

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biodiesel**

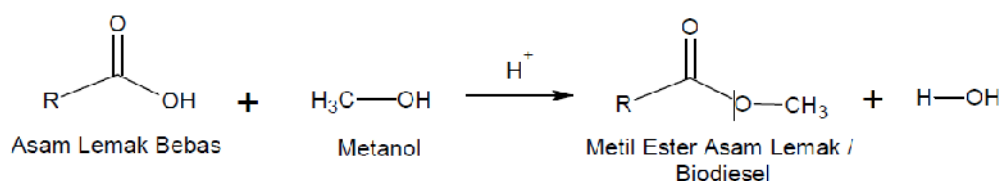
Biodiesel merupakan campuran metil ester dengan asam lemak rantai panjang yang dihasilkan dari sumber hayati seperti minyak nabati dan lemak hewani atau dari minyak goreng bekas pakai. Minyak nabati merupakan sumber bahan baku yang menjanjikan bagi proses produksi biodiesel karena bersifat terbarukan, dapat diproduksi dalam skala besar dan ramah lingkungan (Wenten, 2010).

Pada umumnya biodiesel disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon antara  $C_6 - C_{22}$ . Minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar yang kaya akan trigliserida merupakan sumber potensial untuk pembuatan biodiesel ini, dimana trigliseridanya memiliki viskositas dinamik yang sangat tinggi dibandingkan dengan solar. Rantai karbon biodiesel bersifat sederhana, berbentuk lurus dengan dua buah atom oksigen pada tiap cabangnya (mono alkil ester), sehingga lebih mudah didegradasi oleh bakteri dibandingkan dengan rantai karbon petrodiesel, yang bersifat lebih kompleks, dengan ikatan rangkap dan banyak cabang.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang berwarna kekuningan yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar, oleh karena itu campuran biodiesel dengan minyak solar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar minyak solar tanpa merusak atau memodifikasi mesin. Selain itu tenaga dan unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar juga tidak berubah.

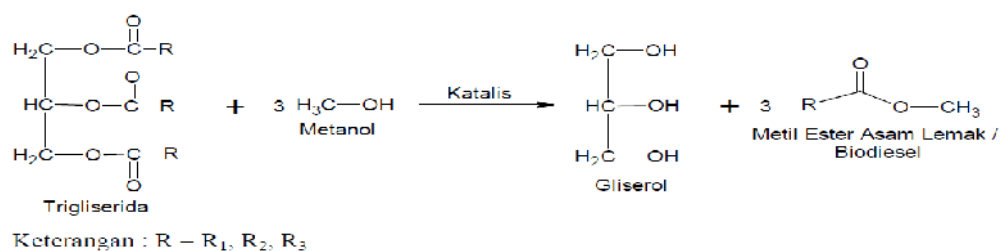
Biodiesel dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi ataupun esterifikasi minyak nabati dengan alkohol menggunakan katalis asam atau basa. Sodium metilat, NaOH atau KOH serta  $H_2SO_4$  merupakan katalis yang umum digunakan. Esterifikasi dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka asam 5 mg KOH/g).

Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Setelah selesai tahap esterifikasi diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpungkan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu. Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna, alkohol yang digunakan 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 waktu 1 sampai beberapa jam. Reaksi yang terjadi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Reaksi Esterifikasi

Reaksi transesterifikasi minyak nabati dengan methanol untuk menghasilkan biodiesel berlangsung seperti Gambar di bawah ini:



Gambar 2. Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi minyak nabati menghasilkan biodiesel juga telah dikembangkan dengan memanfaatkan enzim lipase sebagai katalisnya. Penggunaan enzim lipase ini sangat menarik untuk dikembangkan karena gliserol sebagai hasil samping produksi dapat dipisahkan dengan mudah serta pemurnian biodieselnnya juga sangat mudah dilakukan. Namun demikian dikarenakan biaya

produksinya cukup tinggi maka perkembangannya kurang begitu cepat. Tetapi dengan menggunakan metode *whole cell biocatalyst* dengan dukungan partikel biomassa telah dapat dilakukan pembuatan biodiesel dengan harga yang jauh lebih murah (Fukuda, dkk, 2001).

