

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan minyak yang berasal dari sisa minyak penggorengan bahan makanan. Minyak goreng bekas maupun minyak nabati yang baru tersusun atas gliserida yang mempunyai rantai karbon panjang, yaitu ester antara gliserol dengan asam karboksilat. Perbedaan minyak goreng bekas dengan minyak nabati yang baru terletak pada komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya. Minyak goreng bekas memiliki kandungan asam lemak jenuh lebih besar dari minyak nabati yang baru. Hal ini disebabkan pada proses penggorengan terjadi perubahan rantai tak jenuh pada senyawa penyusunnya. Komposisi asam lemak tak jenuh minyak jelantah adalah 30% sedangkan asam lemak jenuh 70% (Sudarmaji.S,2007).

Bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Zat karsinogenik dapat menimbulkan berbagai keluhan dan penyakit seperti menimbulkan penyakit kanker, penyakit jantung, dan menghambat atau menurunkan kecerdasan generasi berikutnya. Minyak jelantah memiliki kandungan peroksida yang tinggi, hal ini bisa terjadi salah satunya disebabkan oleh pemanasan yang melebihi standar. Standar proses penggorengan normalnya berada dalam kisaran suhu 177 - 221 derajat celcius. Sedangkan kebanyakan orang justru menggunakan minyak goreng pada suhu antara 200-300 derajat celcius. Pada suhu seperti ini, ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh rusak kemudian akan teroksidasi, membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, sehingga yang tersisa adalah asam lemak jenuh saja. Dalam hal ini, resiko terhadap meningkatnya kolesterol darah tentu akan semakin tinggi.

Penggunaan minyak jelantah jelas sangat tidak baik untuk kesehatan. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali menggoreng (Winarno, 1999). Karena setiap dipakai minyak akan mengalami penurunan mutu. Adapun sifat fisik dan kimia minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jelantah

Sifat Fisik Minyak Jelantah	Sifat Kimia Minyak Jelantah
Warna coklat kekuning-kuningan	Hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol.
Berbau tengik	Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak.
Terdapat Endapan	Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak

Sumber : Geminastiti, 2012

Di Indonesia minyak goreng merupakan komoditi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Dengan demikian sisa pakainya, disadari atau tidak, dapat mengotori lingkungan, yang pada akhirnya dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan. Minyak jelantah sebagai limbah akan menjadi bahan yang bermanfaat jika diolah untuk penggunaan yang lain. Potensi yang cukup besar untuk dikembangkan adalah menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki asam lemak yang tinggi. Komposisi asam lemak minyak jelantah dari minyak goreng sawit ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah dari Minyak Goreng Sawit

Kriteria	Satuan	Nilai
Asam Palmitat	wt%	21,47
Asam Stearat	wt%	13
Asam Oleat	wt%	28,64
Asam Linoleat	wt%	13,58
Asam Linoleneat	wt%	1,59
Asam Miristat	wt%	3,21
Asam Laurat	wt%	1,1
Lain-lain	wt%	9,34

Sumber : Taufiqurrahmi dkk, 2011

2.2 Metanol

Metanol atau metil alkohol atau sering juga disebut karbinol merupakan larutan polar yang larut dalam air, alkohol, ester dan pelarut organik lainnya. Metanol mempunyai rumus molekul CH_3OH adalah alkohol aliphatik sederhana. Reaksinya ditentukan oleh gugus hidroksil fungsional, sedangkan reaksi terjadi oleh gugus $\text{C} - \text{O}$ atau $\text{O} - \text{H}$. Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol).

Penggunaan metanol sebesar 85% digunakan sebagai bahan baku serta bahan pelarut sintetis. Dalam hal ini metanol direaksikan dengan trigliserida akan menghasilkan metil ester.

