

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi dunia yang terjadi pada dekade terakhir memberikan dampak yang signifikan pada meningkatnya harga bahan bakar minyak. Dengan meningkatnya permintaan pasar setiap tahun dan melihat ketersediaan bahan bakar minyak bumi yang semakin berkurang dan tidak terbarukan. Hal inilah yang mendorong pengembangan energi alternatif dengan pemanfaatan sumber daya energi terbarukan. Salah satu bentuk energi alternatif yang saat ini mulai dikembangkan adalah biodisel. Biodisel merupakan salah satu bahan bakar alternatif pengganti solar yang ramah lingkungan. Hal ini dikarenakan biodiesel memiliki emisi yang lebih rendah dibandingkan minyak solar dan berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

Berbagai minyak nabati telah diteliti untuk menghasilkan biodisel yang memenuhi syarat sebagai bahan bakar mesin diesel. Salah satu pertimbangan pemilihan minyak nabati yang baik digunakan sebagai bahan biodiesel adalah yang tidak bersaing dengan kebutuhan pangan.

Sumber minyak nabati yang tidak bersaing dengan kebutuhan pangan bila digunakan sebagai bahan baku biodisel diantaranya adalah biji karet, biji jarak pagar, dan biji nyamplung. Penggunaan biji karet sebagai bahan baku biodisel juga mengalami kendala karena produktifitas biji karet hanya sekitar 2 ton/ha/tahun

(Supriadi dan Balittri, 2012). Penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak juga telah banyak dilakukan. Penggunaan biji jarak sebagai bahan baku biodiesel juga mengalami kendala karena produktifitas biji karet hanya sekitar 5 ton/ha (Bustomi dkk., 2008). Dari ketersediaan bahan baku, biji nyamplung memiliki beberapa kelebihan. Produktivitas biji dari tanaman nyamplung termasuk tinggi yaitu 20 ton/ha yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan biji karet 2 ton/ha, biji jarak pagar 5 ton/ha (Bustomi dkk., 2008). Kandungan minyak dari biji nyamplung tergolong tinggi yaitu sebesar 40-73 %, sedangkan jarak pagar 40-60 % dan biji karet 40-50 % (Soerawidjaja, 2006). Minyak biji nyamplung merupakan sumberdaya energi terbarukan yang cukup potensial sebagai bahan dasar biodiesel tanpa harus bersaing dengan kebutuhan pangan.

Biodiesel dapat digunakan baik secara murni maupun dicampur dengan minyak diesel pada mesin kendaraan tanpa mengalami modifikasi mesin. Biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan dan dapat diperbaharui (*renewable*) dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap piston karena termasuk kelompok minyak tidak mengering, mampu mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuitas ketersediaan bahan baku terjamin. Biodiesel bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan minyak diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap rendah dan angka cetana antara 57-62, terbakar sempurna dan tidak beracun.

Secara umum minyak nabati dapat terurai secara biologis dan lebih sempurna (lebih dari 90% dalam waktu 21 hari) dari pada bahan bakar minyak bumi (sekitar 20% dalam waktu 21 hari) (Weidmann, 1992). Disamping itu pemanfaatan

minyak nabati sebagai bahan bakar diharapkan dapat memberikan nilai ekonomi di bidang pertanian, yaitu:

- a. Menciptakan lapangan pekerjaan baru di bidang pertanian
- b. Meningkatkan pendapatan petani
- c. Meningkatkan nilai tambah pada produk pertanian
- d. Mencegah terjadinya eksekusi produk pertanian

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Nyamplung

Nyamplung adalah jenis tanaman serba guna, disamping kayunya bagus digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan & meubel air, juga buahnya bermanfaat untuk kesehatan dan penghasil minyak (Biofuel). Tanaman nyamplung merupakan tanaman penghasil minyak yang potensial untuk dikembangkan menjadi biodiesel (Hambali *et al.*, 2006). Biji buah pohon nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Biji dari tanaman nyamplung memiliki banyak kandungan senyawa kimia, antara lain: senyawa lakton yaitu kolofiloida dan asam kalofilat, asam takawahol, bummi, resin minyak atsiri, senyawa pahit, calanolide A, sitosterol, lendir, gliserin, minyak lemak, tannin, takaferol, dan karatenoid (Sudrajat, 2008).