### 2.1.1 Karakteristik Biodiesel

Biodiesel tidak mengandung nitrogen atau senyawa aromatik dan hanya mengandung kurang dari 155 ppm (*part per million*) sulfur. Biodiesel mengandung 11% oksigen dalam persen berat yang keberadannya mengakibatkan berkurangnya kandungan energy namun menurunkan kadar emisi gas buang yang berupa karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), partikulat dan jelaga. Kandungan energi biodiesel 10% lebih rendah bila dibandingkan dengan solar, sedangkan efisiensi bahan bakar biodiesel lebih kurang dapat dikatakan sama dengan solar, yang berarti daya dan torsi yang dihasilkan proporsional dengan kandungan nilai kalor pembakarannya. Kandungan asam lemak dalam minyak nabati yang merupakan bahan baku dari biodiesel menyebabkan bahan bakar biodiesel sedikit kurang stabil dibandingkan dengan solar, kestabilan yang tidak stabil dapat meningkatkan kandungan asam lemak bebas, menaikkan viskositas, terbentuknya gums, dan terbentuknya sedimen yang dapat menyumbat saringan bahan bakar.

Biodiesel memiliki sifat melarutkan (*solvency*). Hal ini menyebabkan suatu permasalahan, dimana apabila digunakan pada mesin diesel yang sebelumnya telah lama menggunakan solar dan didalam tankinya telah terbentuk kerak dan sedimen, maka biodiesel akan melarutkan kerak dan sedimen tersebut, sehingga dapat menyumbat saringan dan saluran bahan bakar. Oleh karena itu apabila kandungan sedimen dan kerak didalam tangki bahan bakar cukup tinggi sebaiknya diganti sebelum digunakan biodiesel. Beberapa material seperti kuningan, tembaga, timah, dan seng dapat mengoksidasi biodiesel dan menghasilkan sedimen, untuk mencegah hal ini maka sebaiknya biodiesel terbuat dari bahan stainless steel atau alumunium.

### 2.1.2 Standar Mutu biodiesel

Dari peraturan pengujian biodiesel tentang spesifikasi bahan bakar minyak dan gas dan standar pengujian SNI (Standart Nasional Indonesia) dapat dianalisa :

#### 1. Angka Setana

Untuk bahan bakar motor diesel digunakan acuan Angka Setana, yaitu dengan bahan referensi normal cetane ( $C_{16}H_{34}$ ) yang tidak memiliki keterlambatan menyala dan aromatis methyl naphthalene ( $C_{10}H_7CH_3$ ) yang keterlambatannya besar sekali. Angka Setana dari biodiesel sebesar minimal 51 sedangkan standar dari solar sebesar 48.

Bilangan cetana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang dapat diinjeksikan ke ruang bahan bakar agar terbakar secara spontan. Bilangan cetana dari minyak diesel konvensional dipengaruhi oleh struktur hidrokarbon penyusun. Semakin rendah bilangan cetana maka semakin rendah pula kualitas penyalan karena memerlukan suhu penyalan yang lebih tinggi (Hendartono, T., 2005).

Semakin tinggi angka setana, semakin cepat pembakaran semakin baik efisiensi termodinamisnya. Angka setana yang tinggi berpengaruh signifikan terhadap waktu singkat yang diperlukan antara bahan bakar diinjeksikan dengan inisiasi sehingga menyebabkan *start* yang baik dan suara yang halus pada mesin (Mittelbach dan Remschmidt, 2004). Angka setana yang lebih tinggi akan memastikan *start* yang baik dan meminimalkan pembentukan asap putih (Zuhdi, 2002).

#### 2. Kinematic Viscosity

Viskositas merupakan sifat intrinsik fluida yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, karena gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran, akibatnya terbentuk pengendapan pada mesin. Viskositas yang tinggi atau fluida masih lebih kental akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan proses kimia yaitu transesterifikasi untuk menurunkan nilai viskositas minyak nabati itu

sampai mendekati viskositas solar. Pada umumnya viskositas minyak nabati jauh lebih tinggi dibandingkan viskositas solar, sehingga biodiesel turunan minyak nabati masih mempunyai hambatan untuk dijadikan sebagai bahan bakar pengganti solar.

