

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Kebutuhan akan energi semakin meningkat dari waktu ke waktu. Salah satu sumber energi yang populer adalah bahan bakar fosil yang tidak terbarukan, seperti minyak bumi. Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan cukup tajam. Selain di negara-negara maju, di negara berkembang seperti Indonesia juga mengkonsumsi bahan bakar minyak bumi diatas kapasitas seharusnya. Hal ini diperkirakan akan terus berlangsung pada tahun-tahun berikutnya. Oleh karena itu, jika dibiarkan saja tentunya dapat dipastikan akan terjadi kelangkaan akan bahan bakar minyak (BBM) tidak hanya di indonesia namun juga di berbagai belahan dunia. Ketidaktentuan dari ketersediaan bahan bakar tersebut, dipertimbangkan oleh para peneliti sebagai pemicu utama untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil (Harun dkk., 2010; Mata dkk., 2010).

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan di Indonesia. Bahan bakar ini dapat diproduksi dari minyak nabati maupun lemak hewan yang memiliki sifat menyerupai diesel. Biodiesel terdiri dari monoalkyl ester yang dapat terbakar dengan bersih (Schumacher dkk., 1996). Biodiesel bersifat terbarukan, dapat menurunkan emisi kendaraan, bersifat melumasi, dan dapat meningkatkan kinerja mesin.

Indonesia yang memiliki iklim tropis dan wilayah yang luas memberikan potensi yang berlimpah. Negara kepulauan dengan 2/3 wilayahnya adalah laut, dan garis pantai terpanjang di dunia, 80.791,42 km kaya akan sumber daya perairan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan biodiesel. Meskipun masih dalam tahap riset yang mendalam, potensi mikroalga laut sebagai penghasil biodiesel sangat menjanjikan di masa mendatang.

Pendirian pabrik biodiesel, selain untuk memenuhi konsumsi bahan bakar yang ramah lingkungan, juga untuk menciptakan dan menyerap lapangan kerja yang cukup besar. Pabrik ini dirancang sedapat mungkin menggunakan bahan baku dan komponen buatan dalam negeri, namun tidak menutupi kemungkinan untuk mengimport.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1 Biodiesel**

Biodiesel adalah bahan bakar yang berupa ester mono alkil atau methyl ester yang diturunkan dari rantai panjang yang diturunkan dari minyak nabati atau lemak hewani. Ester mono alkil merupakan produk reaksi alkohol rantai lurus seperti metanol dan etanol, dengan asam lemak atau minyak (trigliserida) membentuk gliserol dan ester dari asam lemak rantai panjang. (Srivastava dan Prasad, 2000). Biodiesel memiliki sifat fisis yang sama dengan minyak solar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermesin diesel. Dibanding bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, yaitu: (i) biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat diperbaharui, (ii) memiliki bilangan cetane yang tinggi, (iii) ramah lingkungan karena biodiesel tidak mengandung sulfur sehingga tidak ada emisi SO<sub>x</sub>, (iv) aman dalam

penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun. Biodiesel tidak mudah terbakar karena memiliki titik bakar yang relatif tinggi, (v) meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia, (vi) memungkinkan diproduksi dalam skala kecil menengah sehingga bisa diproduksi di pedesaan, (vii) menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing dan (viii) biodegradable : jauh lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan minyak mineral (Susilo, 2006, Georgogianni dkk, 2007). Selain itu, biodiesel memiliki sifat pelumasan yang sangat baik, lebih baik daripada bahan bakar diesel konvensional, sehingga dapat memperpanjang masa pakai mesin. Kekurangan dari biodiesel karena saat ini sebagian besar biodiesel diproduksi dari jagung dan tumbuhan pokok lainnya yang berpotensi menyebabkan berkurangnya sumber pangan dan bahkan meningkatnya harga pangan.

