



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Bioethanol

Bioethanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (selulosa) menggunakan bantuan mikroba. Produksi bioethanol dari tanaman yang mengandung selulosa, dilakukan melalui proses konversi lignoselulosa menjadi selulosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis fisik, kimia, dan biologi (Khairani, 2007). Bioethanol merupakan bahan bakar alternatif yang memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18 %. Bioethanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Bioethanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol. Selain itu, bioethanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan kandungan minimal 10 % etanol (Seftian dkk., 2012). Biaya produksi bioethanol tergolong murah karena sumber bahan baku berasal dari limbah pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang rendah (Novia dkk., 2014).

Bioethanol adalah sebuah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18 %. Ada 3 kelompok tanaman sumber bioethanol: tanaman yang mengandung pati (seperti singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, kapuk, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung), bergula (seperti tetes tebu atau molase, nira aren, nira tebu, dan nira sorgum manis) dan serat selulosa (seperti batang sorgum, batang pisang, jerami, kayu, dan bagas). Bahan yang mengandung pati, glukosa, dan serat selulosa ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Tidak ada perbedaan antara etanol biasa dengan bioethanol yang membedakannya hanyalah bahan baku pembuatan dan proses pembuatannya. Etanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH dan rumus



empiris  $C_2H_6O$ . (Arif, 2011). dunia perdagangan disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  (Rama, 2008).

## II. 2 Manfaat Bioetanol

Bioetanol merupakan energi yang dapat dihasilkan dari proses biologi maupun kimia. Energi yang dihasilkan dari proses ini ialah berupa cairan alkohol. Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan dua atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah  $CH_3CH_2OH$  yang disebut iso propil alkohol (IPA) atau propanol-2. Dalam Bioetanol dapat menjadi campuran dalam bahan bakar, menjadi bahan dasar industri farmasi, dan berbagai industri. Mengingat pemanfaatan bioetanol atau etanol beraneka ragam, sehingga grade etanol yang dimanfaatkan harus berbeda sesuai penggunaannya. Etanol yang mempunyai grade 90-96,5% dapat digunakan pada industri. Etanol yang memiliki grade 96-99,5% dapat digunakan sebagai campuran miras dan bahan dasar industri farmasi. Besarnya grade etanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan sebesar 99.5-100%. Perbedaan besarnya grade akan berpengaruh terhadap proses konversi karbihidrat menjadi gula (glukosa) larut dalam air (Indyah, 2007)

## II.3 Pembuatan Bioetanol

Ethanol dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian, dengan demikian Ethanol sering disebut Bioethanol. Secara umum bahan tersebut dibagi dalam tiga golongan yaitu : bahan yang mengandung turunan gula sebagai golongan pertama antara lain molase, gula tebu, gula bit dan sari buah yang umumnya adalah sari buah angur. Golongan kedua adalah bahan-bahan yang mengandung pati seperti biji-bijian (gandum, misalnya), kentang, tapioka. Jenis atau golongan yang terakhir adalah bahan yang mengandung selulosa seperti kayu, bambu dan beberapa limbah pertanian. Selain ketiga jenis bahan tersebut diatas khususnya ethanol dapat dibuat juga dari bahan bukan asli pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain, sebagai contohnya adalah etilen. Bahan-bahan yang mengandung monosakarida ( $C_6H_{12}O_6$ ) sebagai glukosa langsung dapat difermentasi menjadi



ethanol. Akan tetapi disakarida pati, atau pun karbohidrat kompleks harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi komponen sederhana, monosakarida. Oleh karena itu, agar tahap proses fermentasi dapat berjalan secara optimal, bahan tersebut harus mengalami perlakuan pendahuluan sebelum masuk ke dalam proses fermentasi. Disakarida seperti gula pasir ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) harus dihidrolisa menjadi glukosa. Polisakarida seperti selulosa harus diubah terlebih dahulu menjadi glukosa. Terbentuknya glukosa berarti proses pendahuluan telah berakhir dan bahan-bahan selanjutnya siap untuk difermentasi. Secara kimiawi proses fermentasi dapat berjalan cukup panjang, karena terjadi suatu deret reaksi yang masing-masing dipengaruhi oleh enzim-enzim khusus. Hasil atau produk yang diinginkan dari fermentasi glukosa adalah ethanol, mempunyai rumus dasar  $C_2H_5OH$  dan ethanol mempunyai sifat-sifat fisik sebagai berikut :

