

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Minyak jarak (*castor oil*) merupakan salah satu minyak nabati yang memiliki bilangan kimia yang berbeda jika dibandingkan minyak nabati jenis lain. Asam lemak dalam minyak jarak (*castor oil*) 90% terdiri dari, *risiolet*, sementara untuk kandungan asam di hidroksi stearat, linoleat, oleat, dan stearat hanya sedikit dalam minyak jarak jenis (*castor oil*). Asam risinoleat merupakan asam lemak yang terdiri dari 18 karbon, satu ikatan rangkap (tidak jenuh), dan mempunyai gugus fungsional hidroksil. Gugus fungsional ini menyebabkan minyak kastor bersifat polar (Mardiyah, 2011). Pada Tabel 2.1 menunjukkan komposisi asam lemak pada minyak jarak *castor oil*.

Tabel 2. 1 komposisi asam lemak minyak Jarak (*castor oil*)

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam risinoleat	86
Asam oleat	8,5
Asam linoleate	3,5
Asam stearate	0,5-2,0
Asam dihidroksi stearate	1-2

(Bailey, 1986)

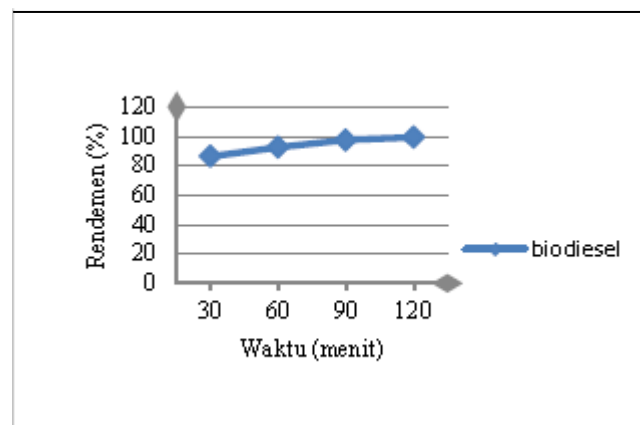
Sementara itu menurut penelitian yang dilakukan oleh Said dkk (2010), menggunakan 3 variasi temperatur pada proses tranesterifikasi. Dari ke 3 variasi temperatur tranesterifikasi tersebut maka didapat hasil bahwa pada temperatur 60°C dan 70°C menghasilkan konversi metil ester yang cukup besar. Sedangkan pada temperatur 80°C konversi metil ester cenderung mengalami penurunan. Penurunan konversi metil ester ini disebabkan karena reaksi metanol lebih banyak menguap disebabkan pemanasan metanol yang cukup tinggi sehingga melebihi titik didih dari metanol tersebut. Titik didih dari metanol yaitu (68°C). Dapat dilihat pada waktu reaksi 10 menit, pada temperatur 60°C diperoleh konversi metil ester sebesar 4,71761%, pada temperatur 70°C diperoleh konversi metil ester sebesar 6,1491%, pada temperatur 80°C diperoleh konversi metil ester sebesar 4,34658%. Perbandingan setiap variasi waktu dan temperatur dapat di lihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 2 Perbandingan setiap variasi waktu dan temperatur reaksi yang digunakan.

t Waktu (menit)	Konversi metil ester		
	T= 60°C	T= 70°C	T= 80°C
10	4,71761	6,14910	4,34657
20	6,88059	8,29129	28,13642
30	9,89581	13,47021	26,15160
40	10,62242	16,42147	17,57922
50	7,64608	13,58537	14,70140
60	6,03849	10,50692	10,60512

(Said dkk, 2010)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sipahutar (2013), pada proses pembuatan biodiesel minyak jarak menggunakan pengaruh suhu dan waktu reaksi dalam reaktor biodiesel. Menggunakan metode rancangan acak dengan variasi suhu transterifikasi 30°C, 45°C, 60°C dan variasi waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa variasi dari temperatur transterifikasi menghasilkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kuantitas biodiesel yang dihasilkan. Sementara untuk variasi waktu pengadukan memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap biodiesel yang dihasilkan. Pada penelitian ini temperatur transterifikasi terbaik adalah 60°C dengan waktu pengadukan terbaik selama 120 menit. Pada tabel 2.1 di bawah ini merupakan karakteristik biodiesel dengan pengaruh waktu terhadap biodiesel yang dihasilkan.



