

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar minyak yang dapat diperoleh dari lemak tumbuhan dan hewan (Riviani, dkk., 2011). Biodiesel merupakan monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Kandungan utama biodiesel adalah alkil ester asam lemak yang dihasilkan dari trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani melalui reaksi transesterifikasi dengan alkohol, biasanya digunakan metanol.

Biodiesel memiliki beberapa keuntungan tersendiri dibanding solar dalam aspek keamanan, biodegradabilitas, dan lingkungan berikut ini (Saifuddin dan Chua, 2004):

1. Bahan bakar terbarukan dengan keuntungan bersih energi untuk memproduksinya
2. Titik nyala lebih tinggi yang membuat lebih aman dalam pengangkutan dan penyimpanannya
3. Sangat mengurangi emisi partikulat dan karbon monoksida
4. Pada dasarnya tidak mengandung sulfur, sehingga sangat mengurangi emisi sulfur dioksida dari kendaraan diesel

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dilakukan dalam SNI-04-718-2006, yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Persyaratan kualitas biodiesel disajikan dalam Tabel 1. Alasan mengapa biodiesel penting untuk dikembangkan antara lain:

1. Menyediakan pasar bagi kelebihan produksi minyak tumbuhan dan lemak hewan.
2. Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup sehingga tidak menyebabkan pemanasan global.
3. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

4. Emisi yang keluar dari karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, dan partikulat dari biodiesel lebih rendah dibandingkan bahan bakar petroleum untuk diesel.
5. Bila ditambahkan ke bahan bakar diesel biasa dengan jumlah sekitar 1-2%, biodiesel ini dapat mengubah bahan bakar dengan kemampuan pelumas yang rendah, seperti *modern ultra low sulfur diesel fuel*, menjadi bahan bakar yang dapat diterima umum (Gerpen, 2004).

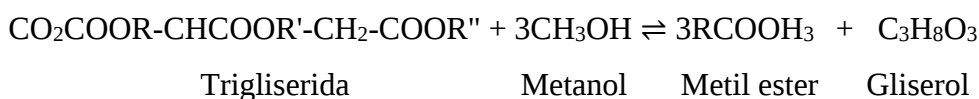
Tabel 1. Persyaratan Kualitas Biodiesel Menurut SNI-04-7182-2006

Parameter dan Satuan	Batas Nilai	Metode Uji	Metode Setara
Massa jenis pada 40°C, kg/m ³	850-890	ASTM D 1298	ISO 3675
Viskositas kinematic pada 40°C, mm ² /s (cSt)	2,3-6,0	ASTM D 445	ISO 3104
Titik nyala, °C	Min. 100	ASTM D 92	ISO 2710
Titik kabut, °C	Min. 18	ASTM D 2500	-
Angka setana	Min. 51	ASTM D 613	ISO 5165
Air dan sedimen, %-vol	Maks. 0,05	ASTM D 2709	-
Temperatur distilasi 90%, °C	Maks. 360	ASTM D 1160	-
Abu tersulfatkan, %-berat	Maks. 0,02	ASTM D 874	ISO 3987
Belerang, ppm-b (mg/kg)	Maks. 100	ASTM D 5453	prEN ISO 20884
Fosfor, ppm-b (mg/kg)	Maks. 10	AOCS Ca 12-55	FBI-A05-03
Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,8	AOCS Cd 3-63	FBI-A01-03
Gliserol bebas, %-berat	Maks. 0,02	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Gliserol total, %-berat	Maks. 0,24	AOCS Ca 14-56	FBI-A02-03
Kadar ester alkil, %-berat	Min. 96,5	-	FBI-A03-03

Sumber: Karnanim, 2010

2.2 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi secara umum merupakan reaksi alkohol dengan trigliserida yang menghasilkan metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Alkohol yang umumnya digunakan adalah metanol dan etanol. Reaksi ini cenderung lebih cepat membentuk metil ester daripada reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus memiliki asam lemak bebas yang kecil (<5%) untuk menghindari pembentukan sabun. Produk yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan menggunakan dekanter. Biodisel yang terbentuk kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara *batch* atau kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50°C-70°C. Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah:



