

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Indonesia sebagai negara yang berkembang dan tengah mengalami krisis perekonomian dituntut untuk dapat meningkatkan pembangunan di segala bidang agar dapat bangkit dan bersaing dengan negara-negara maju maupun yang sedang berkembang seperti di Eropa maupun Asia, salah satu bidang tersebut adalah industri kimia terutama sektor energi yaitu minyak, gas dan batubara.

Indonesia memiliki beragam sumberdaya energi. Sumberdaya energi berupa minyak, gas, batubara, panas bumi, air dan sebagainya digunakan dalam berbagai aktivitas pembangunan baik secara langsung ataupun diekspor untuk mendapatkan devisa. Sumberdaya energi minyak dan gas adalah penyumbang terbesar devisa hasil ekspor. Saat ini Indonesia menghadapi masalah energi yang cukup mendasar. Sumber energi fosil yang *unrenewable* tingkat ketersediaannya semakin berkurang. Hal yang serupa juga sudah sejak lama diperkirakan oleh pengamat energi bahwa sektor minyak bumi Indonesia akan mengalami stagnansi dalam memproduksi minyak mentah sebagai akibat meningkatnya kebutuhan energi dalam negeri. Itulah sebabnya masih dalam kaitan ini, diversifikasi energi merupakan tujuan dari kebijakan energi Indonesia dalam jangka panjang. Salah satu upaya diversifikasi tersebut adalah meningkatkan produksi dan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan untuk dimanfaatkan di dalam negeri maupun untuk ekspor.

---

---

Implikasi negatif bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan keterbatasan persediaan telah membawa kita pada pencarian energi alternatif.

Pada sekitar tahun  $\pm$  1900 Rudolf Diesel telah memperkenalkan mesin diesel yang berbahan bakar minyak kacang (minyak nabati) sebagai pengganti bahan bakar diesel. Ia mendemonstrasikan mesin tersebut dalam *World's Exhibition* di Paris, 1900. Penelitian di bidang ini terus berkembang dengan memanfaatkan beragam lemak nabati untuk mendapatkan bahan bakar hayati (*biofuel*) dan dapat diperbaharui (*renewable*). Perkembangan ini mencapai puncaknya di pertengahan tahun 80-an dengan ditemukannya alkil ester asam lemak yang memiliki karakteristik hampir sama dengan minyak diesel fosil yang dikenal dengan *biodiesel*. Saat ini hampir seluruh negara berlomba-lomba untuk mengembangkan teknologi energi terbarukan yang ramah lingkungan (*green energy*) guna menggantikan energi fosil secara bertahap, seiring meningkatnya awareness masyarakat dunia untuk menggunakan bahan bakar ramah lingkungan seperti yang tertuang dalam *protokol kyoto* menjadikan pengembangan biodiesel menjadi sangat strategis.

Dalam perkembangannya, bahan bakar solar dari turunan minyak bumi lebih banyak digunakan. Dengan terlalu fokusnya pemerintah mengolah bahan bakar minyak bumi dan adanya subsidi pemerintah, bahan bakar dari minyak bumi menjadi pilihan selama bertahun-tahun. Namun, ketergantungan impor dan kapasitas produksi dalam negeri yang tidak mampu mencukupi kebutuhan menuntut dikembangkannya bahan bakar alternatif yang lebih murah dan tersedia di alam.

---

---

Biodiesel telah terlahir kembali dan mulai meluas penggunaannya di berbagai negara. Kesadaran itu pun muncul di Indonesia sejak krisis minyak dunia dan terus meningkatnya impor bahan bakar.

