

1.1. Latar belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Dalam jangka panjang impor BBM ini akan makin mendominasi penyediaan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganeekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan dan lain-lain.

Biodisel salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel. Biodisel terbuat dari minyak nabati yang berasal dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodisel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Dari beberapa bahan baku tersebut di Indonesia yang punya prospek untuk diolah menjadi biodisel adalah kelapa sawit dan jarak pagar, tetapi propek kelapa sawit lebih besar untuk pengolahan secara besar-besaran . Sebagai tanaman industri kelapa sawit telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, teknologi pengolahannya sudah mapan. Dibandingkan dengan tanaman yang lain seperti kedelai, bunga matahari, tebu, jarak pagar dan lain lain yang masih mempunyai kelemahan antara lain sumbernya sangat terbatas dan masih diimpor (kedelai & bunga matahari), tebu masih minim untuk bahan baku gula (kekurangan gula nasional masih diimpor dan hanya dapat dipakai tetesnya sebagai bahan alkohol), jarak pagar masih dalam taraf penelitian skala laboratorium untuk budidaya dan pengolahannya, sehingga dapat dikatakan bahwa kelapa sawit merupakan bahan baku untuk biodisel yang paling siap.

Dalam program pengembangan biodisel berbahan baku kelapa sawit, maka perkebunan kelapa sawit sangat menjanjikan terutama dalam mengangkat



keterpurukan perekonomian nasional, selain manfaat yang dirasakan oleh masyarakat petani kelapa sawit yang menggantungkan hidupnya dari hasil panen (Tandan Buah Segar) TBS, industri bio-diesel, juga pemanfaatan bio-diesel akan dapat mengurangi atau menghentikan impor minyak solar yang berakibat berkurangnya pembelanjaan luar negeri.

Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi (*transesterification*) dimana reaksi antara senyawa ester (CPO/minyak kelapa sawit) dengan senyawa alkohol (methanol). Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil esters (biodiesel) dan gliserin (pada umumnya digunakan untuk pembuatan sabun dan lain produk). Dalam bagian buku ini dibahas teknologi pembuatan biodiesel agar para pengkaji, peneliti dan masyarakat luas dapat mengetahui lebih dalam tentang proses pembuatan bahan bakar alternatif ini.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan kapasitas pabrik biodiesel pada tugas prarancangan pabrik ini adalah kebutuhan biodiesel dan ketersediaan bahan baku.

1. Proyeksi kebutuhan biodiesel

Tingkat konsumsi solar di Indonesia rata-rata mencapai 14 juta kiloliter setiap tahunnya. Untuk melakukan substitusi 5% saja, maka diperlukan sekitar 700 ribu kiloliter biodiesel pertahun. Keperluan biodiesel tersebut sebenarnya bisa diperoleh dengan mudah di Indonesia mengingat Indonesia cukup kaya dengan berbagai tanaman yang dapat menghasilkan campuran biodiesel. Sumber utama biodiesel yang paling mudah adalah CPO (kelapa sawit) dan minyak jarak. Meskipun begitu, yang lebih siap untuk diolah adalah kelapa sawit /CPO karena produksi CPO di Indonesia yang cukup besar. Pada tahun 2003 saja, Indonesia telah mampu memproduksi CPO sebesar 10.68 juta ton. Untuk membuat 700 ribu kiloliter biodiesel hanya diperlukan sekitar 616 ribu ton CPO atau hanya sekitar 5.7 % dari seluruh total produksi CPO di Indonesia saat ini (lihat Tabel-1).

Pada tahun 2003 CPO yang di ekspor keluar negeri bisa mencapai sekitar 50% produksinya atau sekitar 5 juta ton. Kalau saja pemerintah pada saat



ini mampu menaikkan produksi CPO sebesar 30% nya untuk dikonversi menjadi biodisel, maka substitusi solar sebenarnya bisa mencapai 20%. Dengan cara ini berarti Indonesia sudah bisa menerapkan B-20 seperti yang telah dilakukan oleh Amerika Serikat. Tidak terpenuhinya kebutuhan biodisel saat ini sebenarnya lebih disebabkan pada kemampuan Indonesia dalam teknologi pengolahan biodisel yang masih lemah dan keinginan masyarakat serta pemerintah sendiri yang masih kurang.