Transesterifikasi juga menggunakan katalis dalam reaksinya. Tanpa adanya katalis, konversi yang dihasilkan maksimum namun reaksi berjalan dengan lambat (Hasahatan, dkk., 2012). Katalis yang biasa digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah katalis basa, karena katalis ini dapat mempercepat reaksi. Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam-asam lemak. Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu:

1. Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
2. Memisahkan gliserol
3. Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm)

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah:

1. Rasio molar antara trigliserida dan alkohol

Agar reaksi dapat bergeser ke arah produk, alkohol yang ditambahkan harus berlebih dari kebutuhan stoikiometrinya. Peningkatan alkohol terhadap trigliserida akan meningkatkan konversi tetapi menyulitkan pemisahan gliserol.

2. Jenis katalis yang digunakan

Penggunaan katalisator berguna untuk menurunkan tenaga aktivasi sehingga reaksi berjalan dengan mudah. Bila tenaga aktivasi kecil maka harga konstanta kecepatan reaksi bertambah besar. Ada tiga golongan katalis yang dapat digunakan yaitu asam, basa, dan enzim.

3. Suhu reaksi

Transesterifikasi dapat dilakukan pada berbagai suhu, tergantung dari jenis trigliserida yang digunakan. Jika suhu semakin tinggi, laju reaksi akan semakin cepat. Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 30-65°C. Dalam proses transesterifikasi, perubahan suhu reaksi menyebabkan gerakan molekul semakin cepat (tumbukan antara molekul pereaksi meningkat). Suhu mempengaruhi viskositas dan densitas, karena viskositas dan densitas merupakan dua parameter fisis penting yang mempengaruhi pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar.

4. Kandungan air dan asam lemak bebas

Terdapatnya air dalam trigliserida menyebabkan terjadinya reaksi saponifikasi yang dapat menurunkan tingkat efisiensi katalis. Jika kandungan asam lemak bebasnya tinggi maka akan dibutuhkan banyak basa.

5. Kecepatan pengadukan

Setiap reaksi dipengaruhi oleh tumbukan antar molekul yang larut dalam reaksi dengan memperbesar kecepatan pengadukan maka jumlah tumbukan antar molekul zat pereaksi akan semakin besar sehingga kecepatan reaksi akan bertambah besar.

Pada proses transesterifikasi, selain menghasilkan biodiesel, hasil sampingannya adalah gliserin (gliserol). Gliserin dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sabun. Bahan baku sabun ini berperan sebagai pelembab (*moisturizing*).

2.3 Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas (minyak jelantah) merupakan limbah yang berasal dari rumah tangga, terutama dari restoran dan industri pangan. Minyak jelantah mengandung beberapa senyawa yang berbahaya bagi kesehatan manusia yang dihasilkan selama proses pemanasan (penggorengan) dalam jangka waktu tertentu antara lain polimer, aldehid, asam lemak bebas, dan senyawa aromatik.

Penggunaan minyak goreng yang benar menurut ilmu kesehatan hanya dapat digunakan paling banyak empat kali penggorengan atau pemanasan karena setelah melampaui empat kali pemanasan telah mengandung radikal bebas yang dapat merugikan kesehatan karena bisa menumbuhkan sel kanker di tubuh manusia. Minyak jelantah merupakan minyak nabati turunan dari minyak kelapa sawit (*palm oil*). Rata-rata komposisi asam lemak minyak jelantah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Oleat	28,64
Asam Linoleat	13,58
Asam Miristat	3,21
Asam Palmitat	21,47
Asam Stearat	13
Asam Linolenat	1,59
Asam Laurat	1,1
Lain-lain	9,34

Sumber: Adhari, 2016

Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat ialah dengan mengubahnya secara proses kimia menjadi biodiesel. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah ini dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi untuk mengubah minyak (trigliserida) menjadi asam lemak metil ester. Kandungan asam lemak bebas (FFA) pada bahan baku (minyak jelantah) merupakan salah satu faktor penentu metode pembuatan biodiesel. Penggunaan minyak goreng yang sering digunakan secara berulang-ulang menjadikan minyak dari berwarna kuning menjadi berwarna gelap. Perubahan warna dapat disebabkan oleh perubahan zat warna alami atau tokoferol yang terkandung dalam minyak, untuk itu sebelum dilakukan proses transesterifikasi terlebih dahulu dilakukan proses pemurnian terhadap minyak jelantah.

