

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dewasa ini, penggunaan bahan bakar di Indonesia meningkat dengan drastis tiap tahunnya. Peningkatan ini menimbulkan menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil. Menipisnya ketersediaan bahan bakar fosil ini menyebabkan semakin tingginya pula harga bahan bakar minyak di pasaran. Menyikapi semakin tingginya harga bahan bakar minyak dunia, pemerintahan Indonesia memberikan subsidi besar-besaran untuk bahan bakar minyak guna menjaga kesejahteraan masyarakat dan angka inflasi negara. Sejak November 2014, pemerintah menurunkan subsidi bahan bakar premium menjadi hanya sebesar Rp 1.300,-/liter (Tempo.com, 2014), dimana sebelum dikeluarkannya kebijakan tersebut, subsidi bahan bakar premium sebesar Rp 3.000,-/liter (jpn.com, 2014). Kenaikan harga bahan bakar akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak dunia. Hal ini mendorong pengembangan teknologi terhadap bahan bakar terbarukan. Salah satu bahan bakar terbarukan tersebut adalah bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari makhluk hidup. Oleh karenanya, produksi bioetanol memiliki peluang pasar yang baik untuk kedepannya. Pada umumnya, bioetanol dibuat dengan menggunakan bahan baku ampas tebu atau jagung (Bryant, 2010). Dalam prarencana pabrik ini digunakan jerami padi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena jerami memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi (Demirbas, 2005). Namun, pemanfaatan jerami padi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol masih belum dikembangkan hingga saat ini. Indonesia merupakan salah satu negara produsen padi terbesar di dunia. Tercatat pada tahun 2013, total produksi padi di Indonesia mencapai ± 71 juta ton (BPS, 2013). Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, produksi padi di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 0,82% dari total produksi padi pada tahun sebelumnya (Puslitbangtan, 2014). Dengan menggunakan persentase peningkatan tersebut, maka pada tahun 2017 dapat diperkirakan bahwa total produksi padi pada tahun 2017 adalah sebesar $\pm 73,36$ juta ton. Dari data produksi tersebut massa jerami

padi yang dapat diperoleh sebesar setengah dari total produksi padi (Ayu, 2012). Oleh karena itu, perkiraan jumlah jerami padi yang dapat dihasilkan pada tahun 2017 adalah sebesar $\pm 36,68$ juta ton.

Kebutuhan akan bioetanol yang cukup besar dan jumlah limbah jerami padi yang besar di Indonesia mendasari pembuatan prarencana pabrik bioetanol dari jerami padi ini. Dengan perkiraan bahwa pabrik akan mulai beroperasi pada tahun 2017, pabrik bioetanol dari kulit jerami memiliki peluang pasar yang sangat baik.

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Sifat Bahan Baku

I.2.1.1. Sifat Bahan Baku Utama

Bahan baku utama dalam prarencana pabrik bioetanol ini adalah jerami padi. Secara umum, jerami padi memiliki sifat-sifat fisik yaitu panjang batang 40-60 cm, batang berupa buluh beruas-ruas yang bagian dalamnya berongga, dan bulk densitasnya 40-256 kg/m³ (Mediastika, 2007).

Secara struktur kimianya, kandungan jerami padi adalah seperti pada Tabel I. 1. berikut (Zhu, dkk., 2005):

Tabel I. 1. Kandungan Jerami Padi

Komponen	Kadar
Selulosa	36,4%
Selulosa dalam lignin	31,8%
Lignin	4,9%
Hemiselulosa	10,2%
Abu	13,5%
Air	3,2%

I.2.1.2. Sifat Bahan Baku Pendukung

- **NaOH**

NaOH merupakan senyawa kimia berbentuk kristal dan berwarna putih pada kondisi suhu dan tekanan ruang. Sifat fisika yang dimiliki oleh NaOH adalah sebagai berikut (MSDS):

Berat Molekul (BM) : 40 g/gmol

Densitas	:	2,13 g/cc
<i>Melting Point</i>	:	323°C
<i>Boiling Point</i>	:	1388°C

Dalam prarencana pabrik ini digunakan NaOH dengan konsentrasi sebesar 2%. Berikut adalah sifat fisika yang dimiliki oleh NaOH 2% (Wolfram, 2014):

