

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Di Indonesia, kebutuhan masyarakat untuk mengkonsumsi bahan bakar sangat tinggi. Hal tersebut dapat dilihat dari analisis kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) yaitu sekitar 215 juta liter per hari. Sedangkan yang diproduksi di dalam negeri hanya 178 juta liter per hari, dan sisanya terpaksa harus diimpor dari negara penghasil minyak bumi lain. Impor BBM tampaknya belum dapat diatasi karena lebih dari 50 persen kebutuhan energi dalam negeri masih bertumpu pada minyak bumi<sup>[1]</sup>.

Sebenarnya Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya energi fosil non-BBM seperti gas alam dan batu bara serta energi terbarukan di antaranya panas bumi, biomassa, dan panas matahari. Pada saat ini kebutuhan BBM cenderung terus meningkat, tetapi hal tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan BBM yang mencukupi. Bahkan diperkirakan dalam 10 tahun terakhir persediaan minyak bumi dunia akan habis. Oleh karena itu ketergantungan masyarakat terhadap BBM secara perlahan perlu untuk dikurangi. Buruknya pengaruh gas hasil pembakaran BBM atau emisinya terhadap lingkungan juga menjadi faktor pendorong pencarian dan pengembangan energi alternatif non BBM, sehingga timbul gagasan – gagasan baru untuk memanfaatkan bahan-bahan yang *renewable* untuk menciptakan sumber energi baru. Penemuan dan pengembangan sumber energi baru yang *renewable* dan ramah lingkungan mulai mendapat perhatian yang serius. Sumber-sumber energi baru seperti bioetanol, biodiesel, serta biogas merupakan sumber energi baru yang menjadi tumpuan untuk masa depan manusia<sup>[1]</sup>.

Dalam keadaan krisis energi ini, pengembangan teknologi energi non BBM yang ramah lingkungan menjadi penting, terutama ditujukan pada kalangan miskin sebagai golongan yang paling terkena dampak kenaikan BBM. Salah satu teknologi energi yang sesuai dengan persyaratan tersebut adalah teknologi biodiesel.

Biodiesel merupakan hasil dari proses transesterifikasi dari trigliserida yang ditambahkan alkohol dengan katalis basa. Bahan baku yang digunakan adalah kopra, yang kemudian akan diambil minyaknya untuk dilakukan proses lebih lanjut menjadi biodiesel. Pengambilan kopra sebagai bahan baku disebabkan karena bahan baku kopra sekarang harganya relatif lebih murah dan terus merosot, Dengan maksud ingin membantu meningkatkan perekonomian rakyat dibidang budidaya kopra di Indonesia khususnya propinsi Sulawesi Utara sebagai penghasil kopra terbesar di Indonesia. Maka prarencana pabrik ini mengambil bahan baku kopra dalam pembuatan biodiesel

Biodiesel ini bersifat terbaharui dari tumbuhan, dan ramah lingkungan, karena emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran biodiesel akan diserap kembali oleh tanaman melalui mekanisme fotosintesis. Sehingga menekan akumulasi CO<sub>2</sub> di atmosfer atau yang banyak dikenal dengan *zero CO<sub>2</sub> emission*. Akumulasi CO<sub>2</sub> di atmosfer yang dihasilkan oleh bahan bakar berbasis minyak bumi atau batu bara mengakibatkan perubahan iklim global atau yang disebut dengan efek pemanasan global atau *global warming*, karena membakar minyak bumi atau batu bara sama dengan mengeluarkan CO<sub>2</sub> dari dalam bumi dan memindahkannya ke atmosfer. Disamping itu kandungan sulfur dalam biodiesel juga kecil sehingga gas hasil pembakaran dari biodiesel menjadi lebih ramah terhadap lingkungan<sup>[1]</sup>.