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) termasuk dalam marga *Calophyllum*. Di Indonesia, tanaman ini tersebar mulai di Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara Timur hingga Papua. Sementara di dunia,

Nyamplung tersebar di beberapa wilayah dunia, yaitu Madagaskar, Afrika Timur, Asia Selatan dan Tenggara, Kepulauan Pasifik, Hindia Barat dan Amerika Selatan.

Taksonomi Nyamplung adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyla</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Bangsa	: <i>Guttiferales</i>
Suku	: <i>Guttiferae</i>
Marga	: <i>Calophyllum</i>
Jenis	: <i>Calophyllum inophyllum L.</i>

Tempat tanaman ini biasanya tumbuh di tepi sungai atau pantai yang berudara panas sampai dengan ketinggian 200 m dpl. Ciri-ciri pohon nyamplung antara lain batangnya berkayu, bulat, warna coklat, daunnya tunggal, bersilang berhadapan, buahnya bulat memanjang atau bulat telur, ujung daun tumpul, pangkal membulat, tepinya rata. Daun bertulang menyirip panjangnya 10-21 cm, lebar 6-11 cm dengan tangkai 1,5-2,5 cm (Kompas, 2008). Tanaman ini menghasilkan 100 kg buah kering/pohon/tahun atau setara dengan 58 kg biji kering/pohon/tahun (Octarina, 2010).

Biji nyamplung mengandung minyak 40-72%; air 25-35%; dan abu 1.1-1.3%. Minyak kasar mengandung asam resin 9.7-15%. Resin menyebabkan minyak berwarna hijau, rasanya pahit, dan beracun (Andyna, 2009). Menurut Debaut *et al.*, (2005) asam lemak penyusun minyak nyamplung dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.1 Asam lemak penyusun minyak nyamplung

Fatty acid	Formula	Komposisi (%)
Palmitic	$C_{16}H_{32}O_2$	14.7
Palmitoleic	$C_{16}H_{30}O_2$	0.3
Stearic	$C_{18}H_{36}O_2$	13.2
Oleic	$C_{18}H_{34}O_2$	46.1
Linoleic	$C_{18}H_{32}O_2$	24.7
Linolenic	$C_{18}H_{30}O_2$	0.2
Arachidic	$C_{20}H_{40}O_2$	0.8

1.2.2 Biodiesel

Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, baik minyak baru maupun bekas penggorengan dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar alternative pengganti BBM untuk motor diesel. Biodiesel dapat diaplikasikan baik dalam bentuk 100% (B100) atau campuran dengan minyak solar pada tingkat konsentrasi tertentu (BXX), seperti 20% biodiesel dicampur dengan 80% solar yang dikenal dengan nama B20.

Bahan bakar yang berbentuk cair ini bersifat menyerupai solar, sehingga sangat prospektif untuk dikembangkan. Apalagi biodiesel memiliki kelebihan lain dibandingkan solar, yakni:

- a. Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (*free sulphur, smoke number* rendah) sesuai dengan isu-isu global
- b. *Cetane number* lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan minyak kasar

- c. Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*)
- d. Merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbarui
- e. Meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara loka

Bahan bakar diesel dikehendaki relatif mudah terbakar sendiri (tanpa harus dipicu dengan letikan api busi) jika disemprotkan ke dalam udara panas bertekanan. Tolok ukur dari sifat ini adalah bilangan setana, yang didefinisikan sebagai % volume n-setana di dalam bahan bakar yang berupa campuran n-setana ($n-C_{16}H_{34}$) dan α -metil naftalena ($\alpha-CH_3-C_{10}H_7$) serta berkualitas pembakaran di dalam mesin diesel standar. n-setana (suatu hidrokarbon berantai lurus) sangat mudah terbakar sendiri dan diberi nilai p bilangan setana 100, sedangkan α -metil naftalena (suatu hidrokarbon aromatik bercincin ganda) sangat sukar terbakar dan diberi nilai bilangan setana nol.

