

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Kebutuhan energi dunia semakin meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan di bidang industri dan transportasi. Sumber energi yang paling banyak digunakan adalah bahan bakar fosil yang mana merupakan energi yang tak dapat diperbaharui. Sebagai negara dengan populasi penduduk melebihi 200 juta jiwa, Indonesia memiliki permasalahan pada sektor energi yang sangat mendasar. Tingkat konsumsi energi yang besar dan menipisnya pasokan jumlah energi yang ada memicu kelangkaan dan kenaikan harga BBM terjadi di tiap-tiap negara tidak terkecuali Indonesia.

Tabel 1.1 Konsumsi Energi Di Indonesia

Tahun	Produksi BBM (Juta Barel)		Impor BBM (Juta Barel)
	BBM	Non BBM	
2010	235,7	85,8	163,6
2011	237,1	104,2	195,9
2012	240,3	111,9	201,1
2013	237,5	85,2	205,6
2014	245,5	97,1	209,0
2015	248,8	80,68	175,4

Sumber: Kementerian ESDM, 2016

Dari data di atas perlu dipikirkan pencarian sumber energi alternatif pengganti minyak bumi. Berbagai diversifikasi energi perlu dilakukan untuk mengatasi kelangkaan BBM di Indonesia. Salah satu upaya diversifikasi energi untuk mengatasi kelangkaan BBM di Indonesia adalah melalui penyediaan bahan bakar energi yang dapat diperbaharui seperti biodiesel

yang dapat dihasilkan dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak biji karet, dan minyak kemiri sunan.

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang dapat digunakan baik sebagai campuran ataupun sebagai bahan bakar alternatif (substitusi) pengganti minyak petro diesel / solar. Perbandingan biodiesel dan petrodiesel dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Perbandingan Biodiesel dan Petrodiesel

Aspek	Biodiesel	Petrodiesel
Sifat Pembakaran	Lebih bersih	Menimbulkan polusi dan masalah kesehatan
Emisi CO ₂	78% lebih rendah dibandingkan petrodiesel	Emisinya sangat besar sehingga berkontribusi terhadap pemanasan global
Sifat Pelumasan	Memiliki sifat pelumasan sehingga turut membersihkan bagian dalam mesin	Tidak memiliki sifat pelumasan
Angka Setana	Angka setana lebih tinggi sehingga lebih mudah di- <i>starter</i>	Angka setana lebih rendah dibandingkan biodiesel
Emisi padat dan gas buang	Menghasilkan lebih sedikit jelaga, CO, hidrokarbon tidak terbakar dan SO ₂	Mengemisikan kandungan sulfur yang tinggi dalam gas buang
Efek terhadap lingkungan	Tidak beracun, dapat diuraikan dan mengurangi efek tumpahan minyak bumi yang mencemari perairan	Sifat biodegradabilitasnya lebih rendah dibandingkan biodiesel, pemicu efek gas rumah kaca

Sumber: *authorstream.com*

Biodiesel terbuat dari bahan baku yang dapat mengandung minyak. Beberapa bahan baku yang digunakan antara lain kacang kedelai, biji bunga matahari, *rapeseed*, kelapa sawit, kelapa, *jatropha*, alga, biji karet dan limbah minyak goreng. Biji karet (*rubber seed*) merupakan salah satu bahan baku yang mungkin untuk dikembangkan di Indonesia.

Indonesia memiliki perkebunan karet terbesar di dunia (lebih dari 3 juta ha). Selain menghasilkan karet sebagai produk utama, perkebunan karet juga menghasilkan produk tambahan berupa biji karet (*rubber seed*). Data (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009) menyebutkan bahwa jumlah biji karet yang dihasilkan dari satu hektar tanaman sangat bervariasi, yaitu sekitar 3.000 – 450.000 butir/ha/tahun dengan populasi sekitar 500 pohon karet per hektar. Selain itu beberapa sumber penelitian menyebutkan akan potensi biji karet sebagai salah satu energi alternatif khususnya pada biofuel (Biodiesel).

Pendirian pabrik biodiesel di Indonesia dilatar belakangi oleh ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil. Keadaan ini mendorong negara-negara berkembang seperti Indonesia mencari sumber energi alternatif seperti biodiesel, bioetanol, biometana, dan hidrogen. Dengan menggunakan berbagai macam bahan baku yang ada di Indonesia.