Standar *Kinematik viscosity* dari biodiesel adalah sebesar 2,3 cSt sampai 6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan.

### 3. Massa Jenis (Densitas)

Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar. Kerapatan suatu fluida ( ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume.

### 4. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas /kalori yg dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara /oksigen.

### 5. Titik Nyala (*Flash Point*)

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 terlampau tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampau 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, L.,2007)

### 6. Titik Kabut (*Cloud Point*)

Titik kabut adalah temperatur pada saat bahan bakar mulai tampak “beerawan” (*cloudy*), hal ini timbul karena munculnya kristal-kristal (padatan) di

dalam bahan bakar. Walaupun bahan bakar masih bisa mengalir pada titik ini keberadaan kristal di dalam bahan bakar dapat mempengaruhi kelancaran aliran bahan bakar di dalam filter, pompa, dan injector.

Sedangkan titik tuang (*pour point*) adalah temperatur terendah yang masih memungkinkan terjadinya aliran bahan bakar di bawah *pour point* bahan bakar tidak lagi bisa mengalir karena terbentuknya Kristal yang menyumbat aliran bahan bakar dan pada *cloud point* terjadi pada temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan *pour point*.

Pada umumnya permasalahan pada aliran bahan bakar terjadi pada temperatur diantara *cloud point* dan *pour point* pada saat keberadaan kristal mulai mengganggu proses filtrasi bahan bakar. Oleh karena itu digunakan metode pengukuran yang lain untuk mengukur performansi bahan bakar pada temperatur rendah yakni *Cold Filter Plugging Point* (CFPP) dan *Low Temperatur Flow Test* (LTFT) dengan standart ASTM D 4539. Pada umumnya *pour* dan *cloud point* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Untuk mengatasi hal itu dapat dipergunakan pencampuran biodiesel dengan solar, atau menambahkan adatif tertentu pada biodiesel, untuk mencegah terjadinya kristal- kristal yang terbentuk pada biodiesel (Indartono, Y. S., 2006)

#### 7. Kadar Air (*Water Contain*)

Pada negara yang mempunyai musim dingin kandungan air yang terkandung dalam bahan bakar dapat membentuk kristal yang dapat menyumbat aliran bahan bakar. Selain itu keberadaan air dapat menyebabkan korosi dan pertumbuhan mikro organisme yang juga dapat menyumbat aliran bahan bakar. Sedimen dapat menyebabkan penyumbatan juga dan kerusakan mesin (Indantono, Y. S., 2006)

#### 8. Bilangan Iodine (*Number iodine*)

Angka iodine pada biodiesel menunjukkan tingkat ketidakjenuhan senyawa penyusun biodiesel, padahal disisi lain keberadaan senyawa tak jenuh meningkatkan performansi biodiesel pada temperatur rendah karena senyawa ini memiliki titik leleh (*melting point*) yang lebih rendah sehingga berkorelasi pada *cloud* dan *pour point* yang juga rendah. Namun di sisi lain banyak senyawa lemak

tak jenuh di dalam biodiesel memudahkan senyawa itu bereaksi dengan oksigen di atmosfer dan bisa terpolimerisasi membentuk material serupa plastik. Oleh karena itu terdapat batasan maksimal harga iodine yang diperbolehkan untuk biodiesel yaitu 115 berdasarkan standard SNI Biodiesel.

Pengaruh naiknya ketidakjenuhan metil ester dapat menyebabkan gas CO<sub>2</sub> bertambah besarnya derajat ketidakjenuhan berhubungan dengan bilangan iod. Semakin panjang rantai karbon semakin rendah emisi gas buang CO<sub>2</sub> dan semakin tinggi bilangan iodine semakin rendah emisi gas buang CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. (Indantono, Y. S.,2006)

Tabel 1. Standar SNI untuk biodiesel SNI 7182:2012

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas kinematik pd 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 1
7	Residu karbon :	%-massa	
	- dalam contoh asli, atau	-	maks 0,05
	- dalam 10 % ampas distilasi	-	maks. 0,30
8	Air dan sedimen	%-vol.	maks. 0,05
9	Temperatur distilasi 90 %	°C	maks. 360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	maks.0,02
11	Belerang	(mg/kg)	maks. 100
12	Fosfor	(mg/kg)	maks. 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	maks.0,6
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	Kestabilan oksidasi periode induksi metode rancimat atau periode induksi metode perto okxi	Menit	360
		Menit	27

