

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sudradjat, dkk (2005) melakukan pembuatan biodiesel dari minyak jarak pagar dengan 2 tahap yaitu proses esterifikasi dan proses transesterifikasi. Proses esterifikasi menggunakan katalis HCl (1 % dan 2 %), persentase metanol terhadap minyak 0 ; 5 ; 10 ; 15 dan 20 % dan lama reaksi (1 jam dan 2 jam), dengan suhu 60 °C. Pada proses transesterifikasi menggunakan katalis NaOH, persentase metanol terhadap minyak 0 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 15 dan 20 %, lama reaksi 0,5 jam dan 1 jam dan suhu konstan pada 60 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses esterifikasi menggunakan metanol 10% dapat menurunkan bilangan asam secara nyata sampai persyaratan standar ASTM PS-121 ($< 0,8$ mg KOH/g minyak). Pada proses transesterifikasi menggunakan metanol 10% kekentalannya menurun sampai memenuhi persyaratan standar ASTM PS-121 ($< 6,0$ cSt). Meskipun kerapatan tidak menurun secara signifikan, tetapi nilainya memenuhi standar Eropa yaitu 0,87 - 0,90 g/ml. Hasil analisa lengkap sifat fisiko-kimia biodiesel dari sampel yang diolah pada kondisi optimum menunjukkan seluruh sifatnya memenuhi persyaratan ASTM PS-121.

Sumangat, dkk (2008) melakukan penelitian pembuatan biodiesel minyak Jarak pagar (*Jatropha curcas*) dengan proses transesterifikasi satu dan dua tahap, transesterifikasi satu tahap menggunakan katalis KOH sebanyak 1,5% bobot minyak dilarutkan dalam metanol disertai pengadukan selama 15 menit hingga terbentuk larutan metanolik KOH. Larutan metanolik-KOH ini dicampurkan ke dalam minyak jarak dengan kecepatan pengadukan 400 rpm dan waktu 60 menit. Pada transesterifikasi dua tahap, larutan metanolik-KOH digunakan sebagian dahulu (50 %). Reaksi transesterifikasi dilangsungkan selama 30 menit. Kemudian campuran reaktan diendapkan selama dua jam hingga terpisah menjadi dua lapisan. Lapisan metil ester yang berada di bagian atas dipisahkan dan direaksikan kembali dengan sisa 50 % larutan metanolik-KOH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses transesterifikasi satu tahap pada suhu 30 °C dengan nisbah molar metanol-minyak 5:1 menghasilkan karakteristik biodiesel terbaik yaitu viskositas kinematik

3,89 cSt, densitas 0,88 g/cm³ dan bilangan asam 0,48 mg KOH/g sampel dan Rendemen (*yield*) biodiesel pada proses satu tahap adalah 77,99 %, lebih tinggi dibandingkan proses dua tahap yaitu 70,80 %.

Setyaningsih, dkk (2010) melakukan penelitian menggunakan dua metode pencampuran 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. Pencampuran jarak pagar dengan kelapa Pencampuran 55% biodiesel jarak pagar dengan biodiesel laurat (75% laurat metil ester) menunjukkan titik awan dan titik tuang minimum (-3 °C; -18°C). Titik minimum ini disebut titik *eutectic* yang mencerminkan keseimbangan yang ideal dari cair-padat di antara metil ester jenuh rantai sedang dan metil ester tidak jenuh rantai panjang. Komposisi metil ester biodiesel ini adalah laurat 34,03%, miristat 0,31%, palmitat 8,91%, stearat 3,82% dan oleat 46,17%. Hasil ini juga menunjukkan peran laurat, suatu asam lemak jenuh rantai sedang, yang dominan dalam biodiesel kelapa (48,11%).