1.2 TINJAUAN PUSTAKA

1.2.1 Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dengan gugus monoalkil ester dengan rantai pantang asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewan. Monoalkil ester dapat berupa metil ester atau etil ester, tergantung dari sumber alkohol yang digunakan. Monoalkil ester merupakan produk reaksi alkohol rantai lurus seperti metanol dan etanol, dengan lemak atau minyak (trigliserida) membentuk gliserol dan ester dari asam lemak rantai panjang (Supranto dkk, 2003). Metil ester atau etil ester adalah senyawa yang relatif stabil, berwujud cairan pada suhu ruang (titik leleh antara 4 – 18 °C), nonkorosif, dan titik didihnya yang rendah (Swern, 1982)

Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel/solar. Bahan bakar ini ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang lebih baik jika dibandingkan dengan petro diesel. Selain itu keunggulan dari biodiesel yaitu bebas sulfur (*free sulphur*), bilangan asap (*smoke number*) yang rendah, memiliki angka cetana yang lebih tinggi sehingga pembakaran pada mesin lebih sempurna (*clear burning*), memiliki sifat pelumasan terhadap mesin piston dan juga karena biodiesel berasal dari bahan baku alam sehingga dapat terurai (*biodegradable*) dan tidak menghasilkan racun (*non toxic*).

Di Indonesia, pengembangan biodiesel sudah dimulai sejak lebih dari 10 tahun yang lalu. Akan tetapi, pada masa itu produk turunan minyak bumi masih tergolong murah sehingga pengembangan biodiesel belum terlihat

menarik. Pengembangan biodiesel hanya sampai pada tingkat laboratorium, proses produksi biodiesel, karakteristik biodiesel, tes performa, dan lain-lain.

Pada kebijakan energi nasional tahun 2006, pemerintah Indonesia menargetkan lebih dari 5% total konsumsi energi dengan menggunakan *biofuel* pada tahun 2025. Selain itu, dilakukan pengembangan pasar *biofuel* sebagai salah satu cara pengentasan kemiskinan dan pengangguran dari tahun 2006 sampai 2025. Produksi ditargetkan mencapai 1,5 juta kl (10% dari konsumsi bahan bakar diesel untuk sektor transportasi) pada tahun 2010, 3 juta kl pada tahun 2015, dan meningkat sampai 6,4 juta kl (20% dari konsumsi bahan bakar diesel untuk sektor transportasi dan 5% dari konsumsi nasional bahan bakar diesel) pada tahun 2021.

Dalam pembuatan biodiesel standarisasi mutu biodiesel sangat penting untuk mengetahui spesifikasi biodiesel yang bagus dan sesuai dengan SNI. Standarisasi mutu biodiesel Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Standarisasi Mutu Biodiesel di Indonesia

No.	Parameter	Satuan	Batas Nilai ASTM
1	Berat Jenis (40°C)	Kg/m ³	850 – 890
2	Viskositas (40°C)	CSt	2,3 – 6
3	Angka Cetana	-	Min. 51
4	Titik Nyala	°C	Min. 100
5	Titik Kabut	°C	Maks. 18
6	Korosi Bilah Tembaga	-	Maks. 51
7	Air dan Sedimen	% Vol	Maks. 0,05
8	Temperatur Destilasi	°C	Maks. 360
9	Abu	%b	Maks. 0,002
No.	Parameter	Satuan	Batas Nilai ASTM
10	Belerang	Ppm b mg/kg	Maks 100
11	Fosfor	Ppm b mg/kg	Maks 10
12	Angka Asam	Mg KOH/g	Maks. 0,8
13	Gliserol Bebas	%b	Maks. 0,02
14	Gliserol Total	%b	Maks. 0,24
15	Kadar Ester Alkil	%b	Min. 96,5
16	Angka Iodium	%b(gI _Y /100g)	Min. 115
17	Uji Halphen	-	Negatif

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia) 7182:2012

1.2.2 Minyak Biji Karet

Berdasarkan data statistik Dirjen Pertanian, Indonesia merupakan salah satu negara dengan perkebunan tanaman karet terbesar di dunia (lebih dari 3 juta ha). Tanaman karet (*Havea Brasiliensis*) merupakan tanaman berupa pohon besar yang banyak terdapat di negara-negara tropis yang subur. Tanaman karet ini menghasilkan getah (*lateks*) sebagai produk utama selain

itu juga menghasilkan produk tambahan berupa biji karet yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber minyak biji karet.