Metanol merupakan jenis alkohol yang paling disukai dalam pembuatan biodiesel karena metanol (CH_3OH) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi / lebih stabil dibandingkan dengan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Metanol memiliki satu ikatan karbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga metanol lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol. Keberadaan metanol dalam proses transesterifikasi adalah untuk memutuskan hubungan gliserin dengan zat asam lemak. Adapun sifat fisik dan kimia dari metanol dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Metanol

Karakteristik	Nilai
Massa molar	32.04 g/mol
Wujud cairan	tidak berwarna
<i>Spesific gravity</i>	0.7918
Titik leleh	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
Kelarutan dalam air	sangat larut
Keasaman (pKa)	~ 15.5

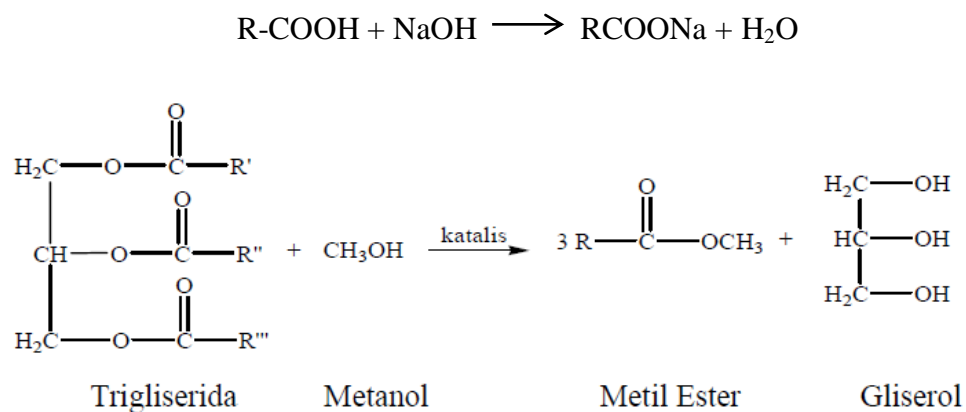
Sumber : Perry, 1984

2.3 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. Secara umum, katalis yang digunakan dalam reaksi kimia ada tiga jenis, yaitu katalis homogen, katalis heterogen, biokatalis (Enzim), dan Autokatalis.

2.3.1 Katalis Homogen

Adalah katalis yang wujudnya sama dengan wujud reaktannya. Dalam reaksi kimia, katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara (fasilitator). Beberapa jenis katalis homogen yang telah digunakan antara lain NaOH, KOH, ZA, ZA kering, ZKOH, dan Z-KOH kering terjadi reaksi dibawah ini:



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi dengan Katalis Homogen
(Sumber: Hue, L., 2007)

2.4 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak hewan atau minyak bekas melalui proses transesterifikasi dengan alkohol (Gerpen, 2004).

Karena bahan bakunya berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui (Knothe, 2005). Komponen karbon dalam minyak atau lemak berasal dari karbon dioksida di udara, sehingga biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004).

Dibawah ini merupakan alasan mengapa biodiesel menjadi penting dikembangkan, yaitu sebagai berikut :

1. Menyediakan pasar bagi kelebihan produksi minyak tumbuhan dan lemak hewan.
2. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.
3. Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global. Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78 % dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.
4. Emisi yang keluar dari karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, dan partikulat dari biodiesel lebih rendah dibandingkan bahan bakar petroleum untuk diesel (Gerpen, 2004).

Adapun Keunggulan dan kelemahan dari Biodiesel yaitu :

Keunggulan Biodiesel :

- Biodiesel tidak beracun.
- Biodiesel adalah bahan bakar biodegradable.
- Biodiesel lebih aman dipakai dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel dapat dengan mudah dicampur dengan diesel konvensional, dan dapat digunakan di sebagian besar jenis kendaraan saat ini, bahkan dalam bentuk biodiesel B100 murni.
- Biodiesel dapat membantu mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, dan meningkatkan keamanan dan kemandirian energi.