Gambar 2. 1 Karakteristik biodiesel dengan pengaruh waktu terhadap biodiesel yang dihasilkan (Sipahutar, 2013).

Minyak nabati, lemak hewan maupun minyak bekas direaksikan dengan alkohol melalui reaksi transesterifikasi. Penelitian ini dilakukan oleh Faizal, dkk (2013), dengan variasi temperatur 55°C-60°C selama 30 menit dan 60 menit dan Variasi kadar metanol sebanyak 30% dan 40% dari bahan baku dengan jumlah katalis NaOH yang digunakan adalah 0,8% dan 1,0% dari bahan baku. Spesifikasi biodiesel yang dihasilkan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil pengujian densitas dari lemak sapi dapat dilihat tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Data Hasil Analisa Densitas Biodiesel Dari Lemak Sapi

Sampel (T = 40°C)	Densitas (gram/ml)
1	0.853
2	0.851
3	0.857
4	0.859
5	0.853
6	0.852
7	0.85
8	0.856

(Faizal, dkk, 2013)

Berat biodiesel terbanyak diperoleh pada kadar metanol sebesar 40% dengan 0.8% katalis NaOH pada waktu reaksi 30 menit. Dari hasil penelitian tabel di atas mengalami perbedaan antara sampel satu dengan yang lain, hal ini dikarenakan oleh pengaruh dari tahap pemurnian. Tahap pemurnian yang kurang baik akan menyebabkan densitas dari biodiesel bervariasi (Affandi, dkk., 2013.).

Pengaruh kadar metanol, jumlah katalis NaOH dan waktu reaksi terhadap viskositas kinematik metil ester dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Data Hasil Analisa Viskositas Biodiesel dari Lemak Sapi

Sampel (T = 40° C)	Viskositas (cSt)
1	4.82
2	4.61
3	5.02
4	6.85
5	5.04
6	5.05
7	5.04
8	6.10

(Faizal, dkk, 2013)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI-04-7182-2006), viskositas kinematik biodiesel yang diukur pada suhu 40°C adalah 2,3 – 6,0 cSt. Hasil analisa viskositas pada tiap-tiap sampel dari berbagai variasi diperoleh viskositas berkisar antara 4,82 – 6,85 cSt. Ada dua sampel yang melewati dari standar viskositas kinematik biodiesel. Hal ini bukan berarti biodiesel tersebut tidak memenuhi standar kinematik biodiesel, melainkan kesalahan dalam menghitung waktu alir dari kecepatan biodiesel yang melewati viskometer *Ostwald* serta terhalangnya biodiesel untuk mengalir yang disebabkan oleh tersumbatnya biodiesel untuk mengalir pada alat yang belum steril dibersihkan. Penurunan nilai dari densitas menyebabkan nilai viskositas akan semakin kecil. Selain itu, nilai viskositas mengalami penurunan yang disebabkan oleh semakin lamanya waktu reaksi serta semakin meningkatnya temperatur (Wahyuni, 2010).

Menurut penelitian yang dilakukan Sudradjat (2009), Proses pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jarak dengan metode transesterifikasi dengan variasi methanol 10, 20, 30, 40 dan 50%. Maka didapat hasil bahwa nilai dari angka asam serta kekentalannya masih tinggi, dalam artian proses transesterifikasi pada minyak jarak pagar belum berjalan sempurna. Tabel 2.5. Dibawah ini menunjukkan bilangan asam dan viskositas hasil transesterifikasi minyak pagar.

Tabel 2. 5 Bilangan asam dan viskosits hasil transesterifikasi minyak pagar.