Pemurnian minyak goreng bekas merupakan pemisahan produk reaksi degradasi dari minyak. Minyak goreng yang sudah digunakan akan berubah warna menjadi cokelat tua, untuk menghilangkan zat warna pada minyak sehingga warna minyak menjadi lebih jernih maka dilakukan proses pemucatan (bleaching) dengan

menggunakan adsorben. Adsorben merupakan suatu zat padat yang dapat menyerap partikel fluida dalam suatu proses adsorpsi. Beberapa contoh adsorben yang dapat digunakan dalam pemurnian minyak jelantah adalah bleaching earth, bentonit, karbon aktif, zeolit, CaO dan lain-lain.

Diperlukan penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat dari berbagai macam aspek ialah dengan mengubahnya secara proses kimia menjadi biodiesel. Hal ini dapat dilakukan karena minyak jelantah juga merupakan minyak nabati, turunan dari CPO (*crude palm oil*). Biodiesel dari substrat minyak jelantah merupakan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan sebagaimana biodiesel dari minyak nabati lainnya.

2.4 Alkohol (Methanol)

Metanol atau metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol merupakan bentuk alkohol yang 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). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Methanol merupakan jenis alkohol yang dapat digunakan sebagai solvent dan reaktan pada proses pembuatan biodiesel melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan bantuan katalis. Methanol yang direaksikan dengan bahan baku minyak jelantah akan membentuk senyawa metil ester (biodiesel) yang merupakan sumber bahan bakar alternatif menyerupai bahan bakar solar.

2.5 Katalis

Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat reaksi tanpa ikut terkonsumsi oleh keseluruhan reaksi. Pada dasarnya, katalis justru harus ikut bereaksi dengan reaktan untuk membentuk suatu zat antara yang aktif. Zat antara ini kemudian akan bereaksi dengan molekul reaktan yang lain sehingga

menghasilkan produk. Pada akhirnya, produk kemudian terlepas dari permukaan katalis (Wahyu dan Michael, 2007). Pada umumnya, reaksi transesterifikasi merupakan reaksi lambat. Tanpa adanya katalis, proses pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi hanya dapat menghasilkan konversi sebesar 85% setelah 10 jam reaksi pada suhu 235°C dengan tekanan 62 bar (Diasakou, dkk., 2001).

2.5.1 Katalis Homogen

Katalis homogen merupakan katalis yang mempunyai fase yang sama dengan reaktan dan produk. Penggunaan katalis homogen ini mempunyai kelemahan yaitu mencemari lingkungan dan tidak dapat digunakan kembali. Selain itu, katalis homogen juga umumnya hanya digunakan pada skala laboratorium ataupun industri bahan kimia tertentu, sulit dilakukan secara komersil, karena operasi pada fase cair dibatasi pada kondisi suhu dan tekanan, sehingga peralatan yang digunakan lebih kompleks dan diperlukan pemisahan antara produk dan katalis. Contoh dari katalis homogen yang biasanya banyak digunakan dalam produksi biodiesel adalah katalis basa seperti NaOH dan KOH serta katalis asam seperti HCl dan H₂SO₄.

2.5.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang fasenya tidak sama dengan reaktan dan produk. Katalis heterogen secara umum berbentuk padat dan banyak digunakan pada reaktan berwujud cair atau gas. Contoh-contoh dari katalis heterogen adalah zeolit, CaO, MgO, dan resin penukar ion. Keuntungan dari katalis heterogen adalah ramah lingkungan, tidak bersifat korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi, serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, katalis heterogen meningkatkan kemurnian hasil karena reaksi samping dapat dieliminasi.