- Biodiesel dapat diproduksi secara massal di banyak negara, contohnya USA yang memiliki kapasitas untuk memproduksi lebih dari 50 juta galon biodiesel per tahun.
- Produksi dan penggunaan biodiesel melepaskan lebih sedikit emisi dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 78% lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel memiliki sifat pelumas yang sangat baik, secara signifikan lebih baik daripada bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin.
- Biodiesel memiliki delay pengapian lebih pendek dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel tidak memiliki kandungan sulfur, sehingga tidak memberikan kontribusi terhadap pembentukan hujan asam.

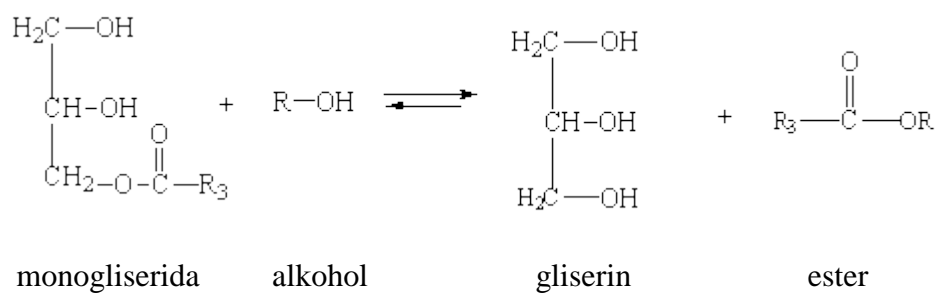
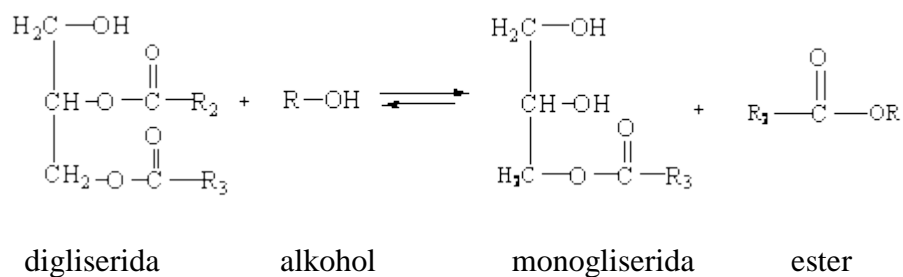
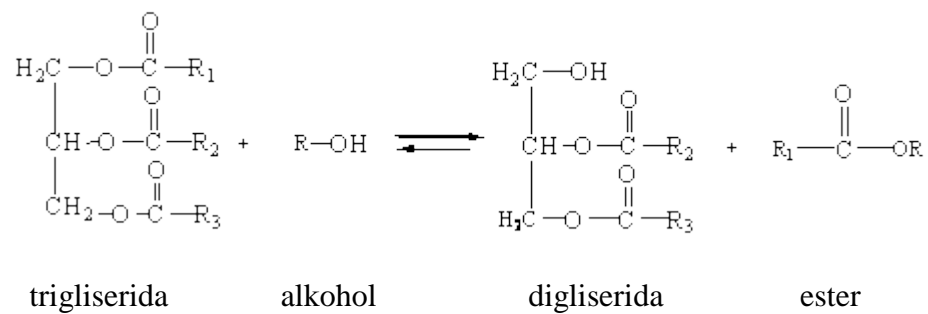
Kelemahan Biodiesel:

- Biodiesel saat ini sebagian besar diproduksi dari jagung yang dapat menyebabkan kekurangan pangan dan meningkatnya harga pangan. Hal ini bisa memicu meningkatnya kelaparan di dunia.
- Biodiesel 20 kali lebih rentan terhadap kontaminasi air dibandingkan dengan diesel konvensional, hal ini bisa menyebabkan korosi, filter rusak, pitting di piston, dll.
- Biodiesel murni memiliki masalah signifikan terhadap suhu rendah.
- Biodiesel secara signifikan lebih mahal dibandingkan dengan diesel konvensional.
- Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional, sekitar 11% lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar diesel konvensional.
- Biodiesel dapat melepaskan oksida nitrogen yang dapat mengarah pada pembentukan kabut asap.