Konsentrasi methanol (<i>Methanol concentration</i>), %	Bilangan asam (<i>Acid value</i>)	Kekentalan (<i>Viscosity</i>), cSt
0	63,37	60,0
10	36,58	59,4
20	29,93	57,6
30	25,10	55,1
40	14,45	54,7
50	13,00	52,5

(Sudradjat, 2009)

Ketidak sesuaian pada poses transesterifikasi sendiri disebabkan karena pada tahapan reaksi antara asam lemak bebas dari minyak jarak pagar dengan methanol katalis basa. Akan menyebabkan terjadinya reaksi bilangan penyembuhan antara asam lemak bebas oleh katalis NaOH. Hal ini berbanding terbalik dengan tujuan reaksi yang diinginkan, tujuan reaksi ini yaitu asam lemak bebas dan trigliserida dengan metanol menjadi metil ester.

Menurut penelitian yang dilakukan Dewi (2015), pembuatan biodiesel minyak jarak dengan metode transesterifikasi menggunakan *microwave* dengan variasi rasio mol dengan metanol pada variasi 1:3, 1:6, 1:9. Maka didapatkan hasil bahwa minyak jarak memiliki kandungan asam lemak bebas sebesar 0,79%. Selain itu pada tahapan reaksi dari proses transesterifikasi maka didapatkan biodiesel terbaik yaitu pada variasi 1:6 dengan nilai *yield* sebesar 92,67% dengan waktu yaitu 10 menit. Sementara itu nilai densitas yang dihasilkan sebesar 0,94 g/ml dan nilai viskositas 16,11 mm²/s. Sehingga nilai yang dihasilkan tidak memenuhi standar SNI untuk bahan bakar biodiesel.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kartika (2014), pembuatan biodiesel menggunakan variasi temperatur transesterifikasi (40°C, 50°C dan 60°C) dan kecepatan pengadukan (700, 800 dan 900 rpm). Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa kecepatan pengadukan serta suhu reaksi yang digunakan pada pembuatan biodiesel berpengaruh nyata terhadap hasil dari rendemen biodiesel. Apabila semakin tinggi kecepatan pengadukan dan suhu reaksi yang digunakan maka akan menghasilkan rendemen biodiesel dan efektifitas proses transesterifikasi in situ biji jarak pagar semakin meningkat. Pada proses ini pereaksi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan, hasil rendemen biodiesel dengan pereaksi tertinggi untuk pereaksi metanol (82,2%) dan etanol (82,5%) dengan waktu pengadukan 800 rpm. Sementara biodiesel terbaik pada penelitian ini dihasilkan pada temperatur 50°C dengan kecepatan pengadukan 800 rpm serta menggunakan pereaksi methanol. Pada tabel 2.6 di bawah ini merupakan Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi in situ biji jarak pagar.

Tabel 2. 6 Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi in situ biji jarak pagar.

No	Parameter uji	Unit	Nilai	Setandar biodiesel indonesia
1	Viskositas (40°C)	cSt	3,49	2,3-6,0
2	Densitas (40°C)	kg/L	0,885	0,850-0,890
3	Titik nyala	°C	107	Min 100
4	Titik kabut	°C	11	Maks 18
5	Titik tuang	°C	0	-
6	Air dan sedimen	% volume	<i>Trace</i>	Maks 0,005
7	Bilangan asam	mg KOH/g	0,35	Maks 0,08
8	Bilangan asam	mg KOH/g	198,52	-
9	Bilangan iod	g Iod/100 g	82,34	Maks 115
10	Abu tersulfatkan	% berat	0	Maks 0,02
11	Angka setana	-	47	Min 48
12	Nilai kalor	MJ/kg	39,700	Min 40 (ASTM)

(Kartika, 2014)

Dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa minyak Jarak potensial sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Proses transesterifikasi mensyaratkan bahan baku minyak nabati yang digunakan mengandung asam lemak bebas (ALB) < 1% Syah (2006), *free fatty acid (FFA)* > 5% (Tazora, 2011). Hasil analisis bahan baku yang dilakukan oleh dewi menunjukkan bahwa minyak Jarak Kepyar (*ricinus communis*) memiliki kandungan asam lemak bebas sebesar 0,79% (Dewi, 2015). Sehingga minyak jarak tidak perlu melewati proses pendahuluan atau esterifikasi. Minyak Jarak memiliki viskositas cenderung jauh lebih tinggi dari minyak Kelapa. Upaya peningkatan kualitas biodiesel dapat dilakukan dengan cara memvariasikan suhu transesterifikasi dan waktu pencampuran (Indrayati, 2009).

