

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Biodiesel**

Biodiesel merupakan bahan bakar terbarukan yang diproduksi dari metanol dan minyak nabati, lemak hewani, dan daur ulang minyak jelantah (U.S. Department of Energy, 2006). Biodiesel adalah salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan di tengah peningkatan kebutuhan bahan bakar dan menipisnya cadangan minyak bumi. Biodiesel merupakan zat asam yang mengandung lemak metil ester. Metil ester adalah salah satu jenis ester yang mempunyai rumus senyawa  $\text{RCOOCH}_3$ . Biodiesel diperoleh dengan mereaksikan secara kimiawi alkohol dengan minyak tumbuhan, menggunakan NaOH atau KOH sebagai katalis. Proses paling umum dalam memproduksi biodiesel dari minyak tumbuhan adalah transesterifikasi *fatty acid glycerol esters* menjadi metil ester dengan menggunakan salah satu katalis.

Sesuai Kebijakan Energi Nasional (KEN), Indonesia pada tahun 2010 ditargetkan menggunakan *renewable energy* sebanyak 5 % dari kebutuhan total dan pada tahun 2025 ditargetkan dapat meningkat hingga 23%. Untuk itu pemerintah sedang gencar-gencarnya mempersiapkan dan membangun pembangkit listrik terbarukan di seluruh wilayah di Indonesia. Produksi biodiesel berbahan dasar minyak jelantah memiliki prospek yang menjanjikan karena selain dapat memanfaatkan limbah dan mengurangi pencemaran, bahan baku minyak jelantah merupakan bahan baku paling murah untuk produksi biodiesel.

Biodiesel harus disimpan di dalam lingkungan yang tidak terkena matahari secara langsung, bersih dan kering. Kebanyakan bahan bakar saat ini digunakan sebelum enam bulan penyimpanan, sedangkan biodiesel masih bisa digunakan setelah enam bulan disimpan, bahkan biodiesel masih dapat digunakan lagi dalam waktu lebih dari enam bulan, tetapi hal ini tergantung dari komposisi bahan bakar.

Adapun syarat mutu biodiesel yang dihasilkan berdasarkan SNI 04 7182 2006, antara lain seperti dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1.Syarat mutu biodiesel ester alkil

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskosita kinematik pada 40°C	mm <sup>2</sup> /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)		maks. no 3
7	Residu karbon - dalam contoh asli, <b>atau</b> - dalam 10% ampas distilasi	%-massa	maks 0,05 <b>maks. 0,30</b>
8	Air dan sedimen	%-vol	maks. 0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C	maks. 360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	maks. 0,02
11	Belerang	ppm-m (mg/kg)	maks, 100
12	Fosfor	ppm-m (mg/kg)	maks. 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	maks. 0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	maks. 0,02
15	Gliserol total	%-massa	maks. 0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	min. 96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I <sub>2</sub> /100 g)	maks. 115
18	Uji Halphen		Negatif

Catatan dapat diuji terpisah dengan ketentuan kandungan sedimen maksimum 0,01% vol

Sumber: SNI, 2006

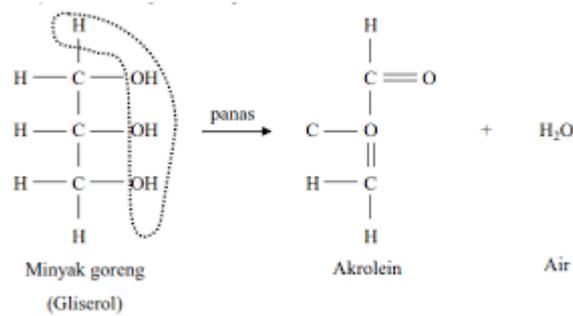
Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin yang menggunakan Diesel sebagai bahan bakarnya tanpa memerlukan modifikasi mesin. Biodiesel tidak mengandung *Petroleum Diesel* atau Solar. Biodiesel merupakan senyawa Mono Alkyl Ester yang diproduksi melalui reaksi Transesterifikasi antara Trigliserida (minyak nabati seperti Minyak Sawit, Minyak Jarak dan Minyak Biji Karet). Dengan Metanol menjadi Metal Ester dan Gliserol