(Sumber : SK Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2013)

Tabel 2. Parameter biodiesel standar SNI 04-7182-2006

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Indeks bias	-	1,3-1,45
2	Nilai kalor	Kcal/kg	Maks. 9938,76

(Sumber: Gusman, boby dkk. 2011)

## 2.2 Bahan Bakar Solar Atau Minyak Solar

Bahan bakar solar atau minyak solar adalah bahan bakar yang digunakan untuk mesin diesel putaran tinggi di atas 1000 rpm. Bahan bakar solar disebut juga *High Speed Diesel* (HSD) atau *Automotif Diesel Oil* (ADO). Pada motor diesel penyalanya adalah penyalan kompresi, merupakan jenis mesin *Internal Combustion Engine*. Berbeda dengan motor bensin dimana motor bensin penyalanya menggunakan busi motor, baik dua langkah maupun empat langkah. Minyak solar adalah campuran kompleks hidrokarbon  $C_{15} - C_{20}$ , yang mempunyai trayek didih antara 260–315 °C. Mutu minyak solar yang baik adalah bahwa minyak solar harus memenuhi batasan sifat – sifat yang tercantum pada spesifikasi dalam segala cuaca. Secara umum minyak solar adalah mudah teratomisasi menjadi butiran – butiran halus, sehingga dapat segera menyala dan terbakar dengan sempurna sesuai dengan kondisi dalam ruang bakar mesin. Beberapa batasan sifat–sifat minyak solar, baik sifat fisika maupun sifat kimia yang harus dipenuhi di dalam penggunaannya adalah :

- Mesin mudah di starter dalam keadaan dingin
- Tidak menimbulkan ketukan
- Mempunyai kemampuan pengkabutan yang sempurna
- Mempunyai komposisi kimia yang tidak menyebabkan pembentukan kerak (forming deposits)
- Tidak menimbulkan pencemaran udara



Tabel 3. Spesifikasi solar sesuai SK Dirjen Migas No.3675K/24/DJM/2006:

No	Karakteristik	Unit	Super	Reguler
1	Berat jenis pada suhu 15°C	kg/m <sup>3</sup>	820-860	815-870
2	Viskositas kinematik pada suhu 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2.0-4.5	2.0-5.0
3	Angka cetana / indeks		48-51	45-48
4	Titik nyala 40°C	°C	55	60
5	Titik tuang	°C	18	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		kelas 1	kelas 1
7	Residu karbon	%	0.30	30
8	Kandungan air	mg/kg	500	50
9	T90/95	°C	340/360	<370
10	Stabilitas oksidasi	g/m <sup>3</sup>	25	-
11	Sulfur	% m/m	0.05	0.35
12	Bilangan asam total	mg-KOH/g	0.3	0.6
13	Kandungan abu	% m/m	0.01	0.01
14	Kandungan sedimen	>% m/m	0.01	0.01
15	Kandungan FAME	% m/m	10	10
16	Kandungan metanol dan etanol	% v/v	Tak Terdeteksi	Tak Terdeteksi
17	Partikulat	mg/l	10	-

Sumber : Dirjen Migas No. 3675/24/DJM/2006

### 2.3 Perbandingan Biodiesel Dengan Solar

Perbandingan biodiesel dan bahan bakar solar dapat dilihat di tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan misi biodiesel dan petrosolar

Kriteria	Biodiesel	Solar
SO <sub>2</sub> (ppm)	0	78
CO (ppm)	10	40
NO (ppm)	37	64
NO <sub>2</sub> (ppm)	1	1
Total Partikulat (mg/Nm <sub>3</sub> )	0,25	5,6
Benzen (mg/Nm <sub>3</sub> )	0,3	5,01
Toluen (mg/Nm <sub>3</sub> )	0,57	2,31
Xyelen (mg/Nm <sub>3</sub> )	0,73	1,57
Etilbenzen (mg/Nm <sub>3</sub> )	0,3	0,73

