

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Saat ini, keberadaan sumber energi seperti minyak bumi dan gas alam semakin terbatas, padahal kebutuhan energi merupakan sesuatu yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Energi mempunyai peranan penting dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Kemajuan jaman dan teknologi menyebabkan semakin meningkatnya jumlah pemakaian kendaraan bermotor, terutama kendaraan yang berbahan bakar premium. Konsumsi premium nasional setiap tahunnya meningkat seiring dengan kenaikan permintaan akan kendaraan bermotor. Pada tahun 2008 konsumsi premium sebesar 19,61 juta kiloliter, dan pada tahun 2011 dengan asumsi peningkatan konsumsi premium dari tahun ke tahun didapatkan perkiraan kebutuhan premium sebesar 23,07 juta kiloliter ^[1].

British Petroleum (BP) merupakan suatu perusahaan minyak bumi yang bermarkas di London dan merupakan salah satu dari empat besar perusahaan minyak di seluruh dunia (bersama Shell, Exxon Mobile, dan Total). Menurut publikasi BP yang berjudul "Statistical Review of World Energy 2005", menyatakan bahwa, produksi minyak tertinggi Indonesia terjadi pada tahun 1977, dengan rata-rata sebesar 1.685 ribu barrel/hari, tetapi setelah itu produksi minyak Indonesia tidak pernah lagi mencapai angka tersebut. Pada tahun 2004, produksi minyak Indonesia hanya sebesar 1126 ribu barrel/hari. Angka ini sudah berada dibawah konsumsi bahan bakar minyak Indonesia yang jumlahnya sebesar 1150

ribu barrel/hari. Oleh karena itu, untuk menutupi kekurangan dari kebutuhan bahan bakar nasional, pemerintah Indonesia melakukan impor minyak mentah. Cadangan minyak Indonesia yang diketahui keberadaannya hanyalah sekitar 4,7 miliar barrel. Berdasarkan hasil konversi data dari BP, diketahui bahwa cadangan minyak di Indonesia akan habis dalam jangka waktu kurang dari 15 tahun^[2].

Oleh karena itu, perlu adanya suatu inovasi untuk mengatasi masalah yang akan dihadapi oleh negara Indonesia, yaitu krisis energi, dimana salah satunya adalah mengenai menipisnya cadangan minyak bumi yang ada, sehingga Indonesia tidak perlu melakukan impor minyak mentah untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar. Menipisnya cadangan minyak bumi tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di dunia. Hal ini berdampak pula pada semakin mahalnya harga pasaran minyak bumi di dunia, dimana harga minyak mentah dunia akan semakin mahal seiring dengan meningkatnya permintaan akan minyak dan menipisnya persediaan. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut diatas, maka dilakukan berbagai penelitian seperti pembuatan produk bioetanol. Prarencana pembuatan bioetanol yang rencananya akan didirikan di pulau Madura pada tahun 2011 ini menggunakan bahan baku berupa limbah jagung, yaitu tongkol jagung.

I.1.1. Bioetanol

Bioetanol merupakan salah satu solusi yang sedang dikembangkan untuk mengatasi masalah krisis minyak mentah dunia. Bioetanol dapat dijadikan sebagai salah satu inovasi terbaru untuk mengatasi krisis bahan bakar premium didasarkan pada berbagai alasan seperti :

1. Bioetanol dapat diolah dari berbagai jenis tanaman berpati (ubikayu, jagung, sorgum biji, sagu), tanaman bergula (tebu, sorgum manis, bit), serta serat (jerami, serbuk gergaji, ampas tebu, dan tongkol jagung). Produksi bioetanol dengan menggunakan seluruh jenis bahan baku ini sangat kompetitif, dengan kondisi adanya krisis persediaan minyak mentah dunia dan perkiraan akan meningkatnya harga minyak dunia. Pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku molases dan tanamam berpati sudah banyak berkembang di industri Indonesia, tetapi pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku berserat (lignoselulosa) sedang dikembangkan dan dipublikasikan secara luas. Pengembangan pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku yang berupa limbah atau bahan yang tidak terpakai seperti jerami, dan tongkol jagung juga sangat baik untuk perkembangan industri bioetanol.
2. Dampak positif pemakaian bahan bakar bioetanol terhadap lingkungan adalah akan menciptakan keseimbangan siklus karbondioksida, yang berarti akan mengurangi laju pemanasan global. Pembakaran bensin akan lebih sempurna ketika dicampur dengan bioetanol sebanyak 10% (gasohol) saja, serta akan memperbaiki kualitas udara di kota-kota besar dengan lalu lintas yang padat. Di Indonesia hal ini menjadi krusial, karena aditif timbal (TEL) masih digunakan di luar Jawa-Bali, untuk menggantikan TEL dengan aditif HOMC (*High Octane Mogas Component*) tidak mudah karena biaya produksinya sangat mahal, sehingga hasil uji banyak negara menunjukkan, bioetanol menjadi pilihan yang paling murah ^[37]

