

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Energi merupakan faktor yang sangat penting dalam setiap aspek kehidupan. Selama ini manusia banyak bergantung pada energi yang bersumber dari fosil, yang merupakan jenis energi yang tidak dapat diperbaharui. Dalam kehidupan yang semakin modern ketergantungan terhadap bahan bakar dari fosil semakin besar, sementara cadangan energi fosil dikhawatirkan semakin menipis dan berpotensi akan terjadinya krisis energi. Selain keterbatasan cadangan, energi fosil juga memberikan dampak yang kurang ramah terhadap lingkungan. Polusi udara yang semakin mengkhawatirkan bagi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia sebagian besar bersumber dari emisi gas buang penggunaan bahan bakar fosil. Oleh karena itu perlunya dikembangkan penelitian dan pemanfaatan energi alternatif yang tidak bersumber dari bahan bakar fosil.

Salah satu energi yang mampu menjadi alternatif untuk mengurangi atau menghemat penggunaan bahan bakar fosil dan bersifat lebih ramah lingkungan adalah bioetanol (C_2H_5OH). Bioetanol saat ini merupakan biofuel yang paling banyak digunakan. Selain sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan bioetanol juga memiliki karakteristik sama seperti bensin. Bioetanol memiliki angka RON yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar minyak lainnya, yaitu mencapai 108,6 (Winangun, 2009).

Di USA pada tahun 2004 produksi etanol (termasuk bioetanol) mencapai 3 sampai dengan 4 *billion gallons* dan terus meningkat dari tahun ke tahun.

Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang prospektif karena memiliki beberapa alasan yakni seperti tidak memberikan kontribusi pada pemanasan global, dapat dicampur dengan *gasoline* sampai 10% (E10) dapat dibuat dari bahan-bahan alami (biomassa) yang dapat diperbaharui (*renewable*) seperti ubi kayu, jagung dan buah-buahan (Wijaya, 2011).

Salah satu biomasa yang tersedia dalam jumlah cukup besar sebagai limbah produksi yang dimanfaatkan untuk bahan baku bioetanol adalah limbah kepala sawit. Dalam sektor perkebunan, kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan terbesar di Indonesia. Menurut BPS (2019), total luas perkebunan kelapa sawit pada tahun 2019 mencapai 14,60 juta ha, dengan jumlah produksi minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil*) 51,8 juta ton. Berbanding lurus dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, maka terjadi pula peningkatan volume limbah kelapa sawit.

Salah satu limbah kelapa sawit yaitu cangkang kelapa sawit (CKS) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Menurut Juliyono (2017), CKS memiliki nilai kalor pembakaran yang relatif tinggi yakni sekitar 17-19 MJ/kg serta ketersediannya yang cukup melimpah, sehingga penggunaan CKS dalam pembuatan bioetanol dapat mengurangi limbah yang dihasilkan pada produksi kelapa sawit.

Berdasarkan uraian diatas, pemanfaatan CKS sebagai pembuatan bioetanol yang ketersediannya cukup melimpah dapat memenuhi kebutuhan sumber energi Indonesia dimasa yang akan datang.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari Cina bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik (Sumardjino, 2009).

Etanol dapat membentuk larutan azeotrop dengan air. Oleh karena itu pemurnian etanol yang mengandung air dengan cara penyulingan biasa hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian sebesar 96%. Etanol murni dihasilkan pertama kali pada tahun 1796 oleh Johan Tobias Lowitz yaitu dengan cara menyaring alkohol hasil distilasi melalui media arang (Sumardjino, 2009).

Lavoisier menyatakan bahwa etanol adalah senyawa yang terbentuk dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808-an Saussure berhasil menentukan rumus kimia etanol. Kemudian pada tahun 1858-an, Couper mempublikasikan rumus kimia etanol. Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus kimianya (Sumardjino, 2009).

Pada tahun 1840 etanol menjadi bahan bakar lampu di Amerika Serikat, pada tahun 1880-an Henry Ford membuat mobil *quadrycycle* dan sejak tahun 1908-an mobil Ford model T telah dapat menggunakan bioetanol sebagai bahan bakarnya. Namun pada tahun 1920-an bahan bakar minyak dari petroleum yang harganya lebih murah menjadi dominan menyebabkan etanol kurang dapat perhatian. Michael Faraday membuat etanol dengan menggunakan hidrasi katalis asam pada etilen di tahun 1982-an, yang digunakan pada proses produksi etanol sintesis hingga saat ini. akhir-akhir ini dengan meningkatnya harga minyak bumi,

bioetanol kembali mendapat perhatian dan telah menjadi alternatif energi yang terus dikembangkan (Sumardjino, 2009).

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar sudah dikenal sejak lama, yaitu sebagai *Component Mogas (Premium)* yang disebut gasohol. Bioetanol selain berfungsi sebagai *octane booster*, juga berfungsi sebagai *oxygenating agent*, karena didalamnya terkandung oksigen maka dapat menyempurnakan proses pembakaran bioethanol. Etanol (C_2H_5OH) dapat dikategorikan dalam dua kelompok utama, yaitu etanol 95 – 96% vol yang disebut etanol berhidrat dan etanol >99,5% vol yang digunakan sebagai bahan bakar atau biasa disebut *Fuel Grade Etanol* (Aiman, 2014).

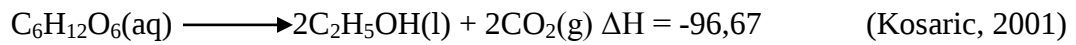
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Etanol

Proses pembuatan etanol dari biomassa saat ini terdiri dari 2 jenis yaitu, proses fermentasi dan jalur gasifikasi. Proses-proses tersebut akan diuraikan sebagai berikut :

1.3.1. Proses Fermentasi

Fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroba seperti bakteri, *yeast*, atau jamur untuk memperoleh produk. Pada proses fermentasi etanol sebelumnya akan di lakukan hidrolisis untuk mengubah selulosa menjadi glukosa kemudian glukosa di fermentasi dengan bantuan *yeast* menjadi bioetanol. Produksi etanol melalui proses fermentasi memiliki selektivitas tinggi (kecilnya akumulasi produk samping, tingginya *yield* etanol), toleransi yang tinggi terhadap penambahan konsentrasi substrat dan konsentrasi etanol serta stabilitas konversi

sebesar 55,1% (Dellweg, 1983). Reaksi yang terjadi pada proses fermentasi ini adalah sebagai berikut.



Alkohol dihasilkan dari proses fermentasi biasanya masih mengandung gas CO_2 (yang ditimbulkan dari pengubahan glukosa menjadi bioetanol) dan aldehid yang perlu dibersihkan (Nurdyastuti, 2005).

1.3.2. Proses Gasifikasi

Dalam proses gasifikasi ini, biomassa diubah menjadi gas sintesis yaitu campuran H_2 dan CO , dan kemudian gas sintesa melalui proses katalisis diubah menjadi alkohol, antara lain etanol. Proses pembuatan bioetanol dari biomassa ini mirip dengan proses pembuatan etanol sintesis yang menggunakan minyak bumi atau batu bara sebagai bahan baku untuk pembuatan gas sintesa. Karena menggunakan bahan baku biomassa, maka etanol yang dihasilkan dinyatakan sebagai bioetanol (D.G Rowe, 2008).

Proses gasifikasi ini dipilih untuk pembuatan etanol dikarenakan proses ini lebih menguntungkan yaitu karena dapat dilakukan secara kontinu sehingga waktu proses untuk menghasilkan etanol jauh lebih cepat dibandingkan dengan proses fermentasi serta untuk pengendalian prosesnya lebih mudah.

1.4. Sifat Fisika-Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku

Dalam proses pembuatan bioetanol bahan baku terbagi menjadi dua yaitu, bahan baku utama dan bahan baku penunjang. Berikut sifat fisika dan kimia dari bahan baku pembuatan bioetanol.

1.4.1.1. Cangkang Kelapa Sawit

Lignin	: 29,4%	
Hemiselulosa	: 27,7%	
Selulosa	: 26,6%	
Abu	: 0,6%	
Komponen ekstraktif	: 4,2%	
Uronat anhidrat	: 3,5%	
Nitrogen	: 0,1%	
Air	: 8,0%	
Densitas	: 400 kg/m ³	
Ukuran Cangkang	: 0,015 m	(Lee, dkk, 2016)

Tabel 1.1. Sifat Kimia Cangkang Kelapa Sawit

Analisa proksimat	
Kadar Air	11,9 %
Kadar Abu	3,4 %
<i>Volatile Matter</i>	66,8 %
<i>Fixed Carbon</i>	17,9 %
Analisa Ultimat	
Unsur C	55,82 %
Unsur H	5,62 %
Unsur N	0,84 %
Unsur O	37,2 %
Unsur S	0,52 %

Sumber: Lee, dkk, 2016

1.4.1.2. Air

Rumus Molekul	: H ₂ O
Berat Molekul	: 18,02 kg/kmol

Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 100 °C	
Densitas (1 atm)	: 1 gr/cm ³	(Perry, 2008)

1.4.1.3. Natrium Hidroksida

Rumus Molekul	: NaOH	
Berat Molekul	: 0,04 kg/kmol	
Wujud	: Solid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 140 °C	
Titik Leleh (1 atm)	: 12 °C	
Densitas (1 atm)	: 2,13 gr/cm ³	(Yaws, 1999)

1.4.1.4. Benfield

Rumus Molekul	: K ₂ CO ₃	
Berat Molekul	: 13,821 kg/kmol	
Wujud	: Solid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: Terdekomposisi	
Titik Leleh (1 atm)	: 891 °C	
Densitas (1 atm)	: 2,13 gr/cm ³	(Merck, 2014)

1.4.2. Produk Utama dan Produk Samping

Dari proses pembuatan bioetanol terdapat dua produk yang dihasilkan, yaitu produk utama dan produk samping. Berikut sifat fisika dan kimia dari produk yang dihasilkan:

1.4.2.1. Etanol

Rumus Molekul	: C_2H_5OH	
Berat Molekul	: 46,07 kg/kmol	
Wujud	: liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 78,4°C	
Titik Leleh (1 atm)	: -112 °C	
Densitas (1 atm)	: 0,8010 gram/cm ³	(Perry, 2008)

1.4.2.2. Karbon Dioksida

Rumus Molekul	: CO_2	
Berat Molekul	: 44,01 kg/kmol	
Wujud	: Gas	
Warna	: Tidak Berwarna	
Titik didih (1 atm)	: -78,5°C	
Titik Leleh (1 atm)	: -57,5 °C	
Densitas (1 atm)	: 1,87 gram/ cm ³	(Perry, 2008)

1.4.2.3. Natrium Karbonat

Rumus Molekul	: Na_2CO_3	
Berat Molekul	: 105,81 kg/kmol	
Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 1600 °C	
Titik Leleh (1 atm)	: 856 °C	
Densitas (1 atm)	: 2,53 gr/cm ³	(Perry, 2008)

1.4.2.4. Tar

Wujud: Gas (Suhu $> 400^{\circ}\text{C}$)

Aerosol (Suhu $< 400^{\circ}\text{C}$)

Padat (Suhu $< 30^{\circ}\text{C}$)

Komponen : n-Heptane dan benzene (Bennedetta, dkk, 2014)

Titik Didih (1 atm) : $> 400^{\circ}\text{C}$

Dew Point (1 atm) : $< 100^{\circ}\text{C}$ (Basu, 2010)