1.2.2.1 Karakteristik Minyak Diesel

Bilangan setana yang baik dari minyak diesel adalah lebih besar dari 30 dengan volatilitas yang tidak terlalu tinggi supaya pembakaran yang terjadi di dalamnya lebih sempurna. Minyak diesel dikehendaki memiliki kekentalan yang relatif rendah agar mudah mengalir melalui pompa injeksi. Untuk keselamatan selama penanganan dan penyimpanan, titik nyala harus cukup tinggi agar terhindar dari bahaya kebakaran pada suhu kamar. Kadar belerang dapat menyebabkan

terjadinya keausan pada dinding silinder. Jumlah endapan karbon pada bahan bakar diesel dapat diukur dengan metode Conradson atau Ramsbottom untuk memperkirakan kecenderungan timbulnya endapan karbon pada *nozzle* dan ruang bakar. Abu kemungkinan berasal dari produk mineral dan logam sabun yang tidak dapat larut dan jika tertinggal dalam dinding dan permukaan mesin dapat menyebabkan kerusakan *nozzle* dan menambah deposit dalam ruang bakar. Air dalam jumlah kecil yang berbentuk dispersi dalam bahan bakar sebenarnya tidak berbahaya bagi bagian-bagian mesin. Tetapi di daerah dingin, air tersebut dapat membentuk kristal-kristal es kecil yang dapat menyumbat saringan pada mesin.

Tabel 1.2 Persyaratan mutu minyak diesel

Sifat	Jenis Minyak Diesel		
	Mesin putaran tinggi	Mesin industri	Mesin putaran rendah dan sedang
Bilangan setana	≥ 40	≥ 40	≥ 30
Temperatur didih, °C	288	282 – 338	-
Kekentalan pada 38°C, mm ² /s	1.4-2.5	2.0-4.3	5.8-26.4
Titik nyala, °C	≥ 38	≥ 52	≥ 55
Kadar belerang, % berat	≤ 0.50	≤ 0.50	≤ 2.00
Kadar air dan sedimen, % volume	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.50
Kadar abu, % berat	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.1
Ramsbottom residu karbon dalam 10 %	≤ 0.15	≤ 0.35	-

residu destilasi, % massa			
------------------------------	--	--	--

Sumber : American Society for Testing and Material (ASTM) D-975, 1 991

No	Karakteristik	Satuan	Batasan				Metode Uji ASTM
			Diesel 1		Diesel 2		
			Min.	Maks.	Min	Maks.	
1	densitas pada 15°C	kg/m ³	-	900	-	920	D1298/4052
2	viskositas kinematik pada 40 °C	mm ² /dt	2.5	11	-	24	D445
3	Titik Nyala PMcc	°C	60	-	60	-	D 93
4	Titik tuang	°C	-	18	-	21	D97
5	Micro Carbon Residue	%m/m	-	0.5	-	3	D 4530
6	Kandungan abu	%m/m	-	0.02	-	0.05	D 482
7	Sedimen dengan ekstraksi	%m/m	-	0.02	-	-	D 473
8	Kandungan air	% v/v	-	0.25	-	0.3	D 95
9	Angka setana	-	35	-	-	-	D 613
10	Kandungan sulfur	%m/m	-	1.5	-	2	D 1552/2622
11	Vanadium	mg/kg	-	100	-	100	AAS
12	Aluminium+ silikon	mg/kg	-	25	-	25	D 5184/AAS
13	Warna	Class	6	-	6	-	D 1500

Gambar 1.1 Spesifikasi minyak diesel

1.2.2.2. Proses Pembuatan Biodiesel

Pada prinsipnya, proses pembuatan biodiesel sangat sederhana.



Gambar 1.2 Prinsip pembuatan biodiesel

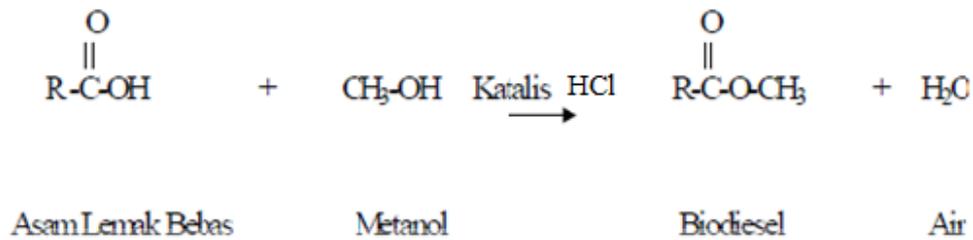
1.2.2.2.1. Esterifikasi Asam Lemak

Biodiesel dapat disintesis dengan proses esterifikasi antara bahan baku methanol dan asam lemak dalam bentuk *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas. Pada reaksi esterifikasi ini dibutuhkan katalis asam seperti asam sulfat pekat. Dalam esterifikasi asam lemak, alkohol bertindak sebagai reagen nukleofik.