Biodiesel secara nyata dapat mengurangi pencemaran. Kandungan belerang yang sangat rendah akan memungkinkan penggunaan katalis pada sistem gas buang. Jika dipergunakan bersama minyak solar, biodiesel dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan belerang dalam minyak diesel. Biasanya belerang dibutuhkan lebih 500 ppm (per 1 juta bagian) atau 0,05% dalam minyak solar untuk menambah pelumasan. Pencampuran biodiesel dengan solar dapat mengurangi kadar belerang hingga 15 ppm atau 0,0015%. Pencampuran yang dilakukan dengan 1% biodiesel akan memperoleh 65% pelumasan. Untuk maksud pengurangan kadar belerang ini cukup hanya dengan menambahkan biodiesel kedalam solar sebanyak 0,4-0,5%. Biodiesel memiliki kandungan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan diesel konvensional. Terdapat beberapa standar spesifikasi biodiesel yang menjadi acuan dalam penetapan standar mutu biodiesel di Indonesia

seperti: Standar biodiesel Eropa EN 14214:2002(E), ASTM D130, ASTM D613, ASTM D1796, ASTM D4007, AOSC Cd 1d-92 dan AOCS Cd 6-38. Persyaratan mutu biodiesel Indonesia ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182:2015, persyaratan biodiesel ini merupakan revisi dari SNI 7128:2012. Berikut tabel 1.1. Standar nasional mutu biodiesel Indonesia:

Tabel 1.1. Standarisasi Mutu Biodiesel di Indonesia (SNI 7182:2015)

No.	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Berat Jenis (40°C)	Kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas (40°C)	mm <sup>2</sup> /s (CSt)	2,3 – 6
3	Angka Cetana	-	51
4	Titik Nyala	°C	100
5	Titik Kabut	°C	18
6	Korosi Bilah Tembaga	-	51
7	Air dan Sedimen	%-volume	0,05
8	Temperatur Destilasi	°C	360
9	Abu	%-massa	0,02
10	Belerang	Ppm, mg/kg	50
11	Fosfor	Ppm, mg/kg	4
12	Angka asam	Mg-KOH/g	0,5
13	Gliserol bebas	%-massa	0,02
14	Gliserol total	%-massa	0,24
15	Kadar Biodiesel	%-massa, min	96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I <sub>2</sub> /100g),maks	115
18	Trigliserida	%-massa, maks	0,8

Diharapkan dengan pemakaian biodiesel, pengurangan pencemaran udara dari emisi kendaraan bermotor (khususnya dari mesin diesel) tidak berbanding lurus dengan pengurangan kinerja tenaga mesin diesel itu sendiri. Maka dari itu, dengan memperhatikan parameter-parameter spesifikasi tersebut diharapkan biodiesel dapat selalu *on spesification*, sehingga menjadikan biodiesel bagian dari solusi transformasi energi bersih dan ramah lingkungan di Indonesia.

### 1.2.2 Mikroalga

Mikroalga tergolong dalam organisme yang bersifat autotrop dan memiliki kemampuan melakukan konversi karbondioksida menjadi *biofuel* potensial, makanan serta bioaktif yang bernilai tinggi dengan bantuan sinar matahari (Lorenz and Cysewski, 2003; Metzger and Largeau, 2005; Walter, 2005; Spolaore, 2006). Mikroalga mengandung protein, lemak, asam lemak tak jenuh, pigmen dan vitamin. Kandungan lemak (lipid) dan asam lemak (fatty acid) yang ada dalam mikroalga merupakan sumber energi. Kandungan ini dihasilkan dari proses fotosintesis yang merupakan hidrokarbon (Prince dan Haroon, 2005). Penelitian mikroalga yang berhubungan dengan komposisi senyawa asam lemak telah dilakukan oleh Yasar dan Sevket (2006), yaitu tentang kandungan asam lemak dalam *Spirulina platensis* dan (Hu dkk, 2008) tentang kandungan trigliserol dalam mikroalga. Kandungan senyawa-senyawa ini merupakan komponen penting dalam pemanfaatan mikroalga sebagai bahan baku energi karena senyawa tersebut yang akan diproses menjadi bahan baku energi. Namun demikian, tidak semua mikroalga memberikan senyawa asam lemak yang cukup potensial. Hal ini terkait khususnya dengan sifat pertumbuhan dan kemampuan memproduksi asam lemak. Mikroalga memiliki kandungan karbohidrat, protein, dan trigliserol yang merupakan bahan baku

