



KAJIAN PRODUKSI BIOETHANOL DARI RUMPUT GAJAH

Ni Ketut Sari

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri- UPN ”Veteran” Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya-Gunung Anyar-Surabaya Telp : (031)8782179

e-mail: sari_ketut@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian kajian produksi bioethanol dari rumput gajah bertujuan untuk mencari bahan baku alternatif bioethanol dan mengkaji proses hidrolisis asam dan fermentasi. Ketersediaan rumput gajah dapat diperoleh secara kontinyu dan melimpah, merupakan salah satu tanaman yang kurang dimanfaatkan. Rumput gajah hanya digunakan sebagai makanan ternak, terkadang rumput gajah juga dianggap sebagai tanaman pengganggu. Tetapi rumput gajah mempunyai kadar selulosa yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan penghasil ethanol. Sampai saat ini konsumsi ethanol dunia sekitar 63 persen untuk bahan bakar, terutama di Brazil, Amerika Utara, Kanada, Uni Eropa, dan Australia. Di Asia, Jepang dan Korea Selatan konsumsi terbesar ethanol adalah untuk minuman keras. Dalam penelitian ini dilakukan proses hidrolisis pada kondisi tetap : suhu 30 °C, volume larutan HCl 700 ml, waktu hidrolisis 1 jam dan kondisi berubah: berat rumput gajah 25, 30, 35, 40, 45 (gram), pH larutan HCl 1,2,3,4,5. Kemudian dilanjutkan proses fermentasi pada kondisi tetap : suhu 30 °C, pH 4, 5 ; volume fermentasi 500 ml dan kondisi berubah: waktu fermentasi 4, 5, 6, 7, 8 (hari), starter 8 %, 10 %, 12 %, 14 %. Untuk memperoleh produk ethanol yang lebih murni dilakukan proses distilasi. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil, pada proses hidrolisis kadar glukosa yang terbaik 26,29 %, berat rumput gajah kering 35 gram dan pH 4. Pada proses fermentasi kondisi terbaik menggunakan starter Saccharomyces Cerevisiae 10 % selama 6 hari, menghasilkan ethanol 4,32 % sebelum di distilasi dan setelah didistilasi menghasilkan ethanol sebesar 27,71 % dan kadar glukosa sisa 8,09 %. Dari hasil yang diperoleh, rumput gajah dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioethanol.

Kata kunci: bioethanol, fermentasi, hidrolisis, rumput gajah.

ABSTRACT

Study research produce bio-ethanol from bulrush to look for bio-ethanol alternative raw material and study sour hydrolysis process and ferment. Bulrush availability can be obtained by continue and abundance, representing one of the less exploited crop. Bulrush only used as by livestock food, sometimes bulrush is also considered to be intruder crop. But bulrush have cellulose rate able to be used as one of the ethanol producer materials. Till now consume world ethanol about 63 % for the fuel, especially in Brazil, North America, Canadian, Uni Europe, and Australian. In Asia, Japan And biggest South Korea ethanol consumption is to liquor. In this research to process hydrolysis at condition remain to: temperature 30°C, HCL condensation volume 700 ml., hydrolysis time 1 hour and condition change: bulrush weight 25, 30, 35, 40, 45 (gram), HCL condensation pH 1,2,3,4,5. Is later then continued by ferment process [at] condition remain to: temperature 30°C, pH 4, 5; ferment volume 500 ml and condition change: ferment time 4, 5, 6, 7, 8 (day), starter 8 %, 10 %, 12 %, 14 %. To obtain get purer ethanol product to distillation process, from research which have to be obtained by result, at best glucose rate hydrolysis process 26.29%, dry bulrush weight 35 gram and pH 4. At best condition ferment process use saccharomyces cerevisiae starter 10 % during 6 day, yielding ethanol 4.32 % before distillation and after distillation yield ethanol equal to 27.71 % and glucose rate is rest 8.09 %. From result of which is obtained, bulrush can be used as alternative raw material make bio-ethanol.