Reaksi ini dimulai dengan mencampur biodiesel yang mengandung FFA dengan methanol 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 99%.

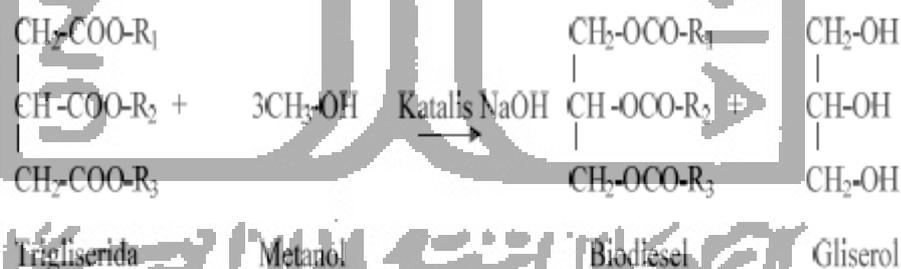
Reaksinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3 Reaksi esterifikasi

1.2.2.2. Transesterifikasi Triglicerida

Penggunaan katalis pada transesterifikasi berfungsi untuk meningkatkan kecepatan reaksi dan yield yang dihasilkan. Reaksi transesterifikasi asam lemak dan trigliserida dengan methanol disebut dengan reaksi Transesterifikasi yang akan menghasilkan produk metal ester atau biodiesel.



Gambar 1.4 Reaksi transesterifikasi

1.3. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

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:

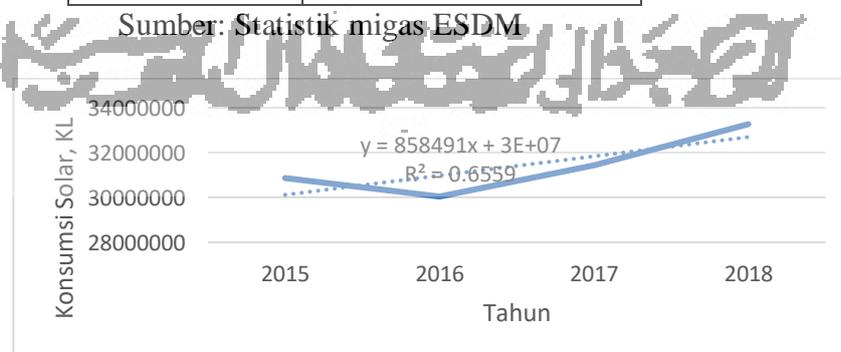
1. Konsumsi Solar, Produksi Biodiesel dan Ekspor Biodiesel Indonesia

Konsumsi atau penggunaan biodiesel dalam negeri berdasarkan statistik Ditjen EBTKE 2017 dan data Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (APROBI) yang bersumber dari data rekonsiliasi EBTKE, dapat dilihat pada tabel 1.3

Tabel 1.3 Konsumsi Solar dalam negeri

Tahun	Konsumsi (KL)
2010	33242658
2011	37663128
2012	37730231.54
2013	36100761.52
2014	34618140.56
2015	30873203.81
2016	30039467.95
2017	31441297.52
2018	33267563.74

Sumber: Statistik migas ESDM



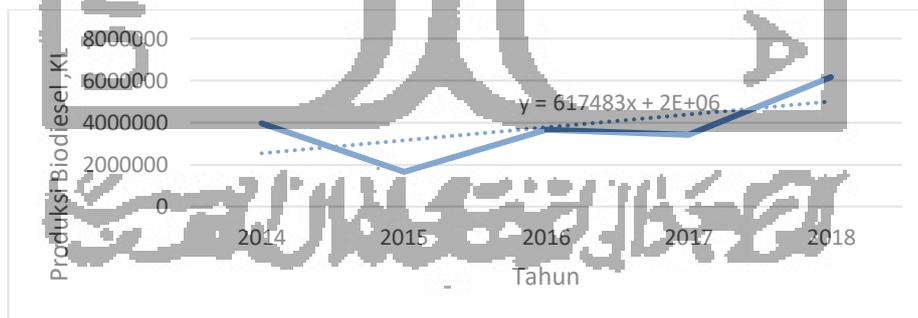
Gambar 1.5 Grafik Konsumsi Biodiesel dalam Negeri

Perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2024 setelah dilakukan dengan regresi linear dari data table 1.3 dengan hasil regresi terlihat pada gambar 1.5. Perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2024 tersebut dari persamaan $y=858491x+30000000$ adalah 1,767 Juta Kiloliter. Sedangkan untuk kapasitas produksi tiap tahun dalam negeri dapat dilihat dari tabel 1.4

Tabel 1.4 Kapasitas Produksi, Distribusi Domestik dan Ekspor Indonesia

Tahun	Produksi	Distribusi domestik	ekspor
2009	190000	119000	70000
2010	243000	223000	20000
2011	1812000	359000	1453000
2012	2221000	669000	1552000
2013	2805000	1048000	1757000
2014	3981333	1845000	1629000
2015	1337018	915460	296390
2016	3656361	3008475	428868
2017	3416416	2571568	187385
2018	6167837	3750066	1785489

Sumber: Data rekonsiliasi EBTKE, APROBI (2019)



Gambar 1.6 Grafik Produksi Biodiesel dalam Negeri

Jika diinginkan pendirian pabrik pada tahun 2024 tersebut dari persamaan $y=617483x+2000000$ maka kapasitas produksi biodiesel dalam negeri

berdasarkan table 1.4 dan regresi linear dari gambar 1.6 sebesar 1,251 Juta Kiloliter.



Gambar 1.7 Grafik Ekspor Biodiesel dalam Negeri

Jika diinginkan pendirian pabrik pada tahun 2024 tersebut dari persamaan $y=422581x-381921$ maka kapasitas ekspor biodiesel dalam negeri berdasarkan table 1.4 dan regresi linear dari gambar 1.7 sebesar 854 Juta Kiloliter.

2. Ketersediaan Bahan Baku

Data dari PUSLITBANG Departemen kehutanan RI menyebutkan bahwa dari hasil citra satelit diseluruh pantai di setiap provinsi di Indonesia (2003) diduga memiliki tegakan alami nyamplung mencapai total luasan 480.000 Ha yang terdiri dari 255.300 Ha bertegakan alami nyamplung dan 225.400 Ha merupakan tanah kosong dan belukar yang potensial untuk penanaman nyamplung. Dari dugaan luasan tegakan alami yang ada tersebut, jika 10% saja merupakan tegakan produktif dengan produktivitas minimal 50 kg perpohon, maka dugaan total produksi sebesar 500 ribu ton yang setara dengan 255 juta liter biodiesel, 3,8 juta ton pupuk organik, 72 ribu ton pakan ternak, 18 ribu ton gliserin dan bahan oleokimia lainnya yang kesemuanya bernilai 5,02 triliun

rupiah. Dengan potensi sedemikian besar, maka nyamplung layak digunakan bahan baku pembuatan biodiesel (Fatih,2014).

3. Kapasitas Pabrik yang sudah ada di Indonesia

Berikut ini adalah pabrik biodiesel yang sudah beroperasi di Indonesia yang memproduksi biodiesel .

Tabel 1.5 Kapasitas Pabrik Biodiesel di Indonesia

Perusahaan	Kapasitas ton/tahun
PT. Wilmar Bioenergi Indonesia	1,300,000
PT. Musim Mas	235,000
PT Eterindo whanatama	80,000
PT Wilmar Nabati INDONESIA	1,300,000
PT Sumi Asih Oleochem	100,000
PT Darmex Biofuels	150,000
PT Oleokimia Sejahtera Mas	500,000
PT Darmex Biofuel	410,500
PT Indo Biofuels Energy	100,000
PT Permata Hijau Palm Oleo	140,000
PT Nusa Energy	100,000
PT Bits Energy	100,000
PT multi Biofuel Indonesia	160,000

Sumber: www.gapki.id dan www.aprobi.or.id

Dari uraian diatas maka kapasitas untuk pabrik biodiesel yang akan didirikan pada tahun 2024 dengan mempertimbangkan konsumsi biodiesel yang digunakan sebanyak 30% atau B30 pada tahun 2024 maka konsumsi Biodiesel sebanyak 530 Juta Kiloliter, nilai ekspor 854 Jutau Kiloliter dan produksi biodiesel Indonesia 1,251 Juta Kiloliter. Berdasarkan data diatas Indonesia masih membutuhkan 133 Juta kiloliter Biodiesel untuk tahun 2024. Dengan mempertimbangkan kapasitas pabrik Biodiesel yang sudah ada di Indonesia maka nilai kapasitas pabrik biodiesel yang dipilih adalah 100.000 ton per tahun.