Penggunaan *biodiesel* sebagai bahan bakar memiliki beberapa kelebihan dibanding minyak solar, yakni tidak beracun (*nontoxic*), dapat terurai secara alami (*biodegradable*), dapat diperbaharui (*renewable*), emisi gas yang dihasilkan rendah, mengurangi efek rumah kaca, dapat teroksigenasi relatif sempurna atau terbakar habis dan energi yang dihasilkan sama dengan minyak solar. Selain itu, *biodiesel* dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar pada mesin *diesel* tanpa modifikasi mesin atau dalam bentuk campuran (*blending*) dengan minyak solar pada berbagai konsentrasi

Beberapa tahun terakhir, Indonesia telah menjadi negara importir BBM. Permasalahan muncul pada saat harga minyak bumi dunia tidak stabil dan mencapai diatas \$130 perbarrel. Akibat kenaikan harga minyak bumi tersebut, negara harus mengeluarkan devisa sekitar 200 milyar perhari untuk keperluan impor. Akibatnya harga BBM dalam negeri menjadi semakin tinggi, bahkan di daerah-daerah terpencil mengalami kelangkaan pasokan BBM. Oleh karena itu sudah saatnya Indonesia memutuskan ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang sifatnya tidak terbarukan dan beralih ke sumber energi alternatif berbahan baku nabati yang sifatnya terbarukan.

Indonesia yang semula **net-exporter** dibidang bahan bakar minyak (BBM) kini telah menjadi **net-importer** BBM sejak tahun 2002. hal ini sungguh ironis karena hal ini terjadi pada saat harga minyak dunia tidak stabil dan cenderung

---

---

mengalami peningkatan. Pada periode 2006 lalu, -produksi BBM indonesia hanya mencapai 1029 juta barrel perhari, sedangkan konsumsi BBM mencapai sekitar 1,3 juta barrel perhari sehingga terdapat defisit BBM sebesar 270.000 barrel yang harus dipenuhi melalui impor.

Dengan harga minyak dunia yang mencapai USD 120 perbarrel, untuk memenuhi defisit sebesar 270.000 barel tersebut indonesia harus menyediakan USD 32.400.000 perhari (sekitar 200 miliar lebih).

Kondisi ini sungguh memprihatinkan, terlebih lagi ketergantungan indonesia terhadap bahan bakar fosil sangat besar. Berdasarkan data ESDM (2006) penggunaan minyak bumi mendominasi 52,5 % sedangkan penggunaan gas bumi sebesar 19 %, batu bara 21,5 %, air 3,7 %, panas bumi 3 % dan energi terbarukan hanya sekitar 0.2 % dari total penggunaan energi.

Padahal menurut data ESDM (2006) cadangan minyak bumi indonesia hanya sekitar 9 miliar barrel. Ini artinya jika terus dikonsumsi dan tidak ditemukan cadangan minyak baru atau tidak ditemukan teknologi baru untuk meningkatkan recovery minyak bumi, diperkirakan cadangan minyak bumi indonesia akan habis dalam waktu 23 tahun mendatang.

---

Tabel 1.1. proyeksi sumberdaya dan cadangan bahan bakar fosil

<b>Energi Fosil</b>	<b>Minyak Bumi</b>	<b>Gas</b>	<b>Batu Bara</b>
Sumber daya	86.9 miliar barel	384.7 TSCF	57 miliar ton
Cadangan (proven+possible)	9 miliar barel	182 TSCF	19.3 miliar ton
Produksi pertahun	500 juta barel	3,0 TSCF	130 juta ton
ketersediaan (tanpa eksplorasi cadangan/produksi)tahun	23	62	146

Sumber: Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2006

Sudah saatnya indonesia mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dengan mengembangkan sumber energi alternatif terbarukan. Pengembangan biodiesel diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Bahan bakar yang meningkat setiap tahun.

Kelebihan biodiesel yaitu:

- Merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbaharui.
- Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (free sulphur, smoke number rendah) sesuai dengan isu-isu global

- 
- Cetane number yang lebih tinggi (>57) dan flash point yang tinggi sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar konvensional
  - Meningkatkan pengapian dan daya tahan mesin.
  - pembakarannya bersih
  - dapat terurai (biodegradable)
  - mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.
  - mudah dikemas,
  - tidak mengandung benzene atau aromatik lain.
  - mampu mengeliminasi efek rumah kaca
  - meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal
  - kontinuitas bahan bakunya terjamin
  - mesin yang menggunakan biodiesel tidak memerlukan modifikasi.
  - Biodiesel juga dapat memperpanjang umur mesin dan menjamin keandalan mesin dengan lubrisitas atau pelumasan maksimum 400 mikron.