## **I.2. Bahan Baku dan Produk**

### **I.2.1. Bahan Baku**

Sebagai bahan baku dari pabrik Biodiesel ini adalah sebagai berikut:

## 1. Kopra

Kopra adalah daging kelapa yang telah di keringkan, nama kopra berasal dari bahasa Malay. Kopra didapatkan dari Korea, Jepang dan Amerika. Secara tradisional minyak kelapa di produksi dari kopra. Kopra mengandung enam asam amino esensial dari delapan asam amino yang terdapat di dalamnya. Untuk komposisi asam amino dalam kopra dapat dilihat pada Tabel I.1. secara mekanik minyak kelapa didapatkan dari memeras kopra.<sup>[2]</sup>

Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemak digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakterjenuhannya yang dinyatakan dengan bilangan Iod (*Iodine value*), maka minyak kelapa dapat dimasukkan ke dalam golongan *non drying oils*, karena bilangan iod minyak tersebut berkisar antara 7,5-10,5.<sup>[2]</sup>

**Tabel I.1. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa<sup>[2]</sup>**

<b>Asam lemak</b>	<b>Rumus kimia</b>	<b>Jumlah (%)</b>
<i>Asam lemak jenuh:</i>		
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0-0,85
Asam kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	5-9,5

Asam kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5-9,5
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	44-52
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	13-19
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5-10,5
Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	1-3
Asam arachinat	$C_{19}H_{39}COOH$	0-0,4
<i>Asam lemak tidak jenuh:</i>		
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	0-1,3
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	5-8
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5-2,5

Komposisi asam lemak minyak kelapa disajikan pada Tabel I.1 dari tabel dimana dapat dilihat bahwa asam lemak jenuh minyak kelapa kurang lebih 90%. Minyak kelapa mengandung 84% trigliserida dengan tiga molekul asam lemak jenuh, 12% trigliserida dengan dua asam lemak jenuh dan 4% trigliserida dengan satu asam lemak jenuh.<sup>[2]</sup>

## 2. Alkohol

Alkohol yang digunakan dalam proses transesterifikasi pada pembuatan biodiesel umumnya adalah metanol atau etanol. Metanol ini didapatkan di Pulau Bunyu, Kalimantan Timur. Pada proses ini menghasilkan ester alkil asam-asam lemak (atau biodiesel *ester alkil*) sebagai produk utama dan gliserin sebagai *secondary* produk.<sup>[3]</sup>

Alkohol yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel harus dapat *direcovery* dan dikembalikan lagi ke proses agar dapat digunakan kembali untuk meminimalkan biaya produksi. Metanol adalah alkohol yang lebih mudah *direcovery* daripada etanol. Etanol dapat membentuk titik *azeotrope* dengan air sehingga diperlukan biaya yang lebih mahal untuk memurnikannya selama proses *recovery*. Oleh karena itu, alkohol yang digunakan dalam transesterifikasi ini adalah metanol. Metanol digunakan untuk menghasilkan produk utamanya yaitu ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids Methyl Ester/ FAME*) atau biodiesel *ester metil* (BEM).<sup>[3]</sup>

Sifat fisis dan kimia dari metanol disajikan pada tabel I.2.

**Tabel I.2. Data Properties Metanol<sup>[3]</sup>**

<b>Wujud</b>	<b>Liquid</b>
Bau	Menyengat
Kelarutan	Larut dalam air
% Volatilitas	100 % volume (27 °C)
Titik Didih	64,7 °C
Titik Leleh	-98 °C
Tekanan Uap	97 mmHg (20°C)
Berat Molekul	32,04 (gr/mol)

