

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Minyak kelapa memiliki kadar asam lemak bebas (ALB) rendah (<1%) maka minyak kelapa merupakan bahan baku minyak nabati yang baik untuk biodiesel dengan demikian tidak diperlukan perlakuan pendahuluan (*netralisasi atau esterifikasi*), dan minyak dapat langsung direaksikan dengan metanol untuk menghasilkan biodiesel. Demikian juga dengan kadar air sebesar 0,152%, kadarnya berada dibawah batas maksimum yang diizinkan (0,5%) sehingga tidak diperlukan *treatment* untuk mengurangi kadar air dalam minyak tersebut. (Padil dkk., 2010). Karakteristik minyak kelapa dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Minyak Kelapa Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Biodiesel

No	Karakteristik	Satuan	Nilai
1	Kandungan asam lemak bebas (ALB)	%	0,656
2	Kandungan air	%	0,152
3	Massa jenis	kg/m ³	923,4
4	Viskositas kinematik	mm ² /s	10,29

(Sumber : Padil dkk., 2010)

Setelah didapatkan karakteristik yang dimiliki minyak kelapa bahan lain minyak yang dapat digunakan untuk bahan biodiesel adalah minyak kedelai (*Soybean oil*). Minyak kedelai Di Indonesia pertanaman kedelai terpusat di Jawa, Lampung, NusaTenggara Barat dan Bali. Rata-rata kandungan protein biji kedelai sekitar 35 %, sedangkan kandungan asam amino terbanyak adalah leusin sekitar 484 mg/g N₂. (Ketaren,S., 1986).

Minyak kedelai memiliki kadar asam lemak bebas (ALB) rendah (0,05%) maka minyak kedelai merupakan bahan baku minyak nabati yang baik untuk biodiesel. Kandungan minyak kedelai dapat dilihat pada tabel 2.2.

Minyak kedelai mengandung lebih kurang 85 % asam lemak tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh lebih mudah diabsorpsi usus dan lebih mudah dicerna daripada asam lemak jenuh. Nilai cerna asam lemak tidak jenuh dalam tubuh mencapai 94 %. (Ketaren,S., 1986). Minyak kedelai memiliki komposisi asam lemak minyak yaitu asam lemak jenuh dan tidak jenuh dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Kedelai

No	Karakteristik	Nilai
Asam lemak tidak jenuh (85 %)		
1	Asam linoleat	15 – 64 %
2	Asam oleat	11 – 60 %
3	Asam linolenat	1 – 12 %
4	Asam arachidonat	1,5 %
Asam lemak jenuh (15 %)		
1	Asam palmitat	7 – 10 %
2	Asam stearat	2 – 5 %
3	Asam arschidat	0,2 – 1 %
4	Asam laurat	0 – 0,1 %

(Sumber : Muchtadi, 2010).

Adapun penelitian pembuatan biodiesel yang mempengaruhi suhu proses terhadap kualitas biodiesel pembuatan biodiesel dapat dilakukan dalam skala rumah tangga tanpa harus memerlukan peralatan canggih dan sederhana. Suhu optimum dalam pembuatan biodiesel dan menghasilkan hasil biodiesel yang optimal adalah suhu 50°C dengan viskositas 5,923 cSt, densitas 864.648 kg/m³, *flash point* >110°C, dan rendemen biodiesel paling banyak 76% yang memenuhi Standar SNI.

Lama pengendapan atau *settling* biodiesel tidak berpengaruh terhadap kualitas biodiesel, namun semakin lama semakin bagus pemisahan antara biodiesel dan gliserol. Suhu proses pembuatan biodiesel mempengaruhi viskositas dan densitas sebuah biodiesel, semakin tinggi suhu semakin rendah viskositasnya dan densitasnya. (Wahyuni dkk., 2015).