Mengkonversi CPO menjadi biodisel memang memerlukan investasi yang tidak sedikit dan memerlukan effort yang lebih banyak, sehingga mengekspor CPO mentah tentu lebih mudah dan cepat mendatangkan uang. Jelas jauh lebih mudah daripada harus mengkonversi menjadi biodisel. Seharusnya pemerintah bisa melakukan langkah-langkah yang lebih baik untuk mendorong agar pengusaha kepala sawit dapat mengembangkan hasilnya menjadi bahan bakar biodisel seperti membantu mengatasi penyediaan teknologi, insentif pajak, investasi peralatannya, serta menyiapkan regulasi pasar biodisel yang dihasilkannya.

Tabel-1. Tabel Kebutuhan Biodisel dari Produksi CPO

No	Tahun	Kebutuhan Solar (Juta Kiloliter)	Substitusi solar*	Kebutuhan Biodisel (Juta Kiloliter)	Jumlah CPO yang diperlukan (Juta Ton)***	Produksi CPO (Juta Ton)**
1	2003	14	0	0	0	10,68
2	2010	36	2%	0,72	0,65	17,5
3	2025	94	5%	4,7	4,23	36,29

* Rencana pengembangan pemerintah

** perhitungan kasar dengan asumsi pertumbuhan CPO sekitar 15% sampai 2010 dan 5% setelah 2010

*** 1 kiloliter Biodisel sama dengan 0.88 ton (*Sumber: Departemen energi US*)

2. Ketersediaan bahan baku



Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama dalam menentukan kelangsungan pabrik. Data tentang produksi minyak sawit yang diperoleh dari BPS dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perkembangan Sawit Indonesia

No	Tahun	TBS (Ton)	Minyak Sawit (CPO) (Ton)	Ekspor (CPO) (Ton)
1	1991	12.530.568	2.677.600	106.163
2	1992	14.620.681	3.266.250	76.003
3	1993	16.959.977	3.421.449	165.572
4	1994	17.435.070	4.008.062	350.787
5	1995	18.922.870	4.350.085	281.959
6	1996	20.648.680	4.746.823	690.260

Sumber : DitJen Perkebunan RI, diolah

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa bahan baku minyak sawit yang akan digunakan dalam pembuatan biodiesel mudah diperoleh di dalam negeri. Sedangkan metanol meskipun telah diproduksi di Indonesia, namun karena belum mencukupi konsumsi dalam negeri masih harus mengimpor.

Berdasarkan data statistik kebutuhan biodiesel tahun 2010 dan ketersediaan bahan baku maka perancangan pabrik biodiesel ini dipilih kapasitas 650.000 ton/tahun atau 82.070,71 kg/jam

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik biodiesel ini didirikan di Kabupaten Sanggau Propinsi Kalimantan Barat. Pertimbangan-pertimbangan tersebut meliputi dua faktor yaitu, faktor utama dan faktor pendukung.

1. Faktor utama

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

a. Sumber bahan baku



Bahan baku pembuatan Biodiesel adalah minyak sawit. Kabupaten Sanggau merupakan daerah penghasil minyak sawit terbesar di Kalimantan Barat sehingga kebutuhan akan pasokan bahan baku tidak menjadi masalah

b. Tenaga kerja

Kabupaten Sanggau merupakan salah satu daerah pusat perekonomian di Kalimantan, sehingga penyediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah di sekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.

c. Utilitas

Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN maupun swasta yang sudah masuk ke wilayah ini. Sedangkan untuk penyediaan air diambil dari Sungai Kapuas.

2. Faktor pendukung

Faktor pendukung juga perlu mendapatkan perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada di dalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar. Faktor pendukung ini meliputi:

- a. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
- b. Kemungkinan perluasan pabrik
- c. Tersedianya fasilitas servis, misalnya di sekitar lokasi pabrik tersebut atau jarak yang relatif dekat dari bengkel besar dan semacamnya
- d. Tersedianya air yang cukup
- e. Peraturan pemerintah daerah setempat
- f. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya)
- g. Iklim
- h. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi
- i. Perumahan penduduk atau bangunan lain.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam proses

