

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
5. Dapat terurai di tanah

Persyaratan mutu biodiesel di Indonesia sudah dilakukan dalam SNI-04-718-2006, yang telah disahkan dan diterbitkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) tanggal 22 Februari 2006. 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 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 2.1 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

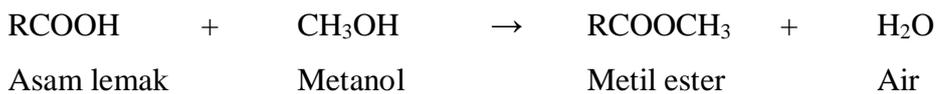
Sumber: Karnanim, 2010

2.2 Teknik Pembuatan Biodiesel

2.2.1 Esterifikasi

Esterifikasi merupakan reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol dengan bantuan katalis asam, misalnya asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄) ataupun katalis asam padat untuk menghasilkan ester. Asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis yang biasa dipakai dalam industri. Reaktan alkohol rantai pendek, seperti metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air sebagai produk samping harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak.

Reaksi esterifikasi mengkonversi asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak menjadi metil ester. Reaksi esterifikasi ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam ≥ 5 mg-KOH/g). Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air, dan sebagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu. Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

1. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

2. Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis-metanol merupakan larutan yang *immiscible*.

3. Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar.

4. Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius, $k = Ae^{(-E/RT)}$

dimana,

T = Suhu absolut (°C)

R = Konstanta gas umum (kal/gmolK)

E = Tenaga aktivasi (kal/gmol)

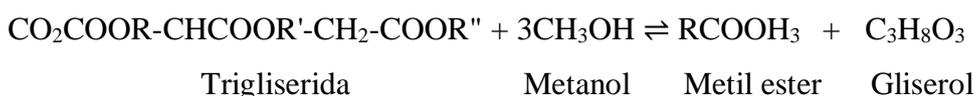
Ae = Faktor tumbukan (t-1)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1)

Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

2.2.2 Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi secara umum merupakan reaksi alkohol dengan trigliserida 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 dari pada reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi harus memiliki asam lemak bebas yang kecil (< 2 %) 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. Sebagian besar proses transesterifikasi komersial dijalankan dengan katalis basa, karena reaksinya berlangsung sangat cepat yaitu empat ribu kali lebih cepat dibanding dengan katalis asam.

3. Suhu reaksi

Transesterifikasi dapat dilakukan pada berbagai suhu, tergantung dari jenis trigliserida yang digunakan. Jika suhu semakin tinggi, laju reaksi akan semakin cepat.

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 (*moisturising*).

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*). Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit. Rata-rata komposisi asam lemak minyak inti kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Inti Kelapa Sawit

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Oleat	30-45
Asam Linoleat	7-11
Asam Miristat	1,1-2,5
Asam Palmitat	40-46
Asam Stearat	3,6-4,7

Sumber: Ketaren, 2005

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 . 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.

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 dikonsumsi oleh keseluruhan reaksi. Pada dasarnya, katalis justru harus ikut bereaksi dengan reaktan untuk membentuk suatu zat antara yang aktif. Zat antara ini kemudian bereaksi dengan molekul reaktan yang lain menghasilkan produk. Pada akhirnya, produk kemudian terlepas dari permukaan katalis (Wahyu dan Michael, 2007). Pada umumnya reaksi transesterifikasi dan esterifikasi 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 fasa 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, operasi pada fase cair dibatasi pada kondisi suhu dan tekanan, sehingga peralatan lebih kompleks dan diperlukan pemisahan antara produk dan katalis. Contoh dari katalis homogen yang biasanya banyak digunakan dalam produksi biodiesel, seperti basa (NaOH, KOH), asam (HCl, H₂SO₄).

2.5.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang fasanya 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. Mekanisme katalis heterogen melalui lima langkah, yaitu transport reaktan ke katalis, interaksi reaktan-reaktan dengan katalis (adsorpsi), reaksi dari spesi-spesi yang teradsorpsi menghasilkan produk-produk reaksi, desorpsi produk dari katalis, transport produk menjauhi katalis. 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 dan proses. 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 (Lertsathapornsuk, dkk., 2004).