Data (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009) menyebutkan bahwa jumlah biji karet yang dihasilkan dari satu hektar tanaman sangat bervariasi, yaitu sekitar 3.000 – 450.000 butir/ha/tahun. Sampai saat ini, pengelolaan biji karet belum dimaksimalkan dengan baik, termasuk pengelolaan menjadi minyak biji karet pasca panen..

Biji karet mempunyai bentuk ellipsoidal, dengan panjang 2,5 – 3 cm dan mempunyai berat 2 – 4 gram/biji. Biji karet masak terdiri dari 70% kulit buah dan 30% biji karet. Biji karet terdiri dari \pm 40% tempurung dan 60% tempurung daging biji, dimana variasi proporsi kulit dan daging buah tergantung kesegaran biji. Biji karet yang segar memiliki kadar minyak tinggi dan kandungan air yang tinggi sehingga menghasilkan minyak dengan mutu yang kurang baik. Biji segar terdiri dari 34,1% kulit, 41,2% isi dan 24,4 air. Sedangkan pada biji karet yang telah dicampur selama 2 hari terdiri dari 41,6% kulit, 8% air, 15,3% minyak dan 35,1% bahan kering. Biji karet mengandung 40% sampai 50% minyak terdiri dari 17% sampai dengan 22% asam lemak jenuh dan 77% sampai dengan 82% asam lemak tak jenuh (Swern, 1964)

Pemanfaatan minyak biji karet dalam berbagai industri lebih lanjut ditentukan oleh sifat fisika dan kimianya. Berikut ditampilkan hasil analisis karakteristik minyak biji karet mentah. Karakteristik minyak biji karet mentah dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Karakteristik Minyak Biji Karet Mentah

Parameter	Nilai	Satuan
Sifat Kimia		
Bilangan Penyabunan	190-195	Mg KOH/g minyak
Parameter	Nilai	Satuan
Bilangan Iod	132-148	g I ₂ /100g minyak
Rapat rata-rata	0,925	g/ml
Fraksi tak tersabunkan	0,5 - 1,0	-
Sifat Fisika		
Nilai Kalor	18850	J/g
Refractie Indeks (40°C)	1,4743 - 1,4749	-
Specific Gravity (15°C)	0,925 - 0,929	-
Kekentalan Kinematik (100°F)	41,58	Cst

Sumber : *Hildtich, 1956*

Biji karet memiliki kandungan asam lemak bebas (*FFA*) sekitar 17%.

Kandungan asam lemak bebas dalam biji karet (minyak biji karet) dalam

Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Kandungan Asam Lemak Bebas dalam Biji Karet

Jenis asam	Komposisi (%)
	Biji Karet
Asam Lemak Jenuh	
Palmitat (CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH)	9-12
Stearat (CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH)	5-12
Arachidat (CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH)	1
Jenis Asam	Komposisi (%Biji Karet)
Asam Lemak Tak Jenuh	
Oleat (cis-9-octadecenoic acid)	17-21
Linoleat (Omega 6)	35-38
Linolenat (Omega 3)	21-24

Sumber : (Luthfie, 2008)

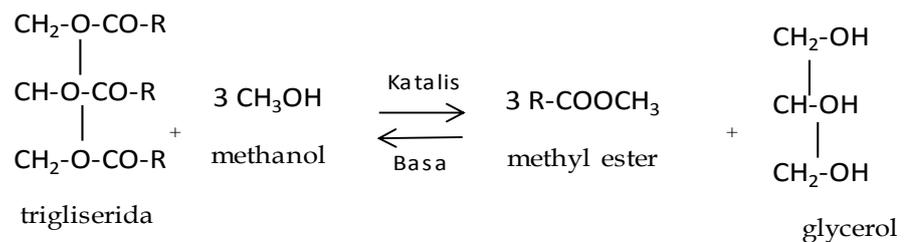
1.2.3 Pemilihan Proses

Pada umumnya, proses pembuatan biodiesel melibatkan 2 reaksi utama berikut, yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Keduanya sama-sama menggunakan alkohol sebagai reaktan. Perbedaannya terletak pada jenis katalis yang digunakan. Reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam, dan sedangkan reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa. Produk samping yang dihasilkan keduanya juga berbeda.

a. Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi didefinisikan sebagai reaksi antara alkohol dan trigliserida membentuk alkil ester dan gliserol. Alkil ester inilah yang disebut sebagai biodiesel. Sementara itu, trigliserida adalah

komponen utama penyusun minyak dan lemak yang merupakan triester dari gliserol dan asam-asam lemak. Karena menggunakan alkohol sebagai salah satu reaktannya, reaksi ini sering disebut reaksi alkoholisis.



