

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biodiesel

Mesin diesel pertama kali dikembangkan oleh Rudolf Diesel Pada tahun 1900. Bahan bakarnya berasal dari minyak nabati. Minyak nabati yang digunakan Diesel adalah minyak kacang tanah 100% dan minyak perasan biji hamps atau ganja sebagai bahan bakarnya. Temuan mesin Diesel ini dipamerkan di World Exhibition di Paris. Pada tahun 1912 Diesel menyatakan bahwa mesin hasil temuannya itu tampaknya tidak penting, tetapi untuk masa mendatang penggunaan bahan bakar hayati akan menjadi sama pentingnya sebagaimana penggunaan minyak bumi dan produk tir batu bara, namun kenyataannya hasil temuan Diesel tentang biodiesel tersebut digunakan pada zaman sekarang (Andi, 2006).

Biodiesel merupakan bahan bakar mesin diesel yang bahan bakunya berasal dari minyak nabati atau hewani yang bisa diperbaharui. Biodiesel dapat bekerja pada mesin konvensional tanpa perlu ada modifikasi. Biodiesel terdiri dari 11 persen oksigen dan tidak mengandung belerang, sehingga penggunaan biodiesel pada mesin diesel akan mengurangi hidrokarbon yang tak terbakar, karbon monoksida dan partikulat kasar seperti karbon dan debu. Biodiesel dapat memperpanjang umur mesin diesel karena lebih berpelumas dibanding petroleum diesel dengan relatif tidak mempengaruhi konsumsi bahan bakar, auto ignition, daya keluaran dan torsi mesin (Saputra, 2001).

Penggunaan biodiesel dapat menggantikan bau dari asap knalpot petrodiesel dengan bau popcorn atau kentang goreng dan tidak menyebabkan iritasi pada mata. Keunggulan lainnya adalah tidak beracun, bebas timbal dan benzen karsinogenik dan biodegradeble. Uji yang dilakukan Universitas Idaho menunjukkan bahwa pada larutan encer biodiesel terdegradasi 95 persen setelah 28 hari dimana solar hanya mampu 40 persen saja. Pada lingkungan akuatik biodiesel terdegradasi 85,5–88,5 persen sama seperti gula, sedangkan solar hanya mampu 26,24 persen (Saputra, 2001).

Selain aman dibawa dan disimpan, biodiesel dapat digunakan secara murni atau dicampur dengan petroleum diesel dalam berbagai rasio. Yang paling umum adalah campuran antara 20 persen biodiesel dan 80 persen petroleum diesel atau yang lebih dikenal dengan B20. Semakin besar komposisi biodiesel pada campuran dengan petroleum diesel, semakin berkurang pula emisi gas buang yang dihasilkan (andi, 2006).

Biodiesel mempunyai beberapa karakteristik yang harus diketahui terlebih dahulu dengan melakukan analisa dan pengujian sebelum digunakan kemesin supaya mesin bisa bekerja dan lebih awet. Standar mutu dari biodiesel ini telah ditetapkan, dimana standar biodiesel ini nilainya pada masing-masing negara hampir sama seperti di Amerika standarnya (ASTM), di Jerman (DIN), di Prancis (Journal Officiel) sedangkan di Indonesia dengan SNI. Dibawah ini tabel beberapa parameter standar biodiesel yang di uji :

Tabel 1. STANDAR BIODIESEL MENURUT SNI

Parameter	Batasan	Satuan	Metode Uji
Flash Point	100 (minimum)	$^{\circ}\text{C}$	ASTM D 93
Kadar Air	0.05 (maksimum)	% volume	ASTM D 2709
Kinematic Viskosity, 40 $^{\circ}\text{C}$	2,3 – 6,0	mm^2/s	ASTM D 445
Densitas	850–890	Kg/m^3	ASTM D 1298
Karbon Residu	0,05 (maksimum)	% berat	ASTM D 4530

Sumber: Rama, dkk (2006)

ASTM = American Standar for Testing and Material

Kelebihan biodiesel dibanding minyak diesel atau solar:

- ❖ Merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik.
- ❖ *Cetane number* (angka setane) lebih tinggi (> 60) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik.
- ❖ Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin.
- ❖ *Biodegradable* (dapat terurai).
- ❖ Merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui.
- ❖ Meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal.

Penggunaan Biodiesel dapat mengurangi polusi udara. Biodiesel mempunyai kadar gas buang lebih rendah dibanding solar, sehingga lebih ramah lingkungan dan dapat mengurangi pemanasan global.

Tabel 2. Perbandingan kadar emisi biodiesel dengan solar

Kriteria	Biodiesel (b)	Solar (s)	$(b-s) \times 100 \%$
SO ₂ (ppm)	0	78	- 100
CO (ppm)	10	40	- 75
NO (ppm)	37	64	- 42
NO ₂ (ppm)	1	1	0
O ₂ (%-b)	6	6,6	- 9
Total Partikulat (mg/Nm ³)	0,25	5,6	- 96
Benzen (mg//Nm ³)	0,3	5,01	- 99,9
Toluen (mg/Nm ³)	0,57	2,31	- 99,9
Xylen (mg/Nm ³)	0,73	1,57	- 99,9
Etil benzene (mg/Nm ³)	0,3	0,73	- 59

Sumber: Soerawidjaja (2001)

2.2. Proses Sintesis Biodiesel

Membuat biodiesel merupakan proses yang sangat sederhana. Untuk bisa menjalankan kendaraan, kita perlu menurunkan viskositas atau kekentalan dari minyak kelapa. Pada dasarnya minyak nabati perlu proses pencampuran serta butuh waktu untuk penyesuaian minyak nabati (vegetable oil) merupakan trigliserida, terdapat tiga molekul minyak atau ester yang menempel pada satu molekul gliserin. Gliserin inilah yang membuat minyak tebal dan lengket. Untuk mendapatkan biodiesel, kita harus menghilangkan gliserin ini dan menggantinya dengan alkohol. Inilah proses yang disebut transesterifikasi. Proses ini berlangsung pada suhu 50 - 70 °C (Dede, 2005).