pembuatan biodiesel. Produktivitas tahunan dan kandungan minyak dalam alga jauh lebih besar dibandingkan tanaman lain. Kedelai dapat memproduksi sekitar 450 liter minyak tiap hektar, Sawit 6000 liter minyak tiap hektar, sementara mikroalga mampu memproduksi 90.000 liter tiap hektar (Dermibas, 2010). Mikroalga dapat dibiakkan di lahan yang tidak dapat ditanami dan di air yang tidak dapat diminum, membutuhkan lebih sedikit air dan tidak mengurangi lahan pertanian pangan. Produksi mikroalga tidak tergantung musim dan dapat dipanen harian, dengan waktu tanam yang hanya 1 minggu. Kandungan minyak dalam alga bervariasi tergantung jenis alga, namun secara umum kandungan minyak mikroalga sekitar 20-50%. Keunggulan alga dibandingkan nabati lain adalah proses pengambilan minyaknya dapat dilakukan tanpa penggilingan, dan langsung diekstrak dengan bantuan zat pelarut.

Salah satu jenis mikroalga yang mudah diperoleh adalah *Chlorella sp.* Alga jenis ini termasuk alga hijau yang tumbuh secara autotrof. *Chlorella sp.* mudah dikembangbiakkan, dan efisiensi fotosintesisnya tinggi, mencapai 8%. Jika dikembangbiakkan secara heterotrof akan mampu menghasilkan minyak sebanyak 55% dari berat keringnya (Rosenberg dkk, 2008).

### **1.2.3 Kapasitas Produksi**

Kebutuhan biodiesel dalam negeri maupun luar negeri akan terus meningkat tiap tahunnya. Berdasarkan statistik Ditjen EBTKE 2017 (Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi). Kebutuhan nasional akan biodiesel menunjukkan grafik yang cenderung fluktuatif begitu juga dengan kapasitas biodiesel yang terpasang juga mengalami kenaikan sehubungan permintaan biodiesel nasional

Berikut pertimbangan-pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik antara lain, sebagai berikut:

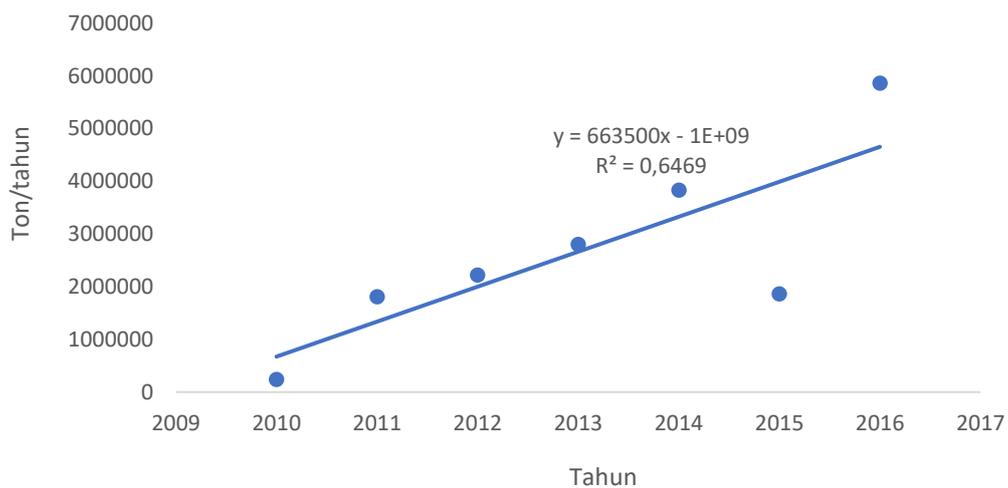
1. Konsumsi Biodiesel dan Produksi Biodiesel dalam Negeri.