dengan bantuan katalis basa. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12-20 serta mengandung Oksigen. Adanya Oksigen pada Biodiesel membedakannya pada *Petroleum Diesel* (Solar) yang komponen utamanya hanya dari Hidrokarbon. Jadi komposisi Biodiesel dan Petroleum sangat berbeda. Agar dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar, biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas. Sebenarnya, minyak lemak nabati sendiri dapat dijadikan bahan bakar, namun, viskositasnya terlalu tinggi sehingga tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel. Untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar, biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas. Sebenarnya, minyak lemak nabati sendiri dapat dijadikan bahan bakar, namun viskositasnya terlalu tinggi sehingga tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan bahan bakar mesin diesel.

## **2.2. Bahan Baku Konversi Biodiesel**

### **2.2.1. Minyak Jelantah**

Minyak jelantah merupakan limbah sisa penggorengan yang dipakai menggoreng beberapa kali (4-7 kali penggorengan) telah terjadi dekomposisi senyawa sehingga kualitasnya menurun tajam yang merupakan limbah sisa penggorengan dan bila dilihat dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa - senyawa kimia yang bersifat merusak. Pada umumnya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa antara lain, polimer, aldehida, asam lemak, senyawa aromatik, dan lakton. Di samping itu, minyak jelantah juga tidak baik untuk kesehatan apabila senyawa polar mencapai 25–27 %. Sebagai tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein ini menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan pada saat mengkonsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng berulang kali. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol yang membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein (Ketaren, 2005). Berikut skema terbentuknya akrolein :



Gambar 2.1. Skema terbentuknya Akrolein

Minyak goreng sangat mudah untuk mengalami oksidasi (Ketaren, 2005). Minyak jelantah telah mengalami penguraian molekul-molekul, sehingga titik asapnya turun drastis, dan bila disimpan dapat menyebabkan minyak menjadi berbau tengik. Bau tengik dapat terjadi karena penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan FFA (*free fatty acid*) atau asam lemak jenuh.

### 2.2.2. Alkohol

Alkohol adalah senyawa organik yang mengandung gugus fungsi hidroksi(-OH). Alkohol bisa berasal dari alkana, alkena, dan alkuna dengan adanya pergantian gugus alkil dan dengan gugus hidroksi pada atom karbon jenuh. Rumus umum alkohol adalah R-OH, dimana R adalah alkil, alkenil, dan alkunil. Alkohol dikelompokkan sebagai bentuk primer, sekunder atau tersier berdasarkan atom karbon yang mengikat gugus OH terikat pada satu, dua, tiga atom karbon dan sebagai monohidrik, dihidrik, atau trihidrik berdasarkan apakah senyawa itu mengandung satu, dua atau tiga gugus OH.

Jenis alkohol yang selalu dipakai pada proses transesterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena metanol (CH<sub>3</sub>OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) karena metanol memiliki satu ikatan karbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan etanol. Kerugian dari metanol adalah zat beracun dan berbahaya bagi kulit, mata, paru-paru dan pencernaan dan dapat merusak plastik dan karet terbuat dari batu

Metanol berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air.

Etanol lebih aman, tidak beracun dan terbuat dari hasil pertanian, etanol memiliki sifat yang sama dengan metanol yaitu berwarna bening seperti air, mudah menguap, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Etanol adalah senyawa organik golongan alkohol primer. Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Etanol disebut juga etil alkohol dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ .

### **2.2.3. Katalis**

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri (lihat pula katalisis). Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen.

#### **2.2.3.1. Katalis Homogen**

Katalis homogen terdiri atas dua jenis yaitu katalis asam homogen dan katalis basa homogen. Katalis yang umum digunakan dalam reaksi transesterifikasi yaitu KOH dan NaOH. Penggunaan katalis ini menimbulkan masalah pada proses pemisahan produk reaksi sehingga menghasilkan limbah pencucian dalam jumlah yang besar. Di samping itu, katalis basa bekerja dengan baik pada batas asam lemak bebas (ALB) < 0,5%. Katalis asam homogen yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi misalnya  $H_2SO_4$ , HCl, dan  $H_3PO_4$ . Akan tetapi penggunaan katalis ini memerlukan waktu reaksi yang lama, menyebabkan korosi pada reaktor yang digunakan, rasio molar alkohol dengan minyak harus besar serta memerlukan suhu yang tinggi.

