

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1. Latar Belakang**

##### **I.1.1. Sejarah Produksi Bioetanol (Bio Process, 2008)**

Bioetanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari China bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik.

Campuran dari bioetanol yang mendekati kemurnian untuk pertama kali ditemukan oleh Kimiawan Muslim yang mengembangkan proses distilasi pada masa Kalifah Abbasid dengan peneliti yang terkenal waktu itu adalah Jabir ibn Hayyan (Geber), Al-Kindi (Alkindus) dan al-Razi (Rhazes). Catatan yang disusun oleh Jabir ibn Hayyan (721-815) menyebutkan bahwa uap dari wine yang mendidih mudah terbakar. Al-Kindi (801-873) dengan tegas menjelaskan tentang proses distilasi wine. Sedangkan bioetanol absolut didapatkan pada tahun 1796 oleh Johann Tobias Lowitz, dengan menggunakan distilasi saringan arang.

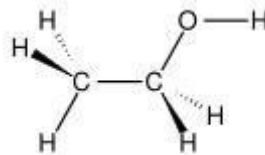
Antoine Lavoisier menggambarkan bahwa Bioetanol adalah senyawa yang terbentuk dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808 Nicolas-Théodore de Saussure dapat menentukan rumus kimia etanol. Limapuluh tahun kemudian (1858), Archibald Scott Couper menerbitkan rumus bangun etanol. Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus bangunnya. Etanol pertama kali dibuat secara sintesis pada tahun 1829 di Inggris oleh Henry Hennel dan S.G.Serullas di Perancis. Michael Faraday membuat etanol dengan menggunakan hidrasi katalis asam pada etilen pada tahun 1842 yang digunakan pada proses produksi etanol sintesis hingga saat ini.

Pada tahun 1840 etanol menjadi bahan bakar lampu di Amerika Serikat, pada tahun 1880-an Henry Ford membuat mobil quadrycycle dan sejak tahun 1908 mobil Ford model T telah dapat menggunakan bioetanol sebagai bahan bakarnya. Namun pada tahun 1920an bahan bakar dari petroleum yang harganya lebih murah telah

menjadi dominan menyebabkan etanol kurang mendapatkan perhatian. Akhir-akhir ini, dengan meningkatnya harga minyak bumi, dan menipisnya cadangan bioetanol kembali mendapatkan perhatian dan telah menjadi alternatif energi yang terus dikembangkan

Bioetanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah  $C_2H_5OH$  atau rumus empiris  $C_2H_6O$  atau rumus bangunnya  $CH_3-CH_2-OH$ . Bioetanol merupakan bagian dari kelompok metil ( $CH_3^-$ ) yang terangkai pada kelompok metilen ( $-CH_2-$ ) dan terangkai dengan kelompok hidroksil ( $-OH$ ). Secara umum akronim dari Bioetanol adalah EtOH (Ethyl-(OH))

Bioetanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman.



Gambar I. 1. Rumus Molekul Bioetanol

### I.1.2. Alasan Pendirian Industri Bioetanol

Industri bioetanol (etanol dari biomassa) didirikan dengan berbagai alasan. Alasan utama pendirian pabrik ini disebabkan oleh terbatasnya bahan baku pembuatan etanol yang berasal dari gas alam yang digunakan oleh Indonesia saat ini. Kurangnya pasokan gas tersebut disebabkan terbatasnya ketersediaan gas alam yang ada di Indonesia (Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2013). Selain itu, etanol juga memiliki banyak fungsi serta kegunaan dalam pembuatan produk untuk kehidupan sehari-hari sekaligus juga berguna untuk berbagai industri. Kegunaan etanol secara lengkap dibahas dalam subbab I.3.1. Selain untuk mencari jalan alternatif produksi etanol dari gas alam yang bersifat tak terbarukan menjadi produksi etanol dari biomassa yang bersifat terbarukan, pada perancangan pabrik kali ini

pembuatan bioethanol yang berada di riau juga berfungsi untuk meningkatkan nilai kegunaan dan nilai ekonomis dari limbah hasil olahan kelapa sawit (tandan kosong kelapa sawit) yang sebagian besar hanya dimanfaatkan sebagai pupuk dan arang yang tidak memiliki nilai jual tinggi serta sulit bersaing di pasar internasional. Terdapat pula tujuan lain yaitu membantu ekonomi Indonesia terutama di kepulauan Riau dengan cara mengurangi nilai impor yang selama ini cukup banyak dilakukan oleh Indonesia dan memberikan lapangan pekerjaan baru bagi tenaga kerja di Indonesia.

### **I.1.3. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)**

Tandan kosong kelapa sawit adalah salah satu produk sampingan berupa padatan dari industri pengolahan kelapa sawit. Ketersediaan tandan kosong kelapa sawit cukup signifikan bila ditinjau berdasarkan rata-rata jumlah produksi tandan kosong kelapa sawit terhadap total jumlah tandan buah segar yang diproses. Rata-rata produksi tandan kosong kelapa sawit adalah berkisar 22% hingga 24% dari berat tandan buah segar yang diproses di pabrik kelapa sawit. (Darnoko, 2002)

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama berligniselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan kelapa sawit. Basis satu ton tandan buah segar akan dihasilkan minyak kelapa sawit sebanyak 0,25 ton (25%) dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan kosong, kernel, serat dan cangkang yang masing – masing sebanyak 0,30 ton (30%); 0,1023 ton (10,23%); 0,26 ton (26%) dan 0,0877 (8,77%). ( Prasertsan, S. dan Prasertsan, P., 1996)