2.2 Dasar Teori

Lima tahun terakhir penurunan produksi minyak nasional cukup signifikan, hal tersebut disebabkan menurunya cadangan minyak bumi yang ada. Selain itu pertumbuhan manusia serta kemajuan transportasi dan kemajuan dari industri-industri semakin meningkat. Hal ini yang menyebabkan ketergantungan akan BBM semakin tinggi sehingga mengharuskan pemerintah mengimpor sebagian BBM demi memenuhi kebutuhan. Hal tersebut tentunya akan memberatkan pemerintah apalagi dengan naiknya harga minyak dunia yang mencapai di atas US\$ 70 per barrel pada Agustus 2005. Dengan kondisi ini pemerintah akan mengurangi ketergantungan akan BBM dan akan mengalihkan ke energi alternatif.

kebijakan tersebut juga menetapkan sumber daya yang dapat diperbaharui seperti bahan bakar nabati sebagai alternatif pengganti BBM. Beberapa bahan bakar nabati diantaranya biodiesel dan bioetanol. Karena kedua bahan tersebut banyak ditemukan di Indonesia, (Shintawaty. 2006)

Biodiesel merupakan energi alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil. Biodiesel diperoleh dari minyak nabati dan hewani yang sifatnya dapat diperbaharui. Kelebihan dari biodiesel dibandingkan dengan bahan bakar diesel/solar adalah bersifat ramah lingkungan, dapat diperbaharui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying-oil*), mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan kontinuitas ketersediaan bahan baku terjamin (Hambali S. 2006).

2.2.1 Minyak Nabati

Minyak merupakan campuran organik yang memiliki sifat tidak dapat tercampur dengan air. Minyak sendiri memiliki dua jenis yaitu minyak hewani serta minyak nabati, minyak hewani merupakan minyak yang berasal dari hewan dan minyak nabati merupakan minyak yang didapat dari tumbuhan. Minyak memiliki kandungan asam lemak jenuh. Minyak selain berfungsi sebagai bahan pangan juga

bisa dimanfaatkan sebagai bahan pembuat sabun, plumas, obat-obatan dan bahan pengkilap untuk cat.(Jannah,2008).

2.2.2 Biodisel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) untuk mesin diesel Hambali (2007), Biodisel merupakan minyak yang dibuat menggunakan bahan-bahan yang memiliki sifat dapat diperbarui, bahan-bahan yang dapat dimanfaatkan diantaranya adalah minyak nabati dan minyak hewani. Pemanfaatan minyak yang berasal dari minyak nabati dan hewani harus terlebih dahulu melalui proses transferifikasi. Proses transferifikasi merupakan proses reaksi antara triglesida yang ada pada minyak dengan menggunakan alkohol untuk menghasilkan etil ester, (Amalia 20016).

Biodiesel sebagai bahan bakar alternatif sendiri memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan bakar solar (Stewart 2012).

- a. Biodiesel merupakan bahan bakar yang tidak beracun apabila dibandingkan dengan bahan bakar disel petroleum.
- b. Biodiesel mempunyai bilangan setana tinggi.
- c. Mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NOx.
- d. Terdapat dalam fase cair.

2.2.3 Spesifikasi Biodisel

Spesifikasi Biodisel yang telah melalui proses pencampuran dengan cara transferifikasi sendiri memiliki standar masing-masing. Standar mutu biodiesel di Amerika mengikuti standar dari ASTM D6751-02. (Van Gerpen, 2004a). Standar biodiesel dapat dilihat pada tabel 2.7 di bawah ini.

Tabel 2. 7 Ciri biodiesel secara umum

Parameter	Nilai
Densitas (g/cm ³)	0,85-0,90
Viskositas kinematik (40 ^o)	3,5-5,8
Bilangan Setana	46-70
Kalor Pembakaran (kJ/g)	36,5-41,8
Titik Pijar (°C)	120-191
Titik Tuang (°C)	-15-13
Titik Awan (°C)	-11-16

Sumber : Legowo dkk., 2001

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui melalui Standar Nasional Indonesia (SNI). Menentukan syarat mutu bagi biodiesel di Indonesia harus sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan oleh instansi berwenang. Pada tabel 2.8 dibawah ini merupakan setandar dari mutu biodiesel menurut SNI.