Konsumsi atau penggunaan biodiesel dalam negeri berdasarkan statistik Ditjen EBTKE 2017, dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. Konsumsi Biodiesel dalam Negeri

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)
2010	243000
2011	1812000
2012	2221000
2013	2805000
2014	3834000
2015	1863000
2016	5864000

Sumber : Statistik Ditjen EBTKE 2017



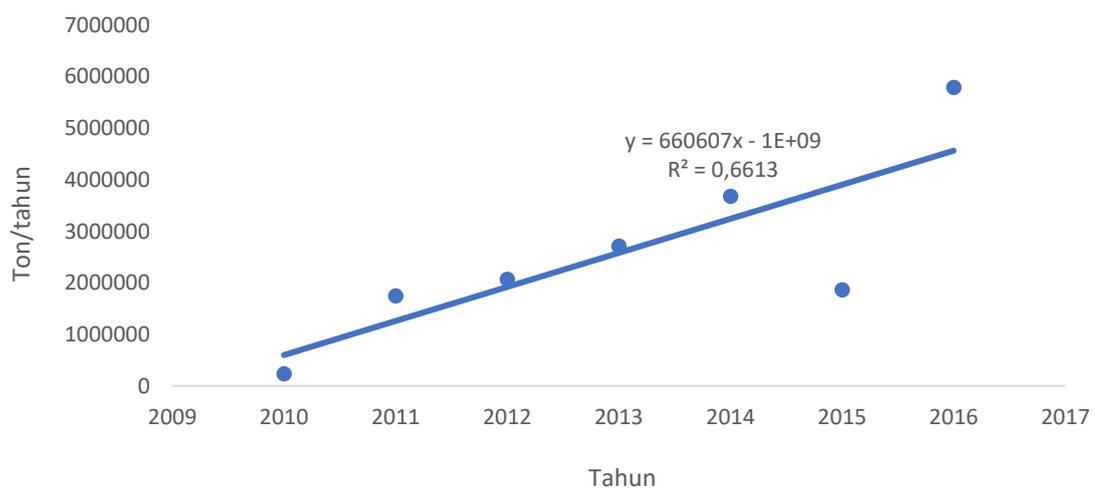
Gambar 1.1 Grafik Konsumsi Biodiesel dalam Negeri

Perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2023 setelah dilakukan dengan regresi linear dari data tabel 1.2 dengan hasil regresi terlihat pada gambar 1.1. perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2023 tersebut dari persamaan  $y = 663500x + 9142,9$  dengan  $R^2 = 0,6469$  adalah 9.298.142,9 ton. Sedangkan untuk kapasitas produksi tiap tahun dalam negeri dapat dilihat pada tabel 1.4

Tabel 1.3 Kapasitas Produksi dalam Negeri

Tahun	Kapasitas Produksi (Ton/tahun)
2010	233000
2011	1742000
2012	2062000
2013	2705000
2014	3671000
2015	1858000
2016	5785000

Sumber : Statistik Ditjen EBTKE 2017



Gambar 1.2. Grafik Kapasitas Produksi dalam Negeri

Jika diinginkan pendirian pabrik pada tahun 2023 tersebut dari persamaan  $y = 660607x - 63000$  dengan  $R^2 = 0,6613$  maka kapasitas produksi biodiesel dalam negeri berdasarkan tabel 1.3 dan regresi linier 1.2 sebesar 9.185.498 ton/tahun.

Berdasarkan tabel konsumsi dan kapasitas produksi biodiesel dalam negeri pada tahun 2023 maka kebutuhan biodiesel pada tahun tersebut sebesar 112502 ton/tahun

## 2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk rancangan pabrik biodiesel ini adalah mikroalga *Chlorella sp.* Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 2/3 wilayahnya adalah laut, dan garis pantai terpanjang di dunia, 80.791,42 km. Perairan tropis dengan kelimpahan sinar matahari sebagai bahan fotosintesis menjadi habitat yang sangat cocok untuk pertumbuhan *Chlorella sp.*

## 3. Kapasitas pabrik yang sudah ada di Indonesia

Berikut ini adalah pabrik biodiesel yang sudah beroperasi di Indonesia yang memproduksi biodiesel dari bahan baku CPO (*Crude Palm Oil*) maupun minyak biji jarak (*Jathropa Curcas*).