Tabel 1.2. Perbandingan emisi biodiesel dan petrosolar.

kriteria	Biodiesel(b)	Solar(s)	(b-s)x100%
So2 (ppm)	0	78	-100
CO (ppm)	10	40	-75
NO (ppm)	37	64	-42
NO2 (ppm)	1	1	0
O2 (%-b)	6	6.6	-9
Total partikulat (mg/Nm3)	0.25	5.6	-96
Benzen (mg/Nm3)	0.3	5.01	-99.9
Toluen (mg/Nm3)	0.57	2.31	-99.9
Xylene (mg/Nm3)	0.73	1.57	-99.9
Etilbenzen (mg/Nm3)	0.3	0.73	-59

Sumber : soerawidjaja, 2001

Secara teknis, biodiesel memiliki kinerja yang lebih baik daripada solar. Solar yang dicampur biodiesel memberikan angka *cetane* yang lebih tinggi antara 57-62.

Sebagai perbandingan, solar biasa memberikan angka *cetane* 48 sedangkan pertamina DEX (*diesel environment extra*) memiliki angka *cetane* 53. Semakin tinggi angka *cetane* semakin aman emisi gas buangnya.

---

Pemakaian biodiesel juga tidak memerlukan modifikasi mesin, berfungsi sebagai pelumas sekaligus membersihkan *injector*, serta dapat mengurangi emisi karbon dioksida, partikulat berbahaya, dan sulfur oksida.

Biodiesel atau *methyl ester* diperoleh dari proses *methanolisis* minyak/lemak, menggunakan reaksi trans-esterifikasi ataupun esterifikasi dengan katalis basa atau asam dan metanol. Dari 1 kilogram bahan baku bisa menghasilkan sedikitnya 1 liter biodiesel. Sedang distilasi limbahnya menghasilkan gliserol dan metanol yang dapat digunakan kembali.

Selain CPO masih ada lebih dari 40 jenis minyak nabati yang potensial sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia, misalnya minyak jarak pagar, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak kapok. Selain itu dari limbah pabrik sawit juga bisa diolah menjadi biodiesel bermutu tinggi, misalnya *Distilat Asam Lemak Minyak Sawit* (DALMS). Meskipun tidak menghasilkan minyak sebesar kelapa sawit, pengembangan biodiesel dapat menyesuaikan potensi alam setempat.

Di samping sumber bahan bakunya melimpah dan terbarukan, biaya produksi lebih murah. Di samping itu dapat meniadakan pencemaran limbah terhadap air tanah dan sungai. BPPT telah mengembangkan teknik produksi biodiesel termasuk rancang bangun pabriknya. Upaya tersebut telah menghasilkan empat buah paten dan pabrik pengolahan berskala kecil 1,5 ton biodiesel per hari di Puspiptek Serpong dan skala menengah 8 ton per hari di Riau.

Meskipun baru tahap proyek percontohan, seluruh produksinya diserap pasar, khususnya untuk perusahaan yang dituntut menurunkan kadar emisi bahan bakar. Saat ini sudah ada sekitar sepuluh perusahaan swasta yang menjadi

---

---

konsumen tetap Solarmax, nama dagang biodiesel, termasuk B10, untuk 35 kendaraan operasional di lingkungan BPPT. Pabrik pengolahan biodiesel tidak membutuhkan biaya investasi besar sehingga dapat dikembangkan melalui unit kecil dan dikelola oleh usaha kecil dan menengah (UKM).