Arah pengembangan bioetanol mulai berubah ke arah pengembangan bioetanol generasi kedua, yaitu bioetanol dari biomassa lignoselulosa. Negara-negara Eropa menargetkan di tahun 2014 bioetanol generasi kedua sudah bisa diproduksi secara besar-besaran. Saat ini para peneliti di belahan dunia tersebut sedang gencar mencari dan mengembangkan bioetanol generasi kedua ini. Negara-negara tersebut didukung dengan peralatan, fasilitas, dan pendanaan yang kuat. Negara-negara Skandinavia bahkan sudah bisa memproduksi bioetanol generasi kedua dalam skala kecil^[4].

Indonesia memiliki keunggulan dalam hal biomassa lignoselulosa dibandingkan negara-negara beriklim dingin. Pada umumnya negara-negara maju mencari bahan baku karena kurangnya bahan baku didaerahnya sebagai bahan pembuatan bioetanol. Tidak demikian dengan Indonesia yang memiliki biomassa lignoselulosa melimpah, murah, yang kebanyakan disia-siakan. Ada banyak potensi biomassa lignoselulosa di Indonesia, misal hasil dari limbah pertanian seperti: jerami dan tongkol jagung^[5].

Bioetanol saat ini yang diproduksi umumnya berasal dari bahan baku bioetanol generasi pertama, yaitu bioetanol yang dibuat dari gula (tebu, molases) atau pati-patian (jagung, singkong). Pemanfaatan bahan pangan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol akan mengakibatkan ketersediaan bahan baku pangan tersebut akan semakin menipis karena kebutuhan bahan baku pada proses pembuatan bioetanol sangat banyak dan berlangsung secara terus menerus. Hal ini juga akan mengakibatkan naiknya harga bahan baku pangan tersebut karena permintaan pasar yang sangat tinggi^[5]. Untuk menanggulangi hal tersebut maka

produksi bioetanol pada prarencana pabrik ini yang diambil adalah dari bahan baku lignoselulosa yaitu tongkol jagung. Dasar pemilihan tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah karena Indonesia merupakan negara agraris dengan penghasil jagung terbesar di dunia, sehingga jumlah tongkol jagung sebagai buangan atau limbah juga sangat besar. Tongkol jagung merupakan hasil ikutan tanaman pertanian yang paling potensial dan terdapat hampir di seluruh daerah di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa dan Madura. Dengan meningkatnya angka produksi jagung di Indonesia maka produksi tongkol jagung pun akan meningkat. Hal inilah yang menjadi dasar pemilihan bahan baku tongkol jagung sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, sehingga nilai mutu dari tongkol jagung yang bersifat limbah juga semakin meningkat^[5].

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1 Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan limbah yang hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan sisanya dibakar atau dibuang begitu saja. Tongkol jagung mengandung lignoselulosa yang terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tongkol jagung dapat digunakan sebagai substrat pada fermentasi enzim selulase dengan bantuan mikroorganisme seperti *Aspergillus niger*. Enzim selulase berguna untuk proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa secara enzimatik. Glukosa dapat digunakan untuk fermentasi dan menjadi etanol yang biasanya dikenal sebagai bioetanol^[6].