Densitas	:	1,019 g/cc
<i>Melting Point</i>	:	-1,898°C
<i>Boiling Point</i>	:	100,5°C

Secara kimia, NaOH memiliki sifat yang korosif dan higroskopis. Senyawa ini sangat mudah larut dalam air dingin, etanol, eter, dan gliserin. NaOH juga mudah bereaksi dengan logam, asam, alkali, zat pengoksidasi, dan zat pereduksi (MSDS).

- **HCl**

HCl tergolong dalam golongan asam kuat. Pada kondisi suhu dan tekanan ruang, HCl berbentuk cairan yang tak berwarna. HCl memiliki berat molekul sebesar 36,46 g/gmol. Dalam praprencana pabrik ini, bahan yang akan digunakan adalah HCl dengan konsentrasi sebesar 37%. Sifat fisika yang dimiliki HCl 2% adalah sebagai berikut (Sigma Aldrich.com):

Densitas	:	1,1900 g/cc
<i>Boiling Point</i>	:	62 °C

Secara kimia, HCl memiliki sifat korosif dan iritan. HCl mudah larut dalam pelarut air dan dietil eter. Senyawa ini sangat mudah bereaksi terhadap senyawa logam dan senyawa asam (MSDS).

- **Enzim Selulase Immobilized**

Enzim selulase merupakan enzim yang dapat memecah senyawa selulosa menjadi gula sederhana. Enzim selulase yang digunakan merupakan immobilized enzim yang diproduksi Plexazym, dengan nama produk

Plexazym 01824 Sigma. Plexazym 01824 Sigma berbentuk padat. Berikut adalah karakteristik dari enzim immobilized selulase (SigmaAldrich, 2011) :

Suhu Optimum	:	45-50°C (Walker, 2010)
Suhu Penyimpanan	:	2-8°C
pH Optimum	:	5 (Walker, 2010)
Dihasilkan oleh	:	<i>Aspergillus sp.</i>

- **Yeast**

Yeast yang digunakan dalam prarencana pabrik bioetanol ini adalah *Saccharomyces cereviseae*. *Saccharomyces cereviseae* merupakan *yeast* yang bersifat fakultatif anaerob dan memiliki bentuk tubuh oval. *Saccharomyces cereviseae* dapat hidup pada kondisi lingkungan dengan suhu 35°C dan pH 4-5 (Lopez, 2009).

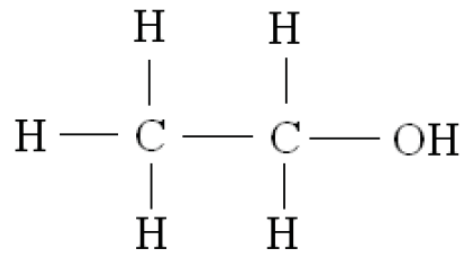
- **Zeolit**

Molecular Shieve Zeolites adalah salah satu jenis adsorben polar berupa kristal alumina silikat berpori yang membentuk molekul-molekul kristal terbuka yang terdiri dari pori yang seragam. Secara umum, mineral zeolit adalah senyawa alumino silikat hidrat dengan logam alkali tanah.

I.2.2. Sifat Bioetanol

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang didapat dari proses fermentasi. Pada suhu ruang, bioetanol berwujud cair bening. Bioetanol memiliki struktur molekul etil alkohol, seperti pada Gambar I.1. Bioetanol merupakan senyawa yang mudah menguap dan mudah terbakar. Berikut adalah karakteristik bioetanol (Warker, 2010) :

Rumus Molekul	:	C ₂ H ₅ OH
Berat Molekul	:	46,07 g/gmol
Densitas	:	0,789 kg/L
<i>Melting Point</i>	:	-117°C
<i>Boiling Point</i>	:	78,5°C



Gambar I.1. Struktur Molekul Bioetanol (Warker, 2010)

Dalam prarencana pabrik ini, bioetanol yang dihasilkan dimurnikan hingga konsentrasi *Fuel Grade Ethanol* (FGE), yakni sebesar 99,5%.

