

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman di era modern ditandai dengan permbangan teknologi dan kebutuhan energi berkembang dengan pesat. Peningkatan kebutuhan energi saat ini membuat energi dari fosil (tidak terbarukan) semakin berkurang dari waktu ke waktu. Pertumbuhan jumlah penduduk yang juga disertai dengan meningkatnya kesejahteraan masyarakat sehingga berdampak pada kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar cair juga akan semakin meningkat. Berdasarkan data Automotive Diesel Oil, sejak tahun 1995 konsumsi bahan bakar minyak Indonesia akan melebihi produksi dalam negeri dan diperkirakan akan habis pada 10 – 15 tahun kedepan (Susilo, 2006). Sehingga perlu adanya sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar tersebut. Biodiesel merupakan salah satu solusi untuk kebutuhan energi saat ini.

Mengingat kebutuhan akan Bahan Bakar Minyak (BBM) Indonesia yang meningkat, maka perlu alternative untuk memenuhinya. Sehingga diharapkan kebutuhan akan BBM dalam ini adalah diesel akan terpenuhi. Berikut Data Konsumsi BBM di Indonesia selama beberapa periode terakhir.

Tabel 1.1. Data Konsumsi BBM di Indonesia

Jenis BBM	2013 (kL)	2014 (kL)	2015 (kL)	2016 (kL)
Solar	33.900.000	32.300.000	30.600.000	23.400.000
Minyak Diesel	78.200	62.100	39.500	43.300
Minyak Bakar	1.100.000	958.900	669.100	1.600.000
Avtur	4.000.000	4.200.000	4.400.000	3.600.000
Avgas	2.900	3.000	3.200	2.200
Bensin RON 88	29.400.000	29.800.000	28.700.000	17.900.000
Bensin RON 92	781.900	2.000.000	2.500.000	3.200.000

Sumber : Kementerian ESDM, 2018

### 1.1.1. Potensi Minyak Jarak Pagar

Pengembangan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*), sebagai bahan baku biodiesel mempunyai potensi yang sangat besar karena selain menghasilkan minyak dengan produktivitas tinggi yaitu sekitar 1.590 kg/1.892 liter minyak/ha/tahun, juga dapat berfungsi sebagai pengendali erosi serta memperbaiki tanah (Syah,2006).

Minyak biji jarak pagar secara kimia terdiri dari trigliserida yang berantai asam lemak lurus (tidak bercabang) dengan atau tanpa ikatan rangkap. Minyak ini tidak termasuk dalam kategori minyak makan (edible oil) sehingga pemanfaatan minyak jarak sebagai bahan baku biodiesel tidak mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, yaitu kebutuhan industri oleokimia dan ekspor crude palm oil (CPO).

Biodiesel jarak pagar menghasilkan 0,8 x liter, sehingga jarak pagar potensial dapat menghasilkan  $0,8 \times 1,892 \text{ liter} = 1,514 \text{ liter}$  biodiesel/ha/tahun (Syah, 2006). Sementara sebagian bungkil biji akan didetoksifikasi untuk dijadikan pakan ternak dan kulit biji serta sisa bungkil biji akan diproses menjadi biogas. Produk sampingnya ialah gliserol yang banyak digunakan dalam industri cat, farmasi, pasta gigi, kosmetika dan lain – lain.

### 1.1.2. Kebutuhan Biodiesel

Biodiesel merupakan mono alkyl ester yang terbuat dari minyak tumbuh-tumbuhan (minyak nabati). Minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel dapat berasal dari kacang kedelai, kelapa sawit, padi, jagung, jarak pagar, papaya dan banyak lagi melalui proses transesterifikasi (Mardiah, Agus Widodo, Efi Trisningwati, dan Aries Purijatmiko, 2006).

Bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan minyak diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap rendah dan angka setana antara 57-62, terbakar sempurna dan tidak beracun.