2.6 Gelombang Mikro

Reaksi-reaksi kimia dan reaksi organik banyak yang dapat berlangsung apabila mendapatkan energi dari luar. Reaksi-reaksi organik umumnya

berlangsung lambat, seperti pembuatan biodiesel dari minyak nabati secara konvensional berlangsung beberapa jam dan hasil yang diperoleh memerlukan pemisahan yang juga relatif lama. Gelombang mikro merupakan alternatif sumber energi yang dapat digunakan untuk mensuplai energi dalam reaksi kimia. Melalui pemanasan dielektrik, campuran reaksi dapat bercampur secara homogen tanpa kontak dengan dinding. Waktu yang diperlukan untuk reaksi secara keseluruhan dapat tereduksi secara signifikan (Santoso, 2008).

Radiasi gelombang mikro merupakan radiasi non-ionisasi yang dapat memutuskan suatu ikatan sehingga menghasilkan energi yang dimanifestasikan dalam bentuk panas melalui interaksi antara zat atau medium. Energi tersebut dapat direfleksikan, ditransmisikan, atau diabsorbsikan (Varma, 2001). Sebenarnya gelombang ini merupakan gelombang radio, tetapi panjang gelombangnya lebih kecil dari gelombang radio biasa. Panjang gelombangnya termasuk *ultra-short* (sangat pendek) sehingga disebut juga mikro, dari sinilah lahir istilah *microwave* (Handayani, 2010). Penggunaan teknologi gelombang mikro dalam kimia anorganik telah dimulai pada akhir tahun 1970, dan mulai dikembangkan di dalam kimia organik sejak pertengahan tahun 1980 (Lidstrom, 2001). Secara umum, proses pemanasan dalam reaksi organik menggunakan pemanasan tradisional seperti dengan menggunakan penangas minyak, penangas pasir, dan penangas mantel. Pemanasan dengan cara ini biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama sehingga dapat mengakibatkan terjadinya dekomposisi baik pada substrat, pereaksi, maupun produk yang dihasilkan. Hal ini berbeda bila proses pemanasan tersebut menggunakan teknik gelombang mikro, dimana pemanasan dengan gelombang mikro akan mengurangi terjadinya dekomposisi terhadap produk yang dihasilkan atau dekomposisi yang diakibatkan oleh produk tersebut (Lidstrom, 2001).

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. Hal ini akan menghemat energi untuk pemanasan energi *microwave* yang diberikan atau dihantarkan secara langsung pada molekul-molekul yang bereaksi melalui reaksi kimia. Pindah panas menggunakan *microwave* lebih efektif daripada pemanasan

secara konvensional dimana panas dipindahkan dari lingkungan (Lertsathapornasuk, dkk., 2004).

Proses pemanasan dengan *microwave* menggunakan waktu yang lebih singkat untuk memanaskan bahan baku tanpa pemanasan awal (Lertsathapornasuk, dkk., 2004). Selain itu penggunaan *microwave* menunjukkan reaksi yang lebih efisien, dengan lama reaksi dan proses pemisahan yang singkat, menurunkan jumlah produk samping, dan dapat menurunkan konsumsi energi (Hernando, dkk., 2007 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* karena gelombang *microwave* berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekuler menghasilkan campuran intermolekul dan agitasi yang meningkatkan peluang dari sebuah molekul alkohol bertemu dengan sebuah molekul minyak (Terigar, 2009).

2.6.1 Prinsip Dasar Mekanisme Reaksi dengan Metode Gelombang Mikro

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 1. 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).