Keyword: bio-ethanol, ferment, hydrolysis, bulrush



PENDAHULUAN

Ethanol atau *ethyl alcohol* kadang disebut juga ethanol spiritus, ethanol digunakan dalam beragam industri seperti campuran untuk minuman keras seperti sake atau gin, bahan baku farmasi dan kosmetika, campuran bahan bakar kendaraan, peningkat oktan dan bensin ethanol (gasohol). Sampai saat ini konsumsi ethanol dunia sekitar 63 persen untuk bahan bakar, terutama di Brazil, Amerika Utara, Kanada, Uni Eropa, dan Australia. Di Asia, konsumsi terbesar ethanol adalah untuk minuman keras. Fungsi ethanol sebagai campuran bahan bakar kendaraan memiliki prospek bagus karena harga minyak mentah makin tinggi. Ethanol ini berfungsi sebagai penambah volume BBM, sebagai peningkat angka oktan dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pengganti methyl tertiary-butyl ether (MTBE). Karena ethanol mengandung 35 persen oksigen, dapat meningkatkan efisiensi pembakaran, ethanol juga ramah lingkungan karena emisi gas buangnya rendah kadar karbon monoksida, nitrogen oksida dan gas-gas rumah kaca yang menjadi polutan serta mudah terurai dan aman karena tidak mencemari lingkungan.

Ethanol dapat diperoleh dari berbagai bahan hasil pertanian, secara umum bahan tersebut dibagi dalam tiga golongan yaitu : pertama, bahan yang mengandung turunan gula sebagai golongan pertama antara lain molase, gula tebu, gula bit dan sari buah. Kedua, bahan-bahan yang mengandung pati seperti biji-bijian (gandum, kentang, tapioka). Ketiga, bahan yang mengandung selulosa (kayu dan beberapa limbah pertanian). Bahan-bahan yang mengandung monosakarida ($C_6H_{12}O_6$) sebagai glukosa langsung dapat difermentasi menjadi ethanol, akan tetapi disakarida (pati), karbohidrat kompleks harus dihidrolisa terlebih dahulu menjadi komponen sederhana dalam bentuk monosakarida. Disakarida seperti gula pasir ($C_{12}H_{22}O_{11}$) harus dihidrolisa menjadi glukosa, polisakarida seperti selulosa harus diubah terlebih dahulu menjadi glukosa. Secara kimiawi proses fermentasi dapat berjalan cukup panjang, karena terjadi suatu deret reaksi yang masing-masing dipengaruhi oleh enzim-enzim khusus.

Rumput gajah merupakan tanaman tahunan yang berdiri tegak, berakar dalam, dan tinggi dengan rimpang yang pendek. Tinggi batang dapat mencapai 2-4 meter (bahkan mencapai 6-7 meter), dengan diameter batang dapat mencapai lebih dari 3 cm dan terdiri sampai 20 ruas/buku. Tumbuh membentuk rumpun dengan lebar rumpun hingga 1 meter. Pelelah daun gundul hingga berbulu pendek, helai daun bergaris dengan dasar yang lebar, ujungnya runcing. Kandungan nutrien setiap ton bahan kering adalah N : 10-30 kg ; P : 2-3 kg ; K : 30 kg ; Ca : 3-6 kg ; Mg dan S : 2-3 kg. Kandungan lain dari rumput gajah adalah : Protein kasar 5,20% ; Serat kasar : 40,85% ; Glukosa: 2,84 % ; Air: 43,61% (Laboratorium OTK UPN "Veteran" JATIM, BBLK Surabaya)

Selulosa adalah polimer β -glukosa dengan ikatan β -1 sampai 4 diantara satuan glukosanya, selulosa berfungsi sebagai bahan struktur dalam jaringan tumbuhan dalam bentuk campuran polimer homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang beragam. Selulosa merupakan polisakarida terbanyak di bumi dapat diubah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis asam (Groggins, 1985).

Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati, selulosa) menjadi gula, dalam hidrolisis asam biasanya digunakan asam chlorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4) dengan kadar tertentu. Hidrolisis ini biasanya dilakukan dalam tanki khusus yang terbuat dari baja tahan karat atau tembaga yang dihubungkan dengan pipa saluran pemanas dan pipa saluran udara untuk mengatur tekanan dalam udara (Soebijanto, 1986). Khamir adalah mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5 – 20 mikron, biasanya berukuran sampai 5-10x lebih besar dari bakteri, terdapat berbagai macam bentuk ragi, dan bentuk ini tergantung pada pembelahannya. Sel khamir sering dijumpai secara sel tunggal, tetapi apabila anak-anak sel tidak dilepaskan dari induknya setelah pembelahan, maka akan terjadi bentuk yang disebut pseudomiselium. Khamir tidak bergerak, pembelahan khamir terjadi secara aseksual atau tunas.