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Bioetanol yang dihasilkan akan digunakan untuk bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yang mulai menipis ketersediaannya. Sebagai bahan bakar alternatif, bioetanol memiliki bilangan oktan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bilangan oktan dari bahan bakar fosil. Bilangan oktan bioetanol dapat mencapai hingga angka 99. Bilangan oktan yang tinggi tersebut dapat meminimalkan terjadinya *knocking* pada mesin (Warker, 2010).

Etanol merupakan salah satu bahan aditif yang dapat meningkatkan bilangan oktan dan mengurangi kandungan air bebas. Hal tersebut mengakibatkan bahan bakar ini dapat digunakan di iklim dingin (Lang, dkk., 2001). Kendaraan yang menggunakan bioetanol murni dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 10-20% bila dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar fosil. Selain itu, bioetanol sendiri merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarukan (Warker, 2010). Hingga saat ini Indonesia masih belum memanfaatkan etanol sebagai campuran bahan bakar fosil. Indonesia mulai merencanakan penggunaan etanol sebanyak 10% sebagai campuran bahan bakar fosil pada tahun 2015.

Penggunaan bioetanol pada kendaraan dapat mengurangi emisi gas CO₂ sebesar 7% jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil dengan menggunakan kendaraan yang sama (Bergeron, 1996). Etanol merupakan bahan bakar beroksigen yang mengandung oksigen sebesar 35%. Dengan demikian, penggunaan bioetanol dapat mengurangi partikulat dan emisi NO_x dari hasil

pembakaran mesin (Demirbas, 2005). Berdasarkan pada SNI-06-3565-1994 untuk etanol campuran bahan bakar adalah sebesar 99,5%.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

Indonesia merupakan salah satu negara agraris. Makanan pokok masyarakat Indonesia adalah nasi. Oleh karenanya, produksi padi di Indonesia sangatlah tinggi. Dengan tingginya produksi padi di Indonesia, maka limbah jerami padi di Indonesia sangatlah banyak pula. Massa limbah jerami dalam padi kurang lebih adalah sebesar setengah dari massa total padi (Ayu, 2012). Dalam prarencana pabrik bioetanol ini, pabrik direncanakan akan berdiri di Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto. Berdasarkan pada kutipan artikel Seruu.com, Komisaris Utama PT. Lumbung Padi Indonesia, Rachmat Gobel mengatakan bahwa pada tahun 2014 tercatat total produksi padi di Mojokerto adalah sebesar 82,68 ribu ton. Maka, jumlah limbah jerami di kawasan Mojokerto dapat mencapai angka 41,34 ribu ton pada tahun 2014. Namun demikian, pemanfaatan jerami untuk bahan bakar alternatif hingga kini masih belum dikembangkan secara maksimal. Pada tahun 2017 diperkirakan bahwa jumlah limbah jerami padi di kawasan Mojokerto adalah sebesar $\pm 41,99$ ribu ton.

Pada tahun 2011, total konsumsi bahan bakar bensin di Indonesia tercatat mencapai 17,39 juta kiloliter (Kompas, 2013). Dikutip dari artikel “Satya Widya Yudha”, Rudi Rubiandini selaku Wakil Menteri ESDM tahun 2012, mengatakan bahwa pada tahun 2012 total konsumsi bahan bakar bensin sebesar 19,56 juta kiloliter. Dalam artikel Liputan 6, tercatat bahwa total konsumsi bahan bakar bensin pada tahun 2013 di Indonesia sebesar 21,20 juta kiloliter. Hal ini menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun, konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia akan terus meningkat. Untuk tahun 2014, tercatat realisasi penyaluran bahan bakar minyak oleh PT. Pertamina hingga akhir bulan Oktober telah mencapai angka 19,54 juta kiloliter. Menurut hasil statistik yang diperoleh Bangka Pos, kebutuhan bahan bakar bensin di Indonesia tiap tahunnya akan meningkat sebesar 5-10%, maka dapat diperkirakan pada tahun 2017 kebutuhan bahan bakar bensin adalah sebesar $\pm 22,5$ juta kiloliter.