Berikut hasil analisa pengaruh suhu dan lama pengendapan dapat dilihat pada tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 2.3 Analisa Pengaruh Suhu

Suhu proses	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	SNI
ρ (densitas) kg/m ³ (40°C)	869.418	864.648	864.590	964.707	865.792	850 – 890
V (viskositas kinematik (cSt) (40°C)	5.998	5.923	5.913	5.909	6.130	2.3 – 6.0
Titik nyala (40°C)	>110	>110	>110	>110	>110	>110
Rendemen (%)	46	76	74	72.5	52.5	

(Sumber : Wahyuni, 2015)

Tabel 2.4 Analisa Lama Pengendapan

Lama waktu pengendapan	48 jam	96 Jam	144 jam	192 jam	240 jam	SNI
ρ (densitas) kg/m ³ (40°C)	861.049	862.189	861.979	861.406	861.654	850 – 890
V (viskositas kinematik (cSt) (40°C)	5.797	5.872	5.804	5.763	5.832	2.3 – 6.0
Titik nyala (40°C)	>110	>110	>110	>110	>110	>110
Rendemen (%)	76	75	76.25	74.75	77	

(Sumber : Wahyuni, 2015)

Berdasarkan dengan judul penelitian mengenai pembuatan biodiesel dari minyak kelapa melalui proses *trans-esterifikasi* maka didapatkan Peningkatan perbandingan mol minyak kelapa : mol etanol akan meningkatkan perolehan (*yield*) biodiesel, namun peningkatan temperatur reaksi tidak memberikan peningkatan yang cukup signifikan terhadap perolehan (*yield*) biodiesel.

Peningkatan perbandingan mol minyak kelapa : mol etanol dan peningkatan temperatur reaksi tidak memberikan perubahan yang cukup signifikan terhadap densitas, viskositas kinematik dan flash point biodiesel yang dihasilkan. Perolehan (*yield*) maksimum dicapai pada perbandingan mol minyak kelapa : mol etanol 1 : 7, temperatur reaksi 70° C dan 80° C sebesar 160 % dari bahan baku minyak kelapa yang digunakan. Pada tabel 2.5 hasil analisa karakteristik biodiesel kelapa (Pardi, Satriananda., 2008).

Tabel 2.5 Analisa Karakteristik Biodiesel Kelapa

Nama Sampel	Densitas (gr/cm ³)	Viskositas Kinematik (cSt)	Flash Point (°C)
Biodiesel Kelapa	0,809 - 0,812	1,498 – 1,650	78 – 79

(Sumber : Pardi, Satriananda., 2008)

Menurut penelitian dari Kumar bahwa pemanfaatan minyak kelapa sebagai bahan baku pembuatan biodiesel adalah mampu mengefisiensikan waktu dan pemakaian bahan kimia sebagai pelarut dalam proses transesterifikasi (Kumar dkk., 2010).

Berdasarkan penelitian yang berjudul perbaikan karakteristik biodiesel jarak pagar pada suhu rendah melalui kombinasi campuran dengan berbagai jenis minyak nabati maka didapatkan karakteristik biodiesel hasil campuran masih memiliki kekurangan dibandingkan dengan solar khususnya pada nilai titik awannya. sedangkan untuk nilai parameter kualitas lainnya seperti viskositas dan densitas masih berada dalam batas aman ASTM dan SNI. (Indrayanti., 2009).

Pada tabel 2.6 dan tabel 2.7 diperoleh hasil analisa campuran biodiesel jarak pagar dengan biodiesel kelapa dan analisa campuran biodiesel jarak pagar dengan biodiesel kedelai.

Tabel 2.6 Analisa Campuran Biodiesel Dari Jarak Pagar Dengan Biodiesel Dari Kelapa

Perlakuan	Konsentrasi		Karakteristik	
	Jarak %-v/v	Kelapa % v/v	Densitas g/cm ³	Viskositas mm ² /detik
J100	100	0	0,8765	8,50
C100	0	100	0,8805	5,67
JC10	10	90	0,8804	2,83
JC20	20	80	0,8804	5,67
JC30	30	70	0,8802	2,84
JC50	50	50	0,8792	5,68
JC60	60	40	0,8793	5,68
JC70	70	30	0,8785	5,69
JC80	80	20	0,8790	5,69
JC90	90	10	0,8788	5,69