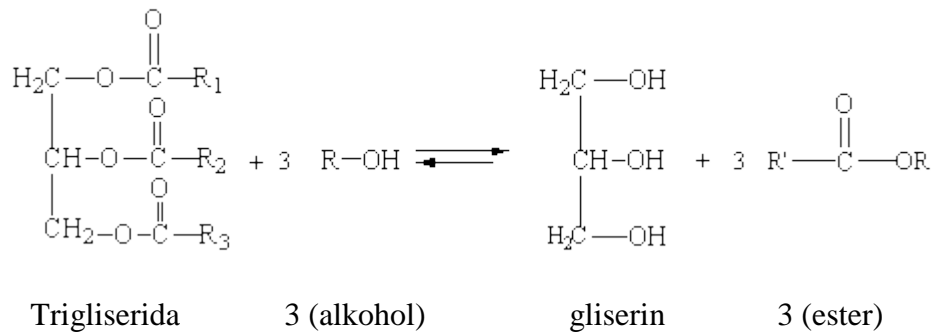
- Biodiesel, meskipun memancarkan emisi karbon yang secara signifikan lebih aman dibandingkan dengan diesel konvensional, masih berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim

2.5 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi sering disebut reaksi alkoholisis, yaitu reaksi antara trigliserida dengan alkohol menghasilkan ester dan gliserin. Alkohol yang sering digunakan adalah metanol, etanol, dan isopropanol. Berikut ini adalah tahap-tahap reaksi transesterifikasi :



Secara keseluruhan reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut :



Trigliserida bereaksi dengan alkohol membentuk ester dan gliserin. Kedua produk reaksi ini membentuk dua fasa yang mudah dipisahkan. Fasa gliserin terletak dibawah dan fasa ester alkil diatas. Ester dapat dimurnikan lebih lanjut untuk memperoleh biodiesel yang sesuai dengan standard yang telah ditetapkan, sedangkan gliserin dimurnikan sebagai produk samping pembuatan biodiesel. Gliserin merupakan senyawaan penting dalam industri. Gliserin banyak digunakan sebagai pelarut, bahan kosmetik, sabun cair, dan lain-lain.

Hal-hal yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi yaitu:

Tahapan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Beberapa kondisi reaksi yang mempengaruhi konversi serta perolehan biodiesel melalui transesterifikasi adalah sebagai berikut (Freedman, 1984):

a. Pengaruh air dan asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0.5% (<0.5%). Selain itu, 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. Perbandingan alkohol dengan minyak nabati 4,8:1 dapat menghasilkan konversi 98% (Bradshaw and Meuly, 1944). Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah.

Pada rasio molar 6:1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98-99%, sedangkan pada 3:1 adalah 74-89%. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 6:1 karena dapat memberikan konversi yang maksimum.

c. Pengaruh jenis alkohol

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

d. Pengaruh jenis katalis

Alkali katalis (katalis basa) akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang paling populer untuk reaksi transesterifikasi adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium metoksida (NaOCH₃), dan kalium metoksida (KOCH₃). Katalis sejati bagi reaksi sebenarnya adalah ion metilat (metoksida). Reaksi transesterifikasi akan menghasilkan konversi yang maksimum dengan jumlah katalis 0,5-1,5%-b minyak nabati. Jumlah katalis yang efektif untuk reaksi adalah 0,5%-b minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1%-b minyak nabati untuk natrium hidroksida.

e. 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.

f. Pengaruh temperatur

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

2.6 Syarat Baku Mutu Biodiesel

Suatu teknik pembuatan biodiesel hanya akan berguna apabila produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi (syarat mutu) yang telah ditetapkan dan berlaku di daerah pemasaran biodiesel tersebut. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Standar Biodiesel Menurut SNI 7182-2015