Meskipun demikian, sosialisasi penggunaan biodiesel tidak akan berarti tanpa dukungan dari pemerintah. Termasuk standarisasi produk untuk memberikan perlindungan kepada konsumen. Oleh karena itu pemerintah melalui kebijakan energi yang dicanangkan dalam *instruksi presiden No.1 dan peraturan presiden No.5 tahun 2006* menempatkan energi alternatif khususnya bio-fuel sebagai instrumen penting dalam perencanaan dan pengembangan energi nasional. Dengan adanya dukungan pemerintah terhadap pengembangan biodiesel di Indonesia maka kita dapat mengurangi ketergantungan kita terhadap bahan bakar fosil, tetapi juga akan berfungsi sebagai penyerap tenaga kerja, mengurangi tingkat kemiskinan, sekaligus akan memperkuat ekonomi nasional serta memperbaiki lingkungan.

Selain itu, kesiapan komersialisasi biodiesel ujung-ujungnya adalah harga jual. Untuk menekan biaya bahan baku dan mendorong investasi, perlu diusulkan pembebasan pajak impor mesin pengolahan biodiesel seperti yang diterapkan di negara-negara lain. Dengan demikian harga jual biodiesel dapat bersaing dengan harga solar yang cenderung terus naik tergantung pasokan impor minyak dunia.

Banyak penelitian telah menguji kemungkinan-kemungkinan penggunaan minyak nabati sebagai pengganti bahan bakar diesel (minyak solar) baik secara

---

---

langsung maupun sebagai bahan pencampur. Minyak nabati didapat melalui metode esterifikasi ataupun trans- esterifikasi.

Karena bahan baku yang kami gunakan memiliki kadar FFA tinggi ( > 5%) yaitu Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMS), maka digunakan proses esterifikasi untuk mengkonversi minyak menjadi biodiesel. Distilat asam lemak minyak sawit sangat mudah didapat dan merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui. Distilat asam lemak minyak sawit merupakan limbah cair dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS). DALMS bersifat non toksik karena dalam proses ekstraksi minyak sawit tidak menggunakan bahan kimia. Namun karena ada sejumlah faktor seperti BOD dan COD sehingga menyebabkan limbah cair ini tidak diperbolehkan dibuang di badan sungai karena dapat menyebabkan defisit oksigen dalam air. Biasanya limbah cair ini ditampung di *lagoon* atau kolam-kolam limbah. Sehingga timbul masalah baru bagi pabrik kelapa sawit karena adanya proses anaerob di kolam limbah menguraikan bahan organik menjadi gas rumah kaca (metana dan karbondioksida) dan H<sub>2</sub>S sehingga mengeluarkan bau tidak enak. Limbah biasanya hanya dimanfaatkan untuk pengairan (land application) karena memperbaiki kesuburan tanah.

Oleh karena itu dengan mengolah Distilat Asam Lemak Minyak Sawit menjadi biodiesel diharapkan dapat memberi nilai tambah bagi Distilat Asam Lemak Minyak Sawit itu sendiri, seperti:

- Dapat dibuat menjadi biodiesel dengan harga yang murah, sehingga dapat meningkatkan ketahanan energi negara.
-

- Transfer pricing karena dapat menambah nilai Distilat Asam Lemak Minyak Sawit, dari yang semula tidak termanfaatkan dan cenderung menjadi kendala bagi pabrik kelapa sawit dan hanya di manfaatkan untuk pengairan (land application) dirubah menjadi bahan bakar yang nilai ekonomisnya lebih tinggi
- Meniadakan pencemaran limbah terhadap air tanah dan sungai
- Mendukung pemerintah dalam mengembangkan bahan bakar alternatif (biodiesel) dan Clean Development Mechanism.

Jadi, dari penelitian dan fakta yang ada Distilat Asam Lemak Minyak Sawit mempunyai potensi yang sangat baik sebagai bahan bakar alternatif apabila sifat-sifatnya dari minyak tersebut dapat diatasi dengan baik seperti kekentalan yang tinggi dan kadar FFA yang tinggi.

Manfaat yang diharapkan dari pengembangan esterifikasi Distilat Asam Lemak Minyak Sawit menjadi bahan bakar Biodiesel, antara lain :

A. Untuk pembangunan Negara

- Mengatasi krisis energi bahan bakar.
- Mengurangi ketergantungan pada impor luar negeri.