Tabel 2. 8 Syarat mutu biodiesel SNI

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 Tutup)	°C, min	100
5	Titik Kabut	°C,maks	18
6	Korosi Lempeng Tembaga (3 jam pada 50 °C)	-	nomor 1

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	persyaratan
7	Residu karbon –dalam percontohan asli –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 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
16	Kadar ester metal	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100 g), maks	115
18	Kesetabilan oksidasi Priode Induksi Metode rancimat atau Periode induksi metode petro oksidasi	Menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

Sumber: (BSN, 2015)

2.2.4 Minyak Jarak

Tanaman jarak kepyar (*Ricinus Communis*) termasuk dalam *family Euphorbiaceae*, tanaman jarak ini dapat tumbuh di daerah tropik maupun subtropik. (Ketaren, 2008). Tanaman jarak memiliki tinggi antara 1-7 meter, serta memiliki cabang yang tidak beraturan. Buah jarak sendiri berbentuk bulat telur serta memiliki warna hijau saat buah masih muda dan berwarna kuning ketika buah sudah masak, buah jarak masing-masing memiliki tiga ruang serta memiliki buah lonjong. didalam ruang tersebut terdapat biji dan salah satu dari biji yang berwarna coklat kehitaman dan buah tersebut yang akan menghasilkan minyak berkisar 30% - 40%. (Said dkk,2010).

Untuk menghasilkan minyak dari buah jarak harus terlebih dulu dilakukan proses ekstraksi menggunakan mesin pengepresan, selain menggunakan cara pengepresan untuk menghasilkan minyak jarak sendiri bisa menggunakan cara lain yaitu dengan menggunakan pelarut. Table 2.9 dan 2.10 di bawah ini merupakan kimia dan kandungan asam yang ada didalam minyak biji jarak.

Tabel 2. 9 Komposisi Kimia Biji Jarak

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

Sumber : (Ketaren, 1986)

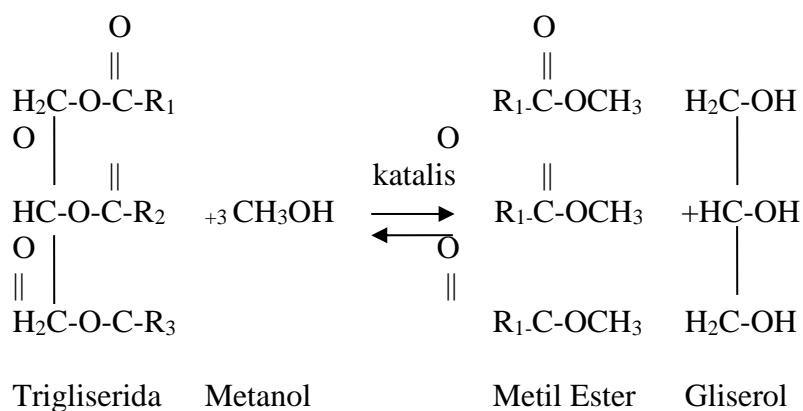
Tabel 2. 10 Kandungan Asam Lemak Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus Communis*)

Komponen	Jumlah
Asam risinoleat	86
Asam oleat	8,5
Asam linoleate	3,5
Asam stearate	0,5-2,0
Asam dihidroksi stearate	1-2

Sumber: (Ketaren, 1986)

2.4.5 Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah salah satu proses yang dilakukan dalam pembuatan biodiesel. Transesterifikasi merupakan proses reaksi antara trigliserida dengan alkohol membentuk *alkyl ester* (biodiesel) dan gliserol (Nur, 2014). Berikut ini disajikan reaksi transesterifikasi trigliserida dengan metanol untuk menghasilkan *metil ester* (biodiesel).



Gambar 2. 2 Reaksi transesterifikasi trigliserida (Ketaren S. , 1986).