No	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka Setana	Min	51
4	Titik Nyala	°C, min	100
5	Titik Kabut	°C, maks	18
6	Korosi Lempeng Tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
7	Residu karbon <ul style="list-style-type: none"> • dalam percontoh asli; atau • dalam 10% ampas distilasi 	%-massa, maks	0,05 0,3
8	Air dan sedimen	%-volume, maks	0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C, maks	360
10	Abu tersulfatkan	%-massa, maks	0,02
11	Belerang	mg/kg, maks	50
12	Fosfor	mg/kg, maks	4
13	Angka Asam	mg-KOH/g, maks	0,5
14	Gliserol bebas	%-massa, maks	0,02
15	Gliserol total	%-massa, maks	0,24
16	Kadar ester metil	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I ₂ /100 g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi Periode induksi metode rancimat atau Periode induksi metode petro oksidasi	menit	480 36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

Sumber : Badan Standardisasi Nasional, 2015

2.7 Sifat-Sifat Penting Biodiesel

a. Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat 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 endapan pada mesin. Viskositas yang tinggi akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Pada umumnya viskositas minyak nabati lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas solar, sehingga diperlukan proses transesterifikasi untuk menurunkan viskositas tersebut agar mendekati viskositas biodiesel Standar Nasional Indonesia (SNI). Viskositas dapat dibedakan atas viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (ν). Viskositas kinematik merupakan perbandingan antara viskositas dinamik (absolute) dengan densitas (rapat massa) fluida.

$$\nu = \mu \rho \quad (1)$$

Keterangan :

ν = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (poise)

ρ = rapat massa (g/cm^3)

Nilai viskositas dapat diukur dengan alat viskometer Oswald. Persamaan untuk menentukan viskositas kinematik dengan menggunakan viskometer Oswald :

$$\mu = K \times t \quad (2)$$

Dimana :

μ = viskositas kinematik (centi stokes atau cSt)

K = konstanta viskometer Oswald

t = waktu alir fluida didalam pipa viskometer (detik)

b. 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 (ρ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume.

$$\rho = m \nu \quad (3)$$

Dimana :

ρ = rapat massa (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

c. Titik Nyala (*Flash Point*)

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah dimana suatu bahan bakar tersebut mudah terbakar ketika bereaksi dengan udara. Titik nyala yang sangat tinggi dapat menyebabkan detonasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang pembakaran. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko berbahaya pada saat penyimpanan.

d. Bilangan Iod

Tingkat ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap asam lemak penyusun biodiesel ditunjukkan melalui bilangan iod. Banyaknya senyawa asam lemak tak jenuh meningkatkan ferpormansi biodiesel pada temperatur rendah karena senyawa ini memiliki titik leleh (*Melting Point*) yang lebih rendah (Gerpen and Knothe, 2005). Biodiesel yang memiliki bilangan iod yang tinggi akan mengakibatkan polimerisasi dan pembentukan deposit pada injector nozzle dan cincin piston pada saat mulai pembakaran (Panjaitan , 2005). Berdasarkan standar biodiesel Indonesia nilai maksimum bilangan Iod yang diperbolehkan untuk biodiesel yaitu 115 gram Iod/100 gram.

e. Kadar Air

Kadar air dalam minyak sangat berpengaruh pada kualitas minyak. Semakin kecil kadar air yang terdapat dalam minyak maka semakin baik kualitas minyak, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

f. Bilangan Setana (*Cetane Number*)

Bilangan setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang dapat diinjeksikan keruang bahan bakar agar terbakar secara spontan. Struktur hidrokarbon penyusun minyak mempengaruhi bilangan setana pada biodiesel. Semakin rendah bilangan cetana maka semakin rendah pula kualitas penyalaan karena memerlukan suhu yang lebih tinggi (Hendartono, 2005).