Bahan bakar dari minyak nabati atau hewani ini diproses dengan cara mengubah minyak tumbuhan, lemak binatang atau minyak goreng bekas menjadi biodiesel mengambil molekul trigliserida atau asam lemak kompleks, menetralkan asam lemak bebas mengeluarkan gliserin dan membuat alkohol ester yang disebut dengan transesterifikasi. (Saputra, 2001).

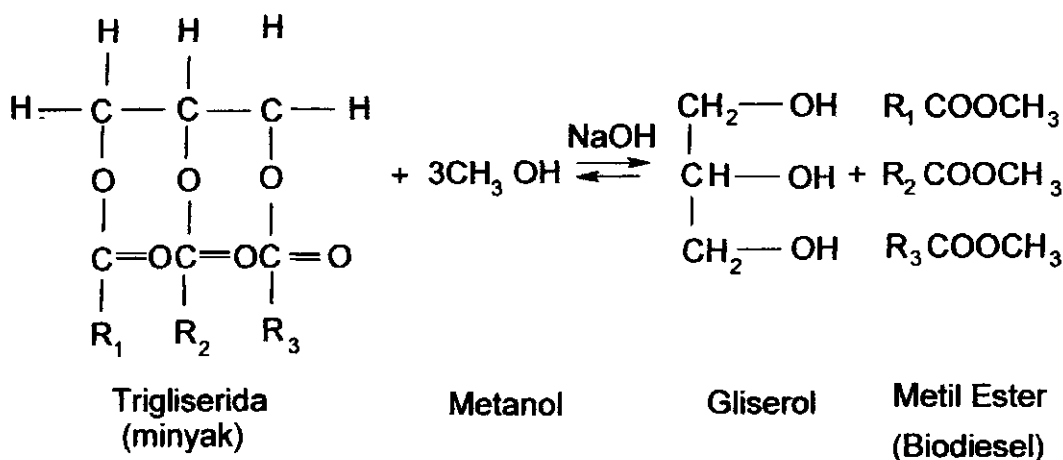
Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dibuat dari minyak nabati atau minyak goreng bekas. Secara kimia, biodiesel masuk dalam golongan monoalkil ester atau metil ester dengan panjang rantai karbon antara 12-20 (Master, 2005)

Produksi biodiesel pada dasarnya dilakukan dengan proses kimia yang disebut transesterifikasi. Dalam proses ini minyak direaksikan dengan alkohol dengan bantuan katalisator. Pada prakteknya dilakukan dengan mencampurkan alkohol dengan natrium hidroksida sebagai katalis untuk membuat natrium metoksida. Alkohol yang banyak digunakan adalah metanol, katalisatornya dapat sebuah basa atau asam. Yang umum digunakan ialah basa, yaitu NaOH atau KOH. Campuran ini kemudian direaksikan dengan minyak tumbuh-tumbuhan. Campuran ini setelah ditransesterifikasi didiamkan sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan bawah adalah gliserol dan lapisan atas adalah metil ester atau biodiesel (andi, 2005).

Dalam suatu transesterifikasi atau reaksi alkoholisis satu mol trigliserida bereaksi dengan tiga mol alkohol untuk membentuk satu mol gliserol dan tiga mol alkil ester. Proses tersebut merupakan reaksi reversibel (dapat balik) yang molekul trigliserida diubah menjadi digliserida, monogliserida dan gliserol (Hanna dan Ma, 1999).

Produk samping dari proses ini yaitu gliserol dapat digunakan untuk bahan dasar berbagai macam produk antara lain adalah pada pembuatan sabun, sedangkan alkohol dapat digunakan kembali untuk proses pembuatan biodiesel.

Reaksi transesterifikasi biodiesel



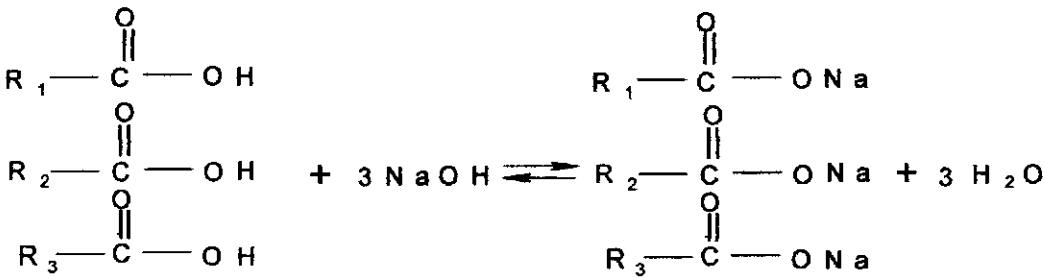
$$\text{R}_1 \neq \text{R}_2 \neq \text{R}_3$$