B. Untuk ilmu pengetahuan dan teknologi

Penerapan prinsip penggunaan katalisator dalam proses esterifikasi Destilat Asam lemak Minyak Sawit dengan metanol untuk mencapai perolehan hasil (yield) semaksimal mungkin,serta penerapan teknologi alternatif terhadap sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

## 1.2. TINJAUAN PUSTAKA

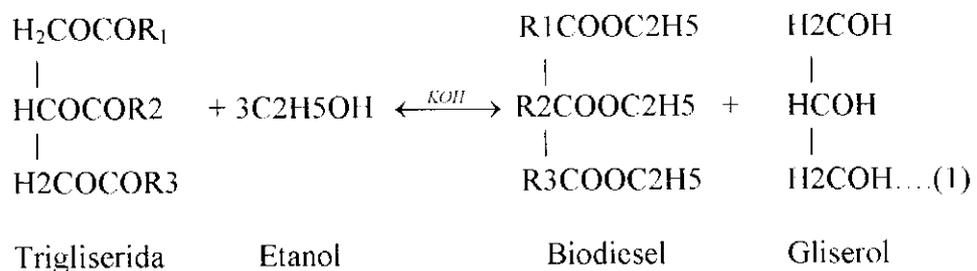
Biodiesel didefinisikan sebagai bahan bakar yang berupa ester mono alkil dari asam lemak rantai panjang yang diturunkan dari minyak nabati atau minyak hewani. Ester mono alkyl merupakan produk reaksi alkohol rantai lurus seperti methanol dan etanol dengan dengan lemak atau lemak rantai panjang. Biodiesel dapat digunakan tanpa dicampur atau dicampur dengan solar (Gerpen et., 2004). Ester mono alkil juga dapat dihasilkan dari asam lemak minyak bebas dengan alkohol (Supranto dkk, 2003).

Beberapa proses pembuatan biodiesel yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:

### 1. Transesterifikasi / alkoholisis.

Pada proses ini biodiesel diproduksi melalui reaksi transesterifikasi dari minyak sawit dan etanol menggunakan katalisator logam, asam atau basa. Namun katalisator yang paling baik adalah KOH. Reaksi ini akan menghasilkan gliserol sebagai hasil samping. (Darnoko dan Cheryan, 2000).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Produk yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan menggunakan decanter. Biodiesel yang terbentuknya selanjutnya dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis, garam dan etanol.

Proses transesterifikasi :

- Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara batch atau kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50 – 70 °C (Darnoko, 2002).
- Minyak dengan ALB rendah dan kualitas metanol 99,9 %.
- Excess metanol 6 : 1 mol ratio
- Katalis basa : NaOH 98 %, Na methyate, KOH 50 %.
- Katalis : 3 % berat minyak.
- Bahan penetral : asam sulfat, HCL dengan jumlah 2 % berat minyak.
- Lama reaksi 2 jam dengan konversi 98 %.

Kekurangan proses trans esterifikasi:

- Intimate mixing antara fase metanol dan minyak ( FFA < 5 % )
- Terjadi proses penyabunan sehingga diperlukan tambahan alat proses.

Refer :

- Darnoko and Cheryan ttg kinetic of palm oil transesterification in a batch reactor, JAOCS, Vol 77 No.12 ( 2000 )
- Prakoso, et al, pilot scale biodiesel processing units by utilizing multistage uniform reaction method

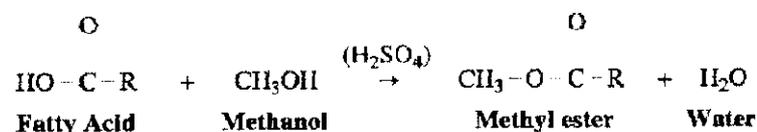
## 2. Esterifikasi

Pembuatan biodiesel dengan reaksi esterifikasi antara asam lemak dan Metanol direaksikan dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan katalis asam membentuk metil ester (biodiesel) dan air. Untuk memperoleh yield yang tinggi, Metanol harus berlebihan dan air yang dihasilkan selama reaksi harus dibuang secara kontinyu.