Tabel 1.4. Kapasitas Pabrik Biodiesel di Indonesia

<b>Nama perusahaan</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas ton/tahun</b>
PT Wilmar Bioenergy Indonesia	Riau	1300000
PT Musim Mas	Medan	235000
PT Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	1300000
PT Sumi Asih Oleochem	Bekasi	100000
PT Darmex Biofuels	Cikarang	150000
PT Darmex Biofuels	Dumai	410500
PT Indo Biofuels Energy	Kalimantan Barat	100000
PT Ciliandra	Riau	250000
PT Oleokimia Sejahtera Mas	Dumai	500000
PT Permata Hijau Palm Oleo	Medan	140000
PT Nusa Energy	Kalimantan Timur	100000
PT Oil Tangking	Riau	500000
PT Bits Energy	Kalimantan Timur	100000
PT Multi Biofuel Indonesia	Sulawesi Utara	160000
Louis Dreyfus Commodities	Lampung	420000

Sumber : [www.duniaindustri.com](http://www.duniaindustri.com)

Dari uraian di atas, kapasitas untuk pabrik biodiesel yang akan kami rancang adalah pabrik biodiesel dengan kapasitas 100.000 ton per tahun, dengan pra perancangan pabrik biodiesel ini diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan biodiesel di Indonesia.

### 1.2.4 Kinetika Reaksi

Secara umum derajat kelangsungan reaksi ditentukan oleh konstanta kecepatan reaksi ( $k$ ), konsentrasi reaktan, dan konsentrasi katalis.

Kecepatan reaksi sebanding dengan suhu operasi. Jadi semakin tinggi suhu, semakin besar konstanta kecepatan reaksi. Harga  $k$  dapat didekati dengan persamaan:

$$-r_a = -\frac{dC_a}{dt} = kC_a$$

$$-\frac{dC_a}{dt} = kC_a$$

$$-\int_{C_{a0}}^{C_a} \frac{dC_a}{C_a} = k \int_0^t dt$$

$$\ln \frac{C_{a0}}{C_a} = kt$$

$$k = \ln \frac{C_{a0}}{C_{a0}(1 - X_a)} \times \frac{1}{t}$$

$k$  = Konstanta kecepatan reaksi (/jam)

$C_{a0}$  = Konsentrasi reaktan A mula-mula ( $\text{kmol/m}^3$ )

$T$  = Waktu reaksi (jam)

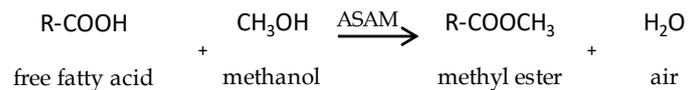
$X_a$  = Konsentrasi reaksi

Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi berjalan *reversible* (Ghosh, dkk, 2017) dengan orde reaksi 1, oleh karena itu metanol dibuat berlebih agar reaksi ke kanan.

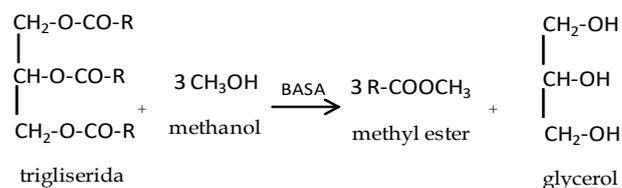
Penambahan katalis berpengaruh pada jalannya reaksi. Jumlah katalis mempengaruhi terbentuknya metil ester. Semakin banyak katalis semakin cepat reaksi dapat di arahkan ke produk. (Mc. Ketta, dkk, 1978)

### 1.2.5 Tinjauan Termodinamika

Reaksi esterifikasi antara asam lemak bebas dengan metanol akan menghasilkan biodiesel dengan air seperti pada reaksi dibawah ini. Melalui tinjauan termodinamika akan diketahui apakah reaksi tersebut bersifat eksotermis atau endotermis dengan perhitungan  $\Delta H$ .