(Soerawidjaja, 2001)

Jika dibandingkan dengan solar, biodiesel memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non-drying oil*);
- Mampu mengeliminasi efek rumah kaca;
- Merupakan *renewable energy* (energi terbarukan) karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui sehingga kontinuitas ketersediaan bahan baku dapat terjamin;
- Meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal;

Keuntungan pada segi lingkungan dari biodiesel jika dibandingkan dengan solar adalah:

- Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang lebih baik yaitu *free sulphur* (bebas sulfur), *smoke number* (bilangan asap) rendah dan angka setana *cetane number* lebih tinggi (> 60) sehingga efisiensi pembakarannya lebih baik;
- Biodiesel mengandung aroma hidrokarbon yang lebih sedikit : benzofluoranthene berkurang 56 % , dan benzopyrenes berkurang 71 %;
- Biodiesel mengurangi emisi CO kira-kira 50 % dan CO<sub>2</sub> sebesar 78 % di dalam neto *lifecycle* karena emisi biodiesel yang berupa karbon didaur ulang dari karbon yang sudah ada di atmosfer;

- Pembakarannya terbakar sempurna (*clean burning*) hingga tidak menghasilkan racun dan dapat terurai.

(Mursanti, Erina. 2007)

## 2.4 Minyak Jelantah

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng yang telah dipakai untuk memasak sudah dapat dikatakan sebagai minyak jelantah.

Penggorengan pada suhu tinggi dan pemakaian berulang akan merusak ikatan rangkap pada asam lemak. Perubahan fisik yang terjadi selama pemanasan menyebabkan perubahan indeks bias, viskositas, warna dan penurunan titik bakar. Keadaan tersebut menyebabkan penerimaan panas oleh minyak menjadi lebih cepat sehingga waktu yang dibutuhkan saat minyak mulai dipanaskan hingga mencapai titik bakar menjadi lebih cepat pada frekuensi menggoreng berikutnya.

Akibat reaksi kompleks pada minyak, ikatan asam lemak tak jenuh berubah menjadi jenuh. Semakin tinggi kandungan asam lemak jenuh pada minyak menandakan semakin menurunnya mutu dari minyak tersebut.

Bertambah tingginya kadar asam lemak jenuh dan suhu penggorengan menyebabkan semakin tinggi nilai kalor karena jumlah atom karbonnya bertambah. (Priskila, Siswantika. 2011)

Minyak Jelantah mempunyai *catalytic cracking*. Namun perengkahan non kandungan asam lemak bebas yang cukup katalis berlangsung pada suhu dan tekanan tinggi. Untuk menurunkan asam lemak bebas yang tinggi sehingga membutuhkan energi angka asam, pada umumnya diperlukan 2 (dua) tahap konversi minyak jelantah menjadi biodiesel yaitu proses esterifikasi biodiesel minyak jelantah menggunakan dan transesterifikasi (Hambali, dkk, 2008). Kelemahan proses ini adalah terjadinya *blocking* reaksi pembentukan biodiesel, yaitu methanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh reaksi pembentukan sabun, sehingga konsumsi methanol naik 2 (dua) kali lipat, katalis diperlukan dalam jumlah besar, sulitnya memisahkan biodiesel dengan gliserol

akibat terbentuknya sabun sehingga rendemen yang dihasilkan menurun. Hal ini mengurangi kualitas biodiesel yang kerusakan minyak adalah dengan dihasilkan.