### **3. Katalis**

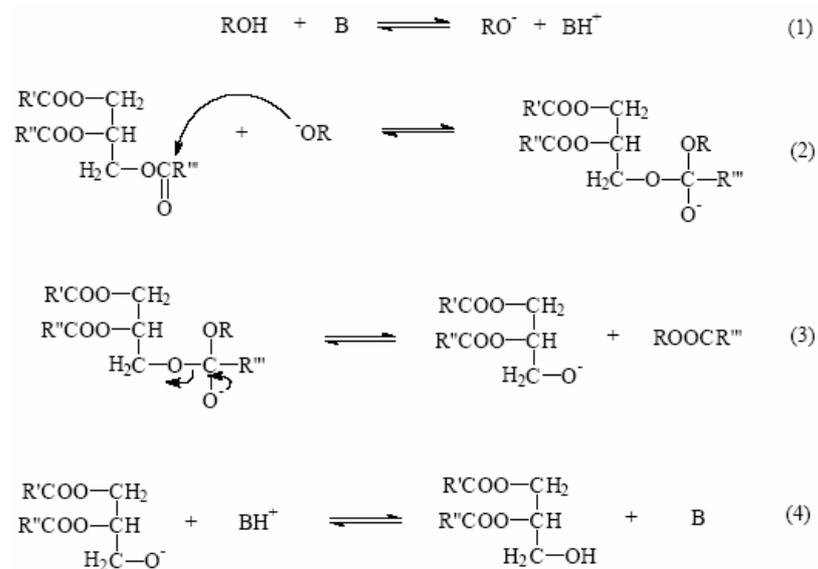
Reaksi transesterifikasi membutuhkan adanya suatu katalis untuk mempercepat laju reaksi. Katalis yang digunakan dapat berbagai macam jenisnya. Namun biasanya yang digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel atau metil ester yaitu katalis homogen. Penggunaan katalis homogen dikarenakan katalis ini dapat larut dalam alkohol dan larutan ini kemudian ditambahkan ke dalam minyak atau lemak tanpa pelarut tambahan. Adapun fungsi dari katalis ialah untuk mempercepat suatu reaksi dengan cara ikut bereaksi tetapi tidak ikut terkonversi menjadi produk. Jenis katalis yang dapat digunakan diantaranya yaitu katalis basa (KOH atau NaOH), katalis asam ( $H_2SO_4$  atau HCl), katalis enzim (enzim lipase), dan katalis padat (H-Zeolite)

#### **Proses Katalis Basa**

Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa merupakan jenis katalis yang paling efisien dan tidak korosif jika dibandingkan dengan katalis asam. Inilah sebabnya kebanyakan proses transesterifikasi dalam dunia industri menggunakan katalis basa. Katalis basa yang dapat digunakan dalam proses transesterifikasi diantaranya adalah metal hidroksida seperti kalium atau natrium hidroksida, metal

alkoksida. Peningkatan jumlah katalis akan mempercepat reaksi. Untuk jenis katalis basa, kondisi reaksi harus dijaga anhidrous atau tanpa adanya air atau jumlah air yang terlibat serendah mungkin. Air akan menyebabkan terjadinya hidrolisis ester membentuk sabun. Terbentuknya sabun akan berakibat berkurangnya yield reaksi, dan menyebabkan terbentuknya emulsi yang berakibat pada sulitnya pemisahan gliserol [4].

Produk akhir biodiesel yang menggunakan katalis KOH saat dinetralkan dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> akan menghasilkan K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Mekanisme reaksi yang terjadi saat reaksi dilakukan dengan menggunakan katalis basa [5]:



Gambar I.1. Skema reaksi transesterifikasi katalis basa [5]

## KOH

KOH dikenal dengan nama potasium atau kalium hidroksida. Senyawa ini merupakan senyawa basa metalik dan termasuk dalam basa yang sangat kuat yang memiliki kekuatan basa sama dengan sodium hidroksida, lithium hidroksida, kalsium

hidroksida, barium hidroksida dan strontium hidroksida. Penggunaan KOH ini biasanya pada industri kertas, pembuatan sabun cair, industri tekstil.

Tabel I.3. Data Properties KOH

Wujud	Solid
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau
pH	13,5
Titik didih	1320 °C
Titik leleh/beku	360 °C
Berat molekul	56,1407

### Proses Katalis Asam

Jenis asam yang dapat digunakan dalam proses ini yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl dan asam kuat lain. Untuk menghasilkan yield yang tinggi dalam proses dengan katalis asam, harus dilakukan pada suhu tinggi untuk mempercepat reaksi [5]. Proses dengan katalis asam juga harus dijaga dengan kondisi tanpa adanya air. Hal ini dilakukan untuk mencegah terbentuknya asam karboksilat, yang berpengaruh terhadap berkurangnya yield reaksi. Perbandingan alkohol terhadap trigliserida yang digunakan juga harus cukup tinggi untuk melakukan proses transesterifikasi yang lengkap dan yield yang tinggi. Secara umum, proses dengan katalis asam lebih lambat dari pada katalis alkali. Tapi jenis katalis asam lebih baik jika bahan baku yang digunakan memiliki karakteristik kandungan asam lemak bebas dan air yang tinggi [5].

