

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biodiesel**

Menurut SNI 7182:2015 biodiesel adalah ester alkil (metil, etil, isopropil dan sejenisnya) dari asam-asam lemak. Menurut Yandri (2012) biodiesel bisa didapatkan dengan mengolah minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jelantah. Biodiesel merupakan satu nama dari Alkil Ester atau rantai panjang asam lemak yang berasal dari minyak nabati maupun lemak hewan.

Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin yang menggunakan Diesel sebagai bahan bakarnya tanpa memerlukan modifikasi mesin. Biodiesel tidak mengandung *Petroleum Diesel* atau Solar. Biodiesel merupakan senyawa Mono Alkyl Ester yang diproduksi melalui reaksi Transesterifikasi antara Trigliserida (minyak nabati seperti Minyak Sawit, Minyak Jarak dan Minyak Biji Karet). Dengan Metanol menjadi Metil Ester dan Gliserol dengan bantuan katalis basa. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12-20 serta mengandung Oksigen. Adanya Oksigen pada Biodiesel membedakannya pada *Petroleum Diesel* (Solar) yang komponen utamanya hanya dari Hidrokarbon. Biodiesel harus mempunyai kemiripan sifat fisik dan kimia dengan minyak solar. Salah satu sifat fisik yang penting adalah viskositas.

Menurut Wanto (2013), Biodiesel memiliki beberapa kelebihan diantaranya :

1. *Biodegradable* (dapat terurai), lebih dari 90% biodiesel dapat terurai dalam 21 hari.
2. *Renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui,
3. Mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik dibanding solar minyak bumi sehingga mesin dapat bertahan lebih lama,
4. Titik bakar lebih tinggi dibandingkan solar, sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan penanganan.
5. Motor diesel tidak membutuhkan modifikasi khusus untuk menggunakan biodiesel.
6. Biodiesel dapat dicampur dengan solar minyak bumi biasa dengan berbagai

perbandingan.

7. Mengurangi emisi gas buang; particulate matter (PM), total hydrocarbon (THC), dan carbon monoxide (CO), tetapi menambah nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>).
8. Biodiesel mengandung sulfur yang lebih rendah dibandingkan solar, sehingga tidak terlalu banyak mengeluarkan zat toksik.
9. Keuntungan komparatif dalam penggunaan biodiesel ini dapat menyeimbangkan antara pertanian, pengembangan ekonomi dan lingkungan.

Adapun spesifikasi biodiesel dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Standar Mutu Biodiesel Indonesia (SNI 7182:2015)

No	Parameter uji	Satuan, min/maks	Persyaratan
1	Massa jenis pada 40 °C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas kinematik pada 40 °C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana	min	51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C, min	100
5	Titik kabut	°C, maks	18
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50 °C)		nomor 1
	Residu karbon		
7	- 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 <sub>2</sub> /100 g), maks	115
18	Kestabilan oksidasi		480
	Periode induksi metode rancimat atau	menit	
	Periode induksi metode petro oksidasi		36
19	Monogliserida	%-massa, maks	0,8

Sumber: Badan Standarisasi Nasional

## 2.2 Tahapan Pembuatan Biodiesel

Dalam penentuan proses pembuatan biodiesel kandungan FFA (Kandungan Asam lemak bebas) merupakan faktor penentu jenis proses pembuatan biodiesel yang akan dilakukan apakah dengan menggunakan proses transesterifikasi, esterifikasi atau esterifikasi-transesterifikasi.

### a. Esterifikasi

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan dua tahap, esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak dan lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, seperti asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja 2006). Pada proses pembuatan biodiesel, esterifikasi dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam  $\geq 2$  mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dirubah menjadi metil ester. Tahap esterifikasi dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi. Akan tetapi sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus dihilangkan terlebih dahulu. Reaksi esterifikasi bersifat *reversible*, sehingga pembentukan asam lemak bebas dapat terjadi dengan adanya air (Knothe, 2005).

### b. Transesterifikasi

Transesterifikasi biasa disebut dengan alkoholisis adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi metil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Proses transesterifikasi biasanya ditunjukkan untuk membuat biodiesel dengan menggunakan bahan baku yang memiliki kadar FFA rendah yaitu 2%. Tujuan dari proses transesterifikasi ini adalah untuk menurunkan viskositas atau kekentalan minyak sehingga mendekati viskositas dari solar.