(Sumber : Indrayanti., 2009)

Tabel 2.7 Analisa Campuran Biodiesel Dari Jarak Pagar Dengan Biodiesel Dari Kedelai

Perlakuan	Konsentrasi		Karakteristik	
	Jarak %-v/v	Kedelai %-v/v	Densitas g/cm ³	Viskositas mm ² /detik
J100	100	0	0,8765	8,50
K100	0	100	0,8826	8,40
JK10	10	90	0,8830	5,66
JK20	20	80	0,8828	5,66
JK30	30	70	0,8822	5,66
JK40	40	60	0,8817	5,67
JK50	50	50	0,8805	5,67

Perlakuan	Konsentrasi		Karakteristik	
	Jarak %-v/v	Kedelai %-v/v	Densitas g/cm ³	Viskositas mm ² /detik
JK60	60	40	0,8803	5,67
JK70	70	30	0,8790	5,68
JK80	80	20	0,8782	5,69
JK90	90	10	0,8777	8,54

(Sumber : Indyranti., 2009)

Berdasarkan penelitian setyaningsih pada penelitiannya, Minyak jarak pagar kaya akan asam lemak tidak jenuh, sedangkan minyak tropis lainnya, seperti minyak sawit dan kelapa, kaya akan asam lemak jenuh. Pencampuran biodiesel jarak pagar dengan biodiesel kedelai, biji rapa, sawit dan kelapa menghasilkan sifat yang beragam, yang berada di antara sifat masing-masing komponen murninya.

Biodiesel jarak pagar pada konsentrasi 50 – 70% dalam campuran jarak pagar-kelapa memiliki nilai titik awan dan titik tuang yang lebih baik (masing-masing 9°C dan -6°C), dibandingkan biodiesel jarak pagar (12°C, 0°C) dan biodiesel kelapa (15°C, 9°C).

Pencampuran jarak pagar dengan kelapa selanjutnya dipelajari menggunakan dua metode yakni metode 1 adalah pencampuran dalam bentuk biodiesel dan metode 2 adalah dalam bentuk minyak sebelum proses biodiesel. Pencampuran metode 2 menghasilkan titik awan yang lebih tinggi dan titik tuang yang lebih rendah dibanding metode 1 dan nilainya relatif konstan. (Setyaningsih dkk., 2010). Hasil karakteristik biodiesel dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Hasil karakteristik biodiesel

No	Biodiesel	Titik awan (° C)	Titik tuang (° C)	Viskositas (cSt, 40 ° C)	Densitas (g/ml, 40 ° C)
1	Jarak	12	0	8,557	0,8765
2	Kelapa	15	6	5,679	0,8805
3	Kelapa sawit	18	12	8,566	0,8756
4	Biji rapa	0	-6	8,566	0,8756
5	Kedelai	9	0	8,498	0,8826

(Sumber : Setyaningsih dkk., 2010)

Berdasarkan penelitian – penelitian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan minyak nabati antara minyak kelapa dan minyak kedelai. Proses *transesterifikasi* pada bahan baku minyak nabati harus memenuhi syarat mengandung asam lemak bebas (ALB) 0,5-1% (Ma & Hanna, 1999).

Sedangkan minyak kelapa memiliki kadar asam lemak bebas 0,656 % (Padil dkk., 2010), 0,20 % (Indrayanti., 2009). Sehingga minyak kelapa dan minyak kedelai melalui proses reaksi *transesterifikasi* kemudian setelah didapat biodiesel kelapa dan biodiesel kedelai lalu dilakukan pencampuran dengan memperhatikan optimasi komposisi campuran terhadap sifat biodiesel.

Dari data terlihat nilai viskositas biodiesel kelapa lebih rendah dibanding biodiesel kedelai oleh sebab itu, penelitian yang berjudul pengaruh komposisi campuran terhadap sifat biodiesel dengan bahan baku campuran minyak kelapa dan minyak kedelai ingin mengetahui perbedaannya.