Pada reaksi biodiesel terdapat reaksi samping diantaranya reaksi asam lemak bebas dengan NaOH, reaksi air dengan katalis, reaksi air dengan biodiesel, reaksi hidrolisis minyak. Mekanisme reaksi tersebut adalah:

1. Reaksi NaOH dengan Air



2.Reaksi asam lemak bebas dengan NaOH



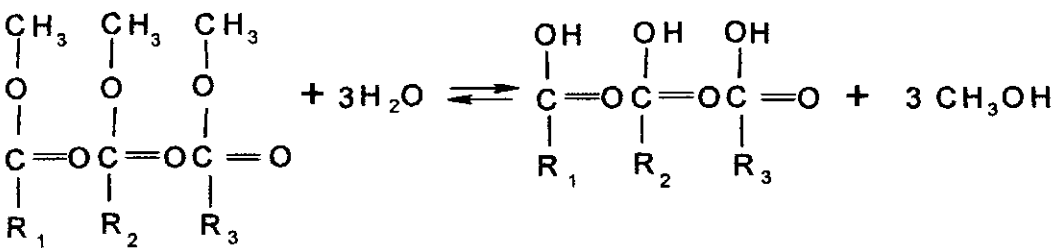
Asam lemak bebas

(Asam karboksilat)

Natrium karboksilat

$\text{R}_1 \neq \text{R}_2 \neq \text{R}_3$

3. Reaksi biodiesel dengan air



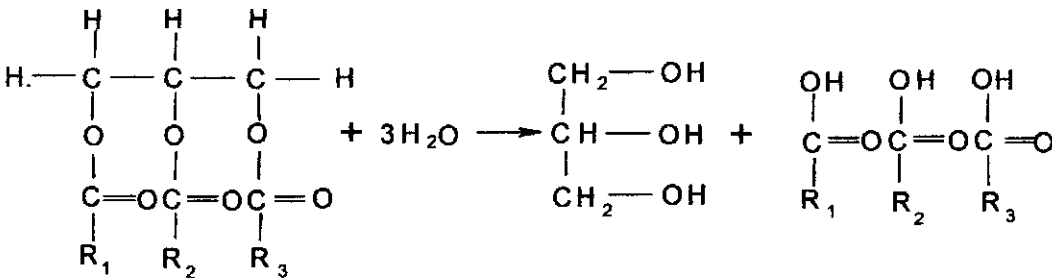
Biodiesel

Asam karboksilat

Metanol

$\text{R}_1 \neq \text{R}_2 \neq \text{R}_3$

4. Reaksi minyak dengan air



Minyak

Gliserol

Asam karboksilat

$\text{R}_1 \neq \text{R}_2 \neq \text{R}_3$

2.3. Tumbuhan Kelapa

Kelapa adalah satu jenis tumbuhan dari keluarga *arecacea*. Ia adalah satu-satunya spesies dalam genus *Cocos*, dan pohonnya mencapai ketinggian 30 m. Tumbuhan kelapa merupakan salah satu tumbuhan yang mempunyai kandungan minyak yang tinggi yaitu 2260 kg minyak/Ha. Kelapa terdiri dari buah pohon yang berkulit keras dan berdaging warna putih. Pohon kelapa biasanya tumbuh di pinggir pantai. Indonesia dengan iklim tropis menjadi tempat tumbuh yang baik untuk tumbuhan kelapa (Wikipedia.org 2004)

Klasifikasi Ilmiah

Kerajaan : Plantae
Divisio : magnoliopyta
Kelas : liliopsida
Ordo : arecales
Familia : arecaceae
Genus : *Cocos*
Spesies : *Cocos nucifera*
Nama binomial
Cocos nucifera

2.3.1. Minyak Kelapa

Komponen minyak kelapa adalah asam lemak jenuh sekitar 90 persen dan asam lemak tak jenuh sekitar 10 persen. Tingginya kandungan asam lemak jenuh menjadikan minyak kelapa sebagai sumber saturated fat. Asam lemak jenuh didominasi oleh asam laurat memiliki rantai karbon 12, termasuk asam lemak rantai menengah *medium chain fatty acid* dan jumlahnya sekitar 52 persen (hampir setara dengan air susu ibu), sehingga minyak kelapa kerap disebut minyak laurat (Ketaren, 1986).

Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemak digolongkan kedalam minyak asam laurat karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidak

jenuhannya yang dinyatakan dalam bilangan iod (*iodine value*) maka minyak kelapa dapat dimasukkan kedalam golongan *non drying oil* karena bilangan iod minyak kelapa tersebut berkisar antara 7,5–10,5 (Ketaren, 1986).