g. Yield Biodiesel

Yield adalah perbandingan terhadap banyaknya biodiesel yang diperoleh dengan jumlah minyak yang digunakan. Yield dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Biodiesel (gr)}}{\text{Berat Minyak (gr)}} \times 100\% \quad (4)$$

(Sumber : Farid Mulana, 2011)

2.8 Metode Pemanasan Gelombang Mikro

Minyak jelantah memiliki viskositas yang tinggi sehingga untuk mempercepat proses pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah secara konvensional memerlukan pemanasan dan pengadukan. Pemanasan secara konvensional berlangsung melalui konduksi dan konveksi panas, sehingga energi yang diperlukan cukup besar. Pembuatan biodiesel menggunakan pemanas biasa akan berlangsung lambat. Salah satu upaya untuk mengatasi ini dapat dilakukan dengan memberikan gelombang mikro menggunakan microwave agar proses produksi lebih efektif.

Gelombang mikro (microwave) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (Super High Frequency, SHF), yaitu diatas 3GHz (3×10^9 Hz) dengan panjang gelombang 0,3 – 300 cm. Panjang gelombangnya termasuk ultra-short (sangat pendek) sehingga disebut juga mikro, dari sinilah lahir istilah microwave (Handayani, 2010). Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pemanasan konvensional, karena panas dibangkitkan secara internal akibat getaran molekul- molekul bahan yang ingin dipanaskan oleh gelombang mikro. Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai kelebihan yaitu pemanasan lebih merata serta pemanasannya juga

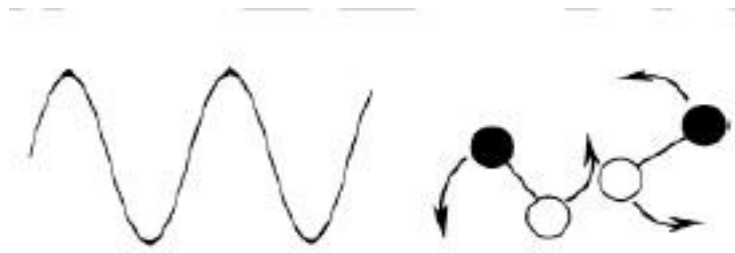
dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan (Handayani, 2010).

Pindah panas menggunakan microwave lebih efektif daripada pemanasan secara konvensional karena panas dipindahkan dari lingkungan (Lertsathapornsuk et.al., 2005). Proses pemanasan dengan microwave menggunakan waktu yang lebih singkat untuk memanaskan bahan baku tanpa pemanasan awal (Lertsathapornsuk et.al., 2005). Selain itu penggunaan microwave menunjukkan reaksi lebih efisien, dengan lama reaksi dan proses pemisahan yang singkat, menurunkan jumlah produk samping dan dapat menurunkan konsumsi energi (Hernando et.a., 2006 diacu dalam Terigar, 2009). Efisiensi dari transesterifikasi microwave berasal dari sifat dielektrik dari campuran polar dan komponen ion dari minyak, pelarut dan katalis. Pemanasan yang cepat dan efisien pada radiasi microwave lebih banyak karena gelombang microwave berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekular, menghasilkan campuran inter molekular dan agitasi yang meningkatkan peluang dari sebuah molekul alkohol bertemu dengan sebuah molekul minyak (Terigar, 2009).

Secara teoritis, ada dua proses mekanisme yang terjadi pada metode gelombang mikro yaitu mekanisme secara polarisasi dipolar dan mekanisme secara konduksi.

a. Mekanisme secara polarisasi dipolar

Prinsip dari mekanisme ini adalah terjadinya polarisasi dipolar sebagai akibat dari adanya interaksi dipol-dipol antara molekul-molekul polar ketika diradiasikan dengan gelombang mikro. Dipol tersebut sangat sensitif terhadap medan listrik yang berasal dari luar sehingga dapat mengakibatkan terjadinya rotasi pada molekul tersebut sehingga menghasilkan sejumlah energi (Lidstrom, 2001). Energi yang dihasilkan pada proses tersebut adalah energi kalor sehingga hal tersebut dikenal dengan istilah efek termal (pemanasan dielektrik) (Perreux, 2001). Ilustrasi suatu pergerakan molekul secara mekanisme polarisasi dipolar saat molekul diradiasi gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 3.