Proses fermentasi yang dilakukan adalah proses fermentasi yang tidak menggunakan oksigen atau proses anaerob, cara pengaturan produksi ethanol dari gula cukup kompleks, konsentrasi substrat, oksigen, dan produk ethanol, semua mempengaruhi metabolisme khamir, daya hidup sel, pertumbuhan sel, pembelahan sel, dan produksi ethanol. Seleksi galur khamir yang cocok dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi, substrat dan alkohol, merupakan hal yang penting untuk peningkatan hasil (Hall, 1985)



LANDASAN TEORI

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses hidrolisis

Selulosa dari rumput dapat diubah menjadi ethanol dengan proses hidrolisis asam dengan kadar tertentu, proses hidrolisis selulosa harus dilakukan dengan asam pekat agar dapat menghasilkan glukosa (Fieser.1963). Proses hidrolisis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

pH mempengaruhi proses hidrolisis sehingga dapat dihasilkan hidrolisis yang sesuai dengan yang diinginkan, pH yang baik untuk proses hidrolisis adalah 2,3 (Soebijanto,1986). Suhu juga mempengaruhi proses kecepatan reaksi hidrolisis, suhu yang baik untuk hidrolisis selulosa adalah sekitar 21 °C. Konsentrasi mempengaruhi laju reaksi hidrolisis, untuk hidrolisis asam digunakan konsentrasi HCl pekat atau H₂SO₄ pekat (Groggins,1985).

Dalam proses hidrolisis selulosa dalam rumput gajah diubah menjadi glukosa dengan reaksi sebagai berikut:



2. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses fermentasi

Fermentasi pertama kalinya dilakukan perlakuan dasar terhadap bibit fermentor / persiapan starter, dimana starter diinokulasikan sampai benar-benar siap dimasukkan kedalam fermentor (Dwijoseputro), bibit fermentor yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces Cerevisiae*. Khamir mempunyai kurva pertumbuhan tertentu, dengan adanya kurva pertumbuhan ini maka dapat diketahui waktu yang tepat untuk memasukkan khamir ke dalam substrat yang akan difermentasi.

a. Nutrisi

Pada proses fermentasi, mikroorganisme sangat memerlukan nutrisi yang baik agar dapat diperoleh hasil fermentasi yang baik, nutrisi yang tepat untuk menyuplai mikroorganisme adalah nitrogen yang mana dapat diperoleh dari penambahan NH₃, garam amonium, pepton, asam amino, urea. Nitrogen yang dibutuhkan sebesar 400-1000 gram/1000 L cairan. Dan fosfat yang dibutuhkan sebesar 400 gram/1000 L cairan (Soebijanto,1986). Nutrisi yang lain adalah amonium sulfat dengan kadar 70-400 gram / 100 liter cairan.(Judoamidjojo,1992).

b. pH, Suhu dan Waktu

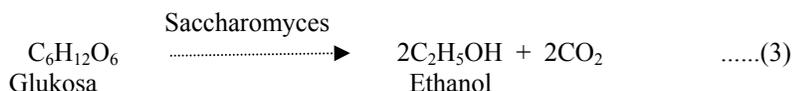
pH yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 4,5 – 5. Tetapi pada pH 3,5 fermentasi masih dapat berjalan dengan baik dan bakteri pembusuk akan terhambat, untuk mengatur pH dapat digunakan larutan NaOH dan HNO₃.

Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah antara 20-30 °C, makin rendah suhu fermentasi, maka akan semakin tinggi ethanol yang akan dihasilkan, karena pada suhu rendah fermentasi akan lebih komplit dan kehilangan ethanol karena terbawa oleh gas CO₂ akan lebih sedikit. Waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi adalah 7 hari (Judoamidjojo.1992)

c. Kandungan gula dan volume starter

Kandungan gula akan sangat mempengaruhi proses fermentasi, kandungan gula optimum yang diberikan untuk fermentasi adalah 25%. Untuk permulaan, kadar gula yang digunakan adalah 16%.(Sardjoko.1991). Volume starter yang baik untuk melakukan fermentasi adalah 1/10 bagian dari volume substrat.

Dalam proses fermentasi ini, glukosa dari hasil fermentasi diubah menjadi ethanol dengan reaksi sebagai berikut :



Pada penelitian terdahulu telah dilakukan penelitian terhadap biji kapas dengan proses hidrolisis yang menggunakan 0,8 % H₂SO₄ pada suhu 120°C selama 1 jam sehingga dihasilkan kadar glukosa tertinggi 13,848 %, glukosa ini mendapat perlakuan fermentasi yang optimum selama 72 jam dengan kadar ethanol 7,86 % setelah proses distilasi.(Rois, 2005). Kemudian dilanjutkan penelitian tentang buah siwalan dilakukan proses hidrolisis dengan pH 2,3 , suhu 100°C , H₂SO₄ 1 N, dengan proses tersebut dapat dihasilkan kadar glukosa optimum sebesar 21,86 % kemudian dilakukan proses fermentasi dengan penambahan optimum (NH₄)HPO₄ sebesar 9 gram sehingga didapatkan 9,92 % ethanol setelah distilasi dan kadar glukosa sisa