Tazora (2011) melakukan penelitian menggunakan dua metode pencampuran yakni metode 1 adalah dalam bentuk minyak sebelum proses biodiesel dan metode 2 adalah pencampuran dalam bentuk biodiesel. Perbandingan terbaik diperoleh pada pencampuran 80% minyak jarak pagar dengan 20% minyak biji karet yang mampu menurunkan viskositas biodiesel jarak pagar menjadi 5,92cSt serta meningkatkan bilangan setana biodiesel biji karet menjadi 52, dan pada pencampuran 80% biodiesel jarak pagar dengan 20% biodiesel biji karet mampu menurunkan viskositas biodiesel jarak pagar menjadi 5,75 cSt dan meningkatkan bilangan setana biodiesel biji karet menjadi 51,8 sehingga memenuhi SNI atau *ASTM*. Sedangkan pencampuran yang memberikan nilai viskositas kinematik dan bilangan setana yang terbaik adalah pada campuran 20% biodiesel biji karet dengan 80% biodiesel jarak pagar. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan SNI atau *ASTM* kecuali kandungan air dan sedimen. Nilai ini cukup tinggi untuk semua biodiesel yang dihasilkan.

Dewi (2015) melakukan penelitian tentang produksi biodiesel dari minyak Jarak kepyar (*Ricinus communis*) dengan microwave. Adapun tahapan pembuatan biodiesel yaitu transesterifikasi, pemisahan, pencucian, pengeringan, dan analisis produk (biodiesel). Transesterifikasi merupakan reaksi antara trigliserida pada minyak Jarak kepyar (*Ricinus communis*) dengan alkohol menjadi alkil ester. Transesterifikasi minyak Jarak kepyar (*Ricinus communis*) menggunakan microwave ini dilakukan dengan variasi rasio mol dengan metanol pada variasi 1:3, 1:6, 1:9. Hasil analisis didapatkan reaksi transesterifikasi menggunakan *microwave* mencapai kondisi optimum pada rasio 1:6 dan menghasilkan *yield* sebesar 92,67% dengan waktu 10 menit. Densitas biodiesel yang dihasilkan sebesar 0,94 g/ml dan viskositas sebesar 16,11 mm²/s. Biodiesel yang dihasilkan dalam penelitian belum memenuhi standar SNI dan masih diperlukan evaluasi serta penelitian lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

Elma, dkk (2016) melakukan penelitian pembuatan biodiesel dengan mencampurkan minyak kelapa dan minyak jelantah. Proses pembuatan biodiesel campuran minyak kelapa dan minyak jelantah pada proses esterifikasi menggunakan katalis H₂SO₄ dengan komposisi 0,5% dengan waktu 60 menit, serta pada proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH dengan komposisi 0,9% dengan waktu 70 menit didapat sampel terbaik yakni pada komposisi 50MJ:50MK dengan nilai gliserol total 0,23%, angka asam sebesar 0,2117, angka penyabunan sebesar 198,41, ester content sebesar 98,163% water content sebesar 0,56 ppm. Keseluruhan dari hasil analisa biodiesel tersebut memenuhi standar EN 14214.

Kolo, dkk (2016) melakukan penelitian tentang produksi biodiesel dari minyak biji Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Pembuatan biodiesel dilakukan dengan dua proses yaitu proses esterifikasi dan proses transesterifikasi. Proses Esterifikasi menggunakan campuran 10 ml metanol dengan 1 ml katalis asam yaitu H₂SO₄ sebanyak 2% (v/v) yang dipanaskan pada suhu 60°C selama 90 menit. Proses Transesterifikasi menggunakan campuran metanol dengan katalis KOH 0,3%. Banyaknya metanol yang dicampur dengan KOH dibuat bervariasi yaitu: 10, 20, 30, dan 40. Campuran tersebut direaksikan dengan cara memanaskannya pada suhu 60°C selama 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh variasi

konsentrasi metanol terhadap sifat fisika-kimia biodiesel dimana proses esterifikasi dan transesterifikasi mampu mengkonversi asam lemak bebas dan trigliserida menjadi metil ester. Analisis keragaman dan uji BNT menunjukkan konsentrasi efektif metanol untuk meningkatkan mutu biodiesel yaitu 30 % dengan kerapatan sebesar 0,8802 mg/l dan bilangan asam sebesar 4,72 mg KOH/g serta kekentalan sebesar 6,32 mm²/s.