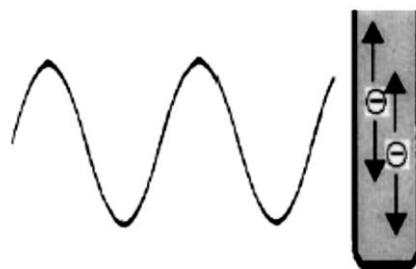
Menurut penelitian Perreux (2001), pada saat diradiasikan dengan gelombang mikro terjadi kenaikan suhu pada molekul air sedangkan pada molekul dioksan perubahan suhu relatif konstan. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan kepolaran antara air yang bersifat polar dengan dioksan yang bersifat non-polar. Selain sifat kepolarannya, jenis fase suatu molekul juga berpengaruh terhadap pemanasan dengan gelombang mikro. Pada molekul dengan fase gas akan tidak dapat diradiasikan dengan gelombang mikro, hal ini disebabkan karena jarak antar molekul dalam fase gas sangat berjauhan bila dibandingkan dengan molekul dalam fase cair sehingga molekul-molekul dalam fase gas akan sulit untuk melakukan rotasi antar molekul-molekulnya dalam suatu medan listrik (Lidstrom, 2001).



Gambar 1. Pergerakan Molekul Dipolar Teradiasi Gelombang Mikro

(Sumber: Lidstrom, 2001)

b. Mekanisme secara konduksi



Gambar 2. Pergerakan Partikel Bermuatan dalam Suatu Larutan Mengikuti Medan Listrik

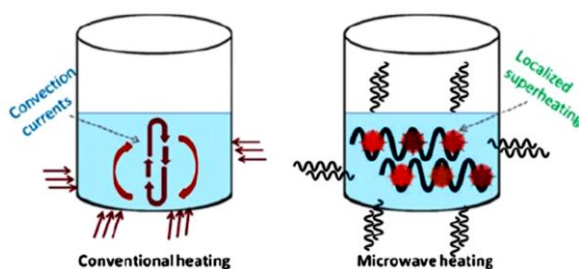
(Sumber: Lindstrom, 2001)

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 kinetik menjadi energi kalor. Ilustrasi mekanisme konduksi suatu larutan yang mengandung partikel bermuatan saat diradiasi gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 2. Larutan-larutan yang mengandung ion akan memberikan energi kalor bila diberi medan listrik dibandingkan dengan larutan-larutan yang tidak mengandung ion.

2.6.2 Mekanisme Perpindahan Panas Gelombang Mikro

Mekanisme pemanasan gelombang mikro adalah kompleks. Metode pemanasan gelombang mikro dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam pemanasan konvensional, panas yang dipindahkan ke volume sampel digunakan untuk meningkatkan suhu permukaan reaktor diikuti oleh bahan internal. Hal ini juga disebut *wall heating*. Oleh karena itu, sebagian besar energi yang dipasok melalui sumber energi konvensional hilang ke lingkungan melalui konduksi material dan arus konveksi. Efek pemanasan pada metode konvensional adalah bersifat heterogen dan tergantung pada konduktivitas termal bahan, panas spesifik, dan kepadatan yang mengakibatkan suhu permukaan yang lebih tinggi menyebabkan panas mentransfer dari permukaan luar untuk volume sampel internal seperti yang terlihat pada Gambar 3. Akibatnya, terjadi suhu sampel yang tidak seragam dan gradien termal yang lebih tinggi (Groisman, dkk., 2008)



Gambar 3. Mekanisme Pemanasan secara Konvensional dan Gelombang Mikro

(Sumber: Gude, dkk., 2008)

Keuntungan dari teknologi gelombang mikro ini memungkinkan untuk dapat menembus bidang bahan. Bahan secara umum dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan interaksi mereka dengan *oven microwave*:

- (1) Bahan yang memantulkan gelombang mikro, berupa logam dan paduannya, misalnya tembaga;
- (2) Bahan yang dapat ditembus oleh gelombang mikro, seperti kuarsa leburan,

gelas yang terbuat dari borosilikat, keramik, Teflon, dan lain-lain;

- (3) Bahan yang menyerap gelombang mikro yang merupakan kelas yang paling penting dari bahan untuk sintesis gelombang mikro, misalnya larutan air, pelarut polar, dan lain-lain.