Menurut Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, pada tahun 2015 Indonesia menargetkan penggunaan 10% etanol dalam bahan bakar fosil yang digunakan saat ini. Dengan menganggap penggunaan etanol pada bahan bakar fosil

sesuai dengan target yang disampaikan oleh Departemen ESDM, maka kebutuhan etanol untuk bahan bakar yang diperlukan pada tahun 2017 adalah sebesar 2,25 juta kiloliter. Menurut Wakil Ketua Asosiasi Produksi Etanol Indonesia, saat ini total produksi bioetanol di Indonesia sebesar 77.000 kiloliter per tahun. PT. Pertamina menargetkan penggunaan etanol 20% pada bahan bakar bensin pada tahun 2025, untuk mencapai target tersebut, pemerintah telah merencanakan pembangunan kilang bioetanol dengan kapasitas 76.000 kiloliter per tahun yang akan dibangun setiap tahunnya hingga tahun 2025 (SK Pertamina, 2013). Apabila kilang-kilang bioetanol tersebut dapat beroperasi maka dapat diprediksikan bahwa pada tahun 2017 total produksi bioetanol di Indonesia adalah sebesar 305.000 kiloliter per tahun. Berdasarkan pada perbedaan kebutuhan etanol dan prediksi kapasitas produksi bioetanol pada tahun 2017, maka terdapat defisit yang cukup besar. Berikut adalah perhitungan perkiraan defisit bioetanol pada tahun 2017 :

$$\begin{aligned}\text{Defisit} &= \text{Total Kebutuhan} - \text{Kapasitas Produksi di Indonesia} \\ &= 2.250.000 \text{ kiloliter/tahun} - 305.000 \text{ kiloliter/tahun} \\ &= 1.945.000 \text{ kiloliter/tahun}\end{aligned}$$

Defisit bioetanol dan ketersediaan bahan baku jerami padi yang cukup besar memungkinkan didirikannya pabrik bioetanol di Indonesia untuk kedepannya untuk memenuhi kebutuhan etanol tersebut.

I.5. Kapasitas Produksi

Dalam prarencana pabrik bioetanol ini akan ditetapkan kapasitas produksi berdasarkan ketersediaan bahan baku jerami padi di kawasan Mojokerto. Perkiraan ketersediaan bahan baku jerami padi di kawasan Mojokerto pada sepanjang tahun 2017 adalah sebesar $\pm 41,99$ ribu ton (Mojokertokab.go.id, 2015). Ditetapkan pabrik bioetanol dari jerami padi ini akan mengolah 25% dari ketersediaan bahan baku jerami padi di kawasan Mojokerto. Dasar penetapan kapasitas sebesar 25% dari ketersediaan bahan baku ini didasari pada penggunaan bahan baku jerami untuk industri-industri pakan ternak dan kerajinan tangan yang beroperasi di kawasan

Mojokerto dan sekitarnya. Berikut adalah perhitungan jumlah bahan yang dibutuhkan dalam prarencana pabrik ini:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Kebutuhan Bahan Baku} &= 25\% \text{ Ketersediaan Bahan Baku di Mojokerto} \\ &= 25\% \times 41990 \text{ ton/tahun} \\ &= 10497,5 \text{ ton/tahun} \approx 10500 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dengan jumlah kebutuhan bahan baku sebesar 10500 ton/tahun, didapatkan kapasitas produksi bioetanol dari jerami padi dalam prarencana pabrik ini adalah sebesar 2911,1554 kiloliter/tahun. Jumlah kapasitas produksi ini masih jauh dari perkiraan total kebutuhan etanol Indonesia pada tahun 2017. Oleh karenanya dengan jumlah kapasitas produksi yang telah direncanakan tersebut, kapasitas produksi pabrik ini dapat diterima oleh pasar, serta sangat dimungkinkan untuk peningkatan jumlah kapasitas produksi di masa depan.