### 2.2.3.2. Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya. Katalis heterogen terdiri atas dua jenis yaitu katalis heterogen yang bersifat asam dan katalis heterogen yang bersifat basa. Beberapa katalis heterogen telah disintesis baik yang bersifat asam maupun basa. Katalis basa heterogen yang paling umum digunakan adalah senyawa oksida logam seperti logam alkali, alkali tanah sebagai katalis transesterifikasi minyak nabati. Oksida logam alkali tanah (MgO, CaO, SrO, dan BaO) dikenal sebagai oksida logam tunggal (Endalew, A., 2011).

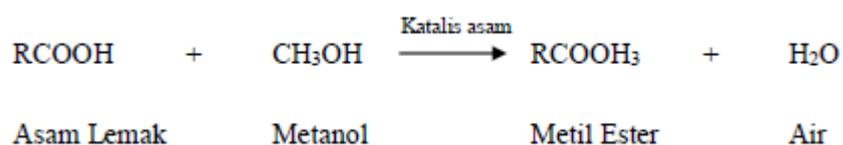
Katalis heterogen memiliki keuntungan dibandingkan dengan katalis homogen. Katalis heterogen mudah dipisahkan dari produk reaksi, lebih tahan terhadap asam lemak bebas yang terkandung di dalam bahan baku tanpa melalui reaksi saponifikasi sehingga memungkinkan untuk melakukan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi sekaligus dengan bahan baku yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi, baik bahan baku yang berasal dari hewan maupun yang berasal dari tumbuhan (Drelinkiewicz, A., 2014).

## 2.3. Tahapan Pembentukan Biodiesel

Dalam penentuan proses pembuatan biodiesel kandungan FFA (Kandungan Asam lemak bebas) merupakan faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel yang akan dilakukan apakah dengan menggunakan proses transesterifikasi, esterifikasi atau esterifikasi - transesterifikasi.

### 2.3.1. Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester dengan mereaksikan antara minyak lemak dengan alkohol. Proses esterifikasiditunjukkan untuk perlakuan awal dalam membuat biodiesel dengan menggunakan bahan baku yang memiliki kadar FFA tinggi yaitu > 5% dengan tujuan kandungan asam lemak bebas dapat turun dan diperoleh tambahan ester.



Tahap esterifikasi diikuti dengan tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus dibuang terlebih dahulu. Berikut ini faktor yang mempengaruhi reaksi esterifikasi (Angga Hariska dkk, 2012) :

a. Keadaan pereaksi dan luas permukaan

Pada umumnya semakin kecil partikel pereaksi makin besar permukaan yang bersentuhan dalam reaksi sehingga reaksi makin cepat.

b. Konsentrasi

Makin besar konsentrasi makin cepat laju reaksi. Pereaksi yang berbeda mempengaruhi laju reaksi tertentu dengan cara yang berbeda.

c. Temperatur

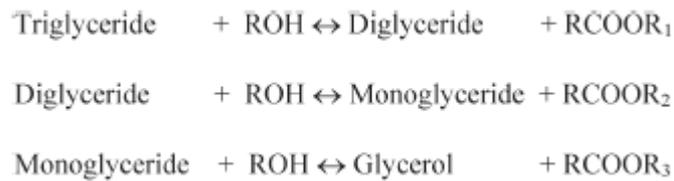
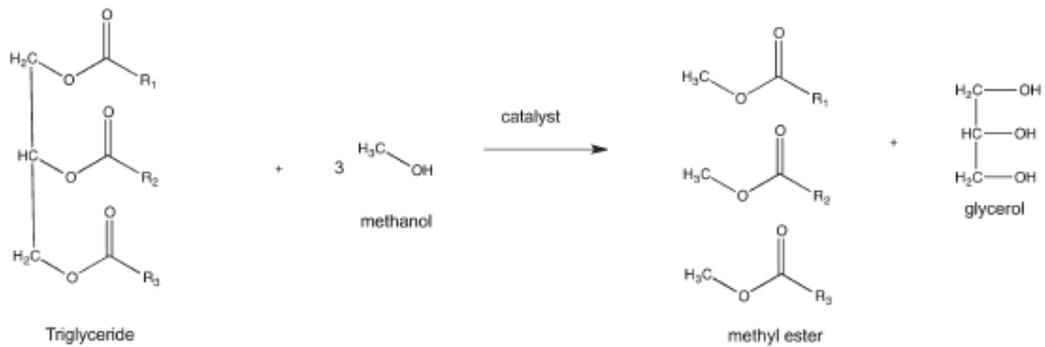
Pada umumnya, jika temperatur dinaikkan laju reaksi bertambah.