Padahal tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah satunya menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung selulosa yang dapat dihirolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 45% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol. (Aryafatta, 2008)

Selama ini pengolahan atau pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit oleh pabrik kelapa sawit masih sangat terbatas yaitu dibakar dalam *incinerator*, ditimbun (*open dumping*), dijadikan mulsa di perkebunan kelapa sawit, atau diolah menjadi

kompos. Namun karena adanya beberapa kendala seperti waktu pengomposan yang cukup lama sampai 6 – 12 bulan, fasilitas yang harus disediakan, dan biaya pengolahan tandan kosong kelapa sawit tersebut. Maka cara – cara tersebut kurang diminati oleh PKS (Pengolahan Kelapa Sawit). Selain jumlah yang melimpah juga karena kandungan selulosa tandan kelapa sawit yang cukup tinggi yaitu sebesar 45%. (Aryafatta, 2008)

Tandan kosong kelapa sawit cocok dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Sehingga ketika diolah menjadi bioetanol dapat menghasilkan rendemen yang cukup besar sehingga harga jual bioetanol yang dihasilkan dapat lebih murah.

## I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Etanol dari Biomassa (Bioetanol)

### I.2.1. Sifat Fisika dan Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit

Sifat fisika dan kimia dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat dilihat pada Tabel I.1 dan Tabel I.2. (Eka, 2000)

Tabel I. 1. Komposisi Fisika Tandan Kosong Kelapa Sawit.

No.	Parameter	TKKS Bagian Pangkal	TKKS Bagian Ujung
1.	Panjang serat		
	- Minimum, mm	0,63	0,46
	- Maksimum, mm	0,81	0,27
	- Rata-rata (L), mm	1,20	0,76
2.	Diameter serat (D), $\mu\text{m}$	15,01	14,34
3.	Diameter lumen (l) , $\mu\text{m}$	8,04	6,99
4.	Tebal dinding (w) , $\mu\text{m}$	3,49	3,68
5.	Bilangan Runkel (2w/l)	0,87	1,05
6.	Kelangsingan (L/D)	79,95	53,00

7.	Kelemasan (l/D)	0,54	0,49
8.	Kadar Serat, %	72,67	62,47
9.	Kadar Bukan Serat, %	27,33	37,53
10.	Rapat massa tumpukan serpih (campuran), kg/m <sup>3</sup>	177,98	

Tabel I. 2. Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit. (Richana et al, 2011)

Komponen	Presentase (bobot kering)
Abu	3,09
Air	8,93
Lignin	24,15
Selulosa	38,29
Hemiselulosa	25,54

Tabel I. 3. Komposisi Bahan Organik pada Serat dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Fauzi, 2004

Komposisi	Serat (%)	TKKS (%)	Komposisi	Serat (%)	TKKS (%)
Karbohidrat	38,8	34,2	Al <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	4,5	1,2
Glucan	21,9	21,3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,9	1,8
Xylan	15,5	11,7	CaO	7,2	3,3
Arabian	1,6	1,2	MgO	3,8	2,9
Galactan	0	0	Na <sub>2</sub> O	0,8	0,8
Mannan	0	0	K <sub>2</sub> O	9,0	40,1
Rhamrian	0	0	TiO <sub>2</sub>	0,2	0,1
Nitrogen	0,61	0,66	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,8	2,5
Lignin	23,4	15,6	SO <sub>3</sub>	2,8	8,0
Ekstraksi Air Panas	10,9	20,0	CO <sub>2</sub>	2,2	0,1

Kalor baker kkal/kg (bebas air)	4.586	4.888	SiO <sub>2</sub>	63,2	34,7
Ekstraksi Benzene (Alkohol)	11,2	10,5	Abu (500 <sup>0</sup> C)	5,1	7,9

### I.2.2. Sifat Thermal, Kimia dan Fisika Bioetanol

Bioetanol dalam kondisi normal bersifat mudah menguap, mudah terbakar, merupakan larutan jernih dan tidak berwarna. Sifat fisika dan spesifikasi bioetanol dalam perdagangan menurut ACS (*American Chemical Society*) dapat dilihat pada Tabel I.4. dan I.5. berikut ini.

Tabel I. 4.Perbandingan sifat termal, kimia dan fisika dari bioetanol dan premium  
[*Renewable Energy-Ethanol*]

No	Keterangan	Unit	Bioetanol	Premium
1	Sifat Thermal			
	a. Nilai kalor		5023,3	8308
	b. Panas penguapan pada 20°C	(kkal/liter)	6,4	1,8
	c. Tekanan uap pada 38°C	(kkal/liter)	0,2	0,8
	d. Angka oktan motor	(Bar)	94	82
	e. Angka oktan riset	(MON)	111	91
	f. Index Cetan	(RON)	3	10
	g. Suhu pembakaran sendiri	(°C)	363	221-260
	h. Perbandingan nilai bakar terhadap premium		0,6	1
2	Sifat Kimia			
	a. Analisis berat:			
	C		52,1	87
	H		13,1	13
	O		34,7	0

	C/H		4	6,7
	b.Keperluan udara (kg udara/kg bahan bakar)		9	14,8
3	Sifat Fisika			
	1. Berat jenis	(g/cm)	0,8	0,7
	2. Titik didih	(°C)	78	32-185
	3. Kelarutan dalam air		Ya	Tidak

Tabel I. 5. Spesifikasi Bioetanol Menurut American Chemical Society (ACS)  
[Renewable Energy-Ethanol]