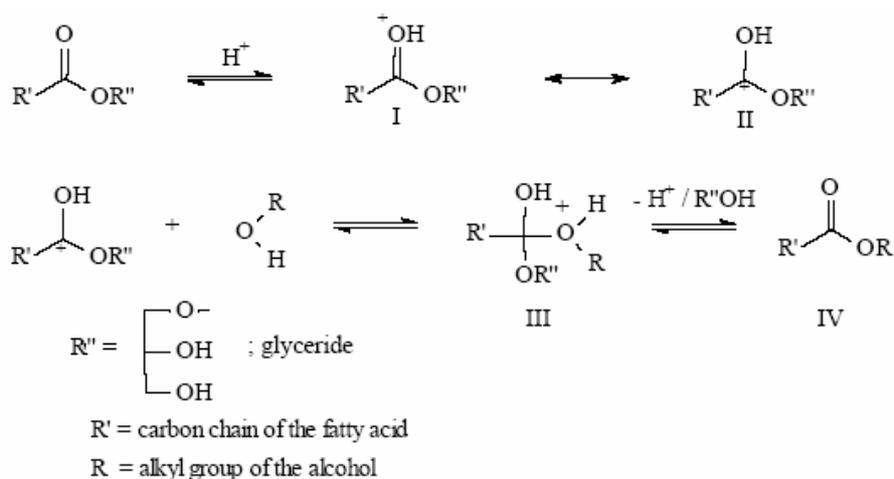
### HCl

Hidrogen klorida merupakan salah satu contoh jenis asam kuat. Penggunaan hidrogen klorida diantaranya yaitu sebagai hidroklorinasi karet, pembuatan vinil atau alkil klorida. Hidrogen klorida terionisasi sempurna dalam air. Penghirupan uap HCl secara berlebihan menyebabkan batuk, gangguan saluran pernapasan, *pulmonary edema* dan pada akibat fatal akan mengakibatkan kematian.

Tabel I.4. Data Properties HCl

Wujud	Liquid jernih
Bau	Berbau menyengat
Densitas	1-1,2
Tekanan Uap	5,7 mmHg (0 °C)
Titik Didih	81,5 – 110 °C (76 mmHg)
Titik Leleh	- 74 °C
Berat Molekul	36,46 gr/grmol

Berikut ini merupakan mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis asam :



Gambar I.2. Skema reaksi transesterifikasi katalis asam<sup>[5]</sup>

Jenis katalis asam yang digunakan yaitu katalis HCl. Ini didasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa HCl dapat menurunkan asam lemak bebas yang tertinggi. Selain itu HCl memiliki kekuatan asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam sulfat.

### Proses Katalis Enzim

Katalis enzim ini bermacam-macam jenisnya diantaranya yaitu katalis lipase. Halangan utama dalam penggunaan katalis lipase ini adalah harga dari katalis ini yang mahal. Penggunaan katalis ini lebih efisien karena produk yang dihasilkan lebih mudah dipisahkan. Katalis lipase ini dapat digunakan kembali setelah digunakan sebagai katalis dan proses pemisahan yang cukup mudah.

### Proses Katalis Padat

Agar dapat dimanfaatkan zeolit harus mempunyai spesifikasi tertentu berkaitan dengan hal tersebut kualifikasi zeolit ditentukan oleh daya serap, daya tukar kation (KTK) maupun daya katalis. Zeolite ini didapatkan dari Korea. Oleh sebab itu untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan tinggi diperlukan beberapa pengolahan antara lain:

1. Preparasi

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi terdiri dari tahap peremukan (crushing), sampai penggerusan (grinding).<sup>[6]</sup>

2. Aktivasi

Proses ini bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal zeolit. Cara yang umum yang sering digunakan dalam proses aktivasi zeolit, yaitu pemanasan pada suhu 200-400°C selama 2-3 jam, dan kimia dengan menggunakan pereaksi NaOH atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.<sup>[6]</sup>

3. Modifikasi

Proses modifikasi dimaksudkan untuk mengubah sifat permukaan zeolit alam dengan cara melapiskan polimer organik (sintetis dan alamiah) pada zeolit tersebut.<sup>[6]</sup>