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *mono – alkil ester* dari rantai panjang asam lemak yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarui seperti minyak tumbuhan dan hewan. Biodiesel bersifat biodegradable, hampir tidak mengandung sulfur, dan bahan bakar. Alternatif bahan bakar terdiri dari metil atau etil ester, hasil transesterifikasi baik dari trigliserida (TG) atau *esterifikasi* dari asam lemak bebas (FFA) (Ma dkk., 1999).

Bahan bakar biodiesel menjadi lebih menarik karena manfaatnya terhadap lingkungan. Tanaman dan minyak nabati serta lemak hewani adalah sumber biomassa yang dapat diperbaharui (Zheng, S. dkk.,2006).

Saat ini, sebagian besar biodiesel muncul dari transesterifikasi sumber daya yang dapat dimakan, seperti lemak hewan, minyak nabati, dan bahkan limbah minyak goreng, dengan proses katalis kondisi basa. Namun, konsumsi tinggi katalis, pembentukan sabun, dan rendahnya hasil panen membuat biodiesel saat ini lebih mahal daripada bahan bakar yang diturunkan dari minyak bumi (Haas,M.J., 2005).

Biodiesel dihasilkan dengan mereaksikan minyak tanaman dengan alkohol menggunakan zat basa sebagai katalis pada suhu dan komposisi tertentu, sehingga akan menghasilkan dua zat yang disebut alkil ester (umumnya metil atau ethyl ester) dan gliserin. Proses reaksi di atas biasa disebut dengan proses “*transesterifikasi*”. *Methyl/ethyl* yang didapat perlu dimurnikan untuk dimanfaatkan dalam pembuatan sabun (Susilo., 2006).

2.2.2. Karakteristik Produk Biodiesel

Karakteristik bahan bakar minyak yang akan dipakai pada suatu penggunaan tertentu untuk mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui terlebih dahulu dengan maksud agar hasil pembakaran dapat tercapai secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar minyak khususnya minyak biodiesel yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

a. Densitas

Berat jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Parameter seperti densitas atau berat jenis minyak atau biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak, ketidakjenuhan, dan temperatur lingkungan (Formo., 1979).

Berat jenis bahan bakar diesel diukur dengan menggunakan metode ASTM D 287 atau D 1298 dan memiliki satuan kilogram per meter kubik (kg/m^3) (Mittelbach, Remschmidt., 2006). Nilai densitas biodiesel dapat diprediksikan dari nilai densitas asam lemak penyusunnya (Noureddini dkk., 1992).

b. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan pada pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Minyak nabati tidak cocok diaplikasikan langsung sebagai bahan bakar mesin diesel karena viskositasnya yang tinggi. Jika viskositas semakin tinggi, maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi.

Viskositas asam lemak lebih tinggi dari pada metil atau etil esternya karena adanya ikatan hidrogen intermolekular dalam asam di luar grup karboksil. Viskositas metil ester tidak jenuh akan menurun dengan adanya ketidakjenuhan, tetapi ikatan rangkap berturut-turut tidak terlalu berpengaruh terhadap fluiditas daripada ikatan rangkap tunggal dalam rantai asam lemak (Formo., 1979).

Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Viskositas dan tegangan permukaan merupakan faktor yang penting dalam mekanisme atomisasi bahan bakar sesaat setelah keluar dari *nozzle* menuju ruang pembakaran (Soerawidjaja dkk., 2005). Viskositas yang tinggi sangat menguntungkan karena akan meningkatkan daya lumas bahan bakar terhadap mesin diesel. Namun bahan bakar dengan viskositas terlalu

tinggi tidak diharapkan karena akan menghambat proses pembakaran (Tyson ., 2004).

c. Titik nyala (*Flash Point*)

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh api di atas permukaannya (Wahyuni., 2015). Titik nyala (*flash point*) merupakan pengukuran temperatur dimana bahan bakar harus dipanaskan sehingga uap air dan udara diatas bahan bakar dapat terbakar. Bahan bakar diesel memiliki titik api relatif tinggi (min. 54°C, umumnya 71°C). Titik api yang rendah dapat disebabkan oleh sisa ethanol/methanol pada ester.