Spesifikasi bioethanol	Kandungan 95% alkohol	Kandungan 100% alkohol
<i>Specific gravity</i> , 20/20 °C (maks)	0,816	0,7905
Kemurnian, % vol (min)	95	99,9
Keasaman, % berat sbg as. asetat (maks)	0,002	0,002
Bahan tidak menguap, g/100mL (maks)	0,001	0,001
Kelarutan dengan air	larut semua	larut semua
Waktu uji permanganat, menit (min)	50	30
Bau	tidak ada bau	tidak ada bau
	asing	asing
Warna, APHA (maks)	10	10
Air, %berat (maks)	-	0,1

Tabel I. 6. Spesifikasi Bioetanol Menurut SNI (Standart Nasional Indonesia)  
7390:2008 gasohol

No.	Sifat	Unit, min/max	Spesifikasi
1.	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)

2.	Kadar methanol	mg/L, max	300
3.	Kadar air	%-v, max	1
4.	Kadar denaturan	%-v, min %-v, max	2 5
5.	Kadar tembaga (Cu)	mg/L, max	0,1
6.	Keasaman sebagai CH <sub>3</sub> COOH	mg/L, max	30
7.	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
8.	Kadar ion klorida	mg/L, max	40
9.	Kandungan belerang	mg/L, max	50
10.	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100mL, max	5,0
11.	pHe		6,5-9,0

Secara umum perbandingan volume yang biasa digunakan untuk bahan bakar alternatif atau yang biasa disebut dengan *gasohol* adalah etanol 10% dan premium 90% (E-10). Namun dibawah ini akan disajikan perbandingan emisi bahan pencemar dari pencampuran bioetanol dan premium yaitu E-10 yang mengandung 10% etanol dan E-85 yang mengandung 85% etanol.

Tabel I. 7. Perbandingan Emisi Bahan Pencemar dari Campuran Bioetanol dan Premium [*Renewable Energy-Ethanol*]

Spesifikasi	Emisi E-10	Emisi E-85
<i>Carbon Monoxide</i> (CO)	Berkurang 25-30%	Berkurang 40%
<i>Carbon Dioxide</i> (CO <sub>2</sub> )	Berkurang 10%	Berkurang 14-102%
<i>Nitrogen Oxides</i>	Berkurang 5%	Berkurang 30%
<i>Volatile Organic Compound</i> (VOCs)	Berkurang 7%	Berkurang 30% lebih
<i>Sulfur Dioxide</i> (SO <sub>2</sub> )	Beberapa pengurangan	Berkurang sampai 80%
<i>Particulates</i>	Beberapa pengurangan	Berkurang 20%



<i>Aldehydes</i>	Meningkat 30-50%	Tidak cukup data
<i>Aromatic (benzene dan butadiene)</i>	Beberapa pengurangan	Berkurang lebih 50%

Berdasarkan penggambaran di atas, dapat dibuktikan bahwa penggunaan bioetanol sebagai aditif untuk menggantikan TEL atau MTBE akan sangat mendukung kebersihan lingkungan karena tidak mengandung bahan beracun maupun zat yang menyebabkan kerusakan ozon [*Renewable Energy-Ethanol*]. TEL atau MTBE adalah suatu senyawa yang digunakan sebagai tambahan pada premium dalam kendaraan bermotor untuk mengurangi emisi dari polusi yang dihasilkan oleh kendaraan tersebut.

### **I.3. Kegunaan dan Keunggulan Etanol dari Biomassa (Bioetanol)**

#### **I.3.1. Kegunaan Etanol dari Biomassa (Bioetanol). (Nurcholis, 2010)**

Bioetanol merupakan produk intermediet yang secara umum digunakan sebagai bahan baku turunan etanol, campuran minuman keras, bahan baku industri farmasi, dan campuran bahan bakar untuk pembakaran. Adapun kegunaan dari bioetanol antara lain adalah sebagai berikut:

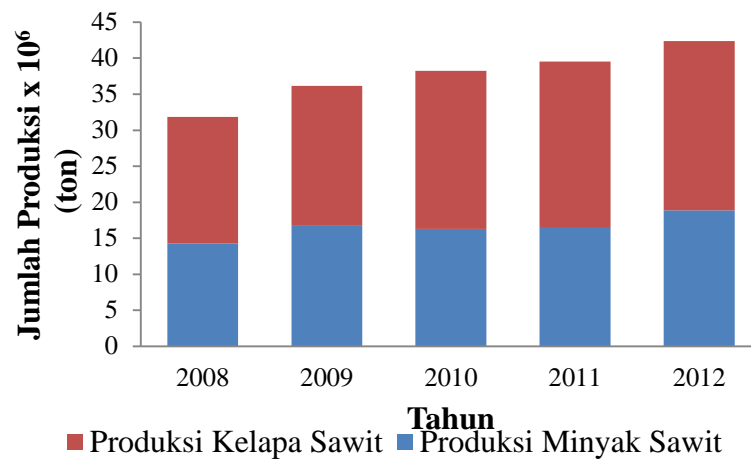
- 1) Dalam industri kimia
  - Sebagai bahan baku untuk membuat senyawa kimia lain seperti: asetaldehid, etil asetat, asam asetat, etilene dibromida, glycol, etil klorida, dan semua etil ester.
  - Bahan pembuat minuman keras atau minuman beralkohol.
  - Bahan pelarut dalam pembuatan cat dan bahan-bahan kosmetik.
- 2) Bidang kedokteran, farmasi, dan laboratorium
  - Sebagai bahan antiseptik.
  - Sebagai pelarut dan reagensia dalam laboratorium dan industri.
  - Sebagai cairan pengisi termometer karena etanol membeku pada suhu  $-114^{\circ}\text{C}$ .