Proses ini dapat pula berlangsung secara batch dan kontinyu. Proses secara kontinyu dapat dilakukan dalam kolom reaksi counter-current menggunakan superheated Metanol. Proses ini membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama daripada proses transesterifikasi (Choo, 2000)

Reaksi esterifikasi asam lemak jauh lebih terbatas kesetimbangan dan, sekalipun sudah dibantu katalis, berlangsung lebih lambat dari pada reaksi alkoholisis trigliserida. Kedua reaksi juga akan berlangsung makin lambat dengan makin besarnya molekul alkohol (metanol, etanol, propanol, dan seterusnya).

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Produk keluar reaktor dinetralkan lalu dipisahkan fase organik dari fase cairnya dalam dekanter. Campuran organik keluar dekanter dimurnikan dengan pemisahan dalam evaporator.

Proses Esterifikasi :

- intimate mixing antara fase alkohol dan fatty acid ( FFA > 5 % )
- Proses esterifikasi dapat dilakukan secara batch atau kontinyu
- Kualitas metanol 99,9 %
- Excess metanol 50 % berat
- Katalis asam : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCL
- Katalis : 3 % berat minyak
- Bahan penetral : NaOH kadar 98 % dengan jumlah 2 % berat minyak
- Lama reaksi 4 jam konversi : 94 %

Refer : Mittelbach et al, 2004, p. 62

Standar yang paling banyak dijadikan acuan untuk biodiesel adalah standar Jerman DIN V51606 tahun 1997. Spesifikasi dari standar DIN V51606 tahun 1997 tersebut dapat dilihat pada tabel 1.3 sebagai berikut:

Tabel 1.3. Standar biodiesel DIN V51606.

Standar / spesifikasi	DIN V51606
Aplikasi	<i>Fatty acid etil ester</i>
Densitas pada 15 °C , gr/cm <sup>3</sup>	0,875-0,9
Viskositas pada 40 °C, mm <sup>2</sup> /sekon	3,5-5
Titik nyala °C	>110
Kadar air, mg/kg	<300
Angka cetan	>49

Etanol, %massa	<0,3
Ester, %massa	-
Gliserida, %massa	<1,6
Gliserol, %massa	<0,25
Angka iodine	<115

Dari kedua proses diatas kami memilih menggunakan *reaksi esterifikasi* dikarenakan beberapa faktor seperti:

- Dapat digunakan pada bahan baku dengan kondisi kadar FFA (Free Fatty Acid) >5%. Sehingga dapat mengolah bahan baku dengan beragam kualitas (lebih ekonomis).
- Bisa digunakan pada proses yang menggunakan 100% FFA feed.

Sumber : K. Shaine Tyson, "Brown Grease Feedstocks for Biodiesel" National Renewable Energy laboratory: 2002.

- Dapat digunakan pada bahan baku dengan kadar keasaman tinggi pada bahan baku mutu rendah.
- Dapat menurunkan kadar asam lemak bebas hingga sekitar 2 %.
- Perpaduan antara reaksi esterifikasi dan katalis asam (dalam hal ini  $H_2SO_4$ ) secara substansial bersifat ekonomis sehingga dapat mengurangi cost produksi.

Sumber: Adam Karl, "Kinetics & Catalyst Development" university of Queensland Australia, Brisbane: 2002.

- Tidak terjadi proses penyabunan seperti yang terjadi pada proses transesterifikasi, sehingga tidak memerlukan tambahan alat proses.
- Teknologinya sederhana dan mudah dioperasikan (Fully Automated Process) serta dapat digunakan pada proses berbagai macam vegetable oil.

Sumber : Coulin Boudoin, "*Biodiesel : 2nd Generation Technology*"  
Institut Francais Du Petrole: 2005.