Titik nyala *ethyl ester* yang dibuat dari bahan alam dapat sangat berbeda, hal ini disebabkan kemurnian bahan baku dari sumber alam yang beragam, sehingga sulit untuk membandingkan nilai titik api dari ester yang dihasilkan. (Pardi, Satriananda., 2008).

d. Nilai kalor

Nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dapat dilepaskan pada setiap satu satuan berat bahan bakar apabila terbakar habis dengan sempurna (dalam satuan kal/g). Sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang dilepaskan per satuan berat bahan bakar semakin tinggi dan nilai kalor semakin meningkat semakin panjangnya rantai asam lemak (Irvansyah., 2014).

Hasil nilai kalor biodiesel dari minyak sawit sebesar 9657.84 kal/g (Lee., 2004), sedangkan dari minyak jarak pagar sebesar 8932.9 kal/g (Pramanik., 2003). Perbedaan dan rendahnya nilai kalor ini dikarenakan adanya perbedaan molekul pembentuk senyawa minyak nabati seperti asam palmitat, asam stearat dan asam oleat. Semakin banyak kandungan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya (C=C) pada biodiesel, maka akan mengurangi nilai kalor dari biodiesel (Hanif., 2012).

2.2.3. Sifat Minyak

a. Minyak kelapa

Minyak biodiesel yang bersumber dari minyak kelapa dapat dibuat secara mudah dengan cara mereaksikan (mencampurkan) minyak kelapa dengan methanol dan katalis NaOH yang akan menghasilkan biodiesel dan gliserin. Tingkat keberhasilan dalam proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan, temperatur pemanasan dan kadar katalis serta kandungan air ketika pembuatan sodium metoksid. Bahan bakar biodiesel minyak kelapa mempunyai potensi besar untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel/solar.

Flash point dari biodiesel kelapa lebih rendah dari pada solar. Nilai kalor bahan bakar biodiesel minyak kelapa setara dengan solar. (Darmanto dan Sigit., 2006). Produksi biodiesel dari tumbuhan umumnya dilaksanakan melalui proses yang disebut dengan transesterifikasi. *Transesterifikasi* terkadang disebut alkoholisis, atau mengacu pada jenis alkohol yang digunakan maka disebut metanolisis atau etanolisis.

Transesterifikasi merupakan reaksi pemindahan alkohol dari suatu ester oleh alkohol lain yang meliputi rangkaian tiga reaksi dapat balik yang berurutan. Pertama adalah konversi trigliserida menjadi digliserida, diikuti konversi *digliserida* menjadi monogliserida dan yang terakhir monogliserida menjadi gliserin. Tiap tahap menghasilkan satu molekul ester (Demirbas., 2005).

Tabel 2.9 Komposisi Asam Lemak Penyusun Minyak Kelapa

Kandungan asam lemak		Konsentrasi (%b/b)
Asam lemak	Atom C	
Asam kaprilat	C8:0	8,3
Asam kaprat	C10:0	6
Asam Laurat	C12:0	46,7
Asam miristat	C14:0	18,3
Asam palmiat	C16:0	9,2
Asam stearat	C18:0	2,9
Asam oleat	C18:1	6,9
Asam linoleat	C18:2	1,7

Kandungan asam lemak		Konsentrasi
Asam lemak	Atom C	(%b/b)
Asam linolenat	C18:3	0,00
Asam lemak jenuh		91
Asam lemak tidak jenuh		9

(Sumber : Sarin dkk, 2007)

Semakin besar konsentrasi katalisator maka jumlah biodiesel yang diperoleh semakin besar sehingga tercapai kondisi kesetimbangan. Semakin besar rasio etanol/minyak kelapa yang digunakan, maka biodiesel yang diperoleh semakin banyak, ditandai dengan semakin besarnya *yield* yang diperoleh. Hasil biodiesel yang relatif baik dan yang masuk dalam spesifikasi standar dan mutu biodiesel diperoleh pada konsentrasi katalis KOH 0,75-0,90% b/v dan rasio minyak kelapa/etanol 3:1 – 5:1. (Astuti., 2008).