## 2.5 Metanol

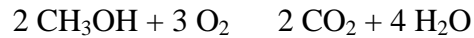
Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Secara fisika metanol mempunyai afinitas khusus terhadap karbon dioksida dan hidrogen sulfida. Titik didih metanol berada pada  $64,7\text{ }^\circ\text{C}$  dengan panas pembentukan (cairan)  $-239,03\text{ kJ/mol}$  pada suhu  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Metanol mempunyai panas fusi  $103\text{ J/g}$  dan panas pembakaran pada  $25\text{ }^\circ\text{C}$  sebesar  $22,662\text{ J/g}$ . Tegangan permukaan metanol adalah  $22,1\text{ dyne/cm}$  sedangkan panas jenis uapnya pada  $25\text{ }^\circ\text{C}$  sebesar  $1,370\text{ J/(gK)}$  dan panas jenis cairannya pada suhu yang sama adalah  $2,533\text{ J/(gK)}$ . Sebagai alkohol alifatik yang paling sederhana dengan rumus kimia  $\text{CH}_3\text{OH}$ , reaktifitas metanol ditentukan oleh group hidroksil fungsional. Metanol bereaksi melalui pemutusan ikatan C-O atau O-H yang dikarakterisasi dengan penggantian group  $-\text{H}$  atau  $-\text{OH}$ .

Metanol dapat diproduksi dari dua macam metoda yaitu metoda alamiah dengan cara ekstraksi atau fermentasi, dan metoda sintesis dengan cara sintesis gas hidrogen dan karbon dioksida atau oksidasi hidrokarbon atau dengan cara elektro/radiasi sintesis gas karbon dioksida.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



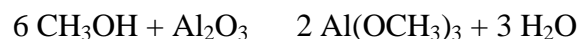
Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat.

Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri; Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida; kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik.

#### Kegunaan Metanol

Metanol digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam dikarenakan metanol tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. Metanol juga digunakan sebagai campuran utama untuk bahan bakar model radio kontrol, jalur kontrol, dan pesawat model.

Salah satu kelemahan metanol jika digunakan dalam konsentrasi tinggi adalah sifat korosif terhadap beberapa logam, termasuk aluminium. Metanol, meskipun merupakan asam lemah, menyerang lapisan oksida yang biasanya melindungi aluminium dari korosi:



Ketika diproduksi dari kayu atau bahan organik lainnya, metanol organik tersebut merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan hidrokarbon. Namun mobil modern pun masih tidak bisa menggunakan BA100 (100% bioalkohol) sebagai bahan bakar tanpa modifikasi. Metanol juga digunakan sebagai pelarut dan sebagai antibeku, dan fluida pencuci kaca depan mobil.

Sifat Fisika dan Kimia Methanol

Sifat fisik :

- Freezing point/melting point :  $-98^{\circ}\text{C}$
- Boiling point (760mmHg) :  $64.7^{\circ}\text{C}$
- Flash point :  $11^{\circ}\text{C}$
- Viscosity ( $20^{\circ}\text{C}$ ) : 0,55 Cp

Sifat kimia :

- Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{OH}$
- Berat molekul :  $32.04 \text{ g mol}^{-1}$
- Solubility : miscible
- Bersifat polar

(Knothe, Gerhard. 2004)

## 2.6 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat suatu laju reaksi dan menurunkan energi aktivasi, namun zat tersebut tidak habis bereaksi. Ketika reaksi selesai, kita akan mendapatkan massa katalis yang sama seperti pada awal kita tambahkan. Zat yang menghambat berlangsungnya reaksi disebut inhibitor. Dalam suatu reaksi kimia, katalis tidak ikut bereaksi secara tetap sehingga dianggap tidak ikut bereaksi.

### 2.6.1 Katalis Basa Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase yang sama dengan reaktan dan produk. Katalis homogen yang banyak digunakan adalah KOH dan NaOH dalam alcohol. Penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan, yaitu bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk dan katalis tidak dapat digunakan kembali. Keuntungan dari katalis homogeny yaitu memiliki yield yang besar dan reaksi suhu yang rendah.

### 2.6.2 Katalis Basa Heterogen

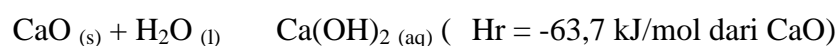
Katalis basa heterogen merupakan suatu zat yang dapat mempercepat terjadinya suatu reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, mempunyai sifat basa, dan fasa zatnya berbeda dengan fasa reaktannya. Katalis basa heterogen dapat mempercepat reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel. Reaksi transesterifikasi adalah reaksi antara minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan

alkohol membentuk ester dan gliserol. Jika menggunakan metanol maka ester yang dihasilkan dikenal dengan nama *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Reaksi ini digunakan secara luas untuk mengurangi viskositas trigliserida (Murugesan, dkk., 2008; Samik dkk, 2011). Katalis heterogen antara lain CaO, MgO.