1. Cairan tidak berwarna
2. Berbau khas, menusuk hidung
3. Mudah menguap
4. Titik didih  $78,32\text{ }^{\circ}C$
5. Larut dalam air dan eter
6. Densitas pada  $15\text{ }^{\circ}C$  adalah 0,7937
7. Spesifik panas pada  $20\text{ }^{\circ}C$  adalah  $0,579\text{ cal/g}^{\circ}C$
8. Panas pembakaran pada keadaan cair adalah 328 Kcal
9. Viskositas pada  $20\text{ }^{\circ}C$  adalah 1,17 cp
10. Flash point adalah sekitar  $70\text{ }^{\circ}C$

Sedangkan untuk sifat kimia etanol adalah sebagai berikut :

1. Berat molekul adalah 46,07 gr/mol
2. Terjadi dari reaksi fermentasi monosakarida
3. Bereaksi dengan asam asetat, asam sulfat, asam nitrit, asam ionida

(Dinda, 2014)



#### II.4 Klasifikasi Bioethanol

Pada Etanol diklasifikasikan menjadi 3 jenis yakni, klasifikasi Etanol berdasarkan hasil kemurniannya, berdasarkan sumber pembuatan, dan juga berdasarkan proses pembuatannya. Pada klasifikasi etanol berdasarkan hasil kemurniannya dibagi menjadi berikut:

1. Alkohol teknis (96,5 °GL) Digunakan terutama untuk kepentingan industri. Sebagai pelarut organik, bahan bakar, dan juga sebagai bahan baku ataupun untuk produksi berbagai senyawa organik lainnya.
2. Spiritus (88 °GL) Bahan ini biasa digunakan sebagai bahan bakar untuk alat pemanas ruangan dan alat penerangan.
3. Alkohol absolute (99,7 – 99,8 °GL) Banyak digunakan dalam pembuatan sejumlah besar obat–obatan dan juga sebagai bahan pelarut atau sebagai bahan didalam pem-buatan senyawa – senyawa lain pada skala laboratorium.
4. Alkohol murni (96,0 – 96,5 °GL) Alkohol jenis ini terutama digunakan untuk kepentingan farmasi dan konsumsi (minuman keras dan lain – lain) (Soebijanto, 1986).

Sedangkan klasifikasi Etanol berdasarkan bahan baku pembuatannya adalah sebagai berikut :

##### 1. Bahan Baku Sumbet Pati

Pada pembuatan bioetanol dengan bahan baku sumber pati, prosesnya lebih panjang dibanding dengan bahan baku sumber gula. Pati diubah dulu menjadi glukosa melalui hidrolisis asam ataupun enzimatik untuk menghasilkan glukosa kemudian gula difermentasi untuk menghasilkan etanol. Pembuatan bioetanol di Amerika banyak menggunakan jagung. Harga substrat yang cukup mahal menyebabkan harga etanol masih cukup tinggi, mengingat 60% dari biaya yang digunakan dalam sistem produksi etanol adalah biaya substrat. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dicari alternatif substrat yang murah dengan ketersediaan yang melimpah sepanjang tahun. Produk pertanian yang memenuhi kriteria tersebut di Indonesia adalah ubi kayu. Ubi kayu merupakan bahan berpati yang sangat melimpah di Indonesia. Selain produktifitasnya tinggi, ubi kayu juga termasuk tanaman yang tidak terlalu



membutuhkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi untuk dapat tumbuh. Pada lahan marjinal dengan tingkat hara yang rendah, ubi kayu masih dapat tumbuh dan menghasilkan pati dalam jumlah besar

## 2. Bahan Baku Sumber Gula

Substrat yang umum digunakan untuk bioetanol adalah yang berasal dari gula tebu (molasses) seperti halnya di Brasilia. Selain molasses, bahan sumber gula lainnya yang dapat digunakan, adalah nira aren, nira kelapa, bit, nipah dan nira batang sorgum manis. Kelebihan dari bahan baku sumber gula ini, yaitu dapat langsung dilakukan gula menjadi etanol, sehingga proses menjadi lebih pendek dan sederhana. Bahan baku yang paling sering digunakan di Indonesia adalah molasses. Molasses merupakan hasil samping dari pabrik gula tebu, sehingga lebih bermanfaat dan efisien. Selain itu, molasses tersedia cukup banyak, mudah didapat, tidak banyak membutuhkan perlakuan awal, penanganannya mudah dan dapat disimpan dalam waktu yang lama tanpa perlakuan khusus. Biasanya bahan baku yang masuk pabrik terlebih dahulu diukur total sugar as invert (TSAI) – nya. Molasses yang dapat diterima sebagai bahan baku pada proses fermentasi bioetanol adalah molasses yang mempunyaikadar TSAI lebih besar dari 52%

Sedangkan untuk klasifikasi Etanol berdasarkan cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

### 1. Non-Fermentasi

Suatu proses pembuatan bioethanol yang tidak menggunakan enzim ataupun jasad renik

### 2. Fermentasi

Suatu proses pembuatan bioethanol dengan metabolisme dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba seperti *Saccharomyces cerevisiae* (Endah, 2007).



## II.5 Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Etanol

Etanol merupakan produk metabolisme primer yang proses pembentukannya berlangsung bersamaan dengan fase pertumbuhan yang dihasilkan secara ekstraseluler. Menurut Madigan et al., (2000).

### 1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan, perbanyakan, dan daya tahan hidup jasad renik, sehingga dibutuhkan suhu yang optimal untuk dapat digunakan dalam fermentasi etanol. Masing-masing mikrobia memiliki suhu optimal, minimum dan maksimum untuk pertumbuhannya maupun untuk memproduksi metabolit. Hal ini disebabkan apabila suhu dibawah minimum dan diatas maksimum aktivitas enzim akan berhenti bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya denaturasi enzim. Pertumbuhan terbaik *Zymomonas mobilis* pada medium fermentasi yaitu pada suhu 25°C dan 30°C. Namun umumnya proses fermentasi dilakukan pada suhu 10-30°C (Untuk *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae* memiliki suhu pertumbuhan optimum yang sama yaitu  $\pm 30^\circ\text{C}$  (Waluyo, 2004).

### 2. Faktor Pertumbuhan Bakteri

Faktor pertumbuhan adalah senyawa-senyawa organik yang sangat dibutuhkan oleh jasad renik, tidak dapat disintesis oleh sel itu sendiri, dan dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Senyawa-senyawa organik yang berfungsi sebagai faktor pertumbuhan dapat digolongkan dalam tiga golongan yaitu : asam amino, purin, pirimidin, dan vitamin. Fungsi dalam faktor tumbuh adalah sebagai koenzim, atau prekursor enzim atau senyawa lain yang penting dalam metabolisme

### 3. Kualitas Substrat

Produksi etanol dipengaruhi oleh pertumbuhan sel mikrobia yang digunakan. Nutrien digunakan untuk kehidupan dan pertumbuhan sel termasuk faktor pertumbuhan seperti vitamin dan mineral. Nutrien dibutuhkan untuk membentuk energi dan menyusun komponen-komponen sel. Komponen organik yang mengandung sumber karbon digunakan sebagai sumber energi bagi mikroba dan kebanyakan menggunakan komponen organik yang mengandung protein



sebagai sumber nitrogen maupun sumber nitrogen organik (Waluyo, 2004).

## **II.6 Pembuatan Bioetanol dari Molases**

Proses produksi atau pembuatan bioethanol di Indonesia sendiri saat ini lebih sering menggunakan bahan baku berupa molasses dengan proses fermentasi. Molasses merupakan hasil samping dari pabrik gula tebu, sehingga lebih bermanfaat dan efisien. Selain itu, molasses tersedia cukup banyak, mudah didapat, tidak banyak membutuhkan perlakuan awal, penanganannya mudah dan dapat disimpan dalam waktu yang lama tanpa perlakuan khusus. Biasanya bahan baku yang masuk pabrik terlebih dahulu diukur total sugar as invert (TSAI) – nya. Molasses yang dapat diterima sebagai bahan baku pada proses fermentasi bioetanol adalah molasses yang mempunyai kadar TSAI lebih besar dari 52% (Huda, 2017).

### **II.6.1 Mollases**

Molases atau tetes tebu merupakan hasil samping (by product) pada proses pembuatan gula. Molases berwujud cairan kental yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molases mengandung sebagian besar gula, asam amino dan mineral. Sukrosa yang terdapat dalam tetes bervariasi antara 25 – 40 %, dan kadar gula reduksinya 12 – 35 %. Komposisi tetes tebu. Tebu yang belum masak biasanya memiliki kadar gula reduksi tetes lebih besar daripada tebu yang sudah masak. Komposisi yang penting dalam molases adalah TSAI (Total Sugar as Inverti ) yaitu gabungan dari sukrosa dan gula reduksi. Molases memiliki kadar TSAI antara 50 – 65 %. Angka TSAI ini sangat penting bagi industri fermentasi karena semakin besar TSAI akan semakin menguntungkan (Kuswurj, 2009).