Warna coklat pada minyak yang mengandung protein bukan disebabkan oleh zat warna alamiah tetapi oleh reaksi browning. Warna ini merupakan hasil reaksi dari senyawa karbonil (berasal dari pemecahan peroksida) dengan asam amino dari protein dan terjadi terutama pada suhu tinggi. Warna pada minyak kelapa terbentuk karena zat warna dan kotoran-kotoran lainnya. Zat warna alamiah yang terdapat dalam kelapa adalah karoten yang merupakan hidrokarbon tidak jenuh dan tidak stabil pada suhu tinggi. Pada pengolahan minyak menggunakan uap panas maka warna kuning yang disebabkan oleh karoten akan mengalami degradasi (Ketaren, 1986)

Komposisi asam lemak minyak kelapa dapat dilihat dalam tabel.3

Tabel. 3. Komposisi asam lemak minyak kelapa

Asam lemak	Rumus kimia	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh		
Asam Kaproat	C ₅ H ₁₁ COOH	0,0-0,8
Asam Kaprilat	C ₇ H ₁₇ COOH	5,5-9,5
Asam Kaprat	C ₉ H ₁₉ COOH	4,5-9,5
Asam Laurat	C₁₁H₂₃COOH	44,0-52,0
Asam Miristat	C ₁₃ H ₂₇ COOH	13,0-19,0
Asam Palmitat	C ₁₅ H ₃₁ COOH	7,5-9,5
Asam Stearat	C ₁₇ H ₃₅ COOH	1,0-3,0
Asam Arachidat	C ₁₉ H ₃₉ COOH	0,0-0,4
Asam lemak tak jenuh		
Asam Palmitoleat	C ₁₅ H ₂₉ COOH	0,0-1,3
Asam Oleat	C ₁₇ H ₃₃ COOH	5,0-8,0
Asam Linoleat	C ₁₇ H ₃₃ COOH	1,5-2,5

Sumber: Thiene, J.G., (1968)

tabel 3 memperlihatkan bahwa asam lemak jenuh minyak kelapa kurang dari 90 persen. Minyak kelapa mengandung 84 % trigliserida dengan tiga molekul asam lemak jenuh 12 persen trigliserida dengan dua asam lemak jenuh dan 4 persen trigliserida dengan satu asam lemak jenuh (Ketaren, 1986)

Minyak kelapa yang belum dimurnikan mengandung sejumlah kecil komponen bukan minyak misalnya fosfatida gum, sterol (0,06-0,08), tokoferol (0,003 persen) dan asam lemak bebas (kurang dari 5 persen). Sterol yang terdapat dalam minyak nabati disebut phitosterol dan mempunyai dua isomer yaitu beta sitosterol ($C_{29}H_{50}O$) dan stigmasterol ($C_{29}H_{48}O$). Sterol bersifat tidak berwarna, tidak berbau stabil dan berfungsi sebagai stabilizer dalam minyak. Tokoferol mempunyai tiga isomer yaitu α -tokoferol (titik cair $158^{\circ}C - 160^{\circ}C$), β -tokoferol (titik cair $138^{\circ}C - 140^{\circ}C$) dan γ tokoferol. Persenyawaan tokoferol tidak dapat disabunkan dan berfungsi sebagai anti oksidan (Ketaren, 1986)

2.3.2. Pembuatan Minyak Kelapa

Umumnya, masyarakat mengenal pengolahan daging buah kelapa menjadi minyak melalui cara kering dan basah. Pengolahan cara kering, daging buah yang sudah dipotong-potong dikeringkan sehingga diperoleh kopra, lalu dilakukan pengepresan guna mendapatkan minyak. Teknik pengolahan ini biasanya dilakukan dalam skala besar (pabrik).

Pengolahan cara basah, daging buah kelapa diparut, kemudian dicampur dan diekstrak dengan air panas (hangat) pada perbandingan tertentu. Hasil ekstraksi berupa emulsi minyak dalam air yang disebut santan. Pemanasan dilakukan untuk memecah emulsi guna mendapatkan minyak, yang kerap disebut minyak kelentik.

Kedua metode ini akan menghasilkan minyak yang berbau harum, tetapi warnanya kurang bening akibat penggunaan panas dalam proses pengolahannya. Nah, untuk memperoleh vico, penggunaan panas diminimalkan atau sama sekali dihilangkan. Caranya adalah dengan menggunakan enzim secara langsung atau mikroba penghasil enzim tertentu untuk memecah protein yang berikatan dengan minyak dan karbohidrat sehingga minyak dapat terpisah secara baik.

Pengolahan minyak kelapa dengan menggunakan enzim lazim disebut teknik fermentasi.

Pembuatan vico dengan teknik fermentasi diawali dengan proses pembuatan santan, caranya sama dengan metode basah. Santan ditempatkan pada wadah yang bersih dan selanjutnya dibiarkan beberapa saat hingga terbentuk gumpalan krim atau "biang santan". Krim dipisahkan ke dalam wadah yang tembus pandang, seperti stoples yang relatif besar, lalu tambahkan ragi atau larutan cuka nira secukupnya. Campuran diaduk secara merata dan difermentasi selama 10–14 jam atau semalam. Proses fermentasi dinyatakan berjalan baik jika dari campuran tersebut terbentuk tiga lapisan, yakni lapisan atas berupa minyak murni (vico), lapisan tengah berupa blondo (warna putih), dan lapisan bawah berupa air. Lapisan minyak dipisahkan secara hati-hati.

Minyak ini memberi aroma khas dan warna yang lebih jernih. Guna mendapatkan manfaatnya bagi kesehatan, vico yang diperoleh bisa dikonsumsi secara langsung ataupun digunakan untuk menggoreng atau menumis makanan. Dengan struktur kimia asam lemak jenuh yang tak memiliki double bond, Vico relatif tahan terhadap serangan panas, cahaya dan oksigen singlet sehingga memiliki daya simpan lama. Namun, sebaiknya dikemas dalam botol yang tak tembus cahaya guna memperpanjang masa simpannya.