Pada reaksi transesterifikasi, terjadi reaksi antara trigliserida dengan metanol menghasilkan biodiesel dan gliserol seperti pada reaksi. Melalui tinjauan termodinamika akan diketahui apakah reaksi tersebut bersifat eksotermis atau endotermis dengan perhitungan  $\Delta H$ .



### 1.2.6 Pemilihan Proses Produksi

Sampai saat ini telah dikenal berbagai macam proses pembuatan Biodiesel, diantaranya ada tiga macam metode yang sudah dikembangkan dalam memproduksi biodiesel, yaitu:

- 1) Mikroemulsi
- 2) Pyrolysis (*thermal cracking*)
- 3) Transesterifikasi

#### 1.2.6.1 Mikroemulsi

Mikroemulsi di definisikan sebagai suatu koloid yang terdispersi secara stabil dari fluida yang struktur mikronya secara optis isotropik memiliki ukuran

antara 1-150 nm (Khan, 2002). Mikroemulsi terbentuk secara spontan dari 2 cairan yang tidak saling larut dan satu atau lebih komponennya lebih bersifat ionik/nonionik dari yang lain. Metode mikroemulsi dilakukan dengan mencampur minyak kedelai, metanol, 2-oktanol dan cetane improver dengan perbandingan 52,7 : 13,3 : 33,3 : 1 (Ma dkk., 1999).

Suatu mikroemulsi umumnya dibentuk dari kombinasi oleh tiga sampai lima komponen, terdiri dari fase eksternal, fase internal, dan fase interfisial (Swarbrick, 1995). Fase eksternal atau fase pendispersi umumnya merupakan bagian cairan dengan jumlah lebih banyak, sedangkan cairan yang kedua akan terdispersi dalam bentuk globul-globul halus. Dalam hal-hal tertentu mungkin dapat menjadi fase dalam atau sebaliknya.

Tahap yang paling menentukan dalam pembuatan mikroemulsi adalah pemilihan surfaktan dan kosurfaktan yang sesuai dengan fase minyak yang digunakan. Surfaktan yang dipilih harus mampu menurunkan tegangan antarmuka kedua fase sampai nilai yang sangat rendah, sehingga memudahkan proses dispersi pada pembuatan mikroemulsi dan dapat membuat lapisan film tipis yang akan melapisi globul-globul yang terbentuk. Lapisan tipis dari surfaktan yang digunakan harus memiliki nilai hidrofilik-lipofilik yang sesuai pada daerah antarmuka supaya dihasilkan mikroemulsi tipe A/M ataupun M/A yang diinginkan (Swarbrick, 1995).

#### **1.2.6.2 Pyrolysis (*Thermal Cracking*)**

*Pyrolysis* didefinisikan sebagai konversi dari satu senyawa ke senyawa lain akibat pemanasan pada 450<sup>0</sup>C-850<sup>0</sup>C atau pemanasan disertai dengan penggunaan katalis (Khan 2002). Proses tersebut berlangsung dengan pemanasan tanpa adanya udara dan oksigen, sehingga terjadi pemutusan ikatan rantai dan dihasilkan

molekul-molekul yang lebih kecil. Dengan demikian senyawa yang dihasilkan dari pirolisis sangat bervariasi. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, *pyrolysis oil*, dan arang yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi. Masing masing produk pirolisis merupakan bahan bakar yang dapat di konversi menjadi listrik melalui berbagai cara yang berbeda. Proses pirolisis merupakan tahap awal dari rangkaian proses yang terjadi dalam proses gasifikasi dan melibatkan proses kimia dan fisik yang kompleks dimana suatu perubahan dalam kondisi operasi berpengaruh pada proses secara keseluruhan. Pirolisis (juga disebut termalisis) dekomposisi termal (panas) dari bahan organik, seperti pada waktu batubara dipanaskan lebih dari 300 °C tanpa udara atmosfer.