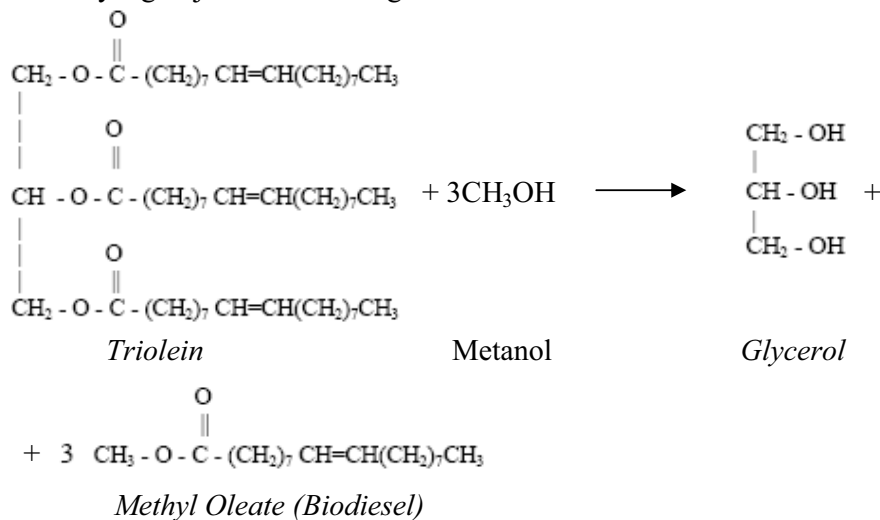


Beberapa proses pembuatan biodisel yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Transesterifikasi/alkoholisis

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

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Produk yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan menggunakan dekanter. Biodisel yang terbentuk selanjutnya 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. (Darnoko, 2002)

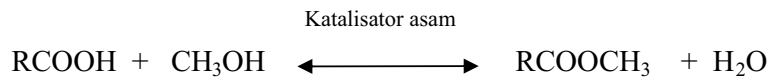
2. Esterifikasi

Pembuatan biodisel dengan reaksi esterifikasi antara asam lemak dan metanol dapat dilakukan pada suhu 200°C-250°C di bawah tekanan atmosferik. 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 atau kontinyu. Proses secara kontinyu dilakukan dalam



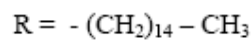
kolom reaksi *counter current* menggunakan *superheated* metanol. Proses ini membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama daripada proses transesterifikasi.

Reaksi yang terjadi :



Asam lemak Metanol Biodisel Air

Dengan :



1.4.2. Kegunaan produk

1. *Methyl ester* (Biodisel)
 - a. *Methyl ester* (Biodisel) berfungsi sebagai bahan bakar alternative pengganti minyak bumi khusus untuk mesin disel otomotif dan industri
 - b. Menanggulangi pencemaran lingkungan akibat pembakaran bahan bakar fosil.
2. *Glycerol*
 - a. Untuk obat
 - Digunakan di dalam medis dan persiapan farmasi misalnya sebagai pelumas peralatan kedokteran
 - Digunakan sebagai obat pencuci perut
 - Sebagai sirup obat batuk
 - Digunakan sebagai pengganti alkohol, untuk bahan pelarut dalam pengambilan herbal dan *antiseptic*.
 - b. Untuk perawatan pribadi
 - Pasta gigi
 - Obat kumur
 - Produk Perawatan kulit
 - *Cream* cukur rambut
 - Sabun



c. Makanan dan minuman

- Sebagai bahan pelarut dan bahan pemanis, mengawetkan makanan
- Pewarna makanan
- Dipakai untuk membuat *polyglycerol esters* dalam industri margarin

1.4.3. Sifat fisika dan sifat kimia bahan baku dan produk

1. Bahan baku

a. Minyak sawit

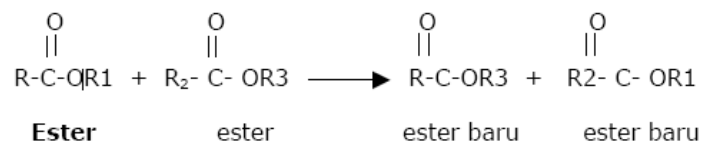
1). Sifat fisis :

Nama	: <i>Triglyceride</i>
Rumus molekul	: $C_{57}H_{104}O_6$
Berat molekul	: 847,28 g/gmol
Wujud, (30 °C, 1atm)	: cair
Kenampakan	: berwarna kemerahan
Densitas	: 890,275 kg/m ³
Viskositas	: 26,4 cp
<i>Boiling point</i>	: 300 °C
Kemurnian	: 98 %

2). Sifat kimia :

- Esterifikasi

Proses esterifikasi bertujuan untuk asam-asam lemak bebas dari trigliserida, menjadi bentuk ester. Reaksi esterifikasi dapat dilakukan melalui reaksi kimia yang disebut interifikasi atau penukaran ester yang didasarkan pada prinsip transesterifikasi *Fiedel-Craft*.