- Sebagai bahan pembuatan sejumlah besar obat-obatan dan juga sebagai bahan pelarut atau sebagai bahan antara di dalam pembuatan senyawa-senyawa lain skala laboratorium.
- 3) Bahan bakar alternatif kendaraan bermotor
- Bioetanol dalam aplikasi sebagai bahan bakar dicampur dengan *gasoline* sehingga menghasilkan gasohol yang ramah lingkungan.

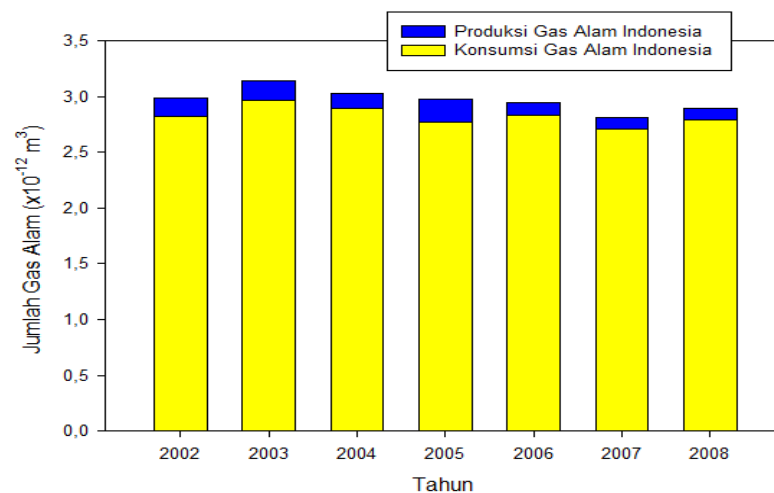
### **I.3.2. Keunggulan Etanol dari Biomassa (Bioetanol) dibandingkan Etanol dari Gas Alam.**

Ditinjau dari segi bahan baku pembuatannya, bioetanol memiliki kelebihan dimana ketersediaan bahan baku yang relatif lebih melimpah karena berasal dari biomassa dan belum banyak dimanfaatkan. Ketersediaan biomassa yang paling melimpah di Indonesia berasal dari industri pengolahan kelapa sawit. Data produksi kelapa sawit di Indonesia serta data produksi minyak sawit di Indonesia menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit dan minyak sawit di Indonesia sejak tahun 2008 hingga 2012 selalu meningkat tiap tahunnya.

Data produksi kelapa sawit dan minyak sawit di Indonesia disajikan pada gambar I.2. Melihat produksi kelapa sawit di Indonesia yang terus meningkat tiap tahunnya serta diikuti oleh peningkatan produksi minyak kelapa sawit tiap tahunnya, maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan biomassa limbah hasil olahan industri minyak kelapa sawit juga akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Jika dibandingkan dengan ketersediaan bahan baku gas alam di Indonesia, bahan baku biomassa limbah kelapa sawit hasil olahan industri minyak sawit lebih menjanjikan. Hal ini dapat terlihat pada data produksi gas alam di Indonesia yang disajikan pada gambar I.3 dimana produksi gas alam Indonesia cenderung menurun. Selain itu, Indonesia juga mengalami defisit gas pada tahun 2011. Defisit yang dimaksud adalah permintaan yang sudah terkontrak untuk memenuhi kebutuhan domestik dan kebutuhan ekspor ataupun dalam bentuk komitmen lebih besar dibandingkan produksi gas, baik yang telah berjalan maupun masih dalam proyek.



Gambar I. 2. Produksi Kelapa Sawit dan Minyak Sawit di Indonesia  
(Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013 dan BPS Republik Indonesia, 2013)



Gambar I. 3. Produksi dan Konsumsi Gas Alam Indonesia  
(Kementerian ESDM, 2009)

Jika ditinjau dari segi bahan baku yang digunakan, maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan bioetanol (etanol dari biomassa) lebih menjanjikan dibandingkan dengan pembuatan etanol menggunakan gas alam.

#### I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar

##### I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas yang populer di Indonesia. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya produksi kelapa sawit di seluruh Indonesia. Data BPS Republik Indonesia dan Direktorat Jenderal Perkebunan menunjukkan bahwa produksi kelapa sawit dan minyak kelapa sawit dari tahun 2005 hingga 2012 mengalami peningkatan.

Data jumlah produksi kelapa sawit dan minyak kelapa sawit disajikan pada Gambar I. 2. Produksi Kelapa Sawit dan Minyak Sawit di Indonesia. Dari seluruh produksi di Indonesia tersebut, provinsi yang memiliki produksi kelapa sawit terbesar adalah Provinsi Riau. Hal ini ditunjukkan oleh data Badan Pusat Statistik yang disajikan pada Tabel I. 8. Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Tiap Provinsi di Indonesia

Tabel I. 8. Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Tiap Provinsi di Indonesia  
(Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013 dan BPS Republik Indonesia, 2013)

Provinsi	2011	2012
Aceh	585.744	616.306
Sumatera Utara	4.071.143	4.142.085
Sumatera Barat	937.715	953.937
<b>Riau</b>	<b>5.736.722</b>	<b>5.840.880</b>
Kepulauan Riau	14.501	14.733
Jambi	1.684.174	1.714.684
Sumatera Selatan	2.203.275	2.242.649
Bangka Belitung	504.268	512.195
Bengkulu	862.450	877.874
Lampung	394.813	401.952
Jawa Barat	16.793	17.170
Banten	25.956	26.561