Hasil dari proses reaksi transferifikasi sendiri sangat lah sensitif terhadap kadar *FFA* yang terkandung dalam minyak nabati. Didalam minyak nabati kandungan kadar *FFA* yang diizinkan hanya berkisar antara 1-2,5% karna nilai *FFA* tersebut akan setara dengan bilangan asam sebesar 2-5 mg KOH/mg. Pada reaksi ini asam lemak yang dihasilkan tidak boleh terlalu tinggi karna asam lemak yang tinggi hanya akan membentuk sabun. Sabun yang terbentuk dalam proses transferifikasi akan menyusahkan dalam proses pemisahan antara *alkil ester* dengan katalis pada saat di lakukan proses pencucian. (Budiman dkk, 2014).

Reaksi ini akan berlangsung dengan menggunakan katalis alkali pada tekanan atmosfer dan temperatur antara 60°C – 70°C dengan menggunakan alkohol. Pada proses pembuatan biodisel menggunakan metode reaksi transferifikasi dipengaruhi beberapa faktor yaitu (Freedman dalam Hikmah, 2010):

a) Pengaruh asam lemak bebas dan air

Minyak nabati yang akan dibuat menjadi biodisel melalui tahapan proses transferifikasi, harus memiliki bilangan asam lebih kecil dari 1. Menurut penelitian-penelitian yang dilakukan kandungan dari asam lemak bebas sendiri harus memiliki angka yang lebih kecil dari 0,5%, dan harus terbebas dari kandungan air. Karena nantinya air akan bereaksi dengan katalis dan akan menyebabkan berkurangnya kandungan katalis.

b) Lama Reaksi

Semakin lama waktu reaksi semakin banyak produk yang dihasilkan karena keadaan ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk bertumbukan satu sama lain. Namun setelah kesetimbangan tercapai tambahan waktu reaksi tidak mempengaruhi reaksi.

c) Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan minyak jarak.

Pada tahapan proses reaksi jumlah alkoholnya 3:1, untuk mendapatkan 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Untuk perbandingan alkohol dan minyak nabati yang digunakan sendiri adalah 4,8:1, sehingga

mampu menghasilkan konversi sampai dengan 98% (Bradshaw, 1944). Secara umum apabila jumlah alkohol yang digunakan pada reaksi ini semakin banyak, maka hasil konversi yang dihasilkan akan semakin meningkat.

d) Pengaruh jenis alkohol

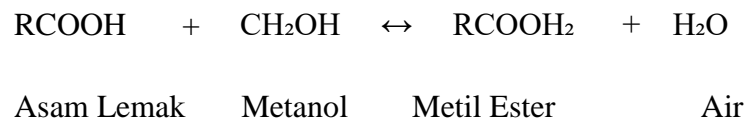
Pada proses transferifikasi ini jenis alkohol yang akan digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar yang akan di hasilkan. Jenis alkohol yang banyak digunakan pada reaksi transferifikasi adalah etanol dan metanol. Pada prosesnya sendiri biodisel akan menghasilkan *metil ester* ataupun *etil ester*. Biasanya untuk proses menggunakan etanol akan menghasilkan produk metil ester sedangkan untuk proses reaksi menggunakan etanol akan menghasilkan produk etil ester.

e) Pengaruh jenis katalis

Katalis juga sangat berpengaruh dalam proses ini, pada umumnya katalis yang banyak digunakan adalah katalis jenis basa. Karna katalis basa akan mempercepat pada proses transferifikasi jika dibandingkan dengan katalis asam. Jenis katalis basa *natrium hidroksida* (NaOH), *kalium hidroksida* (KOH), *natrium metoksida* (NaOCH₃), dan *kalium metoksida* (KOCH₃). Merupakan katalis yang telah banyak digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

2.4.6 Esterifikasi

Secara ilmiah esterifikasi merupakan reaksi pembentukan ester dari asam karboksilat dengan alkohol. Asam lemak bebas diubah menjadi *ester metil* asam lemak melalui pereaksian dengan methanol. Esterifikasi umumnya menggunakan katalis asam homogen seperti asam sulfat (H₂SO₄) dan asam klorida (HCl). Pada proses ini apabila menggunakan tahapan esterifikasi maka akan diikuti proses transferifikasi juga (Kasim, 2012). Di bawah ini merupakan reaksi antara Reaksi asam lemak menjadi *metil ester*.