2.4. Alkohol

Bahan baku penting untuk mendukung proses transesterifikasi adalah alkohol. Alkohol merupakan derivat hidrokarbon yang molekulnya mengandung satu gugus hidroksil ($-OH$) atau lebih sebagai ganti atom hidrogen. Alkohol paling sederhana diturunkan dari alkana dan mengandung hanya satu gugus hidroksil permolekul. Senyawa ini mempunyai rumus molekul umum ROH , dengan R adalah gugus alkil dengan susunan C_nH_{2n+1} (Keenan, 1984).

Alkohol yang biasa digunakan untuk produksi biodiesel antara lain: metanol, etanol, propanol, butanol, isopropanol dll. Ada dua alkohol yang biasa dipergunakan, yaitu metanol dan etanol. Metanol digunakan karena harganya

lebih murah dari etanol, lebih reaktif dari etanol karena rantai karbonnya lebih pendek sehingga dapat membentuk reaksi biodiesel yang lebih stabil. Metanol atau metil alkohol (CH_3OH) yang dijual di pasaran Indonesia selama ini, pada umumnya adalah produk samping dari industri bahan bakar fosil yang *nonrenewable* antara lain dari gas alam. Padahal, metanol sebenarnya dapat diproduksi pula dengan metode lama dari bahan nabati, yakni destilasi kayu limbah. Metanol yang dijual di pasaran umum selama ini adalah metanol murni berkadar 99,95% dan merupakan kualitas yang cukup bagus untuk membuat biodiesel dengan hasil memuaskan. Adapun etanol atau etil alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) adalah alkohol yang bisa dikonsumsi oleh manusia, biasanya terkandung dalam minuman keras. Selain itu, etanol juga diperdagangkan tersendiri dengan kadar 95 % murni, hasil dari fermentasi bahan nabati (Syarief, 2004).

Dalam pembuatan biodiesel, idealnya menggunakan etanol yang dapat diperbaharui, tetapi permasalahan teknis utama pada penggunaan etanol untuk bahan baku biodiesel adalah dibutuhkan etanol dengan kemurnian minimal 99,95%. Untuk membuat etanol dengan kemurnian setinggi itu tidak mudah, sehingga secara ekonomis etanol kurang layak digunakan dalam pembuatan biodiesel.

Oleh karena itu, penggunaan metanol lebih dapat diterima dibandingkan dengan etanol. Proses metanolisis berkatalis alkali dapat dilakukan pada suhu ruangan dan akan menghasilkan ester lebih dari 80% beberapa saat setelah reaksi dilangsungkan. Berbeda dengan etanol, metanol tersedia dalam bentuk absolut yang mudah diperoleh, sehingga hidrolisa dan pembentukan sabun akibat air yang terdapat dalam alkohol dapat diminimalkan (Syah, 2006).

Metanol mempunyai titik didih $64,5^\circ\text{C}$, rapatan 0,79 gr/ml pada suhu 20°C (Fessenden, 1994). Metanol bersifat racun dan dapat mematikan bila ditelan. Dapat juga menyebabkan kebutaan bila terjadi kontak dengan kulit atau penghirupan uapnya terlalu lama. Metanol dapat dihasilkan dari banyak bahan bakar lain seperti batu bara, serpihan minyak, gas alam, minyak bumi, kayu dan sampah pertanian dan kota. Metanol mudah disimpan dalam tanki bahan bakar,

metanol dapat dibakar dengan bersih untuk kebanyakan kebutuhan energi kita. Jika ditangani dengan baik, cairan ini merupakan bahan baku yang bersih dan aman serta dapat juga dibakar dalam pembangkit tenaga listrik dengan pencemaran udara yang sangat sedikit (Keenan, 1984).

2.5. Gliserol

Gliserol adalah produk samping yang terbentuk dari reaksi pembuatan biodiesel. Gliserol bentuknya padat berupa gel berwarna coklat. Fase gliserol terdiri dari gliserol, air, metanol, residu katalis dan sabun. Keberadaaan gliserol dapat membahayakan mesin diesel, terutama akibat adanya gugus OH yang secara kimiawi agresif terhadap logam dan campuran crom. Selain itu akan terbentuk deposit (pengendapan) di ruang pembakaran. Adanya senyawa gliserol disebabkan konversi minyak yang kurang sempurna selama proses transesterifikasi (Rama, dkk. 2006).

Gliserol kasar dapat dimurnikan dengan berbagai metoda diantaranya destilasi, pencucian, pengeringan. Gliserol yang diproduksi selama produksi biodiesel skala kecil dapat digunakan sebagai sabun tanpa harus diproses lebih lanjut. Gliserol dapat juga dikomposkan atau diletakkan di tanah sehingga dapat dikonsumsi oleh bakteri dan mikroba alami. Gliserol dapat didegradasi secara biologis, tidak beracun dan tidak membahayakan binatang atau tumbuhan. Sebagian besar alkohol dalam gliserol akan menguap jika gliserol dibiarkan terkena sinar matahari selama satu minggu.

Gliserol murni digunakan untuk membuat ratusan produk dan harganya bisa lebih mahal. Namun gliserol yang diproduksi selama transesterifikasi mengandung bahan tidak murni. Sebagian besar katalis dan alkohol yang tidak bereaksi dalam reaksi biodiesel akan turun ke dalam lapisan gliserol. Gliserol juga mengandung partikel bahan makanan air dan bahan yang tidak murni lainnya yang berasal dari minyak nabati.