Katalis yang digunakan dalam pembuatan pabrik biodiesel ini adalah katalis padat yaitu Zeolit. Zeolit didapatkan merupakan kelompok senyawa berbagai jenis mineral alumino silikat hidrat dengan logam alkali. Mineral-mineral yang termasuk dalam kelompok zeolit umumnya dijumpai dalam batuan tufa, terbentuk dari hasil sedimentasi abu vulkanik yang teralterasi.<sup>[6]</sup>

### **I.2.2. Produk**

Produk yang dihasilkan nanti disebut metil ester tetapi lazim disebut biodiesel. Pemilihan biodiesel sebagai alternatif bahan bakar pengganti solar didasarkan atas beberapa alasan antara lain:<sup>[7]</sup>

1. Biodiesel 100% dihasilkan dari minyak nabati.
2. Biodiesel dapat pula dihasilkan dari buah kelapa.
3. Tidak mengandung racun, senyawa beracun yang umum terdapat pada BBM adalah aromatik (benzena), timbal dan sulfur. Dengan menghirup senyawa tersebut secara terus menerus, maka akan menimbulkan berbagai penyakit. Senyawa aromatik akan menyebabkan kanker darah, timbal akan menyebabkan kerusakan pada perkembangan otak, kematian janin pada ibu hamil, dan lain lain, sedangkan sulfur akan menyebabkan bronkitis, radang paru.
4. Tidak mudah meledak. Parameter yang digunakan untuk menentukan mudah meledak tidaknya suatu bahan adalah *flash point*. *Flash point* dari biodiesel adalah 170°C.
5. Emisi yang dihasilkan rendah. Emisi yang dihasilkan BBM antara lain CO, CO<sub>2</sub>, sulfur, partikulat. Emisi yang dihasilkan dari biodiesel mengalami penurunan emisi CO sebesar 50%, CO<sub>2</sub> sebesar 78,45%, partikulat sebesar 65%, dan tidak ada emisi sulfur.
6. Ramah lingkungan.
7. Dapat langsung digunakan tanpa adanya modifikasi pada mesin.
8. Bahan bakunya dapat *direnewable*

Perbandingan Karakteristik anatra minyak solar terhadap biodiesel disajikan pada tabel I.5.

**Tabel I.5. Perbandingan Karakteristik Biodiesel dengan Minyak Solar**

**Berdasarkan Penelitian oleh TNI-AL<sup>[8]</sup>**

<b>Parameter</b>	<b>Minyak Solar</b>	<b>Biodiesel</b>
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	0,820-0,870	0,9177-0,9187
Warna	3,0	Jernih-3,5
Flash Point (°F)	150	175-211
Kadar Karbon (% berat)	0,1	0,4243-1,4671
Kadar Abu (% berat)	0,01	0,06-0,18
Kadar Air (% vol)	0,05	Sangat sedikit
Kadar Sedimen (% vol)	0,01	0

### **1.3 Analisa Pasar<sup>[9]</sup>**

Dari data yang diberikan oleh dinas pertanian dan perkebunan Kabupaten Kepulauan Talaud untuk UPH Coconut Biodiesel produksi kelapa pada tahun 2006 sebesar 11.675,6 ton. Dari produksi tersebut bila diolah menjadi kopra, akan didapatkan kopra dengan rendemen 67 %. Maka oleh pihak UPH Coconut Biodiesel dilakukan analisis yang disimpulkan bahwa kapasitas produksi untuk pabrik biodiesel yang akan dibangun oleh pihaknya di Kepulauan Talaud dengan bahan baku khususnya kopra pada tahun 2007 adalah 1100 liter/hari yang membutuhkan kopra sebanyak 850 ton per tahun. Mengingat masih banyak jumlah kopra yang belum dimanfaatkan, maka penulis bermaksud untuk memanfaatkan sisa produksi kopra tersebut untuk diolah menjadi biodiesel. Dari sekitar 6972,65 ton kopra yang sisa tersebut pabrik biodiesel yang direncanakan akan memanfaatkan kopra sebanyak 2310 ton per tahun yang akan setara dengan 990000 liter biodiesel per tahun.