Menurut Arpiwi (2015), faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah sebagai berikut :

1. Lama Reaksi

Semakin lama waktu reaksi semakin banyak produk yang dihasilkan karena keadaan ini akan memberikan kesempatan terhadap molekul-molekul reaktan untuk bertumbukan satu sama lain. Namun setelah kesetimbangan tercapai tambahan waktu reaksi tidak mempengaruhi reaksi.

2. Rasio perbandingan alkohol dengan minyak

Rasio molar antara alkohol dengan minyak nabati sangat mempengaruhi dengan metil ester yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan maka konversi ester yang dihasilkan akan bertambah banyak. Perbandingan molar antara alkohol dan minyak nabati yang biasa digunakan dalam proses industri untuk mendapatkan produksi metil ester yang lebih besar dari 98% berat adalah 6 : 1.

3. Jenis katalis

Katalis adalah suatu zat yang berfungsi mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi, namun tidak menggeser letak keseimbangan. Penambahan katalis bertujuan untuk mempercepat reaksi dan menurunkan kondisi operasi. Tanpa katalis reaksi transesterifikasi baru dapat berjalan pada suhu 250°C. Katalis yang dapat digunakan dapat berupa katalis homogen atau heterogen.

4. Suhu

Kecepatan reaksi transesterifikasi akan meningkat pada suhu yang mendekati titik didih alkohol yang digunakan. Suhu selama reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada rentang suhu 65°C dan dijaga selama proses, tergantung dari jenis minyak yang digunakan.

5. Pengadukan

Peningkatan kecepatan pengadukan meningkatkan kecepatan reaksi karena dengan pengadukan akan mempercepat pergerakan molekul dan memperbesar peluang terjadinya tumbukan antar molekul.

6. Lama Waktu Pengendapan

Lama waktu pengendapan berpengaruh pada proses transesterifikasi 2 tahap yaitu melakukan dua kali proses transesterifikasi. Pengendapan bertujuan untuk memisahkan gliserol dan biodiesel. Waktu pengendapan metil ester mempengaruhi bilangan asam. Ketika pengendapan yang lebih lama, diduga tingkat oksidasi pada proses dua tahap lebih tinggi dari pada proses satu tahap. Hal ini mengakibatkan bilangan asam menjadi lebih tinggi.

#### 7. Kandungan Air

Kandungan air yang berlebihan dapat menyebabkan sebagian reaksi dapat berubah menjadi reaksi sabun atau saponifikasi yang akan menghasilkan sabun, sehingga meningkatkan viskositas, terbentuknya gel dan dapat menyulitkan pemisahan antara gliserol dan Biodiesel.

#### 8. Methanol

Jenis alkohol yang selalu dipakai pada proses transesterifikasi adalah metanol dan etanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling umum digunakan dalam pembuatan biodiesel karena methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) mempunyai keuntungan lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) karena metanol memiliki satu ikatan carbon sedangkan etanol memiliki dua ikatan karbon, sehingga lebih mudah memperoleh pemisahan gliserol dibanding dengan etanol.

### 2.3 Minyak Jelantah

Minyak kelapa sawit dan inti minyak kelapa sawit merupakan susunan dari *fatty acids*, esterified, serta *glycerol* yang masih banyak lemaknya. Didalam keduanya tinggi serta penuh akan *fatty acids*, antara 50% dan 80% dari masing-masingnya. Minyak kelapa sawit mempunyai 16 nama carbon yang penuh asam lemak *palmitic acid* berdasarkandalam minyak kelapa sawit sebagian besar berisikan *lauric acid*. (Dep. Perindustrian, 2007).

Minyak goreng sering kali dipakai untuk menggoreng secara berulang-ulang, bahkan sampai warnanya coklat tua atau hitam dan kemudian dibuang. Dalam penggunaannya, minyak goreng mengalami perubahan kimia akibat oksidasi dan hidrolisis, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada minyak goreng tersebut. Melalui proses-proses tersebut beberapa trigliserida akan terurai menjadi senyawa-senyawa lain, salah satunya *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas.

Kandungan asam lemak bebas inilah yang kemudian akan diesterifikasi dengan metanol menghasilkan biodiesel. Sedangkan kandungan trigliseridanya ditransesterifikasi dengan metanol, yang juga menghasilkan biodiesel dan gliserol. Dengan kedua proses tersebut maka minyak jelantah dapat bernilai tinggi. (Suirta, 2007).