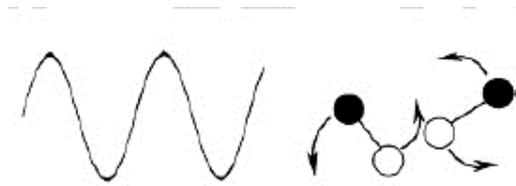
Proses pemanasan dengan *microwave* menggunakan waktu yang lebih singkat untuk memanaskan bahan baku tanpa pemanasan awal (Lertsathapornsuk, dkk., 2004). Selain itu penggunaan *microwave* menunjukkan reaksi lebih efisien, dengan lama reaksi dan proses pemisahan yang singkat, menurunkan jumlah produk samping, dan dapat menurunkan konsumsi energi (Hernando, 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* lebih banyak karena gelombang *microwave* berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekular 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.



Gambar 2.1 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).

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).

b. Mekanisme secara 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 kinetik menjadi energi kalor. Ilustrasi mekanisme konduksi suatu larutan yang mengandung partikel bermuatan saat diradiasi gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.2 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.

2.6.2 Transesterifikasi dengan Gelombang Mikro

Mekanisme dari transesterifikasi berkatalis basa menggunakan gelombang mikro dapat dilihat pada Gambar 3. Mekanisme ini melibatkan 3 tahapan, yaitu:

1. Memecah ion alkoksida menjadi karbon karbonil dari molekul trigliserida yang menghasilkan pembentukan dari tetrahedral intermediate.
2. Produksi alkoksida dengan reaksi dari intermediate dan alkohol.
3. Penyusunan kembali dari tetrahedral intermediate memberikan kenaikan pada ester dan digliserida.

Dengan cara yang sama, digliserida ditransesterifikasi untuk membentuk metil ester dan monogliserida yang terkonversi selanjutnya menjadi metil ester dan gliserol.

2.7 High Voltage Separation (Elektrolisis Tegangan Tinggi)

Pada proses pembuatan biodiesel tahap akhirnya adalah dengan memisahkan gliserol dan biodiesel. Pembuangan gliserol dari biodiesel penting digunakan karena merupakan salah satu prekursor paling signifikan untuk kualitas biodiesel. Cara tradisional untuk menghilangkan gliserin biasanya dengan metode pemisahan gravitasi atau sentrifugasi (Maa, H., S.M. Farouq, A.H. Mohd dan M.A. Inas, 2010). Pemisahan metode gravitasi merupakan solusi yang kurang efisien untuk produksi. Setelah proses reaksi, gliserin dapat digunakan untuk farmasi, kosmetik, dan industri makanan. Pengembangan terbaru gliserin dapat digunakan untuk (pakan ternak, bahan baku karbon dalam fermentasi, polimer, surfaktan, intermediet dan pelumas) (Vcente, G., M. Martinez and J. Aracil, 2007). Ide menggunakan arus tegangan tinggi untuk memisahkan biodiesel dari gliserin berasal dari Graham Laming dari Inggris. Perusahaan juga ada yang menggunakan muatan elektrostatik untuk cairan larut yang terpisah, tetapi teknologi eksklusif dan membuat sebagian besar untuk industri penyaringan minyak (Ahmad Abbaszadeh, Barat Ghobadiah, Gholamhassan Najafi, 2014). Untuk memisahkan gliserin dari campuran gliserin-biodiesel, medan elektrostatik yang disebabkan oleh tegangan tinggi (lebih dari Kv) dan ampere rendah AC saat ini (mA) digunakan. Teknik pemisahan diuji pada biodiesel yang dihasilkan berbasis minyak jelantah dengan NaOH sebagai katalis reaksi. Dalam metode ini, proses partikel koagulasi atau tetes gliserin dalam campuran biodiesel- gliserin dari medan listrik yang dilakukan (Demirbas, A., 2007)

2.7.1 Elektrolisis

Menurut Dogra (1990) elektrolisis adalah suatu proses dimana reaksi kimia terjadi pada elektroda yang tercelup dalam elektrolit, ketika tegangan diterapkan terhadap elektroda itu. Alat tempat berlangsungnya elektrolisis disebut sel elektrolisis. Dalam sel ini elektroda penghantar tempat listrik masuk ke dalam dan keluar dari zat-zat yang bereaksi, perpindahan elektron antara elektroda dan zat-zat dalam sel menghasilkan reaksi terjadi pada permukaan elektroda. Zat-zat yang dapat dielektrolisis adalah leburan ion dan larutan yang mengandung ion terlarut (Dogra, 1990).