- Hidrolisa

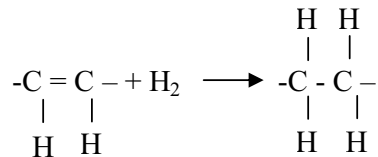
Dalam reaksi hidrolisis, lemak dan minyak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisi mengakibatkan kerusakan lemak dan minyak. Ini terjadi karena terdapat sejumlah air dalam lemak dan minyak tersebut.

- Reaksi minyak sawit (Trigliserida):

Saponifikasi → hidrolisis dengan alkali → sabun (foam)
 → mengganggu jantung

Hidrogenasi → lemak tak jenuh dihidrolisa menjadi lemak jenuh

Komersial → minyak dirubah menjadi margarin dan *shortening* (padat)



b. Metanol

1). Sifat fisis :

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Berat molekul,	: 32,04 g/gmol
Wujud, cair (30 °C, 1atm)	: cair
Kenampakan	: tak berwarna
Densitas,	: 792 kg/m ³
Viskositas,	: 0.5410 cp
<i>Boiling point</i>	: 64,5 °C
<i>Melting point</i>	: -97 °C
<i>Critical temperature</i>	: 239 °C; 463 °F
Kemurnian	: 95 %



Standar yang paling banyak dijadikan acuan untuk biodiesel adalah standar Jerman DIN V 51606 tahun 1997. Spesifikasi dari standar DIN V 51606 tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Standar Biodiesel DIN V 51606

No	Standar/Spesifikasi	DIN V 51606
1	Aplikasi	<i>Fatty Acid Methyl Ester (FAME)</i>
2	Densitas pada 15°C, g/cm ³	0,875 - 0,90
3	Viskositas pada 40°C, mm ² /s	3,5 - 5,0
4	Titik nyala, °C	>110
5	Kadar air, mg/kg	<300
6	Angka cetan	>49
7	Metanol, % massa	<0,3
8	Ester, % massa	-
9	Gliserida, % massa	<1,6
10	Gliserol, % massa	<0,25
11	Angka Iodine	<115

Sumber : www.journeytoforever.com

2). Sifat kimia

Methyl ester dapat diproduksi dengan metode *transesterifikasi* dengan katalis basa pada suhu reaksi yang lebih rendah

b. Glycerol

1). Sifat fisis :

Nama	: <i>Glycerol</i>
Rumus Molekul	: C ₃ H ₈ O ₃
Berat Molekul	: 92,09382 g/gmol
Wujud	: Cair
Warna	: Jernih kekuningan
Densitas	: 1,261 g/cm ³
Vskositas	: 2,68 cp
<i>Boiling Point</i>	: 290 °C
<i>Melting Point</i>	: 18 °C

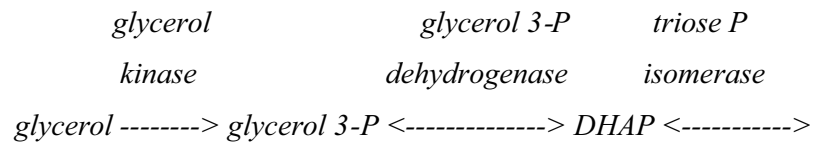


Flash Point : 160 °C

Kemurnian : 85 %

2). Sifat kimia

Glycerol dapat mengalami *glycolysis* atau *gluconeogenesis* (tergantung pada kondisi-kondisi fisiologis), *Glycerol* dikonversi menjadi *Intermediate glyceraldehyde 3-phosphate* melalui langkah-langkah yang berikut:



1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses yang dipilih pada tugas prarancangan pabrik biodisel ini adalah proses transesterifikasi minyak sawit dan metanol karena proses ini berlangsung pada tekanan atmosferik dan temperatur yang lebih rendah dari proses esterifikasi. Selain itu, bahan baku yang digunakan adalah minyak sawit sehingga proses transesterifikasi lebih sesuai.