Gelombang mikro mentransfer energi ke bahan dengan polarisasi dipolar, konduksi ionik, dan mekanisme polarisasi antar muka untuk menghasilkan pemanasan berlebih secara lokal dan cepat pada bahan reaksi. Jika molekul memiliki momen dipol, bila molekul tersebut terkena radiasi gelombang mikro, dipol mencoba untuk menyelaraskan dengan medan listrik yang diterapkan. Karena medan listrik berosilasi, dipol terus mencoba untuk menyelaraskan kembali untuk mengikuti gerakan ini. Pada frekuensi 2,45 GHz, molekul mempunyai waktu untuk menyelaraskan dengan medan listrik tetapi pergerakan yang terjadi tidak terlalu sama mengikuti medan yang berosilasi. Re-orientasi secara terus-menerus dari molekul ini menghasilkan gesekan dan kemudian berupa panas. Jika molekul dibebankan, maka komponen ion medan listrik dari radiasi gelombang mikro bergerak bolak-balik melalui sampel sementara itu mereka juga bergesekan satu sama lain. Gerakan ini juga menghasilkan panas, selain itu karena energi berinteraksi dengan molekul pada tingkat yang sangat cepat, molekul tidak memiliki waktu untuk beristirahat dan bisa menghasilkan panas, untuk waktu yang singkat, jauh lebih besar daripada catatan keseluruhan suhu campuran reaksi. Singkatnya, akan ada pemanasan berlebih yang terjadi pada volume sampel intern.

2.7 Separasi Tegangan Listrik

Pemurnian dari biodiesel dan gliserol dari proses transesterifikasi masih terkendala jika dilakukan secara manual saat proses pemisahan dengan bantuan gravitasi dan perbedaan berdasarkan densitas masing-masing. Waktu pemisahan yang dibutuhkan dalam proses pemisahan manual dengan bantuan perbedaan densitas cukup lama. Hal ini terjadi karena antara biodiesel dan gliserol terjadi gaya tarik menarik molekul Kohesi (sejenis) dan Adesi (berlainan jenis). Melalui teori tegangan permukaan (*surface tension theory*), daya kohesi tiap zat selalu sama, sehingga pada permukaan suatu zat cair (bidang batas antara zat cair dan udara)

akan terjadi perbedaan tegangan karena tidak adanya keseimbangan gaya kohesi terhadap tegangan permukaan (Lapotulo, 2014).

Semakin tinggi perbedaan tegangan yang terjadi pada bidang batas mengakibatkan kedua zat cair atau lebih akan semakin sulit untuk bercampur. Tegangan dapat ditingkatkan dengan memberikan aliran listrik bertegangan dengan diikuti aliran arus yang lemah sebagai bentuk keamanan proses saat proses pemisahan campuran kedua zat cair dan dapat dimanfaatkan dalam proses pemisahan gliserol dan biodiesel.

Pembuatan biodiesel dengan menggunakan bantuan tegangan listrik belum banyak dilakukan. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk memulai karakteristik pemisahan gliserin tegangan listrik sehingga dapat diterapkan pada proses produksi biodiesel dan untuk menentukan beberapa parameter yang dapat memungkinkan penerapannya dalam proses lainnya. Metode pemisahan yang dilakukan dengan memanfaatkan aliran bertegangan listrik yang mengalir melalui plat besi yang disusun didalam *batch separator* sehingga dapat terjadi pemisahan antara biodiesel dengan gliserol dan zat pengotor lainnya yang lebih cepat (Greg Austic dan Scott Shore, 2010).

Proses separasi dengan bantuan aliran listrik bertegangan dapat memberikan hasil yang cukup baik karena dapat mempercepat terjadinya proses pemisahan antara biodiesel dari gliserol dan zat lain yang tidak diinginkan. Pemisahan biodiesel dengan metode separasi tegangan listrik dapat menjadi teknologi yang menjanjikan untuk sintesa biodiesel dari minyak tumbuhan karena waktu reaksi relatif singkat, tidak terjadi pembentukan sabun, dan tidak membentuk gliserol sebagai hasil samping. Namun kerugiannya adalah masih sulitnya mengendalikan mekanisme reaksi karena adanya elektron berenergi tinggi, mengendalikan ikatan mana yang akan dieksitasi atau diionisasi dan mencegah reaksi lanjutan karena aksi dari elektron berenergi tinggi.