Gambar 1.1 Reaksi Transesterifikasi

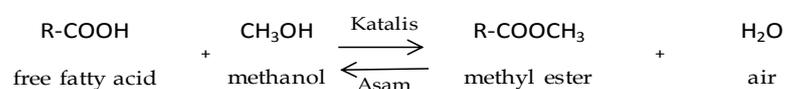
Dalam reaksi transesterifikasi, diperlukan adanya katalis yang bertujuan untuk mempercepat laju reaksi. Tanpa adanya katalis, dapat dicapai konversi tinggi. Namun, reaksi akan berjalan sangat lambat.

Reaksi transesterifikasi sangat sensitif terhadap kadar FFA yang terkandung dalam minyak nabati. Menurut beberapa pustaka, kadar FFA maksimal dalam bahan baku yang masih dapat ditoleransi untuk reaksi ini adalah sebesar 1-2,5%. Nilai tersebut setara dengan bilangan asam sebesar 2-5 mg KOH/mg. Kandungan asam lemak yang tinggi memicu terjadinya reaksi samping antara katalis basa dan asam lemak itu sendiri dan akan membentuk sabun. Reaksi tersebut dikenal sebagai reaksi saponifikasi atau reaksi penyabunan.

b. Reaksi Esterifikasi

Reaksi esterifikasi adalah reaksi yang terjadi antara asam lemak bebas dengan metanol menghasilkan alkil ester dan air. Reaksi ini cocok diterapkan untuk bahan baku yang berkadar FFA tinggi. Reaksi ini menjadi solusi bagi pengolahan biodiesel yang bahan baku kualitas rendah seperti minyak goreng bekas. Pengolahan bahan baku yang mengandung asam lemak bebas > 5 mg KOH/g melalui reaksi transesterifikasi memicu terjadinya reaksi penyabunan. Bahan baku yang memiliki kadar FFA tinggi biasanya diproses melalui 2 reaksi sekaligus. Pertama adalah tahap penurunan kadar FFA melalui reaksi esterifikasi. Selanjutnya diikuti reaksi transesterifikasi sebagai reaksi utama produksi biodiesel. Umumnya pada reaksi esterifikasi digunakan katalis asam, contohnya asam sulfat, asam klorida maupun resin penukar kation asam.

Berikut ini persamaan reaksi esterifikasi asam lemak dan metanol.



Gambar 1.2 Reaksi Esterifikasi

Sama halnya dengan reaksi transesterifikasi, reaksi ini juga merupakan reaksi bolak-balik sehingga konversi asam lemak menjadi produk dipengaruhi oleh keseimbangan reaksi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan jumlah produk yang tinggi, diperlukan jumlah metanol yang berlebih pula. Selain itu, dapat pula dicapai dengan segera

memisahkan produk samping (air). Reaksi ini tergolong reaksi endotermis yang mana semakin tinggi suhunya semakin cepat laju reaksinya dan keseimbangan cenderung bergeser ke arah kanan.

1.2.4 Kapasitas Produksi

Pada prarancangan pabrik biodiesel ini, bahan baku yang dipilih adalah minyak biji karet dan methanol. Penentuan kapasitas pabrik dilakukan dengan beberapa pertimbangan berikut:

a. Kebutuhan biodiesel dalam negeri (Nasional)

Pada kebijakan energi nasional tahun 2006, pemerintah Indonesia menargetkan lebih dari 5% total konsumsi energi dengan menggunakan *biofuel* pada tahun 2025. Selain itu, dilakukan pengembangan pasar *biofuel* sebagai salah satu cara pengentasan kemiskinan dan pengangguran dari tahun 2006 sampai 2025. Produksi ditargetkan mencapai 1,5 juta kl (10% dari konsumsi bahan bakar diesel untuk sektor transportasi) pada tahun 2010, 3 juta kl pada tahun 2015, dan meningkat sampai 6,4 juta kl (20% dari konsumsi bahan bakar diesel untuk sektor transportasi dan 5% dari konsumsi nasional bahan bakar diesel) pada tahun 2025.