Diperkirakan penggunaan BBM kan meningkat dari 72,9 juta kiloliter pada tahun 2015 menjadi 90 juta kiloliter pada tahun 2019 atau rata-rata sebesar 5,4 % per tahun (BPPT Indonesia Energy Putlook 2014).

Terdapat beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam mendirikan pabrik Biodiesel, yaitu :

- a. Memenuhi kebutuhan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Indonesia

- b. Tersedianya bahan baku minyak jarak dan bahan baku lainnya didalam negeri, seperti dari PT. Alegria Indonesia di Malang, PT. Kaltim Metanol Industri di Bontang dan lainnya yang tentunya menjadikan harga bahan baku relatif lebih murah.
- c. Kapasitas dari kebutuhan biodiesel pada tahun 2024 akan naik menjadi 19 juta kilo liter.
- d. Dari segi sosial-ekonomi, pendirian pabrik biodiesel ini dapat menyerap tenaga kerja dan meningkatkan perekonomian masyarakat, khususnya masyarakat yang tinggal disekitar pabrik.
- e. Mendukung rencana pemerintah tentang pengembangan biodiesel sebagai energi terbarukan (B10, B20, B30, B50, dan B100).

Dengan memperhatikan hal-hal diatas, maka pendirian pabrik Biodiesel di Indonesia merupakan gagasan yang perlu dikaji lebih lanjut sebagai investasi yang menguntungkan di masa yang akan datang.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1. Minyak jarak Pagar**

Jarak pagar (*Jatropha Curcas* Linn) yang dalam Bahasa Inggris disebut Physic Nut merupakan jenis tanaman semak atau pohon yang tahan terhadap kekeringan sehingga tahan hidup di daerah dengan curah hujan rendah. Tanaman dari keluarga Euphorbiaceae ini banyak ditemukan di Afrika Tengah dan Selatan, Asia Tenggara, dan India. Awalnya, tanaman ini didistribusikan oleh pelaut Portugis dari Karibia melalui pulau Cape Verde dan Guinea Bissau, kemudian ke negara lain di Afrika dan Asia.

Jarak pagar merupakan jenis tanaman perdu atau pohon kecil, bercabang – cabang tidak teratur, memiliki tinggi sekitar 1 hingga 7 meter. Batangnya berkayu, silindris, berkulit licin, memiliki tonjolan-tonjolan bekas tangkai daun yang gugur. Buahnya berbentuk bulat telur, memiliki diameter 2 hingga 4 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan kuning jika sudah masak. Buah terbagi menjadi 3 ruang, masing-masing ruang berisi 1 biji. Biji berbentuk bulat lonjong, berwarna coklat kehitaman, dan mengandung banyak minyak. Tumbuhan ini mudah diperbanyak dengan stek batang atau biji yang sudah tua ([www.ristek.com](http://www.ristek.com)).

*Crude Jatropha Curcas Oil* (CJCO atau CJO) yang biasa disebut dengan minyak kasar jarak pagar dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah tanpa merubah desain peralatan yang sudah ada, CJCO juga berpotensi untuk mengganti minyak bakar pada boiler pada industri – industri serta yang tidak asing lagi adalah sebagai bahan bakar hayati yang berbasis pada biodisel.

Tabel 1.2. Analisa Kimia Minyak Jarak Pagar

Water	1000 ppm
Free Fatty Acid (FFA)	0,03 – 5 %
Warna	17 kuning, 1 merah
Bilangan saponifikasi	195,5
Bilangan Iodine	94,9
Profil Asam Lemak (%)	
Plamitrat	14,6
Palmitoleat	0,85
Stearat	7,15
Oleat	46,19
Linoleat	30,80
Linolenat	0,20
Arachidat	0,21

Sumber : Sevlele, 2007

Karena minyak jarak pagar tidak dapat digunakan untuk tujuan nutrisi tanpa detoksifikasi terlebih dahulu, maka penggunaannya sebagai sumber energi bahan bakar sangat menarik. Di Madagaskar, Cape Verde, dan Benin, minyak dari biji jarak pagar digunakan sebagai pengganti bahan bakar diesel selama Perang Dunia II.