Gambar 2. 3 Reaksi esterifikasi trigliserida (Ketaren S. , 1986).

Pada reaksi esterifikasi sendiri ada beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya adalah rasio mol metanol dengan minyak, waktu reaksi, suhu, konsentrasi katalis dan kandungan air pada minyak. Apabila semakin tinggi rasio mol metanol dengan minyak yang digunakan maka suhu optimum yang dapat beroperasi pada reaksi ini adalah 60°C (Kasim, 2012). Biasanya proses esterifikasi ini hanya dilakukan pada minyak mentah yang mengandung nilai *FFA* yang tinggi.

2.4.7 Metanol

Alkohol merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan biodiesel baik menggunakan reaksi transesterifikasi atau esterifikasi. Penggunaan alkohol dalam proses ini bertujuan untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk (Budiman dkk, 2014). Dalam proses pembuatan biodiesel sendiri alkohol yang banyak digunakan adalah jenis methanol (Laksono, 2013).

Methanol murni adalah bahan yang mudah terbakar karna methanol memiliki rumus kimi CH_3OH . Selain itu methanol juga memiliki nilai densitas sebesar 0,792 g/ml, Titik lelehnya -104°C dan titik didihnya yaitu $64,7^\circ\text{C}$, sedikit larut dalam air, eter, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10% (Budiman dkk, 2014). Adapun pemilihan methanol dalam pembuatan biodiesel sendiri karena methanol merupakan bahan yang memiliki nilai reaktivitas yang sangat tinggi serta memiliki rantai atom C pendek. Selain itu harga dari metanol sendiri cukup murah (Budiman dkk, 2014).

2.2.8 KOH

Kalium Hidroksida, biasa disebut potas api dengan rumus KOH. Namalain Kalium Hidroksida yaitu Kaustik Kalium, Potash Alkali, Potassia, Kalium Hidrat. Zat ini cepat menyerap karbon dioksida dan air dari udara. KOH atau Kalium Hidroksida adalah basa kuat yang terbuat dari logam alkali kalium yang bernomor atom 19 pada tabel periodik. Kalium Hidroksida adalah senyawa berbentuk Kristal dengan warna putih yang higroskopis. Untuk mendapatkan larutan KOH 10%, Kristal KOH atau Kalium Hidroksida harus di larutkan terlebih dahulu. Kalium hidroksida adalah senyawa yang sangat berbahaya. Dapat menyebabkan luka bakar kimia parah dan kebutaan, untuk itu semua peralatan keselamatan yang tepat, terutama pelindung mata harus digunakan.

2.2.9 Densitas

Densitas adalah jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume (Moehtar, 1989). Densitas suatu bahan tidak sama pada setiap bagiannya tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Satuan densitas adalah kg/m^3 . Dalam cgs adalah gram per centimeter kubik g/cm^3 , yang sering juga digunakan. Faktor konversi sangat berguna dimana $1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ (Young, 2002). Pengukuran densitas sebuah biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan piknometer ukuran 25 ml dan timbangan digital. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan rumus (Ketaren S. , 1986).

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

Keterangan:

ρ = massa jenis air (kg/m^3);

v = volume benda (m^3).

m = massa benda (kg);

2.2.10 Viskositas

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya perlawanan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair. Semakin tinggi viskositasnya, kental dan semakin sukar mengalir (Mirmanto., 2011). Untuk pengukuran viskositas biodiesel disebut dengan viskositas kinematik. Satuan viskositas kinematik adalah stoke dan *centistoke*. Pengukuran viskositas kinematik dilakukan dengan metode yang dianjurkan dalam SNI yaitu *ASTM D-445* yang menggunakan viskometer kapiler dan penangas (SNI 04-7182-2006).

Faktor- faktor yang mempengaruhi viskositas adalah sebagai berikut (Bird, 1994):

a. tekanan

viskositas cairan naik 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 akan 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 alkohol cepat, larutan minyak laju alirannya lambat dan

kekentalannya tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositas juga tinggi.

e. berat molekul

viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

f. kekuatan antar molekul

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

A. Viskositas Fluida

Viskositas suatu fluida didefinisikan dalam dua cara yang berbeda, dan kedua definisi ini sangat banyak digunakan.

a. Kekentalan Dinamik atau Absolute Viskositas Dinamis

Kekentalan Dinamik atau Absolute Viskositas Dinamis merupakan rasio tegangan geser yang dihasilkan ketika fluida mengalir. Dalam satuan SI diukur dalam pascal-detik atau newton detik per meter persegi, tapi centimeter-gram-detik (cgs) Unit, centipoise itu, lebih diterima secara luas, dengan 1 centipoise (cP) = 10^{-3} Pa. s = 10^{-3} N.s/m². Centipoise adalah satuan viskositas yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Reynolds persamaan dan berbagai persamaan pelumasan *elastohydro dynamic*.

b. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik adalah viskositas dinamis dibagi dengan kepadatan. Dalam Unit SI adalah meter persegi per detik, akan tetapi satuan cgs, Centistoke, lebih luas diterima, dengan 1 centistoke (Cst) = 1mm²/s. Untuk mendapatkan nilai viskositas kinematik dengan menggunakan rumus:

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

v = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (mPa.s)

ρ = Densitas (kg/m³)

Centistoke adalah unit yang paling sering dikutip oleh pemasok pelumas dan pengguna. Dalam prakteknya, perbedaan antara viskositas kinematik dan dinamis tidak paling penting untuk minyak. Viskositas kinematik menjadi parameter utama dalam penentuan mutu *metil ester*, karena memiliki pengaruh besar terhadap efektivitas *metil ester* sebagai bahan bakar. Minyak nabati memiliki viskositas jauh lebih besar dibanding viskositas bahan bakar diesel yang menjadi kendala penggunaan langsung minyak nabati sebagai bahan bakar. Salah satu tujuan utama transesterifikasi adalah menurunkan viskositas minyak nabati sehingga memenuhi standar bahan bakar diesel (Sumangat, 2008).

2.2.11. Titik nyala (*Flash Point*)

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap (Kholidah, 2014)

2.2.12 Nilai kalor (*Calorific Value*)

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*). 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).

2.2.13 Kelebihan dan Kekurangan Biodiesel

Biodiesel mempunyai banyak keunggulan jika dibandingkan dengan bahan bakar jenis lain. Biodiesel tidak beracun dan tidak menyebabkan efek rumah kaca. Biodiesel dapat terurai (*bio degradable*) dan dapat diperbarui (*renewable*). Biodiesel juga dapat memperpanjang umur mesin kendaraan, jika dibandingkan tingkat emisi CO₂ antara biodiesel dan diesel standar, biodiesel lebih baik dengan menghasilkan sampai 75% lebih sedikit emisi CO₂ dibandingkan dengan diesel standar.

Artinya dengan menggunakan lebih banyak biodiesel dari pada diesel standar, kita dapat mengurangi dampak perubahan iklim. Menggunakan biodiesel sebagai pengganti diesel standar tidak hanya akan membantu lingkungan, tetapi juga akan membantu meningkatkan kemandirian energi dan keamanan energi negara.

Menurut Firdaus (2010), biodiesel menghasilkan tingkat emisi hidrokarbon yang lebih kecil dibanding solar yaitu sekitar 30%, emisi CO juga lebih rendah sekitar 18%, emisi *particulate molecule* lebih rendah 17%, sedangkan untuk emisi Nox lebih tinggi sekitar 10%, dapat disimpulkan bahwa tingkat emisi biodiesel lebih rendah dibanding dengan solar, sehingga lebih ramah lingkungan. Kelemahan dari penggunaan biodiesel yaitu biodiesel sebagian besar masih diproduksi dari tanaman pangan yang dalam skenario terburuk menyebabkan peningkatan harga pangan dan bahkan meningkatkan kelaparan di dunia. Inilah alasan utama mengapa para ilmuwan melihat berbagai bahan baku biodiesel potensial lainnya (Inggit, 2006).