### **1.2.6.3 Transesterifikasi**

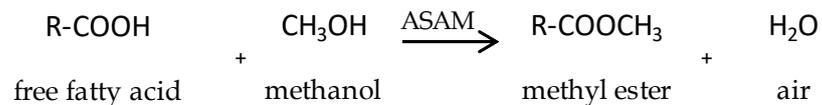
Transesterifikasi adalah reaksi antara minyak dan lemak dengan alkohol untuk menghasilkan ester. Alkohol yang digunakan yaitu metanol dan etanol karena pada umumnya alkohol dengan atom C lebih sedikit memiliki kereaktifan yang lebih tinggi daripada alkohol dengan atom C lebih banyak (Sherman, 1980).

Penggunaan katalis pada transesterifikasi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan reaksi dan *yield* yang dihasilkan (Maddock, 1999). Reaksi transesterifikasi asam lemak dan trigliserida dengan metanol disebut dengan reaksi Transesterifikasi yang akan menghasilkan produk metil ester atau biodiesel. Reaksi transesterifikasi juga digunakan untuk memproduksi sejumlah oleokimia turunan lemak seperti alkohol-asam lemak, isopropyl ester, polyester sukrosa, dan lain-lain.

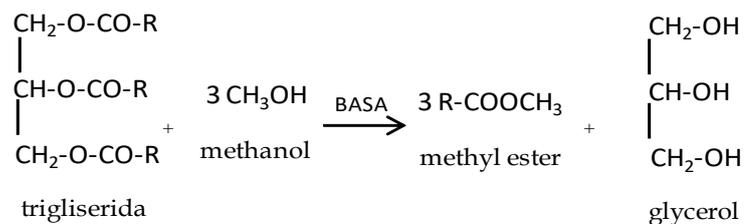
## 1. Esterifikasi Asam Lemak

Biodiesel dapat disintesis dengan proses esterifikasi antara bahan baku metanol dan asam lemak dalam bentuk *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas. Pada reaksi esterifikasi ini dibutuhkan katalis asam seperti asam sulfat pekat.

Reaksi ini dimulai dengan mencampur asam lemak atau FFA dengan metanol dan katalis asam sulfat 98% kemudian dipanaskan sampai suhu reaksi sehingga dihasilkan biodiesel dan air. Temperatur reaksi dan tekanan dibuat konstan 60°C pada tekanan 1 atm. Konversi reaksi esterifikasi hingga 95-99% (Gerpen dkk, 1999). Reaksinya adalah sebagai berikut :



## 2. Transesterifikasi Trigliserida



Proses transesterifikasi mengkonversi asam-asam lemak dari trigliserida menjadi metil ester/biodiesel dengan bantuan senyawa alkohol yaitu metanol.

Penggunaan katalis pada proses transesterifikasi dapat menggunakan katalis heterogen atau katalis homogen.

### 1) Katalis Heterogen

Katalis heterogen yang digunakan pada transesterifikasi adalah  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$  dan  $\text{Ca(OH)}_2$ .  $\text{CaO}$  merupakan katalis yang efektif untuk transesterifikasi pada suhu  $200^\circ\text{C}$ - $220^\circ\text{C}$  waktu reaksi 1-4 jam (Khan, 2002). Sedangkan katalis  $\text{CaCO}_3$  akan terdegradasi akibat suhu operasi yang tinggi ( $>220^\circ\text{C}$ ). Penggunaan katalis heterogen pada transesterifikasi masih bermasalah, masalah yang timbul yaitu aktivitas katalis menurun setelah beberapa jam operasi, reaksi tidak sempurna dan kesulitan dalam pemisahan dengan produk.

### 2) Katalis Homogen

Proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan bantuan katalis homogen, dimana katalis berupa asam atau basa yang larut dalam alkohol. Kemudian larutan ini ditambahkan ke dalam minyak atau lemak, biasanya tanpa pelarut tambahan.

#### a) Transesterifikasi Katalis Homogen Basa.

Transesterifikasi berkatalis basa umum digunakan pada proses produksi biodiesel secara komersial. Metode ini dapat mencapai konversi 99,5% [Tanaka, 1989] dengan waktu reaksi 32-60 menit pada suhu  $70^\circ\text{C}$  dan tekanan atmosfer bila digunakan katalis basa kuat seperti  $\text{NaOH}$  dan  $\text{KOH}$ .