Menurut Rindengan dan Novarianto (2004), menyatakan bahwa sifat fisik dan kimia merupakan parameter yang sangat berguna untuk menentukan penggunaan yang tepat dari minyak tersebut. Sifat tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi tahapan dari suatu rangkaian pengolahan dan mutu minyak tersebut.

Sifat fisik minyak terdiri dari warna, titik didih, titik awal mencair (*shot melting point*), berat jenis, indeks bias, titik asap, titik nyala, titik api, titik kekeruhan, titik cair dan polimorfisme, serta bau dan rasa. Sifat fisik lain diantaranya banyak digunakan untuk mengevaluasi minyak setelah melewati suatu proses pengolahan misalnya pemanasan. Untuk minyak kelapa murni, sifat fisik yang perlu diketahui adalah warna, kekentalan, titik cair, titik asap dan indeks bias.

Sifat kimia yang paling penting adalah sifat terhidrolisis dan teroksidasi yang masing-masing dapat ditentukan dengan mengukur bilangan asam dan bilangan peroksida. Sifat kimia lainnya adalah jenis asam lemak yang ditentukan dengan bilangan penyabunan. Sementara sifat kejenuhannya ditentukan dengan bilangan iodin.

Tabel 2.10 Sifat Fisik Minyak Kelapa Murni

Umur (bulan)	Fermentasi	Cara Saring	Bil. Iod (g iod/100 g minyak)	Bil. Penyabunan	Titik Beku (°C)	Titik Leleh (°C)	Berat Jenis
11	12	Kertas	8,91	261,05	16	15	0,921
	3	Kertas	8,86	259,13	17	13	0,919
12	12	Kertas	8,91	262,62	17	16	0,921
	3	Kertas	8,59	258,98	17,5	12	0,920

(Sumber : Rindengan dan Novarianto., 2004)

b. Minyak Kedelai

Kedelai adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar makan seperti kecap, tahu dan tempe, tauco, taoji, susu kedelai, dan tauge. Kedelai merupakan sumber bahan pangan nabati dimana untuk setiap 100 gram bahan kering terdiri dari 35 gram protein, 35 gram karbohidrat, 18-20 gram lemak, serta kandungan gizi lainnya.

Menurut Pryde (1980) komposisi kedelai terdiri dari protein 40%, lipid 20%, selulosa dan hemi selulosa 17%, gula 7%, serat kasar 5%, dan abu 6%. Dari kandungan lemak yang ada, 85 persen dari jumlah tersebut terdiri dari asam lemak tidak jenuh yang bebas kolestrol.

Disamping itu di dalam lemak atau minyak kedelai terkandung beberapa posfolipida penting yaitu lesitin, sepalin dan lipositol. Karena tinggi kandungan minyaknya, maka kedelai merupakan sumber minyak makan yang penting.

Kedelai (*Glycine max*, L) adalah tanaman semusim yang biasa diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Menurut (Ketaren, S., 1986) kandungan minyak dan komposisi kimia asam lemak dalam Kedelai dipengaruhi oleh varietas dan keadaan iklim tempat tumbuh.

Tabel 2.11 Komposisi asam lemak pada minyak kedelai

Kandungan asam lemak		Konsentrasi (%b/b)
Asam lemak	Atom C	
Asam kaprilat	C9:0	0,00
Asam kaprat	C10:0	0,00
Asam Laurat	C12:0	0,00
Asam miristat	C14:0	0,1
Asam palmiat	C16:0	10,3
Asam stearat	C18:0	4,7
Asam oleat	C18:1	22,5
Asam linoleat	C18:2	54,1
Asam linolenat	C18:3	8,3
Asam lemak jenuh		16
Asam lemak tidak jenuh		84

(Sumber : Sarin dkk., 2007)

