Biodiesel memiliki kelebihan yaitu ramah lingkungan karena tingkat emisi hidrokarbon yang rendah (Pramitha dkk, 2016). Kelemahan

dalam biodiesel yaitu memiliki viskositas yang tinggi sehingga mempengaruhi kinerja mesin. Oleh karena itu biodiesel menggunakan campuran minyak nabati yang memiliki viskositas rendah dan meningkatkan mutu biodiesel (Irawan, 2018).

Dalam perbandingan biodiesel dengan bahan bakar petrodiesel. Biodiesel lebih unggul dari bahan bakar petrodiesel karena biodiesel selain memiliki sifat yang ramah lingkungan, biodiesel juga memiliki sifat yang mudah terurai (*biodegradable*), dapat diperbaharui (*renewable*), mampu melumasi piston dengan baik, dan terjamin kontinuitas dalam persediaan bahan baku. Berikut ini dapat dilihat tabel 2.5 merupakan perbandingan biodiesel dengan petrodiesel :

Tabel 2.6. Perbandingan biodiesel dengan petrodiesel (Irawan, 2018)

Aspek	Biodiesel	Petrodiesel
Emisi padat dan gas buang	Menghasilkan lebih sedikit jelaga, CO, hidrokarbon tidak terbakar dan SO ₂	Mengemisikan kandungan sulfur 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
Aspek Sifat pembakaran	Biodiesel Lebih bersih	Petrodiesel Menimbulkan polusi dan masalah kesehatan
Emisi CO₂	78% lebih ramah dibanding petrodiesel	Emisinya sangat besar sehingga 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

Tabel 2.7. Syarat mutu biodiesel SNI 7182:2015 (Badan Standarisai Nasional (BSN))

No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850-890
2	Viskositas kinematic pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3-6,0
3	Angka setana	min	51
No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
4	Titik nyal (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% ampas distilasi	%-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 metil	%-mssa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100g), maks	115
18	Kesetabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro oks	menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI), syarat mutu biodiesel di Indonesia yaitu SNI 7182-2015. Bahwa dalam spesifikasi campuran pembuatan biodiesel agar menjadi hasil yang sempurna, terbebas dari gliserol, alcohol, katalis, dan asam lemak bebas harus sesuai dengan standard yang ditetapkan.

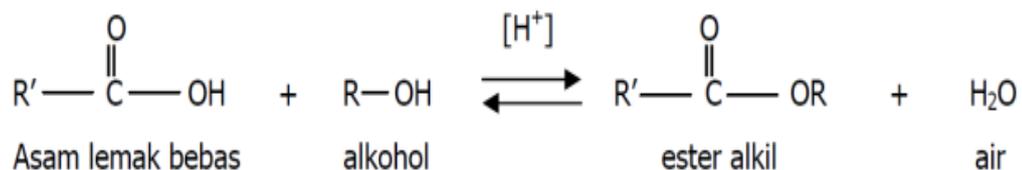
2.2.5. Metode Pembuatan Biodiesel

A. *Degumming*

Degumming merupakan salah satu proses pemurnian atau pembersihan kotoran yang terdapat di bahan baku minyak nyamplung sebelum melakukan pembuatan biodiesel. Dalam proses pemurnian tersebut dilakukan menggunakan bantuan asam fosfat dan pengaruhnya dapat menimbulkan pemisah antara minyak dengan zat-zat seperti gum, fosfatida, resin, dan protein (Irawan, 2018).

B. *Esterifikasi*

Esterifikasi merupakan proses konversi asam lemak bebas yang berubah menjadi ester dan membuat reaksi dari minyak lemak dengan alcohol. Zat yang berkarakter asam kuat seperti asam sulfat merupakan katalis-katalis yang cocok digunakan sebagai reaksi *esterifikasi*. Gambar 2.4 merupakan reaksi *esterifikasi* asam lemak bebas menjadi ester :



Gambar 2.4. Reaksi *Esterifikasi* (Christina dkk, 2007)

Dalam *esterifikasi* memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi reaksi tersebut yaitu :

a. Waktu reaksi

Jika menginginkan hasil biodiesel dengan konversi yang besar, maka perlu waktu reaksi yang lama. Dengan waktu reaksi yang

lama, kontak terhadap zat menjadi semakin besar (Christina dkk, 2007).

