

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

a. Shorgum

Salah satu jenis komoditas hasil pertanian yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku bioethanol di Indonesia adalah tanaman sorghum. Sorghum sangat cocok untuk lahan lahan kering yang saat ini belum terolah dengan baik. Selain biji sorghum yang mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi, batang sorghum juga mengandung kadar gula yang tinggi. Sorghum sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol karena beberapa alasan, diantaranya adalah proses perawatan yang minim, produktifitas yang tinggi serta mempunyai kemampuan adaptasi yang luas dibandingkan tanaman penghasil bioethanol lainnya (Sihono, Wijaya and Human, 2010).

Potensi pengembangan sorghum sebagai bahan baku bioethanol telah menarik perhatian sehingga pengembangan budidaya sorghum terus dilakukan baik melalui pemuliaan tanaman maupun dengan teknologi penanamannya. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi sorghum. Dengan kegiatan pemuliaan tanaman (mutasi) menggunakan sinar gamma bersumber Cobalt-60 terhadap benih sorgum varietas Durra (ICRISAT-India) dan galur mutan harapan Zh-30. Sejumlah galur mutan telah dihasilkan diantaranya memiliki sifat produksi biomasa tinggi, batang manis dan kualitas baik dibandingkan kontrol. Galur-galur mutan tersebut berpotensi untuk diteliti lebih lanjut sebagai bahan baku bioethanol untuk energi (Sihano,2010).

Prospek penggunaan shorgum menjadi bahan baku pembuatan bioethanol sudah banyak diteliti sebelumnya. (Almodares and Hadi, 2009) telah melakukan *review* mengenai prospek pengembangan shorgum sebagai bahan baku pembuatan bioethanol. Dalam penelitian tersebut di simpulkan bahwa bahan bakar etanol dari sorgum adalah pilihan terbaik untuk daerah yang mempunyai iklim yang panas dan kering dengan mempertimbangkan

faktor ekonomi dan lingkungan. Hal tersebut dikarenakan, sorgum manis memiliki toleransi yang lebih tinggi terhadap kekeringan, kelebihan air dan garam, serta tanah yang mengandung alkali. Tanaman sorgum dapat dipanen 3 - 4 bulan setelah ditanam dan dapat ditanam 1 - 2 kali dalam setahun di daerah tropis. Energi yang dihasilkan lebih tinggi daripada tebu, gula bit, jagung, gandum dan lain-lain. Proses produksinya dapat sepenuhnya dimekanisasi dan limbah padatnya memiliki nilai gizi yang lebih tinggi daripada limbah padat dari tebu, bila digunakan untuk hewan makanan. Oleh karena itu, tampaknya sorgum manis adalah tanaman yang paling cocok untuk produksi biofuel di daerah kering di dunia. Kesadaran ini harus mendorong pemerintah negara-negara dengan kondisi iklim seperti itu untuk mempromosikan pengembangan proyek untuk produksi bahan bakar etanol dari sorgum manis.

Namun, aspek sosial (termasuk masalah lingkungan) harus memainkan peran yang lebih signifikan dalam pemilihan bahan baku yang paling cocok untuk industri alkohol.

Dengan cara ini, indikator keuangan tidak selalu menjadi faktor penentu ketika proyek-proyek besar berdampak baru untuk produksi biofuel dipelajari dan diimplementasikan di negara-negara berkembang.

b. Bioethanol

Bioethanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan baku alternatif yang ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Bioethanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioethanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti: tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami dan bagas (Hambali et al., 2007).

c. Fermentasi

Fermentasi merupakan kegiatan mikrobia pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikrobia yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. Contoh bakteri yang digunakan dalam fermentasi adalah *Acetobacter xylinum* pada pembuatan nata decoco, *Acetobacter aceti* pada pembuatan asam asetat. Contoh khamir dalam fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan alkohol sedang contoh kapang adalah *Rhizopus sp* pada pembuatan tempe, *Monascus purpureus* pada pembuatan angkak dan sebagainya. Fermentasi dapat dilakukan menggunakan kultur murni ataupun alami serta dengan kultur tunggal ataupun kultur campuran.

Fermentasi menggunakan kultur alami umumnya dilakukan pada proses fermentasi tradisional yang memanfaatkan mikroorganisme yang ada di lingkungan. Salah satu contoh produk pangan yang dihasilkan dengan fermentasi alami adalah gatot dan growol yang dibuat dari singkong. Tape merupakan produk fermentasi tradisional yang diinokulasi dengan kultur campuran dengan jumlah dan jenis yang tidak diketahui sehingga hasilnya sering tidak stabil. Ragi tape yang bagus harus dikembangkan dari kultur murni.