Azka (2017) melakukan penelitian pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak jarak dan minyak kelapa . Pada prosesnya kedua minyak tersebut melalui dua tahapan yaitu proses esterifikasi dan transesterifikasi. Minyak jarak dan minyak kelapa dicampur pada temperatur 80 °C dengan waktu 30 menit dengan variasi campuran : 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10, 100:0 (%). Proses esterifikasi menggunakan katalis asam homogen yaitu (H₂SO₄) dengan waktu reaksi 60 menit dengan suhu 80 °C, dan pada proses transesterifikasi menggunakan katalis basa homogen yaitu (KOH), dengan waktu reaksi 60 menit dengan suhu 60 °C. Komposisi campuran minyak jarak dan minyak kelapa yang memberikan sifat paling optimal diperoleh pada komposisi campuran minyak jarak 10 % : minyak kelapa 90 %. Karakteristik yang dihasilkan diantaranya nilai densitas sebesar 852,886 kg/m³, viskositas sebesar 5,9 cSt, dan *flash point* sebesar 117,45 °C. Namun berbeda dengan nilai kalor yang dihasilkan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan variasi komposisi lainnya yaitu sebesar 9064,68 kal/g. Karakteristik biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan SNI 7182-2016 atau ASTM D6751.

2.2 Landasan teori

2.2.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar berbasis non-petroleum yang tersusun atas metil ester yang diperoleh dari transesterifikasi trigliserida (TG) atau esterifikasi asam lemak bebas (ALB) dengan alkohol yang memiliki berat molekul rendah (Loterio dkk., 2004). Selain itu, biodiesel juga merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable*),

dapat diproduksi secara lokal dan bersifat ramah lingkungan (Ramadhas dkk., 2005; Cvengros dkk., 2006).

Biodiesel diperoleh dari minyak tumbuh-tumbuhan, lemak binatang atau minyak bekas melalui proses transesterifikasi dengan alkohol. Biodiesel tergolong bahan bakar yang dapat diperbaharui karena bahan bakunya berasal dari bahan alam yang dapat diperbaharui dengan cepat dan tidak membutuhkan waktu yang sangat lama (Dewi, 2013).

Proses konversi trigliserida menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa. Kandungan asam lemak bebas pada minyak nabati dapat mengganggu reaksi transesterifikasi, karena akan bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun. Perlu dilakukan pemisahan atau pengubahan asam lemak bebas menjadi metil ester yang dinamakan tahap pre-esterifikasi. Kandungan asam lemak bebas dalam biodiesel akan menimbulkan suasana asam yang mengakibatkan korosi pada peralatan injeksi bahan bakar, penyumbatan pada filter dan pembentukan sedimentasi pada injektor (Anonim, 2005).

Transesterifikasi minyak nabati pertama kali dilakukan oleh 2 ilmuwan, yaitu Duffy dan Patrick pada tahun 1853 jauh sebelum mesin diesel ditemukan. Baru pada tanggal 10 Agustus 1893 di Augsburg, Jerman, Rudolf Diesel mempertunjukkan model mesin diesel penemuannya dan mendemonstrasikan pada *world fair* tahun 1900 di Paris, Prancis. Rudolph Diesel memamerkan mesin dieselnnya yang menggunakan bahan bakar kacang tanah. Meskipun demikian, sekitar tahun 1920-an, pembuatan mesin diesel mengganti penggunaan bahan bakar mesin dengan bahan bakar yang viskositasnya lebih rendah, yaitu petrodiesel atau bahan bakar fosil. Hampir semua industri petroleum memilih memproduksi bahan bakar fosil karena biaya produksi yang jauh lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar biomassa dengan mengabaikan dampak polusi yang dihasilkan pada masa mendatang (Budiman dkk, 2014).