2.2.4. Perbedaan sifat dan proses pembuatan dari minyak kelapa goreng dan minyak kelapa (VCO)

a. Minyak Kelapa Goreng

Pembuatan minyak kelapa secara umum dapat dilakukan dengan cara kering dan cara basah (Kusumastuti, 1990). Cara kering dilakukan dengan mengepres kopra dengan mutu minyak yang dihasilkan ditentukan oleh mutu kopra dan proses pemurniannya. Sedangkan cara basah, minyak dibuat dengan santan yang lebih kental dengan cara tradisional (teknik pengolahan dengan pemanasan), dan dengan teknik pengolahan tanpa pemanasan (Arwiyanti dan Kristina., 2008).

Proses tradisional melalui cara pemanasan menghasilkan minyak dengan kualitas rendah karena kandungan air tinggi yang menyebabkan ketengikan (Che-Man dkk., 1996).

Tabel 2.12 Sifat Dan Kandungan Minyak Kelapa Goreng

Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh :		
Asam Kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0 – 0,8
Asam Kaprilat	$C_7H_{15}COOH$	5,5 – 9,5
Asam Kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5 – 9,5
Asam Laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	44 – 52
Asam Palmiat	$C_{13}H_{27}COOH$	7,5 – 10,5
Asam Stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	1 – 3
Asam Arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	0 – 0,4
Asam lemak tidak jenuh:		
Asam Palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0 – 1,3
Asam Asam Oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	5 – 8
Asam Linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5 – 2,5

(Sumber : Ketaren, S.,1986)

b. Minyak Kelapa (VCO)

Minyak Kelapa (VCO) adalah dengan metode sentrifugasi. Sentrifugasi merupakan salah satu metode dengan cara mekanik. Metode sentrifugasi dilakukan dengan memutuskan ikatan lemak – protein pada santan dengan cara pemutaran (pemusingan), yaitu dengan gaya sentrifugal. Setelah dilakukan sentrifugasi air dan minyak akan terpisah dengan sendirinya, hal ini terjadi karena berat jenis minyak dan air berbeda.

VCO yang dihasilkan secara sentrifugasi lebih baik jika dibandingkan dengan VCO yang diperoleh secara pemanasan ataupun secara fermentasi. Pembuatan VCO dengan metode sentrifugasi akan menghasilkan rendemen yang tinggi, karena pada pembuatan VCO secara sentrifugasi, pemisahannya terjadi secara alami tanpa memerlukan pemanasan ataupun bantuan fermentor (Abdurrahman dkk., 2009).

Bahan baku VCO yang mudah didapatkan di luwuk, Sulawesi Tengah dan hasil produk yang memiliki banyak manfaat, membuat usaha ini semakin menarik untuk dijalankan, apalagi usaha ini juga memiliki prospek yang baik karena harga jual VCO dipasaran berkisar rata – rata Rp 110.000/liter. (Oktaviany Sylvia, dkk., 2015)

Tabel 2.13 Sifat Dan Kandungan Dari Minyak Kelapa (VCO)

Asam lemak	Jumlah (%)
Asam Laurat	46,01 %
Asam Kaproat	0,40 %
Asam Kaprilat	5,15 %
Asam Kaprat	5,13 %
Asam Miristat	20,03 %
Asam lemak	Jumlah (%)
Asam Palmitat	10,81 %
Asam Oleat	8,75 %
Asam Setearat	3,56 %
Asam Linoleat	0,04 %
Asam Linolenat	0,09 %

2.2.5. Keuntungan Penggunaan Biodiesel

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif pengganti solar yang terbuat dari minyak tumbuhan, tidak mengandung sulfur dan tidak beraroma. Penelitian yang telah dilakukan tentang biodiesel dan telah ditemukan penggunaan langsung minyak tanaman murni sebagai pengganti solar. Dibanding bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, meliputi:

- Biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat terus diperbaharui.
- Ramah lingkungan karena tidak ada emisi gas sulfur.
- Aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun.
- Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia.
- Memungkinkan diproduksi dalam skala kecil dan menengah sehingga bisa diproduksi di daerah pedesaan.