Kultur murni adalah mikroorganisme yang akan digunakan dalam fermentasi dengan sifat dan karaktersitik yang diketahui dengan pasti sehingga produk yang dihasilkan memiliki stabilitas kualitas yang jelas. Dalam proses fermentasi kultur murni dapat digunakan secara tunggal ataupun secara campuran. Contoh penggunaan kultur murni tunggal pada fermentasi kecap, yang menggunakan *Aspergillus oryzae* pada saat fermentasi kapang dan saat fermentasi garam digunakan bakteri *Pediococcus sp* dan khamir *Saccharomyces rouxii*. (Budyanto, 2011).

d. Teori Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses terjadinya perubahan struktur kimia dari bahan-bahan organik dengan memanfaatkan aktivitas agen-agen biologis terutama enzim sebagai biokatalis. Karena bahan ini hasil proses mikrobial

maka disebut produk fermentasi. Teknologi fermentasi merupakan salah satu cara pengolahan dan pengawetan makanan, baik secara konvensional maupun modern, dengan memanfaatkan mikroba baik langsung maupun tidak langsung. Dan fermentasi dapat disebut juga sebagai proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal.

Gula adalah bahan yang umum dalam fermentasi. Beberapa contoh hasil fermentasi adalah etanol, asam laktat, dan hidrogen. Akan tetapi beberapa komponen lain dapat juga dihasilkan dari fermentasi seperti asam butirat dan aseton. Ragi dikenal sebagai bahan yang umum digunakan dalam fermentasi untuk menghasilkan etanol dalam bir, anggur dan minuman beralkohol lainnya. Respirasi anaerobik dalam otot mamalia selama kerja yang keras (yang tidak memiliki akseptor elektron eksternal), dapat dikategorikan sebagai bentuk fermentasi yang menghasilkan asam laktat sebagai produk sampingannya. Akumulasi asam laktat inilah yang berperan dalam menyebabkan rasa kelelahan pada otot.

Proses reaksi fermentasi :



Asam laktat



Etil alcohol

(Salah satu upaya yang dipercaya untuk mempercepat waktu fermentasi yaitu dengan mencampurkan air tajin)

Agar fermentasi berlangsung dengan baik suhu ruangan harus kira-kira 30° C. Bila suhunya lebih rendah pertumbuhan bakteri asam laktat berlangsung lambat sehingga tidak cukup banyak yang dihasilkan dan akibatnya produk menjadi busuk. Selama fermentasi tampak tumbuh selaput keputih-putihan Mycoderma di atas larutan garam. Selaput ini harus dibuang

secara hati-hati karena mikroorganisme tersebut menggunakan asam yang dihasilkan dalam proses fermentasi untuk keperluannya sendiri, dan akibatnya mikroorganisme pembusuk tumbuh. Untuk mencegahnya, tong fermentasi harus disimpan dalam udara terbuka agar disinari matahari atau diberi lapisan minyak mineral yang netral di atas larutan garam. Lapisan ini menghambat tumbuhnya ragi pembentuk selaput tersebut, karena medium terjadi kekurangan oksigen. Sebaliknya karena bakteri asam laktat bersifat anaerob fakultatif maka pertumbuhannya menjadi lebih baik. (Margono et al., 1993).

e. Destilasi

Destilasi secara umum adalah pemisahan 2 komponen atau lebih berdasarkan perbedaan titik didih senyawanya, Secara sederhana destilasi dapat diartikan sebagai proses penguapan cairan kemudian mengkondensasikannya ke dalam suatu wadah dengan bantuan kondensor. Perbedaan titik didih dari zat-zat cair dalam campuran zat cair tersebut sehingga zat (senyawa) yang memiliki titik didih terendah akan menguap lebih dahulu, kemudian apabila di dinginkan akan mengembun dan menetes sebagai zat murni (destilasi).

Destilasi uap adalah istilah yang secara umum digunakan untuk destilasi campuran air dengan senyawa yang tidak larut dalam air, dengan cara mengalirkan uap air ke dalam campuran sehingga bagian yang dapat menguap berubah menjadi uap pada temperatur yang lebih rendah. Penguapan atau proses molekul melepaskan diri dari ikatannya dapat terjadi jika tekanan parsial air di udara lebih kecil dari tekanan uap jenuh sebenarnya, pada saat terjadi penguapan, juga terjadi kondensasi (pengembunan). Namun, selama tekanan parsial H₂O di udara berada di bawah tekanan uap jenuh, laju penguapan akan lebih besar dari pada laju kondensasi.

Ketika temperatur dinaikkan sampai titik tertentu di mana tekanan uap jenuh pada temperatur tersebut sama dengan tekanan luar, terjadilah pendidihan. Pada proses penguapan, tekanan uap jenuh (*saturated vapor*

pressure /SVP atau *vapor pressure*) lebih kecil dari tekanan udara luar dan tekanan uap jenuh lebih besar daripada tekanan udara luar. Sementara proses mendidih dapat tercapai jika tekanan uap jenuh (SVP) sama dengan tekanan tekanan luar. Penguapan adalah suatu proses yang terjadi pada permukaan zat cair saja (*surface phenomenon*), sedangkan pendidihan terjadi pada bagian volume zat cair (*volume phenomenon*). Pendidihan dapat terjadi pada titik didih tertentu, sedangkan penguapan dapat terjadi pada suhu di bawah titik didih

f. Potensi Sorghum Sebagai Bahan Baku Bioethanol

Sorghum merupakan bahan baku pembuatan ethanol yang sangat prospektif. (Almodares and Hadi, 2009) dalam penelitiannya telah menyimpulkan bahwa sorgum manis dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi ethanol baik untuk kondisi iklim panas dan kering, karena sorgum memiliki toleransi yang lebih tinggi terhadap efek kekeringan dibandingkan dengan tebu dan jagung yang saat ini banyak digunakan untuk produksi biofuel di dunia. Selain itu, kandungan karbohidrat yang tinggi dari tangkai sorgum manis mirip dengan tebu , tetapi kebutuhan air dan pupuk yang jauh lebih rendah dari tebu. Di sisi lain, tingginya kandungan gula dari tangkai sorgum manis membuatnya menjadi lebih cocok untuk difermentasi menjadi etanol. Oleh karena itu, sangat disarankan untuk menanam sorgum manis untuk produksi biofuel di negara-negara yang panas atau kering untuk memecahkan masalah seperti meningkatkan oktan pada bensin dan mengurangi efek rumah kaca.

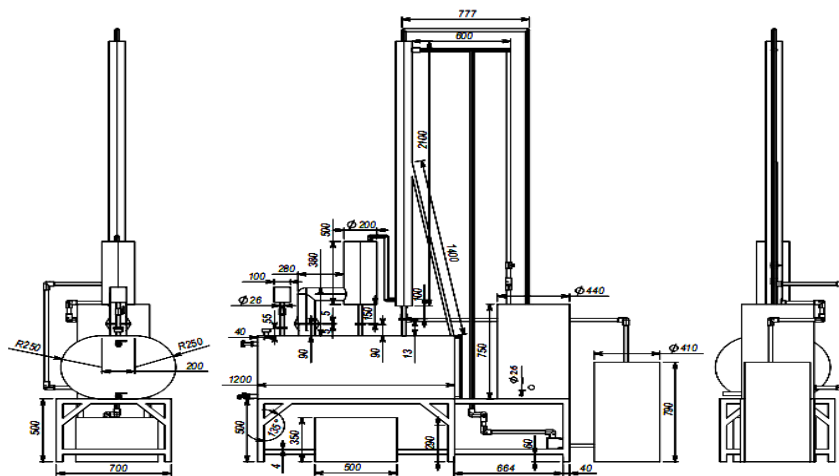
Salah satu bahan yang memiliki potensi sebagai bahan baku untuk bioetanol adalah sorghum. Sorghum memiliki kelebihan dibandingkan tebu dan jagung, yaitu waktu panen yang lebih pendek, membutuhkan sedikit air dan sumber etanol dapat diperoleh dari getah, pati dan pulp. Penelitian yang telah dilakukan oleh (Meldha, Chairul and Amraini, 2012) menggunakan biji sorghum sebagai bahan baku untuk bioetanol dengan sakarifikasi dan proses fermentasi secara bersamaan dengan memvariasikan suhu likuidasi, yaitu 75 ° C, 85 ° C, 95 ° C, dan 105 ° C dan waktu pengambilan sampel adalah 12, 24 ,

48 dan 72 jam. Penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan suhu liquifikasi terbaik konversi pati sorgum menjadi bioetanol dan menentukan waktu fermentasi terbaik pada kadar bioetanol yang dihasilkan. Tes dilakukan dengan alcoholmeter. Hasil penelitian itu menunjukkan bahwa hasil liquifikasi gula terbaik adalah sebesar 14,001 g/l pada suhu 95 ° C dan konsentrasi etanol terbaik adalah 40 g/l pada 48 jam waktu fermentasi dengan suhu liquifikasi 95 ° C.

g. Penelitian Terdahulu

Penelitian dibidang pengolahan bioethanol saat ini telah banyak dilakukan. Winarso dkk pada tahun 2013 telah melakukan penelitian tentang pengembangan alat distilator bioethanol dengan kapasitas 200 liter.

Hasil lengkap proses pengembangan alat distilator sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengembangan Alat Distilator Bioethanol

Spesifikasi Mesin Destilator Bioethanol

Rangka mesin

Rangka utama : Baja profil L dengan ukuran 40 x 40 x 4 mm.

Rangka pendukung : Baja plat dengan ukuran 40 x 4 mm.

Tanki Destilator

a. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm

b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 500 mm

c. Stainless steel profil 50 mm x 30 mm

Menara pendingin

a. Pipa Stainless Steel A 304 Ø ½"

b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 4"

c. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm

Tanki Kondensor

a. Pipa galvanis Ø ¾"

b. Drum galvanis Ø 440 mm dengan tinggi 750 mm

Hopper

a. Pipa tembaga Ø ¾"

b. Pipa Stainless Steel A 304 Ø 4"

c. Plat Stainless Steel A 304 tebal 2 mm

Berdasarkan hasil pengujian pada alat yang dikembangkan tersebut menunjukkan bahwa kadar ethanol yang dihasilkan masih cukup rendah yaitu hanya berkadar 66%. Hasil tersebut tentunya masih perlu untuk dikembangkan lagi sehingga diharapkan alat tersebut mampu menghasilkan kadar yang lebih besar dari kadar yang telah dihasilkan tersebut.

Penelitian lanjutan yang telah dikembangkan adalah pengembangan distilator bioethanol dengan sistem refluks bertingkat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan alat destilator bioethanol dengan fokus pengembangan pada pengembangan menara refluks dengan sistem bertingkat sehingga diharapkan bisa lebih optimal menghasilkan bioethanol dengan kadar tinggi. Pengembangan alat distilator bioethanol ini dimulai dari proses observasi lapangan yang dilanjutkan dengan studi literatur. Tahapan selanjutnya adalah proses perencanaan komponen-komponen dari peralatan tersebut dan dilanjutkan dengan proses pembuatan serta uji coba peralatan. Hasil penelitian ini telah dikembangkan alat destilator bioethanol dengan spesifikasi sebagai berikut: diameter tangki 400 mm, tinggi tangki 500 mm, terbuat dari bahan stainless steel A304 dengan ketebalan 2 mm. Kapasitas tangki yang diijinkan adalah ¾ dari volume tabung atau sebesar 40 liter. Dari hasil uji coba pada hasil proses distilasi fermentasi ketela pohon menghasilkan ethanol dengan kadar 92% (Winarso, Nugraha and Santoso, 2014)

Upaya peningkatan kadar ethanol hingga mencapai Fuel Grade Ethanol telah diteliti oleh (Winarso and Nugraha, 2015) dengan pengembangan alat dehydrator bioetanol model bath dengan bahan baku singkong. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan mesin dehydrator yang mampu menghasilkan bioethanol lebih dari 99%. Pengembangan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu: (1) Tahap perancangan (desain) alat dehydrator bioethanol; (2) Tahap pembuatan alat dehydrator berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan ; (3) Pengujian alat dehydrator yang berorientasi hasil yaitu bioethanol minimal berkadar sekitar 99%. Hasil penelitian ini telah dikembangkan alat destilator bioethanol dengan spesifikasi sebagai berikut: dimensi tangka bahan baku tingginya adalah 250 mm dengan diameter 300 mm, Bagian tabung I terbuat dari pipa stainless steel dengan diameter 100 mm dan tinggi 600 mm. Tebal dari pipa tersebut adalah 2 mm. Tabung II terbuat dari stainless steel yang mempunyai diameter 100 mm dan tinggi 300 mm dengan ketebalan 2 mm. Kondensor dirancang berdiameter 100 mm dan tinggi 600 mm. Dari hasil uji coba pada mesin ini dapat menghasilkan bioethanol dengan kadar 99% .