### **II.6.2 Saccharomyces Cerevisae**

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu mikroba yang telah dikenal sebagai bahan pendukung dalam proses pembuatan bioethanol dari molases dengan fermentasi. mikroba ini memiliki enzim zimase dan invertase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa).



Enzim zimase akan mengubah glukosa menjadi etanol. *Saccharomyces cerevisiae* bersifat fermentative kuat, tumbuh kuat, dan sangat aktif memfermentasi pada suhu 20°C . Khamir yang bersifat fermentative apabila diberi aerasi maka aktivitas fermentasinya akan menurun, dan sebagian glukosa akan dioksidasi menjadi karbondioksida dan air. Khamir yang bersifat fermentative, 70% dari glukosa di dalam substrat akan diubah menjadi karbondioksida dan alkohol (Fardiaz, 1992).

### **II.6.3 Fermentasi**

Fermentasi adalah suatu proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator-katalisator biokimia, yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba-mikroba hidup tertentu (Soebiyanto, 1993). Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik sesuai. Fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan, sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut. Fermentor atau bioreaktor berfungsi sebagai suatu tempat/wadah yang menyediakan lingkungan yang tepat dan dapat dikontrol untuk pertumbuhan dan aktivitas mikrobial atau kultur campuran tertentu untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Ukuran fermentor bervariasi tergantung pada seleksi proses, operasi proses, dan produk yang diharapkan 400-500 liter untuk skala industri. (Rochani, 2016).

### **II.6.4 Evaporasi**

Proses evaporasi yang bertujuan untuk memisahkan suatu cairan dari campurannya berdasarkan titik didihnya. Senyawa yang menguap terlebih dahulu dalam proses ini adalah etanol karena titik didih etanol murni yaitu 78°C lebih rendah dibandingkan dengan pelarut air yaitu 100°C (kondisi standar). Hasil evaporasi kemudian dilakukan pengukuran kadar alkohol dengan menggunakan alkoholmeter. Metode penggunaan alat alkoholmeter yang ada pada lab guna untuk melakukan uji kadar alcohol yang didapat setelah pemisahan pada evaporator. (Setiawati, 2016)



### II.6.5 Distilasi

Distilasi adalah operasi pemisahan komponen-komponen cair dari suatu campuran fase cair, khususnya yang mempunyai perbedaan titik didih dan tekanan uap yang cukup besar. Perbedaan tekanan uap tersebut akan menyebabkan fase cairnya mempunyai komposisi yang perbedaannya cukup signifikan. Fase uap mengandung lebih banyak komponen yang memiliki tekanan uap rendah, sedangkan fase cair lebih banyak mengandung komponen yang memiliki tekanan uap tinggi (Sudjadi, 1989). Proses ini dilakukan dengan mengalirkan pereaksi di atas sebuah katalis secara terus menerus. Proses ini sangat cepat dan menghasilkan etanol dengan kemurnian tinggi, namun terbatas pada ketersediaan sumber bahan baku (Khaidir, 2011) Proses distilasi hanya mampu menghasilkan etanol dengan persentase 95% atau secara teoritis  $< 97,20\%$  (Onuki 2006). Oleh karena itu diperlukannya proses lebih lanjut seperti proses adsorpsi dehidrasi untuk mendapatkan kadar etanol yang lebih tinggi.

### II.6.6 Adsorpsi (Dehidrasi)

Adsorpsi adalah salah satu proses pengeringan etanol melalui suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau campuran cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut. Pemilihan adsorben yang baik didasarkan pada luas permukaannya yang besar Dehidrasi merupakan proses untuk mengadsorpsi impuritis yang terdapat pada ethanol sehingga konsentrasi yang didapatkan 99,5%. Adsorpsi yang digunakan ialah adsorpsi fisika, sehingga tidak terjadi reaksi selama adsorpsi sehingga adsorben dapat diregenerasi dengan mudah dan digunakan untuk adsorpsi kembali. Bahan yang digunakan sebagai adsorben ialah Alumina aktif. (Dyartanti dkk., 2013).