Selama penggorengan, minyak goreng akan mengalami pemanasan pada suhu tinggi  $\pm 170 - 180^{\circ}\text{C}$  dalam waktu yang cukup lama. Hal ini akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi yang menghasilkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak seperti keton, aldehyd, dan polimer yang merugikan kesehatan manusia. Proses-proses tersebut menyebabkan minyak mengalami kerusakan (Listiadi dan Putra, 2013). Kerusakan utama ditimbulkan oleh bau dan rasa tengik, sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), perubahan indeks refraksi, angka peroksida, angka karbonil, timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu yang digunakan dan dari bahan yang digoreng (Wijana, 2005).

Minyak goreng yang digunakan di industri maupun rumah tangga akan menjadi minyak jelantah dalam jumlah tinggi dan adanya bahaya konsumsi minyak goreng bekas. Minyak bekas penggorengan bisa diolah kembali menjadi energi baru lagi sebagai energi biodiesel dengan melalui tahapan proses kimiawi dan pemanasan. Metode yang digunakan untuk merubah ke biodiesel dengan cara transesterifikasi. Prinsip kerjanya yaitu merubah trigliserida menjadi metil ester, di samping itu menggunakan alkohol (methanol) dan katalis alkali (NaOH).

## 2.4 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi. Jenis-jenis katalis dibagi menjadi tiga jenis, yaitu katalis homogen, katalis heterogen, dan biokatalis (enzim):

### a. Katalis Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang wujudnya sama dengan wujud zat-zat pereaksi. Katalis homogen berfungsi sebagai zat perantara (fasilitator). Katalis homogen bekerja dengan cara berinteraksi dengan partikel pereaksi membentuk fase transisi. Selanjutnya, fase transisi bergabung dengan pereaksi lain

membentuk produk, dan setelah produk dihasilkan katalis beregenerasi menjadi zat semula.

b. Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang wujudnya berbeda dengan pereaksi. Katalis heterogen bekerja pada pereaksi berupa gas atau cairan, dan reaksi katalis terjadi pada permukaan katalis. Katalis heterogen biasanya berbentuk padatan.

c. Biokatalis (enzim)

Enzim adalah katalis yang mempercepat reaksi-reaksi kimia dalam makhluk hidup. Terdapat bermacam-macam enzim, dan masing-masing enzim hanya dapat mengkatalis satu reaksi tertentu.

## 2.5 Elektrolisis

Elektrolisis merupakan suatu proses kimia yang menggunakan energi listrik, agar reaksi kimia yang terjadi secara non spontan dapat berlangsung. Pada proses elektrolisis ada beberapa komponen yang terdapat di dalamnya yaitu: katoda, anoda, larutan elektrolit, dan sumber daya (*power supply*).

a. Katoda

Katoda merupakan elektroda negatif dalam larutan elektrolit dimana pada katoda ini terjadi penempelan ion-ion yang tereduksi dari anoda. Katoda bertindak sebagai logam yang akan dilapisi atau produk yang bersifat menerima ion. Katoda dihubungkan ke kutub negatif dari arus listrik. Katoda harus bersifat konduktor supaya proses elektrolisis dapat berlangsung dan logam pelapis menempel pada katoda.

b. Anoda

Anoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi oksidasi. elektroda ini adalah Kebalikan dari katoda, dari rangkaian elektrolisis karena bertindak sebagai kutub positif. Anoda berupa logam penghantar listrik, pada sel elektrokimia anoda akan terpolarisasi jika arus listrik mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron. Peranan anoda pada proses elektrolisis sangat penting dalam menghasilkan kualitas lapisan. Pengaruh kemurnian/kebersihan anoda terhadap elektrolit dan penentuan optimalisasi ukuran serta bentuk anoda perlu diperhatikan.

c. Larutan Elektrolit

Elektrolit merupakan suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ionnya. Ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit dapat berupa senyawa garam, asam, atau basa. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa dan garam. Istilah-istilah elektrolit kuat dan elektrolit lemah diambil dari daya hantar listriknya. Elektrolit kuat mempunyai daya hantar listrik kuat karena mengandung jumlah ion yang lebih besar/banyak bila dibandingkan dengan elektrolit lemah. Faktor yang Berpengaruh pada Elektrolisis adalah konsentrasi elektrolit, sirkulasi elektrolit, rapat arus, tegangan, jarak anoda-katoda, rasio dan bentuk anoda-katoda, temperatur, daya tembus (*throwing power*), aditif, kontaminasi. Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam, basa dan garam logam yang dapat membentuk muatan ion-ion negatif. Tiap jenis pelapisan, Larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan.