Tabel 1.3. Parameter Kimia dan Fisika Minyak Jarak Pagar

Parameter	Minyak Jarak Pagar
Densitas pada 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,920
Viskositas pada 30°C, (cSt)	52
Titik nyala, (°C)	110 – 240
Bilangan netralisir, (mg KOH/g)	0,92
Titik beku (°C)	2,0
Kandungan Energi (MJ/Kg)	39,6 – 41,8
Monogliserida, (%m/m)	Tidak ditemukan
Digliserida, (%m/m)	2,7
Trigliserida, (%m/m)	97,3
Air, (%m/m)	0,07
Posforus, (mg/kg)	290
Kalsium, (mg/kg)	59
Magnesium, (mg/kg)	103
Besi, (mg/kg)	2,4

Sumber : Gybitz, et al, 1999

Tabel diatas menunjukkan kandungan kimia dan fisika didalam minyak jarak pagar.

### 1.2.2. Biodiesel

Indonesia banyak sekali terdapat tumbuh-tumbuhan penghasil minyak lemak. Tidak kurang dari 50 jenis tumbuhan bisa diolah menjadi sumber bahan bakar alami. Contoh yang populer adalah sawit, kelapa, jarak pagar, dan kapok (randu). Minyak lemak mentah adalah minyak lemak yang diperoleh dari pemerahan atau pengempaan biji sumber minyak (*oilseed*) tanpa mengalami pengolahan lanjut apa pun, kecuali penyaringan dan pengeringan (untuk menurunkan kadar air).

Melalui pengolahan yang disebut transesterifikasi dengan alkohol-alkohol sederhana seperti metanol dan etanol, proses ini menghasilkan ester alkil asam-asam lemak (atau biodiesel ester alkil) sebagai produk utama dan gliserin sebagai produk samping. Karena metanol lebih murah daripada etanol maupun alkohol-alkohol sederhana lainnya, sehingga metanol paling banyak digunakan dalam transesterifikasi

dan produk utamanya adalah ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids Methyl Ester/FAME*) atau biodiesel ester metil.

Biodiesel atau metil ester dari minyak jarak pagar dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi trigliserida dari minyak jarak. Transesterifikasi merupakan istilah umum yang digunakan untuk menjelaskan kelompok reaksi organik yang penting, dimana suatu ester diubah menjadi bentuk lain melalui pertukaran bagian-bagian tertentu. Pada reaksi pembentukan metil ester dari minyak jarak pagar terjadi pergantian gugus alkohol dari ester. Umumnya digunakan katalis seperti sodium metileat, NaOH dan KOH.

Gliserol yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel ini akan terpisahkan dibagian bawah reaktor sehingga dapat dengan mudah dipisahkan. Ester yang terbentuk kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara curah (batch) dan sinambung (continous) pada suhu 50-70°C.

Dengan keunggulan di atas, ditambah dengan kenyataan emisi gas buang mesin berbahan bakar biodiesel (murni ataupun dicampur solar) akan lebih bersih dibandingkan dengan berbahan bakar solar saja, membuat biodiesel menjadi bahan bakar berbasis minyak-lemak yang paling populer di seluruh dunia dan tahap penerapan komersialnya paling maju. Berikut ini adalah komposisi biodiesel dari minyak jarak pagar.

Tabel 1.4. Komposisi Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar

Jenis Asam Lemak	Konsesntrasi, %
Metil Palmitat (16:0)	15,6
Metil Palmitoleat (16:1)	0,9
Metil Stearat (18:0)	6,7
Metil Oleat (18:1)	42,6
Metil Linoleat (18:2)	33,9
Metil Linolenat (18:3)	0,2
Metil Arachidat	0,1

Sumber : Syah, 2006

Tabel diatas merupakan komposisi asam lemak trigliserida didalam minyak jarak pagar, dimana diketahui perbandingan C:D disetiap jenisnya dengan diketahui setiap konsentrasinya.