d. Penambahan katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat suatu reaksi, tetapi tidak ikut bereaksi. Sebagai contoh, campuran hidrogen dan oksigen ditambahkan dengan serbuk platina sebagai campuran katalis, maka akan segera terjadi reaksi yang eksplosif.

### 2.3.2. Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) dengan alkohol menjadi metil ester dan juga menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Jenis alkohol yang sering digunakan adalah metanol dan etanol. Reaksi transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel tidak lain adalah reaksi alkoholisis. Reaksi ini hampir sama dengan reaksi hidrolisis tetapi menggunakan alkohol. Reaksi ini bersifat *reversible* dan menghasilkan alkil ester dan gliserol. Alkoholisis berlebih digunakan untuk memicu reaksi pembentukan produk. Tujuan dari proses transesterifikasi ini adalah untuk menurunkan viskositas atau kekentalan minyak sehingga mendekati viskositas dari solar. Hal ini dikarenakan nilai viskositas yang tinggi.



Gambar 2.2 Skema pembentukan metil ester.

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 katalis ini dapat mempercepat reaksi.

#### 2.4. Pengadukan

Pengadukan dan pencampuran merupakan operasi yang penting dalam industry kimia. Pencampuran (*mixing*) merupakan proses yang dilakukan untuk mengurangi ketidakseragaman suatu sistem seperti konsentrasi, viskositas, temperatur dan lain-lain. Pencampuran dilakukan dengan mendistribusikan secara acak dua fasa atau lebih yang mula-mula heterogen sehingga menjadi campuran homogen. Peralatan proses pencampuran merupakan hal yang sangat penting, tidak hanya menentukan derajat homogenitas yang dapat dicapai, tapi juga mempengaruhi perpindahan panas yang terjadi. Penggunaan peralatan yang tidak tepat dapat menyebabkan konsumsi energi berlebihan dan merusak produk yang dihasilkan. Salah satu peralatan yang menunjang keberhasilan pencampuran ialah pengaduk.

Hal yang penting dari tangki pengaduk dalam penggunaannya antara lain:

1. Bentuk pada umumnya digunakan bentuk silindris dan bagian bawahnya cekung.

2. Ukuran yaitu diameter dan tinggi tangki
3. Kelengkapannya:
  - a. Ada tidaknya *baffle*, yang berpengaruh pada pola aliran di dalam tangki.
  - b. Pendingin/Pemanas (*Jacket/Coil*) yang berfungsi sebagai pengendal I suhu.
  - c. Letak lubang pemasukan dan pengeluaran untuk proses kontinyu.
  - d. Kelengkapannya lainnya seperti tutup tangki dan sebagainya.

Prinsip pencampuran bahan banyak diturunkan dari prinsip mekanika fluida dan perpindahan bahan, karena pencampuran bahan akan ada bila terjadi gerakan atau perpindahan bahan yang akan dicampur baik secara horizontal ataupun vertikal. Ada dua jenis pencampuran, yaitu pencampuran sebagai proses terminal sehingga hasilnya merupakan suatu bahan jadi yang siap pakai, dan pencampuran merupakan proses pelengkap atau proses yang mempercepat proses lainnya seperti pemanasan, pendinginan atau reaksi kimia. Kebutuhan energi yang diperlukan untuk mencampur suatu jumlah tertentu bahan (cairan) tergantung pada viskositas cairan tersebut dan menyesuaikan dengan kebutuhan bahan-bahan tersebut.