Untuk menghilangkan semua alkohol dalam gliserol, gliserol harus dipanaskan dalam sebuah bejana terbuka di ruangan yang berventilasi baik. Jika

reaksi biodiesel menggunakan metanol, gliserol harus dipanaskan diatas titik didih metanol yaitu 65°C jika reaksi biodisel menggunakan etanol, gliserol harus dipanaskan diatas titik didih etanol yaitu 79°C. Untuk menghilangkan semua air dalam gliserol harus dididihkan minimum selama 10 menit. (Andi, 2006)

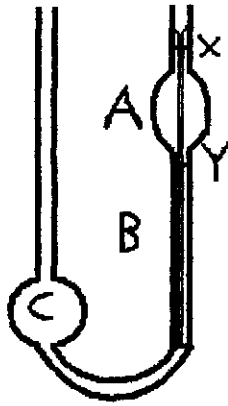
2.6. Pengertian Viskositas

Setiap fluida gas atau cairan memiliki suatu sifat yang disebut viskositas. Viskositas (kekentalan) didefenisikan sebagai tahanan yang dilakukan suatu lapisan fluida terhadap lapisan lainnya (Sukardjo, 1989). Fluida didalam pipa dapat dianggap terdiri atas lapisan – lapisan molekul yang bergerak satu diatas lainnya dengan kecepatan yang berbeda-beda, oleh karena itu viskositas cairan dapat ditentukan dengan kecepatan alirannya / kekentalannya. Sebagai contoh minyak kelapa mempunyai kecepatan aliran lebih lambat dari pada air dan ini berarti minyak mempunyai viskositas yang lebih besar dari pada air. Satuan viskositas dalam SI adalah N sec m^{-2} , sedangkan dalam cgs adalah dyne sec cm^{-2} atau poise.

Viskositas bahan bakar erat kaitannya dengan injeksi, pengkabutan dan kemampuan melumas sendiri dari bahan bakar tersebut. Atomisasi bahan bakar sangat bergantung pada viskositas, tekanan injeksi serta ukuran lubang injektor , dengan viskositas yang rendah akan menyebabkan keausan pada dinding silinder ruang bakar maupun torak pompa injeksi dan lobang nozel. Sedangkan viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan pemompaan yang lebih sulit sehingga atomisasi bahan bakar akan berkurang (Silaban, 1993).

2.6.1. Metode Pengukuran Viskositas

Viskositas Ostwald merupakan salah satu alat penentuan viskositas yang mempergunakan kecepatan aliran cairan. Metoda yang banyak digunakan dan sangat dikenal untuk penentuan viskositas cairan makhluk hidup adalah metoda poiseuille,s. Peralatan yang bekerja mengikuti metode tersebut adalah Viskositas Ostwald (Atkins,1997).



Gambar 1. Viskositas Ostwald

Pada metoda ini diukur waktu (t) yang diperlukan sejumlah volume (v) cairan yang mengalir (dari tanda X ke Y) melewati kapiler B. Menurut Poseuille, viskositas ditentukan berdasarkan formulasi rumus berikut:

$$\eta = \pi R^4 P t / 8 V L$$

Dimana :

P = Tekanan penggerak (Nm^{-2})

t = Waktu alir (det)

R = Jari-jari kapiler (m)

L = Panjang kapiler (m)

V = Volume cairan (m^3)

Sejumlah tertentu cairan dimasukkan kedalam C selanjutnya dengan cara memompa, cairan dibawa ke A sampai melewati tanda garis X, cairan dibiarkan mengalir secara bebas. Waktu yang diperlukan untuk mengalir dari garis X ke Y diukur. Pada metoda ini yang selalu diperhatikan adalah kecepatan aliran dari X ke Y. Viskositas suatu cairan dapat ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran waktu alir (t_1), rapat massa (ρ_1), cairan 1 (pembanding) yang telah diketahui viskositasnya (η_1), terhadap waktu alir (t_2) dan rapat massa (ρ_2) cairan 2 yang akan ditentukan viskositasnya (η_2) (Atkin, 1997). Perbandingan kedua viskositas tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \rho_1}{t_2 \rho_2}$$

2.7. Asam Lemak Bebas

Dalam minyak kelapa terdapat asam lemak bebas atau Free Fatty Acid (FFA) yang turut mempengaruhi kualitas produksi. Semakin tinggi FFA dari minyak kelapa maka kualitas dari minyak kelapa dapat dikatakan kurang bagus. Asam lemak bebas yang terkandung dalam biodiesel dapat menyebabkan terbentuknya karat dan dapat menimbulkan kerak dipermukaan injektor mesin. Untuk menghilangkan asam lemak bebas maka dilakukan proses transesterifikasi. Kerusakan minyak dapat terjadi selama masa penyimpanan. Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada minyak, lalu membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas inilah yang kemudian menimbulkan ketengikan.(Wiguna,2006)

Penetapan FFA dapat dilakukan dengan melarutkan sampel kedalam pelarut tertentu seperti etanol, isopropil alkohol, campuran etanol / dietil ester (1:1) kemudian dinetralisir dengan larutan alkali (KOH) dengan bantuan indikator phenolphthalin. Pelarut yang umum digunakan adalah iso propil alkohol (IPA).