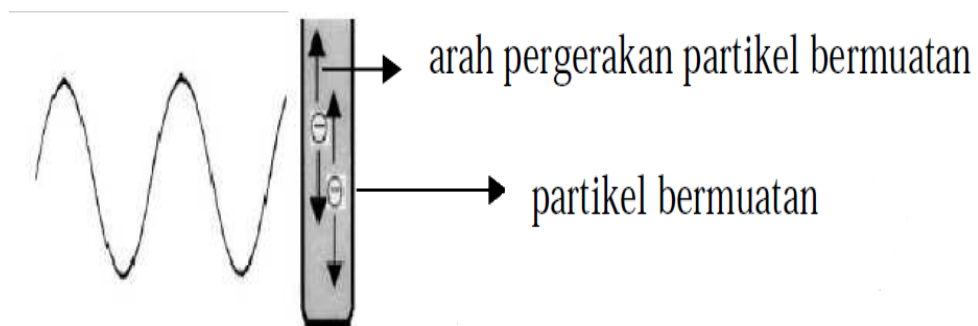


Gambar 2. Pergerakan Molekul Dipolar Teradiasi Gelombang Mikro
(Sumber: Lidstrom, 2001)

Molekul yang dapat dipanaskan dengan gelombang mikro adalah molekul-molekul yang bersifat polar, karena pada molekul-molekul yang bersifat non-polar tidak akan terjadi interaksi dipol-dipol antar molekulnya. Molekul-molekul non-polar tersebut bersifat inert terhadap gelombang mikro dielektrik (Perreux, 2001).

b. Mekanisme Konduksi

Mekanisme secara konduksi terjadi pada larutan-larutan yang mengandung ion. Bila suatu larutan mengandung partikel bermuatan atau ion diberikan suatu medan listrik maka ion-ion tersebut akan bergerak. Pergerakan tersebut akan mengakibatkan peningkatan kecepatan terjadinya tumbukan sehingga akan mengubah energi kinetic menjadi energi kalor. Ilustrasi mekanisme konduksi suatu larutan yang mengandung partikel bermuatan saat diradiasi gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Pergerakan Partikel Bermuatan dalam Suatu Larutan Mengikuti Medan Listrik

(Sumber: Lindstrom, 2001)

Larutan-larutan yang mengandung ion akan memberikan energi kalor bila diberi medan listrik dibandingkan dengan larutan-larutan yang tidak mengandung ion.

2.9 Elektrolisis Tegangan Tinggi

Elektrolisis adalah sebuah peristiwa penguraian elektrolit oleh arus listrik searah (DC). Sel elektrolisis tidak terjadi secara spontan, sehingga membutuhkan energi dari luar untuk mendapatkan elektron (Brad, 1999). Dalam hal ini, energi luar yang diberikan adalah energi listrik. Di dalam teknik elektrolisis, terdapat elektroda. Elektroda adalah suatu sistem dua fase yang dapat menghantarkan elektrolit dan ionik (Rivai, 1995). Elektroda positif dapat dikatakan sebagai anoda, sedangkan elektroda negatif disebut katoda (Svehla, 1985). Proses elektrolisis akan berlangsung dengan perpindahan elektron dari anoda ke katoda.

Proses elektrolisis yang dapat menghantarkan listrik dan mengeluarkan elektron, diharapkan mampu memperkecil gaya adhesi kedua cairan yang bercampur. Ketika gaya adhesi mengecil, gaya kohesi akan meningkat. Akhirnya, tegangan antarmuka tidak akan terjadi dan hanya terjadi tegangan permukaan, sehingga biodiesel dan gliserol dapat terpisah dengan cepat.