Perkembangan petrodiesel menyebabkan bahan bakar dari biomassa hampir terlupakan. Saat ini, dampak yang ditimbulkan bahan bakar fosil terhadap lingkungan menjadi hal penting yang harus diperhatikan. Bahan bakar alternatif

seperti biodiesel kembali dikembangkan karena emisinya yang lebih ramah lingkungan dan perbedaan biaya produksi biodiesel dengan bahan bakar fosil semakin kecil (Budiman dkk, 2014).

2.2.2 Sifat Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar yang mempunyai warna bervariasi antara kuning keemasan hingga coklat gelap tergantung dari bahan yang digunakan. Biodiesel memiliki titik didih tinggi dan titik uap yang rendah, titik pembakaran biodiesel adalah (>130 °C). Biodiesel memiliki kerapatan yang lebih rendah dari air yaitu ~ 0.88 g/cm³. Beberapa sifat fisik biodiesel diantaranya densitas, viskositas, *flashpoint* dan nilai kalor.

2.2.2.1 Densitas

Densitas atau massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis rata – rata suatu benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik (kg·m⁻³). Densitas berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki densitas yang berbeda- beda (Dewi 2015).

Densitas dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan dan berat molekul minyak. Derajat ketidakjenuhan yang besar menyebabkan densitas semakin kecil. Sedangkan semakin besar rata- rata molekul asam lemak penyusun trigliserida, maka semakin besar densitas minyak tersebut (Rahmani, 2008). Densitas berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar (Shereve dalam departemen teknologi pertanian, 2005). Berdasarkan SNI 7182-2015, densitas bahan bakar untuk mesin diesel berkisar antara 850-890 kg/m³.

Secara matematis nilai densitas diperoleh dari persamaan 2.1.

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

Keterangan :

ρ = massa jenis (kg/m^3)

m = massa (kg) dan

v = volume

2.2.2.2 Viskositas

Viskositas minyak dinyatakan oleh jumlah detik yang digunakan oleh volume tertentu dari minyak untuk mengalir melalui lubang dengan diameter kecil tertentu. Semakin rendah jumlah detiknya berarti semakin rendah viskositasnya (Dramanto dan Sigit, 2006). Nilai viskositas yang dipakai untuk mengukur viskositas minyak adalah viskositas kinematik, yaitu ukuran waktu yang diperlukan oleh minyak untuk mengalir dalam suatu pipa kapiler karena pengaruh gaya gravitasi. Alat yang dipakai untuk mengukur viskositas kinematik adalah viskometer Ostwald, atau glass capillary viscometer. Satuan untuk viskositas kinematik adalah centistokes (cSt) atau sama dengan mm^2 per detik (Anonim, 2008).

Viskositas merupakan salah satu parameter yang penting dalam pembuatan biodiesel. Jika viskositas semakin tinggi, maka tekanan untuk mengalir akan semakin tinggi, sehingga mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Pada dasarnya, bahan bakar harus memiliki viskositas yang rendah, agar bahan bakar mudah mengalir dan teratomisasi (Shereve, 2005). Berdasarkan SNI 7182-2015, viskositas bahan bakar untuk mesin diesel berkisar antara 2,3-6 cSt. Secara matematis nilai viskositas dapat diperoleh dari persamaan 2.2.

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

Keterangan :

v = viskositas kinematik (cSt),

μ = viskositas dinamik (mPa.s), dan

ρ = massa jenis (kg/m^3)

2.2.2.3 Flash Point

Flash Point atau titik nyala adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala ketika bereaksi dengan udara. Bila nyala terus terjadi secara menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (*fire point*). Titik nyala yang terlampaui tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampaui rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko bahaya saat penyimpanan. Semakin tinggi titik nyala dari suatu bahan bakar semakin aman penanganan dan penyimpanannya. (Widyastuti, 2007). Temperatur minimal *flash point* biodiesel adalah 100 °C (SNI 7182-2015).

2.2.2.4 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dengan udara/ oksigen. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, maka akan semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis suatu minyak, semakin tinggi pula nilai kalornya (Kholidah, 2014). Nilai kalor umumnya dinyatakan dalam satuan kCal/kg atau Btu/lb (satuan *british*). Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode (Kholidah, 2014). Standar minimal nilai kalor biodiesel adalah 9,8121176 kCal/kg (SNI 7182-2015).

2.2.3 Spesifikasi Biodiesel

Biodiesel yang telah diproduksi secara komersial sebagai bahan bakar harus melalui proses standarisasi karena terdapat standar yang berbeda-beda di tiap negara. Adanya perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti ketersediaan bahan baku, karakteristik bahan bakar diesel tiap negara yang berbeda, keunggulan jenis mesin diesel yang digunakan tiap negara, dan peraturan tentang emisi di tiap negara. Di Indonesia standar biodiesel telah diatur oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI), standar mutu biodiesel yang digunakan di Indonesia ialah SNI- 7182-2015 seperti pada tabel 2.1.

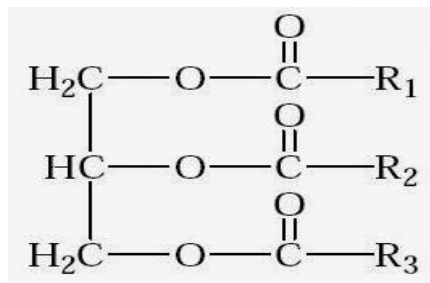
Tabel 2.1 Syarat Mutu Biodiesel SNI-7182-2015 (BSN, 2015)

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	Min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3jam 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
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 /100g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petrooksi	Menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

2.2.4 Minyak Nabati

Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan dari tumbuhan. Minyak dan lemak merupakan campuran dari ester-ester asam lemak dengan gliserol yang membentuk gliserol, dan ester-ester tersebut dinamakan trigliserida. Perbedaan antara suatu lemak dan minyak yaitu pada temperatur kamar, lemak berbentuk padat dan minyak bersifat cair. Sebagian gliserida dalam tumbuhan cenderung berupa minyak, karena itu biasa terdengar ungkapan lemak hewani dan minyak nabati (Ketaren, 1986).

Trigliserida merupakan gliserol yang berikatan dengan 3 asam lemak. Struktur umum dari trigliserida dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur Trigliserida

R_1 , R_2 , R_3 adalah rantai alkil. Setiap asam lemak yang tidak terikat pada suatu molekul trigliserida dalam lemak atau minyak disebut dengan asam lemak bebas (Ketaren, 1986).

2.2.4.1 Minyak Jarak (*Jatropha curcas*)

Jarak pagar (*Jatropha curcas*) termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* merupakan tanaman semak atau pohon yang tahan terhadap kekeringan dan dapat tumbuh pada area dengan curah hujan rendah sampai tinggi (200-1500 mm per tahun). Tanaman ini berasal dari Amerika tengah dan saat ini sudah sangat banyak dibudidayakan di Amerika Selatan dan Tengah, India, dan Afrika (Gubitz dkk, 1999).

Minyak jarak pagar bersifat non-edible sehingga penggunaannya sebagai bahan bakar tidak bersaing dengan minyak pangan (Sumangat, 2008). Sifat fisikokimia pada minyak Jarak pagar berbeda dibandingkan dengan minyak nabati lain. Minyak Jarak mengandung racun krusin yang sangat berbahaya bagi manusia (Indartono, 2006) dan memiliki rasa asam, selain itu, minyak Jarak pagar dapat

dibedakan dari trigliserida lainnya karena bobot jenis, kelarutan dalam alkohol, bilangan asetil dan viskositas yang lebih tinggi (Ketaren, 1986).

Jarak pagar dipandang menarik sebagai sumber biodiesel karena kandungan minyaknya yang tinggi yaitu berkisar 30-50%, tidak berkompetisi untuk pemanfaatan lain, dan memiliki karakteristik agronomi yang sangat menarik (Pudjiatmoko, 2008). Komposisi asam lemak yang dominan pada minyak Jarak pagar adalah asam oleat, asam linoleat, asam stearat, dan asam palmitat. Komposisi asam oleat dan asam linoleat bervariasi, sementara dua asam lemak yang tersisa, yang kebetulan merupakan asam lemak jenuh, berada pada komposisi yang relatif tetap (Heller 1996 di dalam Pudjiatmoko, 2008). Sifat fisik minyak jarak dapat ditunjukkan pada tabel 2.2 dan komposisi asam lemak minyak jarak ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Sifat fisik minyak jarak (Indrayanti, 2009)

Sifat	Satuan	Minyak Jarak
Titik nyala	°C	240
Densitas	g/cm ³	0,920 (15 °C)
Viskositas	mm ² /detik	17,1-52 (30 °C)
Kadar air	% (b/b)	0,07
Kadar sulfur	% (b/b)	0,13
Bilangan asam	mg KOH/g	3,5 ± 0,1
Bilangan Iod	g iod/100 g	101,7

Tabel 2.3 Komposisi asam lemak pada minyak Jarak pagar (Indrayanti, 2009)

Kandungan asam lemak		Konsentrasi (% b/b)
Asam lemak	Atom C	
Asam miristat	C14:0	0-0,01
Asam palmitat	C16:0	14,1-15,3
Asam stearat	C18:0	3,7-9,8
Asam arachidat	C20:0	0-0,3
Asam behenat	C22:0	0-0,2
Asam palmitoleat	C16:1	0-1,3
Asam oleat	C18:1	34,3-45,8
Asam linoleat	C18:2	29,0-44,2
Asam linolenat	C18:3	0-0,3
Asam lemak jenuh		21
Asam lemak tidak jenuh		79

2.2.4.2 Minyak Kedelai

Minyak nabati lain yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan biodiesel adalah minyak kedelai. Kedelai (*Glycine max*, L) adalah tanaman semusim yang biasa diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Menurut Ketaren, (1986) kandungan minyak dan komposisi kimia asam lemak dalam Kedelai dipengaruhi oleh varietas dan keadaan iklim tempat tumbuh. Lemak kasar terdiri atas trigliserida sebesar 90-95%, sedangkan sisanya ialah fosfolipida, asam lemak bebas, sterol, dan tokoferol (Winarno, 1996).

Kedelai (*Glycine max*, L) adalah tanaman semusim yang biasa diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah besar. Menurut Ketaren, (1986) kandungan minyak dan komposisi kimia asam lemak dalam Kedelai dipengaruhi oleh varietas dan keadaan iklim tempat tumbuh. Lemak kasar terdiri atas trigliserida sebesar 90-95%, sedangkan sisanya ialah fosfolipida, asam lemak bebas, sterol, dan tokoferol (Winarno, 1996). Sifat fisik minyak kedelai dapat

ditunjukkan pada tabel 2.4 dan komposisi asam lemak minyak kedelai ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.4 Sifat fisik minyak Kedelai (Indrayanti, 2009)

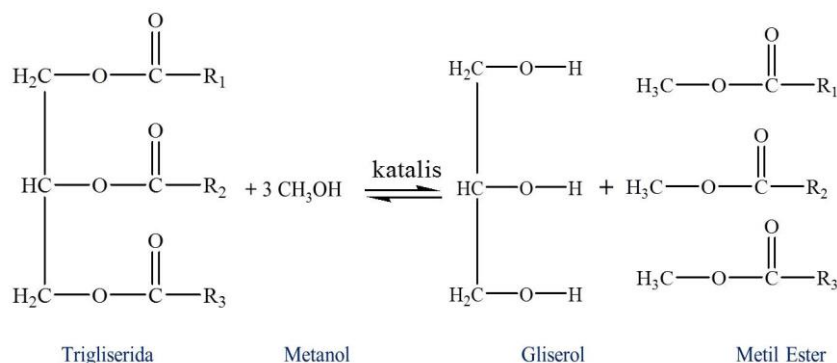
Sifat	Satuan	Minyak Kedelai
Titik nyala	°C	254 - 282
Densitas	g/cm ³	0,916 – 0,922 (25°C)
Viskositas	mm ² /detik	32,6(38 °C)
Kadar sulfur	% (b/b)	0,005 – 0,1
Bilangan asam	mg KOH/g	0,3 – 3,00
Bilangan Iod	g iod/100 g	120 - 143