$$\text{Normalitas KOH} = \frac{\text{berat PHP (g)} \times 1000}{\text{ml KOH} \times 204,2 \text{ (BMPHP)}}$$

$$\text{Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{(\text{ml} \times N) \text{ KOH} \times 200 \times 100\%}{\text{Gram sampel} \times 1000}$$

2.8. Kandungan Air

Zat mudah menguap pada minyak kelapa dan biodiesel adalah jumlah bahan yang mudah menguap pada suhu 105°C yang sebagian besar tersusun atas air dan bahan organik yang mudah menguap. Dan secara umum dinyatakan sebagai kandungan air, yaitu merupakan selisih bobot yang hilang perberat sampel setelah sampel dipanaskan pada suhu 105°C selama 3,5 jam. Kandungan air yang

terdapat dalam biodiesel dapat mengganggu kinerja mesin. Hal ini berpengaruh pada proses perapian, perkaratan pada mesin.(Andi, 2006).

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{a - b \times 100\%}{\text{Gram sampel}}$$

a = Berat cawan dan sampel sebelum pemanasan (g)

b = Berat cawan dan sampel setelah pemanasan (g)

2.9. Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan massa sampel persatuan volume piknometer pada suhu 25°C. Pengukuran berat jenis menggunakan alat piknometer. (Ketaren, 1986).

Jika biodiesel mempunyai berat jenis yang tinggi melebihi ketentuan akan terjadi reaksi tak sempurna pada konversi minyak nabati. Hal ini dapat juga meningkatkan keausan pada mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin. Berat jenis bahan bakar berhubungan dengan kekentalan bahan bakar. (Rama, 1999).

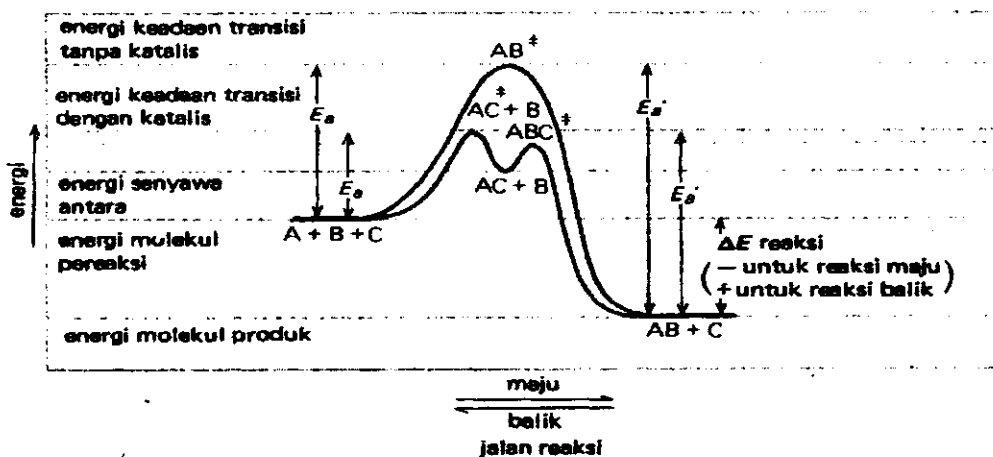
Jika bahan bakar mempunyai berat jenis lebih dari 0,900 g/ml kemungkinan hasil dari reaksi yang tidak sempurna dan seharusnya tidak digunakan untuk mesin diesel, jika digunakan dalam mesin diesel bahan bakar dapat meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan mesin.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{(\text{berat piknometer dan sampel})(g) - (\text{berat piknometer kosong})(g)}{\text{Volume piknometer}(ml)}$$

2.10. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tetapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau mungkin reaksi pada

suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicu terhadap pereaksi. Katalis ada yang mempercepat reaksi dan ada yang memperlambat reaksi. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. Katalis dapat mempengaruhi laju reaksi, energi atau tenaga aktivasi. Energi aktivasi adalah molekul-molekul dapat bereaksi bila mempunyai tenaga lebih tinggi dari pada tenaga rata-rata sistem. Selisih tenaga ini yang disebut dengan energi aktivasi. Hanya molekul-molekul yang mempunyai tenaga lebih besar atau sama dengan tenaga aktivasi yang dapat bereaksi. Makin tinggi temperatur makin banyak molekul yang mempunyai tenaga lebih besar atau sama dengan tenaga aktivasi hingga makin cepat reaksinya. Dengan adanya katalis tenaga aktivasi dari reaksi-reaksi tersebut menjadi lebih kecil atau berkurang, hingga reaksi menjadi lebih cepat. Katalis menurunkan energi pengaktifan reaksi maju dan reaksi balik dengan jumlah yang sama.



Gambar 2. Energi aktivasi

Dari gambar 2 dapat dijelaskan bahwa $A+B+C$ adalah energi molekul pereaksi. $AB^\ddagger$ untuk keadaan transisi untuk reaksi yang tak berkatalis, $AC^\ddagger + B$ dan $ABC^\ddagger$ keadaan transisi untuk reaksi yang berkatalis. $AB+C$ energi molekul produk. Katalis menurunkan energi pengaktifan dari suatu reaksi tetapi tidak mengubah ΔE reaksi. Suatu katalis menurunkan energi pengaktifan reaksi maju dan reaksi balik dalam jumlah yang sama.