#### **2.4.1 Kecepatan Pengadukan**

Komponen radial dan tangensial terletak pada daerah horizontal dan komponen longitudinal pada daerah vertikal untuk kasus tangkai tegak (*vertical shaft*). Komponen radial dan longitudinal sangat berguna untuk penentuan pola aliran yang diperlukan untuk aksi pencampuran (*mixing action*). Pengadukan pada kecepatan tinggi ada kalanya mengakibatkan pola aliran melingkar di sekitar pengaduk. Gerakan melingkar tersebut dinamakan vorteks.

*Vorteks* dapat terbentuk di sekitar pengaduk ataupun di pusat tangki yang tidak menggunakan *baffle*. Fenomena ini tidak diinginkan dalam industri karena beberapa alasan. Pertama: kualitas pencampuran buruk meski fluida berputar dalam tangki. Hal ini disebabkan oleh kecepatan sudut pengaduk dan fluida sama. Kedua udara dapat masuk dengan mudahnya ke dalam fluida karena tinggi fluida di pusat tangki jatuh hingga mencapai bagian atas pengaduk. Ketiga, adanya

*vorteks* akan mengakibatkan naiknya permukaan fluida pada tepi tangki secara signifikan sehingga fluida tumpah.

## **2.5. Pencucian**

Ketika reaksi transesterifikasi selesai, maka akan ada dua produk yang dihasilkan, yaitu metil ester dan gliserol. Produk gliserol memiliki densitas yang lebih berat sehingga produknya mengendap di bagian bawah, memungkinkan agar harus dipisahkan dari produk biodiesel yang dihasilkan. Baik biodiesel maupun gliserol masing-masing masih terkontaminasi dengan katalis, alkohol dan minyak yang tidak bereaksi pada reaksi transesterifikasi. Sehingga perlu dilakukan pencucian sebelum digunakan.

### **2.5.1. Water Washing**

Dikarenakan baik gliserol dan alkohol larut dalam air, maka *water washing* merupakan metode yang sangat efektif untuk menghilangkan keduanya, dan juga akan menghilangkan residu sabun dan juga garam sodium yang larut dalam biodiesel. Bahan baku utama untuk metode *water washing* adalah air distilasi hangat atau *softened water* karena air hangat dapat mencegah pengendapan ester asam lemak jenuh dan menghambat pembentukan emulsi dengan menggunakan tindakan pencucian yang lembut, dan *softened water* dapat menghilangkan kontaminasi kalsium dan magnesium dan menetralkan semua katalis alkali yang tersisa. Namun adapun kerugian dari metode ini, seperti kenaikan *cost* dan waktu produksi, menambah limbah cair dan juga adanya *product loss*. Selain itu, emulsi dapat terbentuk ketika pencucian biodiesel ketika biodiesel terbuat dari minyak jelantah atau bahan baku asam karena terbentuknya sabun.

### **2.5.2. Dry Washing**

Metode *dry washing* hanya melibatkan dengan menukar air dengan resin penukar ion atau bubuk silika magnesium untuk menghilangkan zat pengotor. Metode ini dapat melepaskan produk gliserol ke bawah dan mengurangi produk sabun. Baik dari resin penukar ion atau bubuk silika magnesium mempunyai

kelebihan dari masalah pencucian menggunakan air dan juga menghilangkan banyak masalah yang ada di *water washing*.

### **2.5.3. Ekstrasi Membran**

Kontaminan dapat dihilang dengan menggunakan membran serat berpori seperti polysilfone. Kinerja membran dapat dilihat dari laju aliran (fluks) dan selektivitasnya. Fluks adalah jumlah volume permeat yang melewati membran tiap satu satuan luas permukaan tiap satuan waktu. Selektivitas adalah kemampuan membran di dalam menghambat atau meloloskan komponen tertentu dari larutan yang dipisahkan. Hal ini dapat mengabaikan terjadinya emulsifikasi dari proses pencucian dengan air dan mengurangi kehilangan ketika proses pengilangan.

## **2.6. Karakteristik Biodiesel**

Bilangan *setana* yang baik dari minyak diesel lebih besar 30 dengan volatilitas tidak terlalu tinggi supaya pembakaran yang terjadi didalamnya lebih sempurna. Minyak diesel dikehendaki memiliki kekentalan yang relatif rendah agar mudah mengalir melalui pompa injeksi. Untuk keselamatan selama penanganan dan penyimpanan, titik nyala harus cukup tinggi agar terhindar dari bahaya kebakaran pada suhu kamar. Kadar belerang dapat menyebabkan terjadinya keausan pada dinding silinder. Beberapa karakteristik dari biodiesel adalah sebagai berikut : (Departemen Teknologi Petanian, USU 2005)

1. Kandungan sulfur kurang dari 15 ppm.
2. Bebas aromatic.
3. Angka *cetane* yang tinggi (lebih dari 50).
4. Bisa terdegradasi secara alami.
5. Tidak bersifat karsinogen.
6. Flash point yang tinggi (lebih dari 127 °C).
7. Nilai kalor max. 8% lebih rendah dari solar (*Calorific Value* solar :10803 cal/gr)
8. Diperlukan pemanasan pada tangki penyimpanan biodiesel pada musim dingin.

## **2.7. Standar Mutu Biodiesel**

Adanya standar mutu biodiesel di Indonesia sudah dibakukan dalam SNI-04-7182-2006 meliputi macam-macam parameter yang menjadi patokana agar

menjadikan biodiesel berkualitas. Parameter-parameter kualitas SNI-04-7182-2006 terdiri atas 2 kelompok, yaitu :

1. Parameter-parameter yang nilainya lebih mewakili tingkat kesempurnaan pengolahan/pemrosesan: viskositas kinematik, titik nyala (*flash point*), tingkat korosi bilah tembaga, angka asam, dan kadar-kadar ester alkil, gliserol bebas, gliserol total, fosfor, belerang, abu tersulfatkan, serta air dan sedimen.
2. Parameter-parameter yang nilainya lebih ditentukan oleh komposisi asam-asam lemak bahan mentah yang digunakan: angka setan, angka iodium, titik kabut (*cloud point*), residu karbon, uji Halphen, massa jenis, dan temperatur distilasi 90 %.

Sebagian besar parameter (massa jenis, viskositas dan sebagainya) sudah lazim digunakan sebagai parameter standar mutu solar (BBM). Metode-metode pengujian yang dianut industri BBM Indonesia umumnya adalah bakuan ASTM.

### **2.7.1 Massa jenis**

Temperatur penetapan massa jenis tidak dipilih 150C, karena titik awan/mendung biodiesel boleh mencapai 180C. Temperatur 400C dipilih karena selain sama dengan temperatur pengukuran viskositas, juga memudahkan pengendalian kekonstanan temperatur peralatan pengukur (tidak di dekat temperatur kamar). Persyaratan harga 0,850 s/d 0,890 dipilih berdasar data harga massa jenis ester metil asam-asam lemak C 8 s/d C 24° pada 400°C.

### **2.7.2 Viskositas**

Batas bawah harga viskositas ditetapkan berdasar data harga metil laurat pada temperatur 40°C. Asam *laurat* adalah asam lemak utama minyak kelapa dan minyak inti sawit.

### **2.7.3 Angka setana**

Batas harga angka setana (min. 51) mengikuti standar Eropa (min. 51). Nilai ini lebih tinggi dibandingkan standar di Amerika ( $\geq 40$ ) dan Brazil ( $\geq 42$ ). Nilai ini juga lebih besar dari syarat solar Indonesia (min. 45) sehingga

pencampuran biodiesel kepada solar berpotensi manfaat meningkatkan angka setan bahan bakar.

#### **2.7.4 Titik Nyala**

Harga titik nyala (*flash point*) min. 1000C dipandang cukup menjamin biodiesel ester metil bebas dari sisa-sisa metanol serta mengakomodasi kemungkinan keberadaan sejumlah kecil metil kaprilat (C8) dan metil kaprat (C10).

#### **2.7.5 Titik kabut**

Untuk Indonesia, harga titik awan/mendung 180°C dipandang cukup untuk menjamin biodiesel masih bisa mengalir sekalipun digunakan di daerah dataran tinggi (pegunungan) pada cuaca dingin.

#### **2.7.6 Korosi bilah tembaga**

*Crude petroleum* mengandung komponen sulfur yang kebanyakan dapat dipisahkan selama pemurnian. Dimana, keberadaan komponen sulfur di dalam produk petroleum dapat menyebabkan korosi pada beberapa jenis metal dan tingkat korosivitas ini tidak selamanya berbanding lurus dengan total sulfur. Sulfur ini menyebabkan efek yang berbeda tergantung dari struktur kimia sulfur yang terkandung di dalamnya.

#### **2.7.7 Fosfor**

Analisis kadar fosfor yang ditetapkan dalam standar Eropa [prEN 14214:2002(E)] maupun Amerika [ASTM D6751-02a], yaitu masing-masing prEN 14107 dan ASTM D 4951, menggunakan peralatan sangat canggih yaitu *Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry*. Untuk Indonesia sebaiknya ditetapkan metode alternatif yang lebih sederhana, yaitu spektrofotometri sinar tampak dengan prosedur standar AOCS Ca 12-55 dari *American Oil Chemists Society* atau prosedur FBI-A05-03.

#### **2.7.8 Gliserol total dan gliserol terikat**

Metode analisis kadar gliserol bebas dan gliserol total dalam standar Eropa maupun Amerika, yaitu masing-masing prEN 14105 dan ASTM D 6584, juga canggih karena menggunakan kromatografi gas-cair kolom kapiler. Metode

alternatif yang layak adalah prosedur standar titrasi iodometri asam periodat AOCS Ca 14-56 dari *American Oil Chemists Society* atau prosedur FBI-A02-03.

### 2.7.9 Kadar ester alkil

Metode penentuan ester alkil dalam standar Eropa (dan Australia) juga menggunakan khromatografi gas-cair kolom kapiler. Prosedur alternatif yang sederhana (sebut saja FBI-A03-03) dapat memanfaatkan gabungan hasil-hasil analisis angka penyabunan, angka asam (FBI-A01-03) serta kadar gliserol total dan gliserol bebas (FBI-A02-03).

### 2.7.10 Angka iodium

Batasan angka iodium diperlukan sebagai tolok ukur untuk membatasi kadar ester metil asam-asam lemak berikatan rangkap 3 (mudah berpolimerisasi dan menyebabkan deposit dalam mesin diesel). Harga batas 115 dipandang cukup baik; Eropa dan Australia menetapkan harga batas lebih tinggi, yaitu 120, karena mensyaratkan pula pengukuran langsung kadar-kadar ester metil asam-asam lemak berikatan rangkap 3 tersebut. A.S. tidak mau membatasi angka iodium karena sumber daya nabati utamanya (minyak kedelai) berangka iodium tinggi (117 s/d 143).

### 2.7.11 Uji Halphen

Di Indonesia terdapat berbagai tumbuhan (umumnya dari marga *Malvaceae*) yang minyak lemaknya mengandung asam lemak unik, karena bergugus *siklopropenoid*. Gugus siklopropenoid adalah gugus yang berbentuk rangkaian melingkar (siklo) menyerupai cincin dari *propena* pada suatu molekul/senyawa (Greenberg dan Harris, 1982). Pada asam *sterkulat* dan asam *malvalat* terdapat ikatan rangkap, sehingga termasuk sebagai asam lemak tak jenuh.

## 2.8. Manfaat Biodiesel

Beberapa manfaat biodiesel diantaranya adalah: (Departemen Teknologi Petanian, USU 2005), yaitu:

1. Mengurangi emisi dari mesin.
2. Mempunyai rasio keseimbangan energi yang baik (Minimum 1 – 2,5).

3. Energi lebih rendah 10 – 12% dari bahan bakar diesel minyak bumi, 37 – 38 Mj/Kg. Menimbulkan peningkatan efisiensi pembakaran biodiesel sebesar 5 – 7%, juga menghasilkan penurunan torsi 5% dan efisiensi bahan bakar.
4. Bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi.
5. Produk yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan.
6. Jika 0,4 – 5% dicampur dengan bahan bakar diesel minyak bumi otomatis akan meningkatkan daya lumas bahan bakar.
7. Titik nyala tinggi 100 – 150°C (Meletup tidak spontan atau menyala dalam keadaan normal).