Kandungan asam lemak bebas dalam minyak diusahakan serendah mungkin ( $<0,5\%$  w/w). Akan terjadi penurunan *yield* biodiesel jika reaktan yang digunakan tidak memenuhi persyaratan tersebut. Karena adanya kandungan asam lemak bebas dalam

reaktan akan menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan *yield* dan mempersulit pemisahan biodiesel dan gliserol. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak juga akan mengkonsumsi katalis sehingga menurunkan efisiensi katalis (Maddock, 1999). Transesterifikasi berkatalis basa akan efisien jika bahan baku minyak memiliki kemurnian tinggi sehingga proses ini tidak sesuai untuk minyak atau lemak berkeandungan asam lemak bebas tinggi (Boocock, 2003).

Proses transesterifikasi dengan katalis alkali, seperti NaOH atau KOH memberikan keuntungan tambahan, yaitu prosesnya dapat dioperasikan pada kondisi temperatur rendah. Reaksi ini merupakan reaksi setimbang dengan kalor reaksi kecil. Penggeseran reaksi ke kanan biasanya dilakukan dengan menggunakan alkohol berlebih.

#### b) Transesterifikasi Katalis Homogen Asam.

Reaksi transesterifikasi dengan katalis asam berjalan lebih lambat namun metode ini lebih sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak bebas relatif tinggi. Metode transesterifikasi katalis asam misalnya menggunakan  $H_2SO_4$  (1% dari berat minyak) berlangsung pada suhu kamar dengan lebih dari 300 menit reaksi dengan konversi 50% kecuali jika dilakukan pada suhu dan tekanan tinggi (Gerpen dkk., 2004). Reaksi ini tidak menghasilkan sabun karena tidak ada material alkali yang terlibat dalam reaksi.

Tabel 1.5. Perbandingan Metode dalam Memproduksi Biodiesel

Pembanding	Metode untuk memproduksi biodiesel		
	Mikroemulsi	Pyrolisis	Transesterifikasi
Bahan baku	minyak kedelai, metanol, 2-oktanol dan cetane improver	Minyak nabati, minyak bumi	Asam lemak & trigliserida
Kondisi operasi	Suhu ruangan 30 C <sup>°</sup>	Suhu 500 C <sup>°</sup> Tekanan atmosfer 1 atm Waktu reaksi 30 menit	Suhu 60 C <sup>°</sup> - 70 C <sup>°</sup> Waktu reaksi 32-60 menit
Konversi		50 % arang, 30% syngas, 20 % minyak mentah	95 - 99,5 %
Katalis	tween 80, oleique plurol, Cremophor RH40, labrasol	Katalis : SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Katalis: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaOH, KOH
Produk	Mikroemulsi Carnauba-Wax, minyak pelumas, parfum, cairan pembersih, formula antiseptik, kosmetik dan toiletries, dan sediaan farmasi.	<i>Gasoline</i>	Metal ester / Biodiesel

Seleksi proses pembuatan biodiesel dari mikroalga berdasarkan kandungan bahan baku yang terdapat dalam minyak. Kandungan terbesar dari mikroalga

*Chlorella sp* (% berat) adalah trigliserida yaitu 53%, sedangkan sisanya asam lemak bebas, serat, dan protein. Adanya sedikit kandungan asam lemak bebas akan menyebabkan terbentuknya sabun, menurunkan yield dan mempersulit pemisahan biodiesel dan gliserol. Oleh karena itu asam lemak bebas terlebih dahulu di konversi menjadi biodiesel dengan proses esterifikasi kemudian trigliserida di konversi menjadi biodiesel dengan proses transesterifikasi.

Proses yang digunakan dalam pra rancangan pabrik biodiesel ada dua yaitu: esterifikasi asam lemak bebas dengan katalis asam kuat  $H_2SO_4$  dan transesterifikasi trigliserida dengan katalis basa kuat KOH.