Katalis dapat dibedakan dalam dua golongan utama yaitu: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang berada dalam fase sama dengan pereaksi sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasenya dengan pereaksi. Katalis dapat berupa zat padat, cair atau gas. Contoh katalis homogen adalah NO_2 mengkatalis oksidasi SO_2 menjadi SO_3 . Contoh katalis heterogen adalah oksidasi SO_2 dengan Pt asbes. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi.(Sukardjo, 1985)

Katalis homogen mempunyai keuntungan dapat bereaksi dengan cepat karena berada dalam satu fase dengan pereaksinya, katalis homogen tidak mengalami perubahan kimia yang permanen dan dapat digunakan kembali sedangkan kerugiannya suatu reaksi pada temperatur tinggi produk-produk reaksi tidak stabil atau karena mungkin pereaksi itu lebih cepat terbentuk kembali pada temperatur tinggi oleh karenanya rendemen produk yang dihasilkan menjadi lebih berkurang. Katalis heterogen keuntungannya dapat mengadsorpsi berbagai macam gas, gaya tarik menarik antar molekul zat padat dan molekul gas atau cairan yang teradsorpsi menjadikan molekul yang teradsorpsi menjadi reaktif secara kimiawi. sedangkan kerugiannya bereaksi dengan lambat dari pada katalis homogen karena berada pada beda fase dengan pereaksinya menggunakan sistem adsorpsi yang membutuhkan waktu yang lebih lama.(Keenan, dkk. 1984)

Pada proses transesterifikasi dapat menggunakan katalis asam, basa, dan biokatalis. Katalis asam seperti asam klorida dan asam sulfat, katalis basa seperti NaOH , KOH dan sodium metoksida dan biokatalis seperti lipase. Dalam pembuatan biodiesel KOH lebih mudah digunakan dengan waktu reaksi yang diperlukan 1,4 kali lebih cepat dibanding dengan menggunakan NaOH . (Pelly,2005).

2.11. Transesterifikasi

Transesterifikasi berasal dari esterifikasi. Transesterifikasi merupakan pembentukan ester dengan mereaksikan minyak dengan alkohol dengan bantuan katalis basa. Transesterifikasi merupakan perubahan bentuk dari satu jenis ester

menjadi bentuk ester yang lain. Proses transesterifikasi adalah mengeluarkan gliserida dari minyak dan mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol (misalnya metanol) menjadi alkohol ester (fatty acid metil ester, FAME), atau biodiesel. Transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak kelapa dengan metanol yang menggunakan katalisator NaOH.

Proses transesterifikasi dapat berlangsung selama 1 jam pada suhu sekitar 50–65 °C. Campuran yang terjadi kemudian didiamkan sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan bawah adalah glyserin dan lapisan atas metil ester (biodiesel). Agar reaksi berlangsung sempurna, maka biodiesel hasil dari tahap pertama kemudian direaksikan lagi dengan metanol (tahap kedua). Hal ini untuk mengantisipasi kandungan gliserin total (baik yang terikat dan bebas) dalam biodiesel, supaya tidak terjadi deposit pada motor.

2.12. Titik Nyala (Flash Point)

Titik nyala atau titik kilat adalah titik temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. SNI menetapkan titik nyala untuk biodiesel lebih tinggi sehingga lebih aman dibanding dengan solar sehingga tidak mudah terbakar. SNI menetapkan titik nyala minimum untuk biodiesel adalah 100°C bertujuan untuk mengeliminasi kontaminasi metanol akibat proses konversi minyak nabati yang tak sempurna. Jika titik nyala terlalu tinggi akan menyebabkan keterlambatan penyalaan pada mesin, sementara titik nyala biodiesel terlalu rendah menyebabkan timbulnya detonasi yaitu ledakan-ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar (Rama, dkk. 2006).

2.13. Residu Karbon

Residu karbon adalah kandungan karbon yang masih tersisa setelah mengalami pembakaran selama waktu tertentu yang biasanya ditentukan dengan persen berat. Pengotor dalam ruang bakar dari mesin diesel disebabkan oleh deposit karbon yang dapat terjadi apabila bahan bakar mengandung komponen–

komponen yang tidak dapat terbakar dengan sempurna. Prinsip kerja penentuan residu karbon dengan cara: contoh didalam cawan porselen ditimbang, lalu dipanaskan sehingga terbakar, pada saat ini minyak dipecah menjadi fraksi-fraksi yang akhirnya dihasilkan karbon-karbon yang berwarna hitam. Setelah pembakaran selesai cawan porselen didinginkan didalam desikator dan selanjutnya cawan ditimbang untuk memperoleh berat residu karbon (Silaban, 1993) Kadar residu karbon menunjukkan tendensi pembentukan jelaga (jokes). Tingkatan residu karbon tergantung pada jumlah asam lemak bebas, jumlah gliserida dan jumlah katalis yang sudah berbentuk sabun. Kadar residu karbon harus kecil karena fraksi hidrogen ini akan menyebabkan penumpukan residu karbon dalam ruang pembakaran. Akibatnya kinerja mesin akan berkurang. Pada temperatur tinggi deposit karbon dapat membara sehingga akan menaikkan temperatur silinder pembakaran. (Rama, dkk. 2006)

$$\text{Kadar residu karbon} = \frac{\text{berat residu karbon(g)} \times 100\%}{\text{berat sampel(g)}}$$