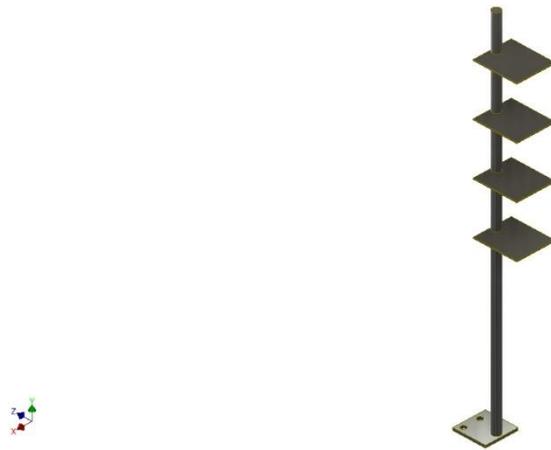
Elektrolisis ini adalah sebuah peristiwa penguraian elektrolit oleh arus listrik searah (DC). Sel elektrolisis tidak terjadi secara spontan, sehingga membutuhkan energi dari luar untuk mendapatkan elektron (Brad, 1999). Dalam hal ini, energi luar yang diberikan adalah energi listrik. Di dalam teknik 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 dengan berbahan Tembaga (Cu) .

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.

2.7.2 Elektroda

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Ungkapan kata ini diciptakan oleh ilmuwan Michael Faraday dari bahasa Yunani elektron (berarti amber, dan hodos sebuah cara). Elektroda dalam sel elektrokimia dapat disebut sebagai anoda atau katoda, kata-kata yang juga diciptakan oleh Faraday.

Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda dimana elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi, dan katoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi. Setiap elektroda dapat menjadi sebuah anoda atau katoda tergantung dari tegangan listrik yang diberikan ke sel elektrokimia tersebut. Elektroda bipolar adalah elektroda yang berfungsi sebagai anoda dari sebuah sel elektrokimia dan katoda bagi sel elektrokimia lainnya (Hiskia, 1992). Berikut merupakan Gambar.3 elektroda



Gambar 2.3. Elektroda yang Dialirkan Tegangan

2.7.3 Jenis-jenis Elektroda

Ada dua jenis elektroda :

a. Anoda

Pada sel galvanik, anoda adalah tempat terjadinya oksidasi, bermuatan negatif disebabkan oleh reaksi kimia yang spontan, elektron akan bermuatan negative disebabkan oleh reaksi kimia yang spontan, elektron akan dilepaskan oleh elektroda ini. Pada sel elektrolisis, sumber eksternal tegangan didapat dari luar, sehingga anoda bermuatan positif apabila dihubungkan dengan katoda. Ion- ion bermuatan negatif akan mengalir pada anoda untuk dioksidasi (Dogra,1990).

b. Katoda

Merupakan elektoda- elektroda tempat terjadinya reduksi berbagai zat kimia. Katoda bermuatan positif bila dihubungkan dengan anoda yang terjadi pada sel galvanik. Ion bermuatan positif mengalir ke elektroda ini untuk direduksi oleh elektron-elektron yang datang dari anoda. Pada sel elektrolisis, katoda adalah elektroda yang bermuatan negatif. Ion-ion bermuatan positif (kation) mengalir ke elektroda ini untuk direduksi. Dengan demikian, di sel galvanik, elektron bergerak dari anoda ke katoda dalam sirkuit eksternal. (Bird,1993).

2.7.4 Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Menurut Arrhenius (1884) larutan elektrolit dalam air terdisosiasi ke dalam partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif dan ion negatif). Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion-ion dalam larutan netral. Ion-ion inilah yang bertugas menghantarkan arus listrik. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit. Larutan ini memberikan gejala berupa timbulnya gelembung gas dalam larutan.