b. Pengadukan

Pengadukan dapat mempercepat reaksi karena dalam pengadukan tersebut akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dan zat yang bereaksi. Nilai konstanta kecepatan reaksi semakin besar, maka semakin besar pula tumbukannya (Christina dkk, 2007).

c. Katalisator

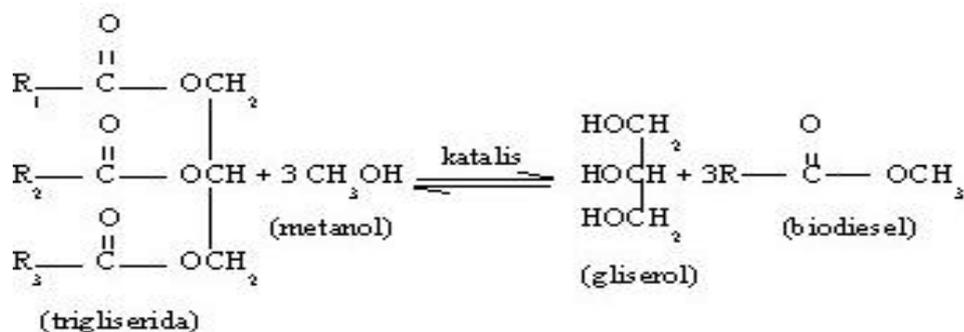
Fungsi dalam katalisator tersebut ialah mengurangi tenaga aktivasi pada suhu reaksi tersebut. Sehingga dalam suhu tertentu nilai konstanta kecepatan reaksi dapat semakin besar (Christina dkk, 2007).

d. Suhu Reaksi

Dalam suhu reaksi tersebut memiliki persamaan dengan Arrhenius karena dengan semakin tinggi suhu yang akan dioperasikan maka semakin tinggi konversi yang akan dihasilkan (Christina dkk, 2007).

C. Transesterifikasi

Transesterifikasi merupakan reaksi yang terjadi antara alkohol dengan trigliserida yang bertujuan untuk mengubah asam lemak bebas dalam bentuk ester (Arief, 2014). Berikut ini gambar 2.5 merupakan contoh dari reaksi *transesterifikasi* :



Gambar 2.5 Reaksi Transesterifikasi (Christina dkk, 2007)

2.2.6. Methanol

Methanol atau sering disebut metil alkohol merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH yang berbentuk alkohol paling sederhana. Dalam keadaannya, methanol berbentuk cair, beracun, mudah menguap, dan mudah terbakar. Methanol didalamnya juga memiliki daya reaktifitas yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk campuran dalam proses pembuatan biodiesel. Methanol dipilih untuk proses pembuatan biodiesel karena membutuhkan alkohol sebagai reaktan dan juga merupakan turunan alkohol memiliki berat molekul yang rendah sehingga kebutuhan untuk proses alkholisis sedikit, lebih murah, dan lebih stabil (Zulhardi dkk, 2018).

2.2.7. Katalis

Joris Jacob Berzelius pada tahun 1835 memperkenalkan katalis pertama kali (Hariska dkk, 2012). Katalis merupakan zat yang dapat difungsikan sebagai mempercepat laju reaksi dan dapat menurunkan kondisi operasi. Didalam proses pembuatan biodiesel, biodiesel menggunakan dua reaksi dalam pembuatannya yaitu *esterifikasi* dan *transesterifikasi*. Dalam kedua reaksi tersebut merupakan reaksi yang lambat, sehingga dibutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksi tersebut.

a. Katalis asam

Menurut budiman, dkk (2014), katalis asam sangat efektif digunakan dalam memproduksi biodiesel dengan kadar FFA yang tinggi melalui reaksi *esterifikasi*. Tetapi katalis asam bersifat korosif, sehingga diperlukan reactor untuk mempertahankan dari sifat katalis ini.