d. Sumber Daya (*Power Supply*)

Sumber daya atau *power supply* merupakan perangkat atau sistem yang memasok listrik atau sejumlah energi ke output beban atau kelompok beban. Seperangkat alat elektronika seharusnya dicatu atau disuplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar bekerja dengan baik. Baterai adalah sumber catut daya yang baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catut daya yang lebih besar sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catut daya yang besar adalah sumber bolak balik AC (*Alternating Current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catut daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.<sup>9</sup> *Power supply* mengubah tegangan listrik 220 volt menjadi lebih rendah sesuai dengan yang diinginkan. Tegangan yang keluar dari travo masih dalam keadaan bolak-balik (AC), sehingga untuk merubah dari AC ke DC diperlukan *kuprok* sebagai penyearah dan kapasitor elektrolit dari tegangan *output*. Pada *Power Supply* juga dipasang sebuah instrument voltmeter yang dipasang secara paralel dan sebuah ampermeter yang dipasang secara seri (Aziz, 2015).

Pada proses elektrolisis digunakan aluminium (Al) atau besi (Fe) sebagai elektroda, dimana penggunaan elektroda aluminium lebih efisien daripada

elektroda besi. Dari hasil elektrolisis tersebut dihasilkan ion hidroksil yang dikenal sebagai salah satu cairan radikal paling reaktif, yang akan mengoksidasi komponen-komponen organik dalam limbah cair karena memiliki afinitas yang tinggi. Dihasilkannya hidroksida akan menarik partikel-partikel yang tersuspensi sehingga menyebabkan koagulasi. Gas yang dihasilkan juga membantu pemindahan padatan yang tersuspensi. Penggumpalan dan pemisahan polutan terjadi karena ketidakstabilan partikel yang ditimbulkan selama proses elektrolisis dan elektrokoagulasi. Destabilisasi partikel ini dicapai melalui dua mekanisme, yaitu yang pertama adanya kation yang dihasilkan dari proses hidrolisis air yang akan menetralkan partikel-partikel anion, dan yang kedua adalah penyapuan flokulasi dimana partikel-partikel pengotor terjebak dan dipindahkan ke dalam endapan hidroksida yang terbentuk. Selanjutnya gelembung-gelembung mikro yang dihasilkan di permukaan elektroda akan membawa gumpalan-gumpalan polutan yang terbentuk menuju permukaan.

Penggunaan metode ini memiliki berbagai keuntungan seperti peralatan yang diperlukan sangat sederhana, yakni terdiri dari dua/tiga batang elektroda yang dihubungkan dengan sumber arus listrik, potensial elektroda dan rapat arusnya dapat diatur sehingga selektivitas dan kecepatan reaksinya dapat ditempatkan pada batas-batas yang diinginkan melalui pengaturan besarnya potensial listrik serta tingkat polusi sangat rendah dan mudah dikontrol.

Dari keuntungan yang ditawarkan menyebabkan teknik elektrolisis lebih menguntungkan dibandingkan metode sintesis secara konvensional, yang sangat dipengaruhi oleh tekanan, suhu, katalis dan konsentrasi. Selain itu proses elektrolisis juga dimungkinkan untuk dilakukan pada tekanan atmosfer dan pada suhu antara 100-900°C terutama untuk sintesis senyawa organik, sehingga memungkinkan penggunaan materi yang murah.

## **2.5 Elektrolisis Pada Pembuatan Biodiesel**

Pada proses pembuatan biodiesel terdapat proses pemisahan yaitu memisahkan gliserol dan biodiesel. Cara tradisional untuk menghilangkan gliserol biasanya dengan metode pemisahan gravitasi atau sentrifugasi (Maa dkk., 2010). Pemisahan metode gravitasi merupakan solusi yang kurang efisien untuk produksi. Untuk memisahkan gliserin dari campuran gliserin-biodiesel Metode pengendapan

biodiesel secara konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama sekitar 8-16 jam sehingga sering menjadi masalah dalam proses produksi dimana lama waktu pengendapan yang dibutuhkan agar biodiesel dapat dipisahkan dari gliserol dan zat pengotor yang tidak diinginkan lainnya adalah beberapa jam hingga beberapa hari. Metode ini memiliki kelemahan karena membutuhkan waktu yang cukup lama (Gani, 2017)

Proses separasi dengan bantuan aliran listrik 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 (Trisnaliani dkk., 2018).