- f. Menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing yang harganya selalu berfluktuasi dan terus meningkat.

2.2.6. Proses Pembuatan Biodiesel

Proses pembuatan biodiesel adalah proses pereaksian asam lemak dan alkohol dengan bantuan katalis yang membentuk metil ester. Alkohol yang biasa digunakan untuk pereaksi adalah metanol. Metanol dominan digunakan karena merupakan alkohol yang mudah dan murah, sehingga cocok untuk pembuatan biodiesel komersial. Pembuatan biodiesel dapat menggunakan katalis basa maupun katalis asam. Proses pembentukan metil ester menggunakan katalis asam disebut dengan *esterifikasi*, dan pembentukan metil ester menggunakan katalis basa disebut proses *transesterifikasi*, berikut penjelasannya :

a. *Esterifikasi*

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. *Esterifikasi* mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis – katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat dan karena ini asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis – katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial.

Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperature rendah (misalnya paling tinggi 120°C), reaktan methanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air produk ikutan reaksi harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi – kombinasi yang tepat dari kondisi – kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam – asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam satu sampai beberapa jam.

Katalis-katalis yang cocok digunakan pada tahap pre-esterifikasi adalah zat berkarakter asam kuat. Asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja., 2006). Reaksi esterifikasi asam lemak bebas ditunjukkan pada Gambar 2.1.

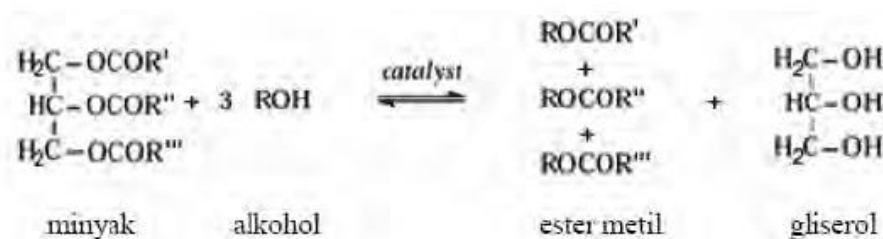


Gambar 2.1 Reaksi Esterifikasi Asam Lemak Bebas Dengan Metanol

b. *Transesterifikasi*

Transesterifikasi (biasa disebut dengan *alkoholisis*) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol – alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber / pemasok gugus alkil, methanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut *metanolisis*). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam – asam lemak (*Fatty Acids Metil Ester*, FAME).

Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat. Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa karena fungsi katalis dapat mempercepat reaksi. Alkohol yang sering digunakan yaitu metanol, karena harganya lebih murah di bandingkan dengan turunan alkohol lainnya (Lotero dkk., 2004, Meher dkk., 2004). Transesterifikasi secara luas digunakan untuk mengurangi viskositas trigliserida dengan meningkatkan kandungan fisik bahan bakar terbaharukan untuk meningkatkan kinerja mesin (Fukuda dkk., 2001). Reaksi transesterifikasi gliserida dengan metanol dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Reaksi *Transesterifikasi* Trigliserida Dengan Metanol

Proses *transesterifikasi* dipengaruhi oleh beberapa faktor tergantung kondisi reaksinya. Faktor tersebut diantaranya adalah kandungan asam lemak bebas dan kadar air minyak, jenis katalis dan konsentrasinya, perbandingan

molar antara alkohol dengan minyak dan jenis alkohol, suhu dan lamanya reaksi, intensitas pencampuran dan penggunaan *co-solvent* organik (Meher dkk., 2004).

2.2.7. Spesifikasi Standar 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. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) syarat mutu biodiesel seperti terlihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 Syarat Mutu Biodiesel SNI 7182 – 2015

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40°C	Kg/m ³	850 - 890
2	Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
7	Residu karbon - dalam percontoh 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 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

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
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	menit	480
	Periode induksi metode petro oksidasi		36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

(Sumber : BSN., 2015)