b. Katalis basa

Katalis basa merupakan katalis yang unggul dalam menghasilkan reaksinya yang lebih cepat dan metil ester yang tinggi konversinya (Tejo, 2013). Katalis basa kebanyakan disukai oleh peneliti karena katalis basa ini tidak mudah korosif. Menurut

budiman, dkk (2014), katalis pada umumnya digunakan yaitu NaOH dan KOH. KOH lebih banyak digunakan dari pada NaOH karena lebih mudah dalam pemisahannya dan peformanya lebih baik. Menurut knothe, dkk (2002), dalam produksi biodiesel saat ini, para peneliti lebih dominan menggunakan KOH dengan reaksi yang dilakukan pada ruangan. Dengan tingkat konversi 80-90%, dapat dicapai dalam waktu 5 menit. Pada proses *transesterifikasi* dua tahap, tingkat konversi metil ester dapat mencapai 99%. Dalam penggunaan katalis KOH sebanyak 1% b/b dapat menghasilkan konversi paling baik dengan viskositas biodiesel yang efektif dan *yield* terbanyak.

2.2.8. Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Dalam penggunaan motor bakar, perlu diketahui karakteristik bahan bakar cair terlebih dahulu agar tidak menimbulkan dampak didalam bagian komponen motor bakar dan tercapainya hasil pembakaran secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar cair yang perlu diketahui yaitu densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

a. Densitas

Densitas merupakan suatu perbandingan antara massa dengan volume, sehingga semakin tinggi massa jenis suatu benda semakin besar pula massa pada setiap volume. Minyak yang mempunyai kandungan panas (*heating value*) yang rendah disebabkan karena berat jenis minyak tersebut tinggi (Kholidah, 2014). Menurut Wahyuni (2010), densitas memiliki sifat yang tidak bergantung pada banyak bahan. Nilai tersebut berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar serta dengan adanya penurunan didalam nilai densitas dapat menyebabkan nilai viskositas semakin kecil. Dapat dilihat pada persamaan 2.1.

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

keterangan:

ρ = massa jenis air (kg/m³);

m = massa benda (kg);

V = volume benda (m³).

b. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan dari cairan atau fluida. Viskositas merupakan pernyataan ‘tahanan untuk mengalir’ dari suatu sistem yang mendapatkan tekanan. Semakin besar gaya yang dibutuhkan dalam membuat aliran dengan kecepatan tertentu, semakin kental pula suatu cairan tersebut. Viskometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur besaran viskositas. Viskositas memiliki sifat yang sangat penting dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar minyak (Kholidah, 2014).

c. *Flash point*

Flash point atau titik nyala merupakan suhu terendah dimana ketika uap suatu zat bercampur dengan udara akan menyala dengan waktu tidak cukup lama dan kemudian apabila didekatkan dengan nyala api begitu lama dapat menimbulkan nyala api yang kontiniu . Hal tersebut disebabkan karena dalam kondisi tersebut belum menghasilkan api yang kontiniu dan belum mampu membuat bahan bakar bereaksi. Titik nyala digunakan atas pertimbangan-pertimbangan mengenai tentang keamanan dari pengangkutan bahan bakar minyak dan penimbunan minyak terhadap bahaya kebakaran. Berhubungan dengan keselamatan, titik nyala sangat penting untuk diketahui. Titik nyala tersebut juga dapat digunakan sebagai indikator adanya alkohol didalam biodiesel. Standar minimum titik nyala di Indonesia sebesar 100°C (Kholidah, 2014).

d. Nilai kalor

Nilai kalor merupakan bahan bakar yang melepaskan energi pada saat terjadinya oksidasi di unsur-unsur kimia yang terdapat

dibahan bakar tersebut. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*), didalam volume yang sama. Semakin kecil nilai kalornya, semakin besar berat jenis suatu minyak. Berlaku dengan sebaliknya semakin tinggi nilai kalornya, semakin rendah berat jenisnya. Bomb calorimeter merupakan alat untuk mengetahui nilai kalor dalam bahan bakar cair. Nilai kalor diperlukan karena dapat digunakan sebagai menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan pada suatu mesin dengan satu periode. Nilai kalor umumnya dinyatakan menggunakan satuan *british* yaitu satuan Kcal/kg atau Btu/lb (Kholidah, 2014).