1.2.1.1. Potensi Limbah Jagung

Jagung biasanya dimanfaatkan sebagai bahan pangan oleh berbagai daerah di Indonesia dan juga bagi pakan hewan ternak, hal ini menyisakan tongkol jagung yang cukup banyak dan kurang pemanfaatannya, sehingga tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Tabel 1.1 Kandungan tongkol jagung dalam persen massa^[7]

Komposisi	Persen massa
Air	7,68
Selulosa	32
Hemiselulosa	35
Lignin	20
Protein and Ash	5,32

Produksi tongkol jagung di beberapa kota/kabupaten di Jawa Timur dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.2 Produksi tongkol jagung di beberapa kabupaten/kota di propinsi Jawa Timur

Nama Kabupaten/Kota	Produksi (Ton/tahun)
Sumenep	169.614,94
Tuban	147.225,87
Malang	146.131,74
Jember	142.035,17
Kediri	128.153,20
Probolinggo	123.490,47
Blitar	107.173,26
Lamongan	102.199,19
Sampang	90.973,26
Situbondo	89.590,29
Bangkalan	86.356,57
Ponorogo	78.318,84
Nganjuk	77.575,29
Bondowoso	73.351,05
Lumajang	69.557,97
Jombang	63.926,16

1.2.2 Bioetanol

1.2.2.1 Pengertian Bioetanol

Bioetanol merupakan hasil dari proses kimia melalui proses fermentasi glukosa atau reaksi *ethylene* dengan steam yang digunakan sebagai bahan bakar pengganti alat transportasi. Bioetanol merupakan nama lain dari etanol yang dihasilkan dari bahan-bahan organik yang merupakan bahan yang terdapat di alam dan dapat diperbaharui. Bioetanol dapat mengurangi konsumsi akan bahan bakar dari minyak bumi, sehingga suplai minyak bumi dapat digunakan lebih lama dan tidak cepat habis.

Bioetanol adalah *ethyl alcohol* yang mempunyai rumus molekul C_2H_5OH . Bioetanol merupakan hasil sintesa oksigen yang mengandung bahan kimia organik. Oleh sebab itu bioetanol mempunyai sifat-sifat gabungan yang unik yaitu dapat sebagai pelarut, obat-obatan, minuman, anti beku, bahan bakar dan intermediate untuk pembuatan bahan organik lain. Etanol atau *ethyl alcohol* merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah terbiodegradasi, tak beracun, dan memiliki tingkat polusi sangat kecil bagi lingkungan. Etanol yang terbakar akan memproduksi karbondioksida dan air. Etanol sebagai bahan bakar memiliki angka oktan yang tinggi yaitu 117 dan merupakan yang tertinggi jika digunakan sebagai bahan bakar alat transportasi. Etanol dan *gasoline* yang dicampurkan akan menyempurnakan pembakaran dan mengurangi emisi polusi pada alat transportasi. Hasil pencampuran dari etanol dan *gasoline* ini yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif kendaraan bermotor ini dan biasa disebut dengan “gasohol” [8].

1.2.2.2 Bahan Baku Bioetanol

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi bioetanol antara lain

1. Tanaman dengan kandungan gula murni; contohnya : tebu, sorgum manis, dan bit.
2. Molase yang merupakan hasil samping dari pabrik gula.
3. Bahan berpati atau *starch*; contoh dari bahan berpati yang dapat digunakan adalah ubikayu, jagung, sorgum biji, dan sagu.
4. Tanaman berserat tinggi atau berselulosa; contohnya : jerami, serbuk gergaji, ampas tebu, dan tongkol jagung.

1.2.2.3. Fungsi dan Kegunaan Bioetanol

Bioetanol digunakan dalam berbagai bidang dan dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok yaitu:

- Bahan bakar
- Bahan pembersih, untuk rumah tangga, rumah sakit dan laboratorium
- Bahan pelarut
- Bahan baku industri lain

Penggunaan bioetanol yang disesuaikan dengan kualitas produknya dibedakan menjadi [5].

- *Industrial bioetanol* (95%): digunakan untuk keperluan pelarutan, bahan bakar(*fuel*)
- *Denatured bioetanol* (88%): bahan *intermediate*
- *Fine bioetanol* (96-97%): untuk pabrik farmasi dan kosmetik

- *Anhydrous bioetanol* (99,7-99,8%): keperluan laboratorium

1.2.2.4. Proses Singkat dan Reaksi Pembuatan Bioetanol

Pada intinya proses pembuatan bioetanol terdiri dari 4 tahap utama yaitu *pre-treatment*, yang merupakan proses awal pengolahan bahan baku menjadi bubur atau pulp, kemudian dilakukan proses hidrolisis untuk mengubah karbohidrat, atau selulosa untuk mendapatkan glukosa, setelah proses hidrolisis, dilakukan proses fermentasi menggunakan yeast untuk mengubah glukosa menjadi alkohol. Alkohol yang didapatkan ditingkatkan kemurniannya dengan proses destilasi.