Kalimantan Barat	1.434.171	1.459.835
Kalimantan Tengah	2.146.160	2.179.572

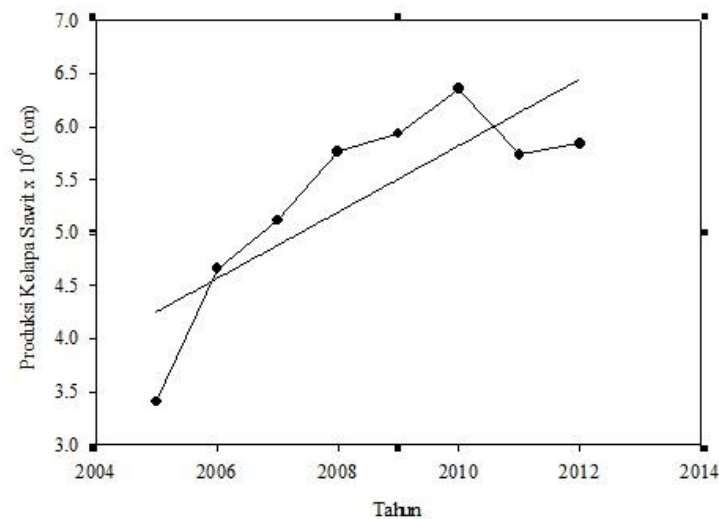
Lanjutan Tabel I. 9. Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Tiap Provinsi di Indonesia

Kalimantan Selatan	1.044.492	1.060.919
Kalimantan Timur	805.587	819.881
Sulawesi Tengah	197.057	200.618
Sulawesi Selatan	33.456	34.126
Sulawesi Tenggara	15.113	15.368
Papua	73.865	75.305
Papua Barat	64.641	65.853

Data detail untuk produksi kelapa sawit di Provinsi Riau menurut Dinas Perkebunan Provinsi Riau disajikan pada Tabel I. 10. Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2005-2012

Tabel I. 10. Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2005-2012  
(Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2010 dan Badan Pusat Statistik, 2013)

Tahun	Produksi Kelapa Sawit (Ton)
2005	3.406.394
2006	4.659.264
2007	5.119.290
2008	5.764.203
2009	5.932.310
2010	6.358.703
2011	5.736.722
2012	5.840.880



Gambar I. 4. Grafik Produksi Kelapa Sawit Provinsi Riau Tahun 2005-2012

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

dimana:  $y = -623.930.741,4297 + 313.309,9762x$

$y_0 = -623.930.741,4297$

$a = 313.309,9762$

$R^2 = 0,92$

Dari persamaan di atas dapat diperkirakan bahwa kapasitas produksi kelapa sawit di provinsi Riau tahun 2016 adalah sebesar 7.702.170,5895 ton. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa prediksi produksi kelapa sawit pada tahun 2016 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Data prediksi produksi kelapa sawit pada tahun 2016 di Provinsi Riau tersebut kemudian digunakan untuk mencari prediksi ketersediaan bahan baku dengan bersumber dari literatur yang diperoleh tentang persentase konversi tandan buah segar kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (Prasertsan, S. dan Prasertsan, P., 1996). Cara perhitungan prediksi ketersediaan bahan baku limbah kelapa sawit pada tahun 2016 adalah :

100% tandan buah segar = 25% minyak kelapa sawit + 75% limbah kelapa sawit

$$\text{Ketersediaan limbah sawit tahun 2016 (ton)} = \frac{75\%}{100\%} \times 7.702.170,5895 \text{ ton}$$

$$\text{Ketersediaan limbah sawit tahun 2016 (ton)} = 5.776.627,9421 \frac{\text{ton limbah sawit}}{\text{tahun}}$$

Sedangkan untuk ketersediaan tandan kosong kelapa sawit didapatkan dari ketersediaan limbah sawit pada tahun 2016 dengan cara sebagai berikut :

75% limbah kelapa sawit = 30% TKKS + 26% serat + 10,23% kernel + 8,77% cangkang

$$\text{Ketersediaan TKKS tahun 2016 (ton)} = \frac{30\%}{75\%} \times 5.776.627,9421 \text{ ton}$$

$$\text{Ketersediaan TKKS tahun 2016 (ton)} = 2.310.651,1768 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

$$\text{Ketersediaan TKKS tahun 2016 (ton)} = 7.702,1706 \frac{\text{ton}}{\text{hari}}$$

Dari data ini dapat disimpulkan bahwa prediksi produksi tandan kosong kelapa sawit pada tahun 2016 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan dan dapat disimpulkan bahan baku yang tersedia cukup.

#### **I.4.2. Analisa Pasar**

Bioetanol yang dihasilkan dari prarencana pabrik ini akan digunakan untuk bahan bakar alternatif pengganti bensin. Konsumsi premium nasional diprediksi akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan karena meningkatnya permintaan akan kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya. Pra rencana pabrik bioetanol berbahan baku tandan kosong kelapa sawit ini direncanakan akan mulai beroperasi secara *semicontinue* pada tahun 2016 dengan waktu konstruksi selama dua tahun dan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol di Indonesia.

Data konsumsi premium skala nasional yang diperoleh dari Pertamina untuk tahun 2005-2012 dapat dilihat pada Tabel I. 11. berikut.