Menurut kementrian ESDM, biodiesel sudah diproduksi sebanyak 520.000 ton pada tahun 2007, ekuivalen dengan 590.000 kl. Berdasarkan proyeksi Indonesia mengenai produksi biodiesel sebanyak 2,41 juta kl pada 2010, Indonesia telah memenuhi 24,4% dari target. Sampai tahun

2011, terdapat sekitar 23-25 *biodiesel plant* di Indonesia. Sejak 20 Mei 2006, Pertamina sudah membuat campuran biodiesel dengan bahan bakar diesel dengan campuran 95% bahan bakar diesel dan 5% biodiesel dengan nama biosolar.

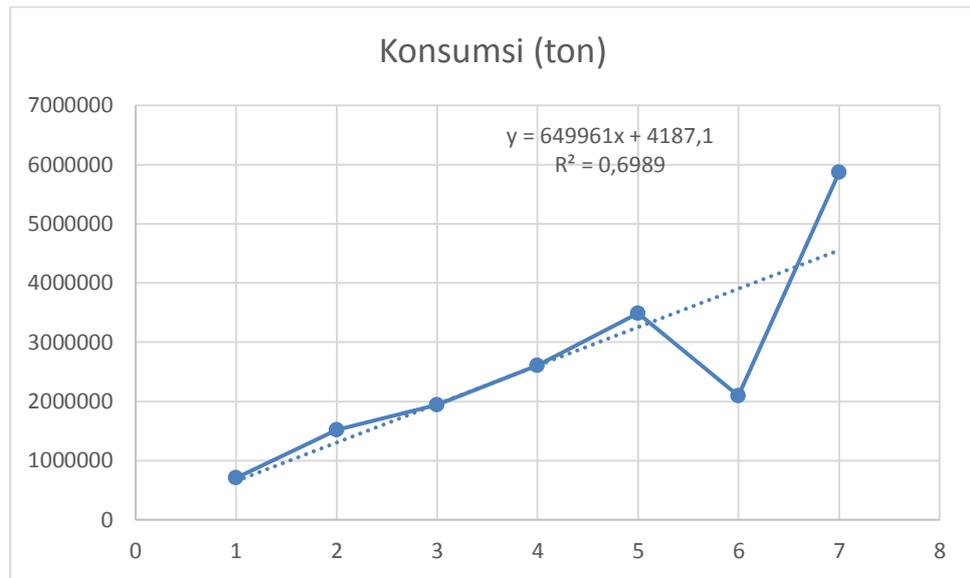
Pada tahun 2016, Pemerintah telah menerapkan kebijakan bauran minyak nabati (*biofuel*) kedalam solar sebesar 20% atau B-20. Artinya setiap 10 liter solar dicampur dengan biodiesel sebesar 2 liter.

Berdasarkan statistik Ditjen EBTKE (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. Konsumsi Biodiesel per Tahun disajikan dalam Tabel 1.6

Tabel 1.6 Konsumsi Biodiesel Per Tahun

Tahun	Konsumsi (ton)
2010	706000
2011	1518000
2012	1940000
2013	2606370
2014	3491370
2015	2097920
2016	5868570

Sumber : Statistik Ditjen EBTKE 2015-2016



Gambar 1.3 Grafik Konsumsi Biodiesel per Tahun

Perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun 2021 dilakukan dengan regresi linear dari data tabel 1.6. Hasil regresi terlihat pada gambar 1.1.

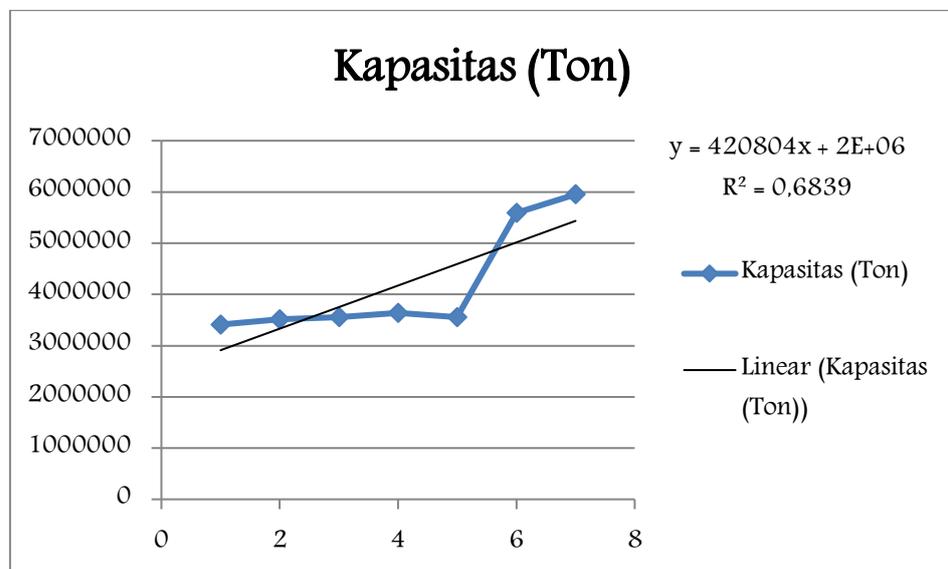
Pabrik biodiesel ini direncanakan didirikan pada tahun 2021, perkiraan konsumsi biodiesel pada tahun tersebut dari persamaan $y=649961x + 4187,1$ dengan $R^2 = 0,6989$ adalah 7.803.719,1 ton. Pada tabel 1.7 disajikan Kapasitas Pabrik Biodiesel per Tahun.