Saat ini banyak industri menggunakan katalis heterogen yang mempunyai banyak keuntungan dan sifatnya yang ramah lingkungan yaitu tidak bersifat korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama. (Widyastuti, L., 2007).

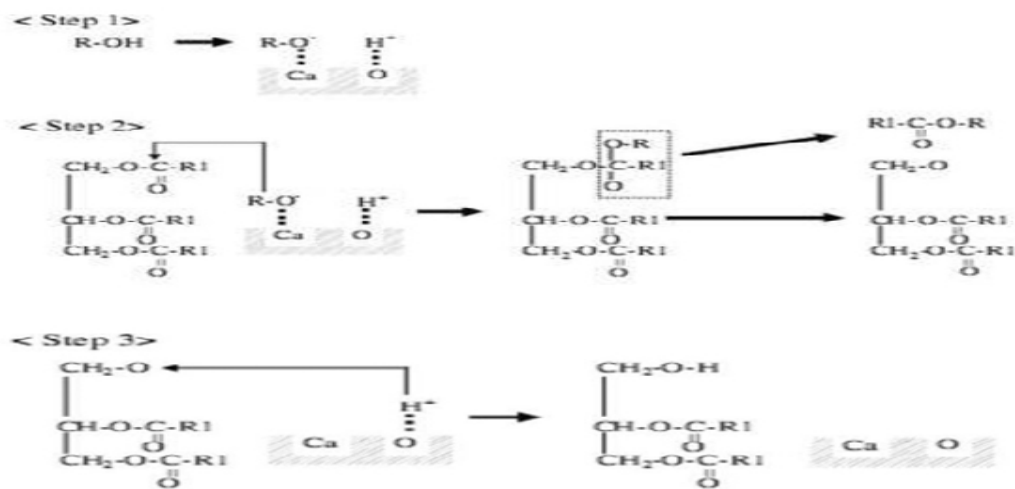
### 2.6.3 Katalis Kapur Tohor (CaO)

Kapur tohor atau dikenal dengan nama kimia Kalsium Oksida (CaO) Nama IUPAC kapur tohor ialah Kalsium oksida, nama lainnya Kapur mentah, kapur bakar, kapur tohor adalah hasil pembakaran kapur mentah (Kalsium Karbonat atau CaCO<sub>3</sub>) pada suhu kurang lebih 90°C jika disiram dengan air maka kapur tohor akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam (Kalsium Hidroksida atau CaOH) saat kapur tohor disiram dengan air terjadi reaksi:



CaO memiliki sisi-sisi yang bersifat basa dan CaO telah diteliti sebagai katalis basa yang kuat dimana untuk menghasilkan biodiesel menggunakan CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas katalis yang tinggi, masa penggunaan katalis yang lama, serta biaya katalis yang rendah.

Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis CaO disajikan pada Gambar 3



Gambar 3. Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis CaO

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada step 1, katalis CaO akan mengikat alkohol dan menunggu terjadinya kontak dengan trigliserida. Setelah terjadi kontak antara alkohol dengan trigliserida, maka asam lemak yang terdapat pada trigliserida akan pecah begitu juga dengan alkohol ini terjadi pada step 2, sehingga membentuk senyawa alkil ester (biodiesel). Step 3, H<sup>+</sup> yang dihasilkan dari pecahnya alcohol akan berikatan dengan O<sup>-</sup>, sehingga membentuk gliserol. (sumber: Christina, Natalia dkk jurnal ilmiah. ISSN 1412-7350).

## 2.7 Faktor- faktor Yang Mempengaruhi Pada Pembuatan Biodiesel

Tahapan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan biodiesel adalah :

### a. Pengaruh air dan asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida.

### b. Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah



Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah.

c. Pengaruh jenis alkohol

Pada rasio 6:1, metanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol.

d. Metanolisis Crude dan Refined Minyak Nabati

Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati refined. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring.

e. Pengaruh temperatur

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada temperatur 30 – 65°C (titik didih methanol sekitar 65°C). Semakin tinggi temperatur, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat.