

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biodiesel

Biodiesel adalah suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan kepada BBM. Biodiesel merupakan bahan bakar berupa metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alkohol. Sebagai bahan bakar, biodiesel mampu mengurangi emisi hidrokarbon tak terbakar, karbon monoksida, sulfat, hidrokarbon polisiklik aromatik, nitrat hidrokarbon polisiklik aromatik dan partikel padatan sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang disukai disebabkan oleh sifatnya yang ramah lingkungan.

2.2 Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel

Tabel.1. Sifat Fisik/Kimia Biodiesel

Sifat fisik / kimia	Biodiesel	Solar
Komposisi	Ester alkil	Hidrokarbon
Densitas, g/ml	0,8624	0,8750
Viskositas, cSt	5,55	4,6
Titik kilat, °C	172	98
Angka setana	62,4	53
Energi yang dihasilkan	40,1 MJ/kg	45,3 MJ/kg

(Sumber : *Internasional Biodiesel*, 2001)

2.3 Standar Mutu Biodiesel

Tabel.2. Standar Nasional Biodiesel (SNI 04-7182-2006)

No	Parameter	Unit	Nilai	Metoda
1	Densitas (40°C)	Kg/m ³	850 - 890	ASTM D 1298
2	Viskositas (40°C)	Mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0	ASTM D 445
3	Cetane Number		Min. 51	ASTM D 613
4	Flash Point (close up)	°C		
5	Cloud point	°C		
6	Copper Strip Corrosion (3 jam, 50°C)		Max. No 3	ASTM D 130
7	Carbon residu - sample - - 10% dist. residu	% mass	Max. 0,05 (Max. 0,3)	ASTM D 4530
8	Air dan sedimen	% vol	Max. 0,05*	ASTM D 2709 atau ASTM D1160
9	Temperatur destilasi, 90% recovered	°C	Max. 360	ASTM D 1160
10	Sulfated ash	%mass	Max. 0,02	ASTM D 874
11	Sulfur	Ppm(mg/kg)	Max. 100	ASTM D 5453 atau ASTM D1266
12	Phosphorous content	Ppm(mg/kg)	Max. 10	AOCS Ca 12-55
13	Bilangan asam (N _A)	Mg-KOH/g	Max. 0,8	AOCS Cd 3-36 atau ASTM D 664
14	Free Gliserin	% mass	Max.	AOCS Ca 14-

			0,02	56 atau ASTM D6584
15	Total Gliserin (G_{tl})	% mass	Max. 0,24	AOCS Ca 14-56 atau ASTM D6584
16	Kandungan ester	% mass	Min. 96,5	Dihitung **
17	Bilangan iod	% mass (g $I_2/100g$)	Max. 115	AOCS Cd 1-25
18	Halphen test		Negative	AOCS Cd 1-25

(Sumber: dekindo.com)

2.4 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng dari tumbuhan biasanya dihasilkan dari tanaman seperti kelapa, biji-bijian, kacang-kacangan, jagung, kedelai, dan kanola. Minyak goreng biasanya bisa digunakan hingga 3 - 4 kali penggorengan. Jika digunakan berulang kali, minyak akan berubah warna.

Saat penggorengan dilakukan, ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak tak jenuh akan putus membentuk asam lemak jenuh. Minyak yang baik adalah minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam lemak jenuhnya.

Setelah penggorengan berkali-kali, asam lemak yang terkandung dalam minyak akan semakin jenuh. Dengan demikian minyak tersebut dapat dikatakan telah rusak atau dapat disebut minyak jelantah.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi kerusakan minyak adalah:

- Oksigen dan ikatan rangkap-->Semakin banyak ikatan rangkap dan oksigen yang terkandung maka minyak akan semakin cepat teroksidasi.
- Suhu --> Suhu yang semakin tinggi juga akan mempercepat proses oksidasi.
- Cahaya dan ion logam --> berperan sebagai katalis yang mempercepat proses oksidasi.
- Antioksidan --> membuat minyak lebih tahan terhadap oksidasi.

(http://id.wikipedia.org/wiki/Minyak_goreng)

2.5 Standar Mutu Minyak Goreng

Tabel.3. Standar Mutu Minyak Goreng Berdasarkan SNI - 3741- 1995

Kriteria	Persyaratan
1. Bau dan Rasa	Normal
2. Warna	Muda Jernih
3. Kadar Air	max 0,3%
4. Berat Jenis	0,900 g/liter
5. Asam lemak bebas	Max 0,3%
6. Bilangan Peroksida	Max 2 Meg/Kg
7. Bilangan Iod	45 - 46
8. Bilangan Penyabunan	196 - 206
9. Index Bias	1,448 - 1,450
10. Cemaran Logam	Max 0,1 mg/kg

(Sumber:http://www.dekindo.com/media.php?standar_mutu=3)

2.6 Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia (CH₃OH). 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.

Penggunaan metanol sebagai bahan bakar mulai mendapat perhatian ketika krisis minyak bumi terjadi pada tahun 1970-an karena ia mudah tersedia dan murah. Masalah timbul pada pengembangan awalnya untuk campuran metanol-bensin. Untuk menghasilkan harga yang lebih murah, beberapa produsen cenderung mencampur metanol lebih banyak. Produsen lainnya menggunakan teknik pencampuran dan penanganan yang tidak tepat. Akibatnya, hal ini menurunkan mutu bahan bakar yang dihasilkan.

Akan tetapi, metanol masih menarik untuk digunakan sebagai bahan bakar bersih. Mobil-mobil dengan bahan bakar fleksibel yang dikeluarkan oleh General Motors, Ford dan Chrysler dapat beroperasi dengan setiap kombinasi etanol, metanol dan/atau bensin. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Metanol>)

2.7 Sifat Fisik dan Kimia Metanol

Sifat fisika Metanol (CH_3OH) :

- Massa molar 32.04 g/mol
- Berwarna bening
- Densitas 0.7918 g/cm³,
- Titik leleh $-97\text{ }^\circ\text{C}$, $-142.9\text{ }^\circ\text{F}$ (176 K),
- Titik didih $64.7\text{ }^\circ\text{C}$, $148.4\text{ }^\circ\text{F}$ (337.8 K).
- Kelarutan dalam air Fully miscible
- Keasaman ($\text{p}K_a$) ~ 15.5
- Viskositas 0.59 mPa·s at $20\text{ }^\circ\text{C}$
- Momen dipol 1.69

Sifat Kimia Methanol:

- Mudah terbakar,
- Beracun
- Mudah menguap
- Tidak berwarna
- Bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol)

2.8 Katalis NaOH

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. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terserap.

Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas.

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, adalah sejenis basal logam kaustik. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Natrium Hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.

2.9 Sifat Fisik dan Kimia NaOH

Sifat fisik NaOH:

- Berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50% .
- Bersifat lembab cair dan secara spontan
- Titik leleh 318°C
- Titik didih 1390°C
- Padatan berwarna putih

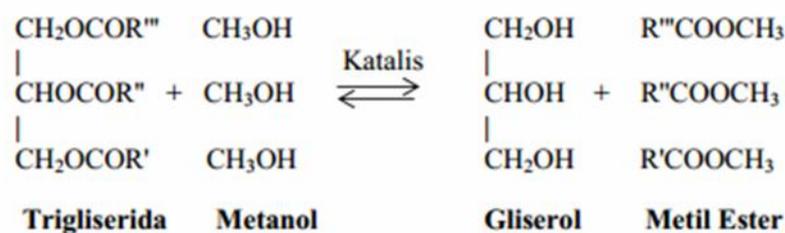
Sifat Kimia NaOH:

- Menyerap karbon dioksida dari udara bebas.
- Sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan.
- Larut dalam etanol dan metanol,
- Tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya.
- Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.
- Sangat mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida

2.10 Transesterifikasi

Produksi metil ester dapat dilakukan melalui transesterifikasi minyak nabati dengan metanol ataupun esterifikasi langsung asam lemak hasil hidrolisis minyak nabati dengan metanol. Namun transesterifikasi lebih intensif dikembangkan, karena proses ini lebih efisien dan ekonomis.

Transesterifikasi adalah reaksi ester untuk menghasilkan ester baru yang mengalami penukaran posisi asam lemak. Untuk mendorong reaksi ke arah kanan, perlu digunakan banyak alkohol atau memindahkan salah satu produk dari campuran reaksi (Swern, 1982). Tujuan dari transesterifikasi adalah untuk memecah dan menghilangkan gliserida, serta menurunkan boiling, pour, flash point, dan viskositas minyak (Mittelbach, 1996). Metanol lebih dipilih sebagai sumber alkohol daripada etanol karena harganya yang lebih murah (Zhang et al., 2003). Persamaan reaksinya digambarkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi pembentukan metil ester

Reaksi transesterifikasi dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kondisi yang berasal dari minyak, misalnya kandungan air, asam lemak bebas, dan zat terlarut/tak terlarut. Faktor eksternal adalah kondisi yang bukan berasal dari minyak dan dapat mempengaruhi reaksi, di antaranya adalah waktu reaksi, kecepatan pengadukan, suhu, jumlah rasio molar metanol terhadap minyak, serta jenis dan konsentrasi katalis.

Transesterifikasi minyak menjadi metil ester dilakukan dengan satu atau dua tahap proses, bergantung pada mutu awal minyak. Minyak yang mengandung asam lemak bebas tinggi dapat dikonversi menjadi esternya melalui dua tahap reaksi yang melibatkan katalis asam untuk mengesterifikasi asam lemak bebas yang dilanjutkan dengan transesterifikasi berkatalis basa yang mengkonversi sisa trigliserida (Gerpen, 2004).

Kandungan asam lemak bebas dan air yang lebih dari 0,5% dan 0,3% dapat menurunkan rendemen transesterifikasi minyak (Freedman et al., 1984). Senyawa polar (zat tidak terlarut) merupakan hasil degradasi minyak goreng yang terdiri dari dekomposisi senyawa hasil pemecahan asam lemak dari trigliserida. Jika senyawa polar ini jumlahnya cukup banyak dapat memicu terjadinya kerusakan lemak yang lebih jauh dan menghasilkan persenyawaan yang lebih beragam, sehingga dapat mengganggu kesetimbangan reaksi transesterifikasi dan menurunkan rendemen metil ester.

2.11 Distilasi

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton.

(<http://id.wikipedia.org/Distilasi>).

2.12 Macam-macam Distilasi

Distilasi juga bisa dikatakan sebagai proses pemisahan komponen yang ditujukan untuk memisahkan pelarut dan komponen pelarutnya. Hasil distilasi disebut distilat dan sisanya disebut residu. Jika hasil distilasinya berupa air, maka disebut sebagai aquadestilata (disingkat aquadest).

(<http://emalovetasari.blogspot.com/2013/05/macam-macam-distilasi.html>)

Proses distilasi dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut:

2.12.1 Distilasi Sederhana

Pada proses distilasi sederhana, campuran larutan yang dipanaskan akan menguap. Distilasi sederhana ini digunakan untuk memisahkan campuran 2 zat yang memiliki titik didih yang berbeda jauh. Zat yang lebih mudah menguap akan menguap lebih dahulu sehingga yang tersisa hanyalah zat yang titik didihnya lebih tinggi.

2.12.2 Distilasi Bertingkat

Secara prinsip distilasi bertingkat ialah distilasi sederhana yang hasil distilasinya dilakukan distilasi ulang. Distilasi ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Untuk memisahkan dua jenis cairan yang sama-sama mudah menguap dapat dilakukan dengan distilasi bertingkat. Distilasi ini biasanya diterapkan untuk pemurnian minyak bumi.

2.12.3 Distilasi Azeotrop

Memisahkan campuran azeotrop (campuran dua atau lebih komponen yang sulit dipisahkan) biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain

yang dapat memecah ikatan azeotrop tersebut, atau dengan menggunakan tekanan tinggi.

2.12.4 Distilasi Uap

Memisahkan zat senyawa cair yang tidak larut dalam air dan titik didihnya cukup tinggi sedangkan zat cair tersebut mencapai titik didihnya, zat cair sudah terurai, teroksidasi atau mengalami reaksi pengubahan (*rearrangement*). Destilasi uap adalah istilah umum untuk destilasi campuran air dengan senyawa yang tidak larut dalam air.

2.12.5 Distilasi Vakum

Distilasi vakum adalah distilasi yang tekanan operasinya 0,4 atm (300 mmHg absolut). Proses distilasi dengan tekanan dibawah tekanan atmosfer. Distilasi vakum biasanya digunakan jika senyawa yang ingin didistilasi tidak stabil, dengan pengertian dapat terdekomposisi sebelum atau mendekati titik didihnya atau campuran yang memiliki titik didih di atas 150°C. Metode distilasi ini tidak dapat digunakan pada pelarut dengan titik didih yang rendah jika kondensornya menggunakan air dingin, karena komponen yang menguap tidak dapat dikondensasi oleh air. Untuk mengurangi tekanan digunakan pompa vakum atau aspirator. Aspirator berfungsi sebagai penurunan tekanan pada sistem distilasi ini.

2.13 Distilasi Reaktif

Reaktif distilasi merupakan proses kombinasi antara reaksi kimia dan separasi (distilasi) yang terjadi secara simultan dalam suatu kolom distilasi tunggal. Dimana produk yang terbentuk langsung dipisahkan secara distilasi.

Misalnya suatu reaksi reversible mengikuti persamaan : $A + B \rightleftharpoons C + D$
(eksotermis).

Kelebihan reaktif distilasi:

1. Simple design sehingga mengurangi capital cost
2. Konversi mendekati 100%. Dapat mengurangi biaya untuk recycle
3. Selektivitas meningkat. Pengambilan produk dapat mencegah terjadinya reaksi samping
4. Untuk menghasilkan konversi yang sama, RD membutuhkan lebih sedikit katalis
5. Menghindari terjadinya azeotrop
6. Heat integration
7. Mengurangi hilangnya panas.

Syarat dilakukannya RD:

1. $T_{\text{reaksi}} < T_{\text{distilasi}}$
2. Produk merupakan lowest boiling point atau highest boiling point
3. Katalis stabil
4. Tidak terjadi panas yang ekstrem

2.14 Faktor-faktor yang Berpengaruh terhadap Biodiesel

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen metil ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air, dan kandungan asam lemak bebas.