Tabel 1.7 Kapasitas Produksi Biodiesel Per Tahun

Tahun	Kapasitas (ton)
2010	3411330
2011	3511330
2012	3551330
2013	3641330
2014	3551770
2015	5591753
2016	5951736

Sumber : Statistik Ditjen EBTKE 2016

Perkiraan kapasitas biodiesel terpasang pada tahun 2021 dilakukan dengan regresi linier data pada Tabel 1.7 Hasil regresi terlihat pada gambar 1.7



Gambar 1.4 Grafik kapasitas terpasang tiap tahun

Perkiraan kapasitas biodiesel terpasang pada tahun 2021 dari persamaan $y = 20804x + 2E+06$ adalah 7.049.648 ton.

Kebutuhan biodiesel tahun 2021 = konsumsi – kapasitas terpasang

$$= (7.803.719 - 7.049.648) \text{ ton}$$

$$= 754.071 \text{ ton}$$

b. Ketersediaan bahan baku

Biji karet merupakan produk tambahan dari pohon karet selain getah (*lateks*). Bahan baku utama yaitu biji karet dapat diperoleh dari perkebunan yang ada di Sumatera Selatan dengan luas lahan 928.600 ha (Katalog BPS, 2015). Data (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009) menyebutkan bahwa tanaman karet berbunga dan berbuah dua kali dalam setahun. Jumlah biji karet yang dihasilkan dari satu hektar tanaman sangat bervariasi, yaitu sekitar 3.000 – 450.000 butir/ha/tahun atau sama dengan 10,5 – 1575 kg/ha/tahun (berat biji karet 3,0 gram).

Menghitung jumlah butir biji karet berdasarkan pada luas lahan. Produksi biji karet pada perkebunan di Sumatera Selatan dari tahun 2010 sampai dengan 2015 bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1.8 Luas lahan dan Produksi biji karet

Tahun	Luas Lahan (Ha)	Biji Karet Minyak (ton)
2010	17176350	639025200
2011	17227075	673952400
2012	17280640	676173960
2013	17531005	1107810000
2014	17779730	1126105200
2015	18031225	1103176800

Pabrik biodiesel ini direncanakan didirikan pada tahun 2021. Perkiraan produksi biji karet pada perkebunan di Sumatera Selatan pada tahun tersebut dilakukan dengan dilakukan regresi linier data pada Tabel 1.8. Hasil regresi linier produksi biji karet perkebunan Sumatera Selatan pada tahun 2021 adalah 3×10^9 butir ton.

c. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Kapasitas pabrik yang sudah ada diperlukan untuk memperkirakan kapasitas minimal yang menguntungkan secara komersial. Beberapa pabrik biodisel yang sudah berjalan baik di Indonesia terlihat dalam Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Beberapa Pabrik Biodiesel yang sudah berjalan di Indonesia

Nama perusahaan	Lokasi	Kapasitas ton/tahun
PT Wilmar Bioenergy Indonesia	Riau	1300000
PT Musim Mas	Medan	235000
PT Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	1300000
PT Eterindo Whanatama	Gresik	80000
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

Dari pertimbangan di atas, maka ditetapkan kapasitas pabrik biodisel yang akan dirancang sebesar 73.400 ton/tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kapasitas tidak ditinggikan untuk mengantisipasi agar harga biji karet tidak terlalu terpengaruh. Biji Karet juga banyak digunakan di berbagai sektor industri, misalnya: pakan ternak dan juga sebagai bibit awal pohon karet baru, sehingga dikhawatirkan bila kapasitas pabrik dibuat terlalu tinggi maka akan terjadi tingginya permintaan akan biji karet sehingga harganya menjadi naik.