Biodiesel yang telah diproduksi secara masal juga harus diketahui standarisasinya.

Tabel 1.5. Standarisasi Mutu Biodiesel Indonesia (RSNI EB 020551)

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	Metode Uji
Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 - 890	ASTM D 1298
Air dan sedimen	% volume	Maks. 0,050	ASTM D 2709
Residu karbon	% massa	Maks. 0,050	ASTM D 4530
Abu tersulfat	% massa	Maks. 0,020	ASTM D 874
Viskositas kinetimatic (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	2,3 - 6,0	ASTM D 445
Sulfat	mg/kg	Maks. 100	ASTM D 5453
Fosfor	mg/kg	Maks. 10	AOCS Ca 12-55
Bilangan asam	Mg KOH/g	Maks. 0,50	AOCS Ca 3d-63
Gliserol bebas	% massa	Maks. 0,20	AOCS Ca 14-56
Kadar metil ester	% massa	Min. 96,5	
Angka iodin	% massa	Maks. 115	AOCS Cd 1-25

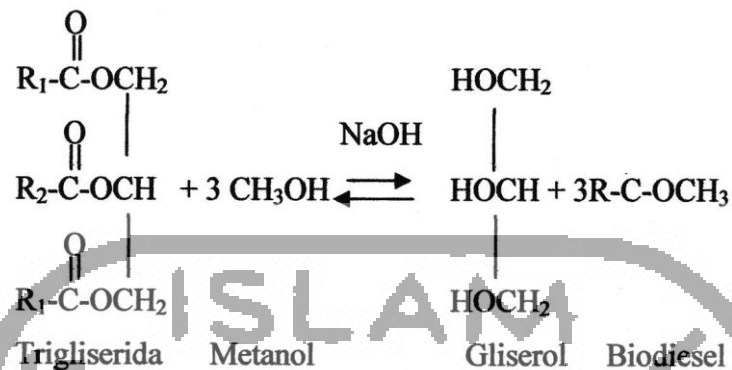
Sumber : Hambali, 2006

### 1.2.3. Proses Pembuatan Biodiesel

#### Reaksi Transesterifikasi

Transesterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti methanol atau etanol yang menghasilkan metil ester asam lemak (*Fatty Acids Methyl Ester /FAME*) atau biodiesel dan gliserol (gliserin) sebagai produk samping. Katalis yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah basa/alkali. Jenis katalis yang biasa digunakan antara seperti Natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH). (Joeliangningsih, 2003)

Reaksi transesterifikasi antara minyak atau lemak alami dengan methanol digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.1. Reaksi transesterifikasi

Produk yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan menggunakan dekanter. Biodiesel yang terbentuk kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis, garam dan metanol. Proses transesterifikasi dapat dilakukan secara batch atau kontinyu pada tekanan 1 atm dan suhu 50-70 °C.

Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah metil ester asam lemak adapun beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu :

- Menambahkan metanol berlebih dalam reaksi
- Memisahkan gliserin
- Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm)

Terdapat tiga macam proses pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi, yaitu:

- Transesterifikasi minyak nabati dengan katalis basa.

Transesterifikasi ini menggunakan katalis basa kuat seperti NaOH atau KOH. Reaksi transesterifikasi ini memerlukan temperatur reaksi relatif rendah dan berlangsung dengan cepat.

- Transesterifikasi minyak nabati dengan katalis asam.

Transesterifikasi ini menggunakan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau HCl. Reaksi ini memerlukan waktu reaksi yang lebih tinggi dari transesterifikasi dengan katalis basa.



- c. Transesterifikasi minyak nabati menjadi asam lemak bebasnya, kemudian menjadi biodiesel.

Perbandingan ketiga proses transesterifikasi di atas

Tabel 1.6. Perbandingan Reaksi Transesterifikasi

No.	Parameter	Transesterifikasi		
		Jenis Katalis		
		NaOH/KOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl
1.	Suhu Operasi	50-80°C	90-100°C	210-230°C
2.	Tekanan Operasi	1 atm	>1 atm	1 atm
3.	Waktu Reaksi	0,5-3 jam	0,5-3 jam	1-3 jam
4.	Konversi Reaksi	90-98%	90-97%	80-90%

Sumber : Kirk Othmer, 1992

Dari perbandingan di atas dipilih transesterifikasi dengan katalis basa dengan alasan sebagai berikut :

- Konversi reaksinya paling besar yaitu 98 %.
- Tekanan operasi rendah.
- Temperatur reaksi rendah.
- Terdiri dari satu tahap produksi.

### 1.3. Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan yaitu:

#### 1.3.1. Kebutuhan Biodiesel dalam Negeri

Bahan bakar alternatif dari biodiesel diprediksi akan menjadi pilihan utama untuk menggantikan minyak bumi yang semakin menipis. Biodiesel juga dapat memberi keuntungan pada masyarakat petani sebagai produsen bahan baku biodiesel dan memberi nilai ekonomi pada tanaman jarak.

#### *Supply*

##### 1. Produksi Dalam Negeri

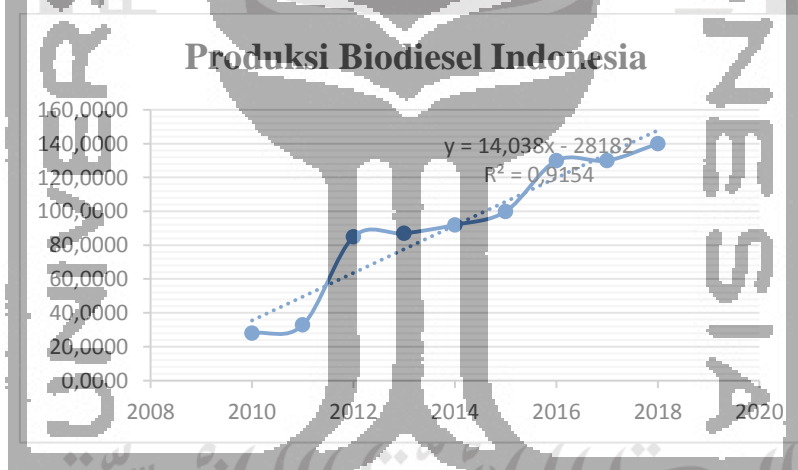
Produksi Biodiesel dalam negeri menurut *Handbook Of Energy and Economic Statistic of Indonesia*, ESDM dari tahun ke tahun mengalami

peningkatan. Perkembangan data produksi Biodiesel di Indonesia pada tahun 2008-2018.

Tabel 1.7. Data Produksi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Jumlah (ribu ton)
2010	28
2011	32,9
2012	85
2013	87
2014	92
2015	100
2016	130
2017	130
2018	140

Sumber : *Handbook Of Energy and Economic Statistic of Indonesia*, ESDM



Gambar 1.2. Grafik Produksi Biodiesel di Indonesia

## 2. Impor

Data statistik kebutuhan impor biodiesel di Indonesia tidak ada, impor biodiesel tidak ada (berharga nol).

### *Demand*

#### 1. Konsumsi Dalam Negeri

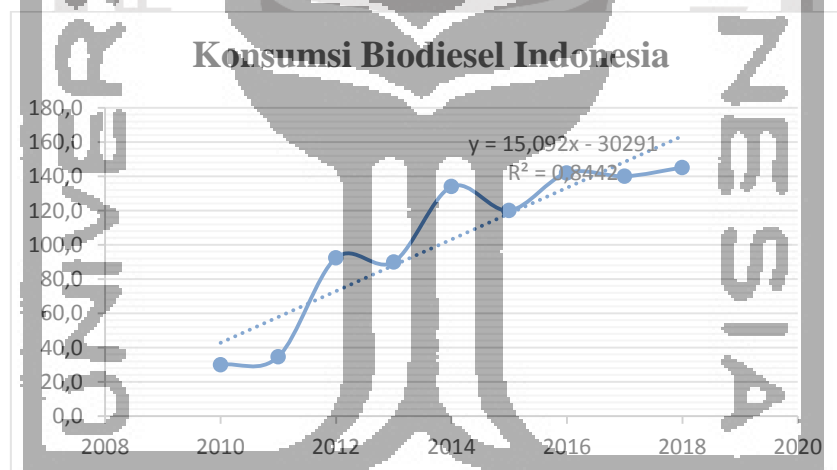
Konsumsi Biodiesel dalam negeri menurut *Handbook Of Energy and Economic Statistic of Indonesia*, ESDM dari tahun ke tahun cenderung