Tabel 2.5 Komposisi asam lemak pada minyak Kedelai (Indrayanti, 2009)

Kandungan asam lemak		Konsentrasi (%b/b)
Asam lemak	Atom C	
Asam miristat	C14:0	0,1
Asam palmitat	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

2.2.5 Proses Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah proses reaksi antara trigliserida dengan alkohol membentuk alkyl ester (biodiesel) dan gliserol. Proses transesterifikasi adalah pengeluaran gliserin dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebasnya dengan alkohol (misal metanol) menjadi metil ester atau biodiesel (Nur dkk, 2014). Adapun reaksi yang terjadi dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Reaksi Transesterifikasi

R dalam merupakan alkil berupa hidrokarbon rantai panjang yang biasa disebut sebagai asam lemak. Produk yang diinginkan dari proses transesterifikasi adalah metil ester asam – asam lemak (Dewi, 2015). Menurut Hikmah, ada beberapa cara agar kesetimbangan lebih kearah produk, yaitu menambahkan metanol berlebih kedalam reaksi, memisahkan gliserol, menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm).

2.2.6 Katalis

Katalis adalah zat yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi dan dapat menurunkan kondisi operasi. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi adalah reaksi yang lambat. Oleh karena itu dibutuhkan katalis guna mempercepat laju reaksi (Dewi, 2015). Ada dua macam katalis yang umum digunakan pada proses esterifikasi dan transesterifikasi katalis asam dan katalis basa.

2.2.6.1 Katalis Asam Homogen

Katalis asam homogen dipilih untuk memproduksi biodiesel dari minyak yang FFA tinggi melalui reaksi esterifikasi. Meskipun katalis asam lebih murah dibandingkan katalis basa namun katalis ini lebih banyak membutuhkan alkohol. Beberapa jenis katalis asam seperti H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan HCl (Budiman dkk, 2014).

2.2.6.2 Katalis Basa Homogen

Katalis basa homogen adalah jenis katalis yang umum digunakan pada reaksi transesterifikasi. Hal ini disebabkan oleh keunggulannya, yaitu memberikan laju reaksi 4.000 kali lipat lebih besar daripada katalis asam. Beberapa jenis katalis

basa yang umum digunakan adalah NaOH, KOH, NaOCH₃, dan KOCH₃ (Budiman dkk, 2014).

2.2.7 Metanol

Komponen utama yang diperlukan dalam pembuatan biodiesel adalah alkohol. Alkohol diperlukan dalam jumlah berlebih pada reaksi esterifikasi maupun reaksi transesterifikasi untuk menggeser keseimbangan reaksi ke arah produk. Oleh karena itu keberadaan alkohol sangat penting dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi (Budiman dkk, 2014). Alkohol yang paling umum digunakan adalah metanol (Laksono, 2013). Metanol mempunyai rumus kimia CH₃OH. Metanol mempunyai toksisitas yang tinggi. Metanol mempunyai densitas sebesar 0,792 g/ml, Titik lelehnya -104⁰C dan titik didihnya 64,7⁰C, sedikit larut dalam air, eter, dan etanol dengan kelarutan kurang dari 10%. Metanol murni sangat mudah terbakar dan memiliki fase cair pada suhu 30⁰C tekanan 1 atm (Budiman dkk, 2014).

Pemilihan penggunaan metanol disebabkan metanol memiliki reaktivitas yang paling tinggi diantara alkohol jenis lainnya. Sifat metanol ini terkait dengan rantai atom C yang dimilikinya pendek. Semakin pendek rantai atom C akan memperkecil hambatan sterik saat penyerangan gugus karbonil trigliserida berlangsung. Kelebihan lain yang dimiliki metanol adalah harganya yang relatif lebih murah, mudah direcovery, dan kelarutan yang cukup baik dibandingkan dengan alkohol jenis lainnya. Kelemahan metanol yaitu sifatnya yang beracun. (Budiman dkk, 2014).