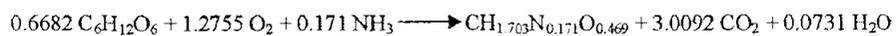
Proses pembuatan bioetanol melalui beberapa tahap reaksi, yaitu :

1. Tahap hidrolisis

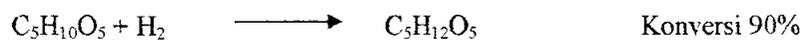
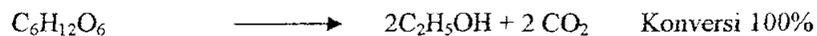


2. Tahap fermentasi

a. Pembuatan starter yeast



b. Fermentasi



1.2.2.5. Potensi Pemanfaatan Bioetanol di Indonesia

Etanol atau bioetanol mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan premium. Bioetanol apabila dicampur dengan premium

dapat meningkatkan nilai oktan, dimana nilai oktan untuk etanol atau bioetanol 98% adalah sebesar 115. Selain itu, karena bioetanol mengandung 30% oksigen, maka campuran bioetanol dengan *gasoline* dapat dikategorikan sebagai *high octane gasoline* (HOG), dimana campuran sebanyak 15% bioetanol setara dengan pertamax (RON 92) dan campuran sebanyak 24% bioetanol setara dengan pertamax plus (RON 95). Hal itu menunjukkan bahwa bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai aditif pengganti *methyl tertiary butyl ether* MTBE untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dan menghasilkan gas buang yang lebih bersih. Pada tahun 2003, pasar HOG menurut Pertamina adalah sebesar 1750 kL/hari, yaitu pertamax (RON 92) sebanyak 1400 kL/hari dan 350 kL/hari berasal dari pertamax plus (RON 95). Pada tahun yang sama etanol diperkirakan dapat memasok 294 kL/hari, dimana 210 kL/hari etanol yang dipasok setara dengan pertamax (RON 92) dan 84 kL/hari etanol yang dipasok setara dengan pertamax plus (RON 95). Pada tahun 2013, maka diperkirakan pasar HOG dan etanol akan meningkat 10 kali lipat terhadap tahun 2003, sehingga dapat dipastikan bioetanol berpotensi untuk diproduksi dan dimanfaatkan^[9].

1.2.2.6. *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cereviceae adalah jamur bersel tunggal dan merupakan mikroorganisme pertama yang dikembangbiakkan oleh manusia untuk membuat makanan (sebagai ragi roti, sekitar 100 SM oleh bangsa Romawi kuno) dan minuman (sebagai jamur fermentasi bir dan anggun, sekitar 7000 SM, di Assyria, Caucasia, Mesopotamia, dan Sumeria). Di Indonesia sendiri, jamur ini telah

melekat dalam kehidupan sehari-hari. *S. cereviceae* banyak digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman, seperti tempe, tape, dan tuak.

Jamur *Saccharomyces cereviceae* atau di Indonesia lebih dikenal dengan nama jamur ragi, telah memiliki sejarah yang luar biasa di industri fermentasi. Dengan kemampuan dalam menghasilkan alkohol inilah, *S. cereviceae* disebut sebagai mikroorganisme aman (*Generally Regarded as Safe*) yang paling komersial saat ini. Dengan menghasilkan berbagai minuman beralkohol, mikroorganisme tertua yang dikembangbiakkan oleh manusia ini memungkinkan terjadinya proses bioteknologi yang pertama di dunia. Seiring dengan berkembangnya genetika molekuler, *S. cereviceae* juga digunakan untuk menciptakan revolusi terbaru manusia di bidang rekayasa genetika.

Kegunaan mikroorganisme ini menjadi semakin penting di dunia industri fermentasi. Saat ini *S. cereviceae* tidak saja digunakan dalam bidang fermentasi tradisional, tetapi mikroorganisme-mikroorganisme *S. cereviceae* baru yang didapatkan dari riset dan aplikasi bioteknologi telah merambah sektor-sektor komersial yang penting, termasuk makanan, minuman, bahan bakar bio, kimia, industri enzim, farmasi, agrikultur, dan lingkungan.

S. cereviceae akan menjadi sel inang yang semakin diperhitungkan dalam pembuatan *low volume, high value* produk bioteknologi, seperti enzim, bahan-bahan kimia, protein terapi, dan produk farmasi lainnya yang berdaya komersial tinggi. Mikroorganisme ini merupakan tulang punggung dalam produksi empat komoditas fermentasi terbesar di dunia. Oleh karena itu, biomassa jamur (baik untuk industri makanan manusia dan ternak) dan produksi tradisional etanol

(untuk industri bir, anggur, minuman suling, dan energi) diperkirakan akan terus menyumbang produksi fermentasi terbanyak di dunia [10].

1.2.2.7. Sifat Fisika Yeast

Yeast adalah bahan pembantu yang berfungsi sebagai media fermentasi. Biasanya digunakan untuk media pada fermentasi gula, tetes, dan sereal menjadi alkohol dan juga untuk pembuatan bir.

Pada kondisi aerob dapat berkembangbiak dengan baik dan pada kondisi anaerobik dapat mengubah gula menjadi alkohol serta mengubah *xylosa* menjadi *xylitol*.

Sifat fisika yeast adalah [10] :

- berwarna putih kekuningan
- mempunyai viskositas
- berbentuk butiran
- tidak beracun
- tidak tahan suhu tinggi (maks. 40°C)
- tidak tahan alkohol berkadar tinggi (maks. 12%)
- pH pertumbuhan optimum 4-5

Pertumbuhan yeast memerlukan media dan nutrisi, media yang dipakai merupakan zat yang mengandung gula, karbohidrat, selulosa dan oksigen.

1.2.2.8. Sifat Fisika Asam Sulfat

Sifat fisika asam sulfat yaitu sebagai berikut

- korosif
- tidak berwarna
- larut dalam air
- spesifik gravitasi asam sulfat murni = 1,84
- titik leleh = 10,4 °C
- titik didih = 315 - 338 °C

Kegunaan:

- sebagai katalis
- sebagai pelebur

Spesifikasi :

- asam sulfat min. 98 % berat
- timah maks. 0,001 % berat
- arsenic maks. 0,0001 % berat
- besi maks. 0,03 % berat
- kandungan air maks. 2 % berat

I.3. 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.3. dan I.4. berikut ini.

Tabel I.3. Perbandingan sifat termal, kimia dan fisika dari bioetanol dan premium ^[2]

No	Keterangan	Unit	Bioetanol	Premium
1	Sifat Thermal			
	a. Nilai kalor	(kkal/liter)	5023,3	8308
	b. Panas penguapan pada 20°C	(kkal/liter)	6,4	1,8
	c. Tekanan uap pada 38°C	(Bar)	0,2	0,8
	d. Angka oktan motor	(MON)	94	82
	e. Angka oktan riset	(RON)	111	91
	f. Index Cetan	(°C)	3	10
	g. Suhu pembakaran sendiri		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.4. Spesifikasi Bioetanol Menurut American Chemical Society (ACS) ^[2]

Spesifikasi bioetanol	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 asing	tidak ada bau asing
Warna, APHA (maks)	10	10
Air, %berat (maks)	-	0,1

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.5. Perbandingan Emisi Bahan Pencemar dari Campuran Bioetanol dan Premium ^[2]

Spesifikasi	Emisi E-10	Emisi E-85
<i>Carbon Monoxide (CO)</i>	Berkurang 25-30%	Berkurang 40%
<i>Carbon Dioxide (CO₂)</i>	Berkurang 10%	Berkurang 14-102%
<i>Nitrogen Oxides</i>	Berkurang 5%	Berkurang 30%
<i>Volatile Organic Compound (VOCs)</i>	Berkurang 7%	Berkurang 30% lebih
<i>Sulfur Dioxide (SO₂)</i>	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^[2]. 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.4. Penentuan Kapasitas Produksi

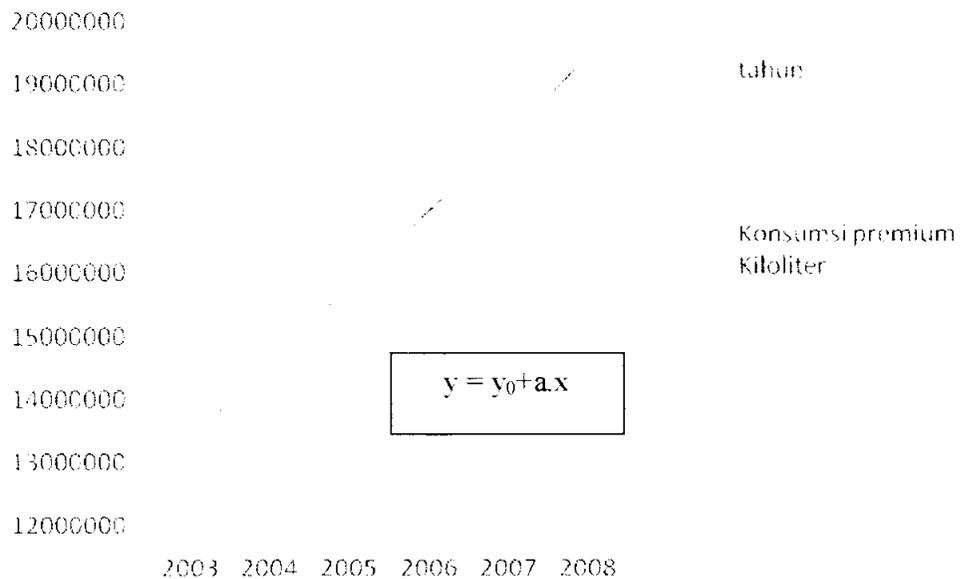
Bioetanol yang dihasilkan dari prarencana pabrik ini akan digunakan untuk bahan bakar alternatif sebagai campuran dengan premium (gasohol) sesuai dengan kebijakan pemerintah yaitu gasohol E-10. Konsumsi premium nasional diprediksi akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan karena meningkatnya permintaan akan kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya. Pra rencana pabrik bioetanol berbahan baku tongkol jagung ini direncanakan akan mulai beroperasi secara kontinyu pada tahun 2011 dengan waktu konstruksi selama dua tahun dan difokuskan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol di propinsi Jawa Timur.

Berikut ini merupakan tabel konsumsi premium skala nasional yang diambil dari data yang diperoleh dari Pertamina untuk tahun 2003-2008.

Tabel I.6. Konsumsi Premium Skala Nasional Untuk Tahun 2003-2008

Tahun	Konsumsi dalam Kilo Liter
2003	12.340.000
2004	16.418.000
2005	15.200.000
2006	17.069.600
2007	17.800.000
2008	19.614.000

Dari data diatas terlihat adanya kecenderungan peningkatan konsumsi dari tahun ke tahun sehingga jika digambar dengan grafik akan didapatkan persamaan linier di bawah ini:

**Gambar.I.1 Konsumsi Premium Nasional (dalam kiloliter) Tahun 2003-2008**

Persaman linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

dimana: $y = -2.412.287.946 + 1.211.017x$

$$y_0 = -2.412.287.946$$

$$a = 1.211.017$$

Untuk mendapatkan data konsumsi premium nasional pada tahun 2011, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke- x yaitu 2011 akan didapatkan harga y sebesar 23.067.241 kiloliter. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa prediksi konsumsi premium pada tahun 2011 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Konsumsi premium di propinsi Jawa Timur mencapai 8,8-9% dari konsumsi premium nasional, karena Jawa Timur termasuk dalam propinsi yang terpadat akan kendaraan bermotor. Maka dari perhitungan didapatkan pada tahun 2011 konsumsi premium di Jawa Timur = $9\% \times 23.067.241$ kiloliter = 2.076.051,69 kiloliter/tahun. Kebutuhan gasohol di Indonesia disumsikan hanya dapat menggantikan 10% dari kebutuhan premium, maka kebutuhan gasohol di Jawa Timur = $10\% \times 2.076.051,69$ kiloliter/tahun = 207.605,169 kiloliter gasohol/tahun. Gasohol yang biasa digunakan untuk pengganti premium adalah E-10, yaitu campuran antara 10% bioetanol dan 90% premium. Maka kebutuhan bioetanol = $10\% \times 207.605,169$ kiloliter gasohol/tahun = 20.760,517 kiloliter bioetanol/tahun.

Saat ini untuk propinsi Jawa Timur sendiri kebutuhan bioetanol disuplai oleh dua pabrik bioetanol yang menghasilkan kapasitas produksi yang cukup tinggi. Berikut adalah pabrik penghasil bioetanol dengan kapasitas produksi terbesar di wilayah Jawa Timur yaitu:

1. PT. Molindo Raya Industrial Lawang, Jatim dengan kapasitas produksi 30.303 liter/hari dengan bahan baku molases.

2. PT. Aneka Kimia Nusantara Mojokerto, Jatim dengan kapasitas produksi 15.152 liter/hari dengan bahan baku molases.

Jika diasumsi masa aktif kerja dari pabrik-pabrik penghasil bioetanol di Jawa Timur adalah 300 hari/tahun maka kapasitas produksi yang harusnya dihasilkan di Jawa Timur yaitu $20.760,517 \text{ kiloliter} / 300 \text{ hari} = 62.910,657 \text{ liter/hari}$. Kapasitas produksi dari kedua pabrik tersebut masih belum bisa mencapai kebutuhan bioetanol di Jawa Timur yang mencapai 62.910,657 liter/hari. Maka kapasitas produksi dari prarencana pabrik yang akan didirikan ini dapat diambil dari kekurangan kebutuhan bioetanol yang telah disuplai oleh kedua pabrik diatas untuk memenuhi kebutuhan bioetanol di Jawa Timur. Kebutuhan Bioetanol yang belum terpenuhi:

$$= 62.910,657 \text{ liter/hari} - (30.310 \text{ liter/hari} + 15.190 \text{ liter/hari})$$

$$= 17.410,657 \text{ liter/hari.}$$

$$= 17.410,657 \text{ liter/hari} \times 300 \text{ hari/tahun}$$

$$= 5.745.516,81 \text{ liter/tahun.}$$

Dengan mempertimbangkan adanya pabrik bioetanol dalam skala kecil maka diasumsi 20% adalah bioetanol yang dihasilkan dari pabrik-pabrik bioetanol dalam skala kecil dan 80% adalah kapasitas yang akan dipilih sebagai kapasitas produksi dari prarencana pabrik ini.

$$\text{Kapasitas Produksi} = 80\% \times 5.745.516,81 \text{ liter/tahun} = 4.596.413,45 \text{ liter/tahun.}$$

Maka kapasitas produksi prarencana pabrik bioetanol ini yang dipilih dengan bahan baku tongkol jagung adalah 4.596.413,45 liter/tahun, jika diketahui densitas

etanol 95% pada 25°C 0,79981 kg/L maka massa etanol yang dihasilkan tiap tahunnya[12]:

$$\begin{aligned} &= 4.596.413,45 \text{ liter/tahun} \times \rho_{\text{etanol } 25^{\circ}\text{C}} \\ &= 4.596.413,45 \text{ liter/tahun} \times 0,79981 \text{ kg/L} \\ &= 3.696.619,551 \text{ kg/tahun.} \end{aligned}$$

Kisaran rendemen dari tongkol jagung untuk menjadi bioetanol adalah $\pm 14,4\%$ dengan kata lain untuk setiap 1000 kg bahan baku tongkol jagung akan dihasilkan bioetanol sebanyak ± 144 kg. Jika kapasitas produksi dari prarencana pabrik ini sebesar 4.596.413,45 liter/tahun atau 3.696.619,551 kg/tahun maka berdasarkan rendemen yang telah disebutkan di atas maka bahan baku yang dibutuhkan adalah 30.805.162,93 kg/tahun atau 30.805,16293 ton tongkol jagung/tahun.

Kebutuhan bahan baku tongkol jagung ini dapat dipenuhi dari daerah penghasil jagung dan limbah tongkol jagung terbesar di Jawa Timur yaitu Kabupaten Sumenep. Limbah tongkol jagung yang dihasilkan dari kabupaten Sumenep adalah sebanyak 169.614,94 ton/tahun. Oleh karena itu lokasi pendirian prarencana pabrik ini adalah di Kabupaten Sumenep, karena dekat dengan lokasi ketersediaan bahan baku yaitu tongkol jagung.