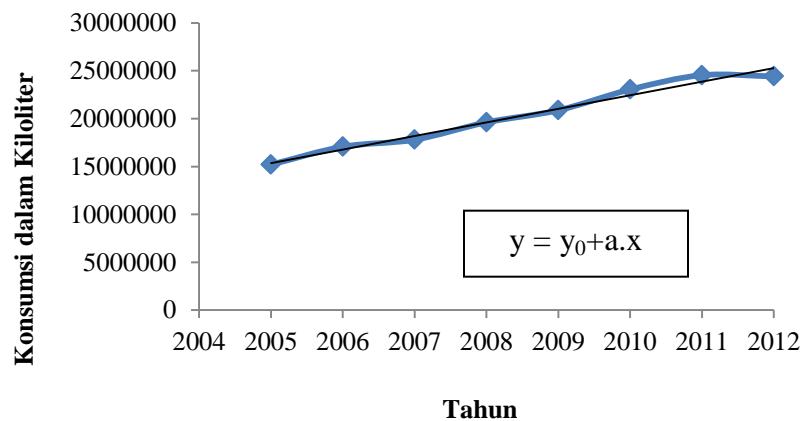
Tabel I. 11. Konsumsi Premium Skala Nasional Untuk Tahun 2005-2012

Tahun	Konsumsi (dalam Kilo Liter)
2005	15.200.000
2006	17.069.600

Lanjutan Tabel I. 12. Konsumsi Premium Skala Nasional Untuk Tahun 2005-2012

2007	17.800.000
2008	19.614.000
2009	20.876.000
2010	23.040.000
2011	24.538.000
2012	24.411.000

Grafik hubungan antara konsumsi premium skala nasional versus tahun dapat dilihat pada Gambar I. 5. berikut.



Gambar I. 5. Konsumsi Premium Nasional (dalam kiloliter) Tahun 2005-2012

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

dimana:  $y = -2,820,298,192.86 + 1,414,297.62x$

$y_0 = -2,820,298,192.86$

$a = 1,414,297.62$

$R^2 = 0.98$

Untuk mendapatkan data konsumsi premium nasional pada tahun 2016, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke-  $x$  yaitu 2016 akan didapatkan harga  $y$  sebesar 30.925.809,0600 kiloliter. Dari data ini dapat disimpulkan



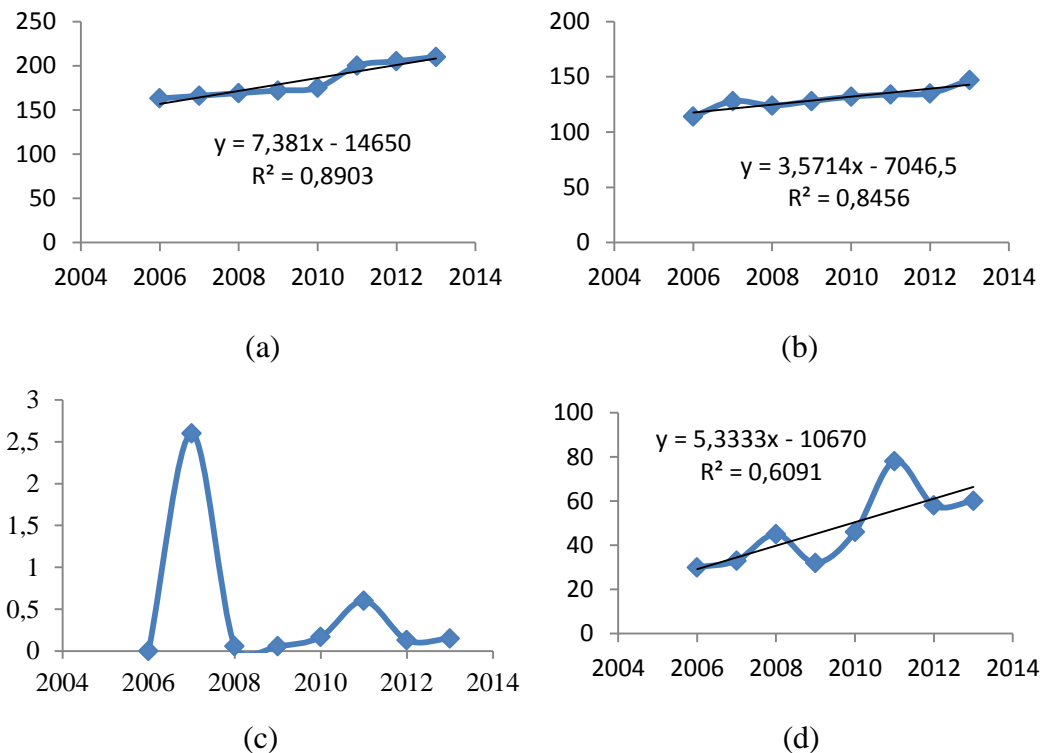
bahwa prediksi konsumsi premium pada tahun 2016 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Di mana, dari semua kebutuhan tersebut masih direncanakan untuk *blending* dengan premium menjadi gasohol. Gasohol yang biasa digunakan untuk pengganti premium adalah E-10, yaitu campuran antara 10% bioetanol dan 90% premium. Maka kebutuhan bioetanol =  $10\% \times 30.925.809,06$  kiloliter/tahun = 3.092.580,9060 kiloliter gasohol/tahun. Sehingga pendirian pabrik bioetanol ini memenuhi 10% dari konsumsi premium nasional. Maka kebutuhan bahan bakar alternatif =  $10\% \times 3.092.580,9060$  kiloliter gasohol/tahun = 309.258,0906 kiloliter bioetanol/tahun = 309.258.090,600 liter/tahun = 309,258 juta liter/tahun.

Sedangkan data konsumsi etanol skala nasional yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik untuk tahun 2006-2013 dapat dilihat pada Tabel I. 13. Ethanol digunakan sebagai bahan bakar dan Industri Kimia dalam Jutaan Liter Berikut.

Tabel I. 13. Ethanol digunakan sebagai bahan bakar dan Industri Kimia dalam Jutaan Liter

Tahun Keterangan	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Produksi	163	166	169	172	175	200	205	210
Impor	0	2,6	0,06	0,06	0,17	0,6	0,13	0,15
Expor	30	33	45	32	46	78	58	60
Konsumsi	114	128	124	128	132	134	135	147
Ketersediaan Ethanol	19	1,74	1,87	10,68	5,31	15,2	8,774	-0,7



Gambar I. 6. Produksi Ethanol (a) dan Konsumsi (b) dari 2006 - 2013; Impor Ethanol (c) dan Ekspor (d) dari 2006 – 2013

Kedua grafik produksi dan konsumsi menunjukkan bahwa pasokan dan permintaan meningkat antara tahun 2006 hingga 2013. Prediksi penawaran dan permintaan di tahun kemudian dihitung dari regresi linier diperoleh di atas. Prediksi kebutuhan etanol untuk industri dan bahan bakar pada 2016 adalah sebagai berikut.

$$y_1 = 7,381x_1 + 14.650$$

di mana  $y_1$  = produksi etanol (juta liter) dan  
 $x_1$  = tahun pembuatan (kode)

Prediksi konsumsi etanol pada 2016 dihitung dengan persamaan regresi yang diperoleh sebagai berikut.

$$y_2 = 3,5714x_2 + 7.046,5$$

dimana  $y_2$  = konsumsi etanol (juta liter) dan  
 $x_2$  = tahun konsumsi (kode)

Sektor ekspor mempengaruhi pasokan nasional dan permintaan etanol sehingga prediksi sektor ekspor etanol pada tahun 2016 dihitung dengan persamaan regresi sebagai berikut.

$$y_3 = 5,3333x_3 + 10.670$$

dimana  $y_3$  = ekspor etanol (juta liter) dan  
 $x_3$  = tahun ekspor (kode)

Prediksi kegiatan keseluruhan yang berkaitan dengan etanol dapat dilihat pada Tabel I. 14. Prediksi Kegiatan Keseluruhan Nasional Ethanol berikut.

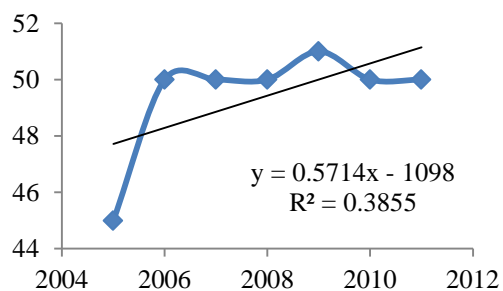
Tabel I. 14. Prediksi Kegiatan Keseluruhan Nasional Ethanol

Kegiatan/tahun	2016
Produksi	230,481
Impor	-0.2124
Ekspor	82,413
Konsumsi	153,4654

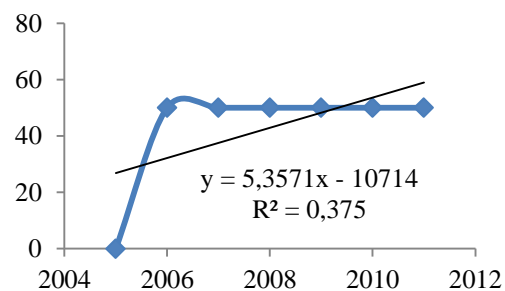
Adapula, lima produsen terbesar etanol di Indonesia: Indo Acidatama (46.200 kL), Indo Lampung Distillery (39.600 kL), Molindo Raya Industrial (39.600 kL), Aneka Kimia Nusantara (14.850 kL), dan PT. Perkebunan Nasional XI (7200 kL) (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2008). Diantara kelima produsen tersebut, salah satu pabrik yaitu PT. Perkebunan Nasional XI telah mengalami kebangkrutan dan diambil alih oleh pihak lain, sehingga data produksi diambil dari tiga pabrik yang memiliki kapasitas besar yaitu 50.000 kL/tahun. Ketiga pabrik tersebut adalah Indo Acidatama, Indo Lampung Distillery, dan Molindo Raya Industrial.

Tabel I. 15. Produsen Terbesar Ethanol dan Kapasitas dalam Jutaan Liter

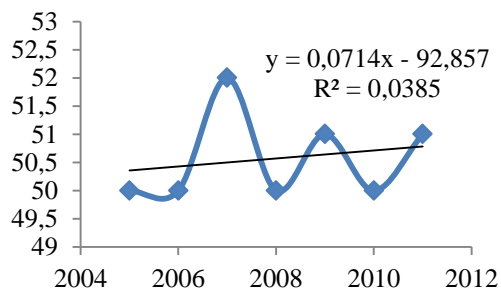
Nama Perusahaan	Tahun						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Indo Acidatama	45	50	50	50	51	50	50
Indo Lampung Distillery	0	50	50	50	50	50	50
Molindo Raya Industrial	50	50	52	50	51	50	51



(a)



(b)



(c)

Gambar I. 7. Kapasitas Ethanol dari Pabrik Indo Acidatama (a), Indo Lampung Distillery (b); dan Molindo Raya Industrial (c) dari 2005 – 2011

Ketiga grafik kapasitas produksi etanol setiap pabrik menunjukkan bahwa pasokan dan permintaan peningkat antara tahun 2005 hingga 2011 meskipun terkadang ada penurunan tetapi masih dalam kisaran kapasitas yang diprediksi setiap pabrik antara tahun 2005 hingga 2011. Prediksi kapasitas produksi setiap pabrik di

tahun kemudian dihitung dari regresi linier diperoleh di atas. Prediksi kapasitas etanol yang diproduksi oleh PT. Indo Acidatama pada 2016 adalah sebagai berikut.

$$y_1 = 0,5714x_1 - 1.098$$

di mana  $y_1$  = kapasitas etanol (juta liter) dan

$x_1$  = tahun pembuatan (kode)

Prediksi kapasitas etanol PT. Indo Lampung Distillery pada tahun 2016 dengan persamaan regresi yang diperoleh sebagai berikut.

$$y_2 = 5,3571x_2 - 10.714$$

dimana  $y_2$  = kapasitas etanol (juta liter) dan

$x_2$  = tahun konsumsi (kode)

Prediksi kapasitas etanol PT. Molindo Raya Industrial pada tahun 2016 dengan persamaan regresi yang diperoleh sebagai berikut.

$$y_3 = 0,0714x_3 - 92,857$$

dimana  $y_3$  = kapasitas etanol (juta liter) dan

$x_3$  = tahun ekspor (kode)

Prediksi kapasitas etanol yang akan diproduksi setiap pabrik pada tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel I. 16. Prediksi Kapasitas Etanol dalam Jutaan Liter berikut.

Tabel I. 16. Prediksi Kapasitas Etanol dalam Jutaan Liter

Nama Perusahaan/tahun	2016
Indo Acidatama	54
Indo Lampung Distillery	86
Molindo Raya Industrial	51

Kapasitas etanol total yang akan diproduksi oleh ketiga pabrik pada tahun 2016 dihitung sebagai berikut.

Jumlah kapasitas etanol = kapasitas etanol Indo Acidatama + kapasitas etanol Indo Lampung Distillery + kapasitas etanol Molindo Raya Industrial

Jumlah kapasitas etanol = 54 + 86 + 51

Jumlah kapasitas etanol = 191 (dalam jutaan liter)

Dengan demikian , kebutuhan etanol total yang diperlukan pada tahun 2016 dihitung sebagai berikut.

Jumlah kebutuhan = total produksi – (total ekspor + total konsumsi + total untuk blending)

Jumlah kebutuhan = 230,481 – (82.413 + 153.4654 + 309,258)

Jumlah kebutuhan = -314,6554

Tanda minus menunjukkan bahwa masih banyak produksi etanol yang diperlukan. Produksi etanol yang diperlukan pada 2016 adalah 314.655.400 liter pada 99,6% dengan densitas 823 kg/m<sup>3</sup>. Jika diasumsi masa aktif kerja dari pabrik ini adalah 300 hari/tahun maka kapasitas produksinya sebesar =  
314.655.400 L/300 hari

$$= 1.048.851,333 \text{ L/hari} \times \rho \text{ etanol } 99,6\%$$

$$= 1.048.851,333 \text{ L/hari} \times 823 \text{ kg/m}^3$$

$$= 863.204.647,3 \text{ gram/hari}$$

$$= 863,2046 \text{ ton/hari}$$

Untuk data produksi tandan kosong kelapa sawit nasional pada tahun 2016 yang didapatkan sebesar 2.310.651,1768 ton pertahun atau 7.702,1706 ton tandan kosong kelapa sawit per hari. Kisaran rendemen dari tandan kosong kelapa sawit untuk menjadi bioetanol adalah ±0,1459 ton etanol/ton tandan kosong kelapa sawit atau 14,59% dengan kata lain untuk setiap 0,5029 ton bahan baku tandan kosong kelapa sawit akan dihasilkan bioetanol sebanyak ±0,1459 ton. Jika kapasitas produksi dari prarencana pabrik ini sebesar 863,2046 ton/hari atau 258.961,3942 ton/tahun maka berdasarkan rendemen yang telah disebutkan di atas bahan baku yang dibutuhkan adalah 5.916,4129 ton tandan kosong kelapa sawit/hari atau 1.774.923,881 ton/tahun.

Kebutuhan bahan baku tandan kosong kelapa sawit ini dapat dipenuhi dari daerah penghasil kelapa sawit dan limbah tandan kosong kelapa sawit terbesar di Jambi. Tandan kosong kelapa sawit yang dihasilkan dari provinsi Jambi adalah

sebanyak 7.702,1706 ton/hari atau 2.310.651,1768 ton/tahun. Oleh karena itu lokasi pendirian prarencana pabrik ini adalah di provinsi Jambi, karena dekat dengan lokasi ketersediaan bahan baku yaitu tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah dari pembuatan minyak kelapa sawit dan dekat dengan kilang PT. Pertamina yaitu di daerah Dumai yang terletak di Riau, Pangkalan Brandan yang terletak di Sumatera Utara, di daerah Plaju yang terletak di daerah Sumatera Selatan dan di daerah Kalimantan. Serta kilang pengolahan minyak di PT. Shell yang terletak di Kalimantan.