fluktuatif. Data konsumsi atau pemakaian Biodiesel di Indonesia pada tahun 2014-2018.

Tabel 1.8. Data Konsumsi Biodiesel di Indonesia

Tahun	Jumlah (ribu ton)
2010	30,0
2011	34,7
2012	92,4
2013	90,0
2014	134,0
2015	120,0
2016	142,0
2017	140,0
2018	145,1

Sumber : *Handbook Of Energy and Economic Statistic of Indonesia*, ESDM



Gambar 1. 3. Grafik Konsumsi Biodiesel di Indonesia

## 2. Ekspor

Data statistik ekspor produk biodiesel di Indonesia tidak ada. Jadi tidak ada ekspor biodiesel.

Berdasarkan plot grafik pada Gambar 1.2., dan 1.3. dapat diperkirakan jumlah produksi bioiesel Indonesia pada tahun 2024 adalah 203.9120 ribu ton, dan konsumsi sebesar 257,2800 ribu ton. Dengan asumsi tidak ada pabrik biodiesel baru yang berdiri

antara tahun 2018 sampai 2024, maka kekurangan biodiesel untuk dapat memenuhi kebutuhan pada tahun 2024 adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Kekurangan Biodiesel} &= (\text{konsumsi biodiesel tahun 2024}) - (\text{produksi biodiesel dalam negeri tahun 2024}) \\ &= (257,2800 \text{ ribu ton}) - (230,9120 \text{ ribu ton}) \\ &= 26,368 \text{ ribu ton} \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik yang akan didirikan diambil 25.000 ton/tahun, kondisi tersebut diambil dengan asumsi sampai dengan tahun 2024 tidak ada pabrik baru yang didirikan dan pabrik-pabrik pada tabel 1.9. telah beroperasi pada kapasitas terpasang.

### 1.3.2. Kapasitas Komersial

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi. Berikut ini adalah perusahaan-perusahaan yang menghasilkan biodiesel :

Tabel 1.9. Kapasitas Pabrik Biodiesel Indonesia

Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Cemerlang Energi	29,463
PT. Wilmar Bioenergi	67,795
PT. Pelita Agung	12,276
PT. Ciliandra Perkasa	12,276
PT. Energi Baharu Lestari	4,911
PT. Bayas Biofuel	36,829
PT. LDC Indonesia	2,335
PT. Permata Hijau Palm Olea	17,825
PT. Musim Mas	1,342

Sumber : Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia, 2016

Lahan jarak pagar di PT. Algeria Indonesia hanya sebesar 9.500 hektar dan 1 hektar jarak pagar menghasilkan 1,6 kiloliter, dimana masa panen jarak pagar 3 bulan sekali (Syah, 2006), sehingga dalam setahun PT. Algeria Indonesia dapat memproduksi minyak jarak pagar sebesar 60,8 ribu ton/tahun. Pabrik Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dengan kapasitas 25.000 ton/tahun sudah sesuai dengan kapasitas ekonomis yang sudah beroperasi.

### 1.3.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat diperoleh dari PT. Algeria Indonesia, Pasuruan Jawa Timur. Sedangkan untuk bahan baku metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dapat diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industry, Kalimantan Timur. Bahan baku katalis Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan bahan baku untuk penetral Asam Klorida ( $\text{HCl}$ ) diperoleh dari PT. Bintang Semesta Raya, Malang Jawa Timur.