sebesar 8,02 % (Eri, 2007). Pada PT. MOLINDO RAYA INDUSTRIAL dilakukan proses fermentasi pada molasses dengan kadar glukosa 12 % menghasilkan ethanol dengan kadar 9 % sebelum proses distilasi, setelah proses distilasi dapat dihasilkan kadar ethanol 96-99,9%, pada proses fermentasi suhunya dijaga 33 °C dan pH 4,5 serta ditambahkan bahan-bahan penunjang seperti urea, SP 36, asam sulfat, defoaming agent.

METODE PENELITIAN

1. Kondisi yang digunakan

a. Proses Hidrolisis

- Kondisi tetap : suhu 30 °C, volume larutan HCl 700 mL, waktu 1 jam
- Kondisi berubah : berat rumput gajah : 25,30,35,40,45 (gram) ; pH larutan HCl : 1,2,3,4,5

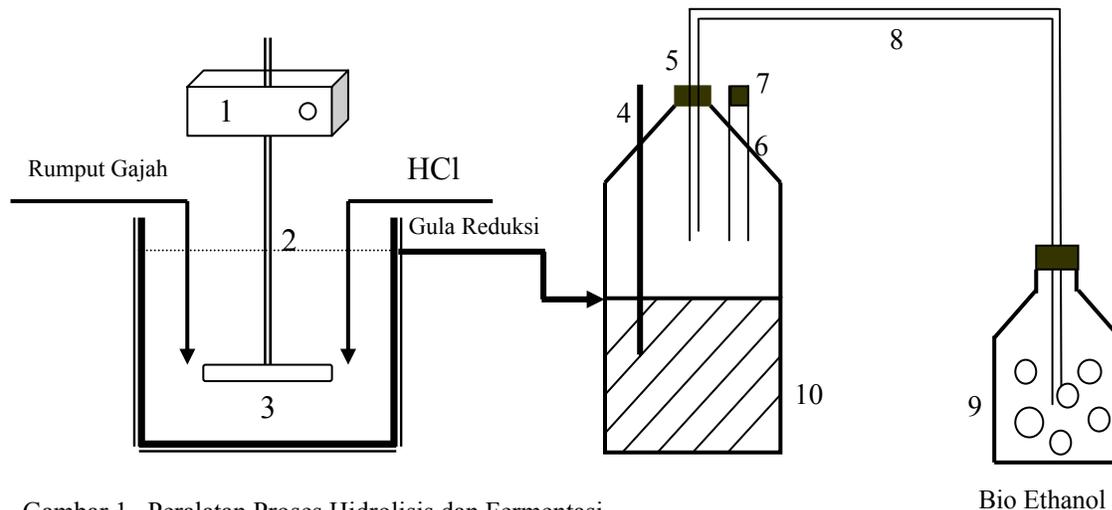
b. Proses fermentasi

- Kondisi tetap : suhu 30 °C, pH hidrolisis 4,5 ; volume fermentasi 500 mL
- Kondisi berubah : waktu : 2,3,4,5,6,7,8 (hari) ; starter : 8%,10%,12%,14%

c. Proses Distilasi

Suhu 80 °C dan volume bottom yang tertinggal kurang lebih 1/10 bagian dari volume awal.

2. Prosedur Penelitian



Gambar 1. Peralatan Proses Hidrolisis dan Fermentasi

Keterangan gambar :

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. Motor pengaduk | 6. Lubang untuk nutrient |
| 2. Pengaduk (Impeller) | 7. Tutup |
| 3. Tangki | 8. Selang |
| 4. Thermometer | 9. Tempat Penampung Bio Etanol |
| 5. Tutup sumbat | 10. Botol fermentasi |

a. Hidrolisis

1. Menimbang rumput gajah seberat variabel yang telah dijalankan (25,30,35,40,45 gram).
2. Merendam rumput gajah ke dalam 700 ml larutan HCl sesuai dengan pH yang dijalankan dan pada suhu 30°C selama 1 hari.
3. Menyaring larutan tersebut dan mengambil filtratnya.
4. Menganalisa kadar glukosa pada filtrat hasil hidrolisa dan mencari kondisi terbaik untuk dilakukan fermentasi.



5. Menambahkan Asam Sitrat ke dalam filtrat hasil hidrolisa yang akan difermentasi hingga mencapai pH fermentasi yang telah ditetapkan 4,5
6. Kemudian dianalisa kadar glukosa

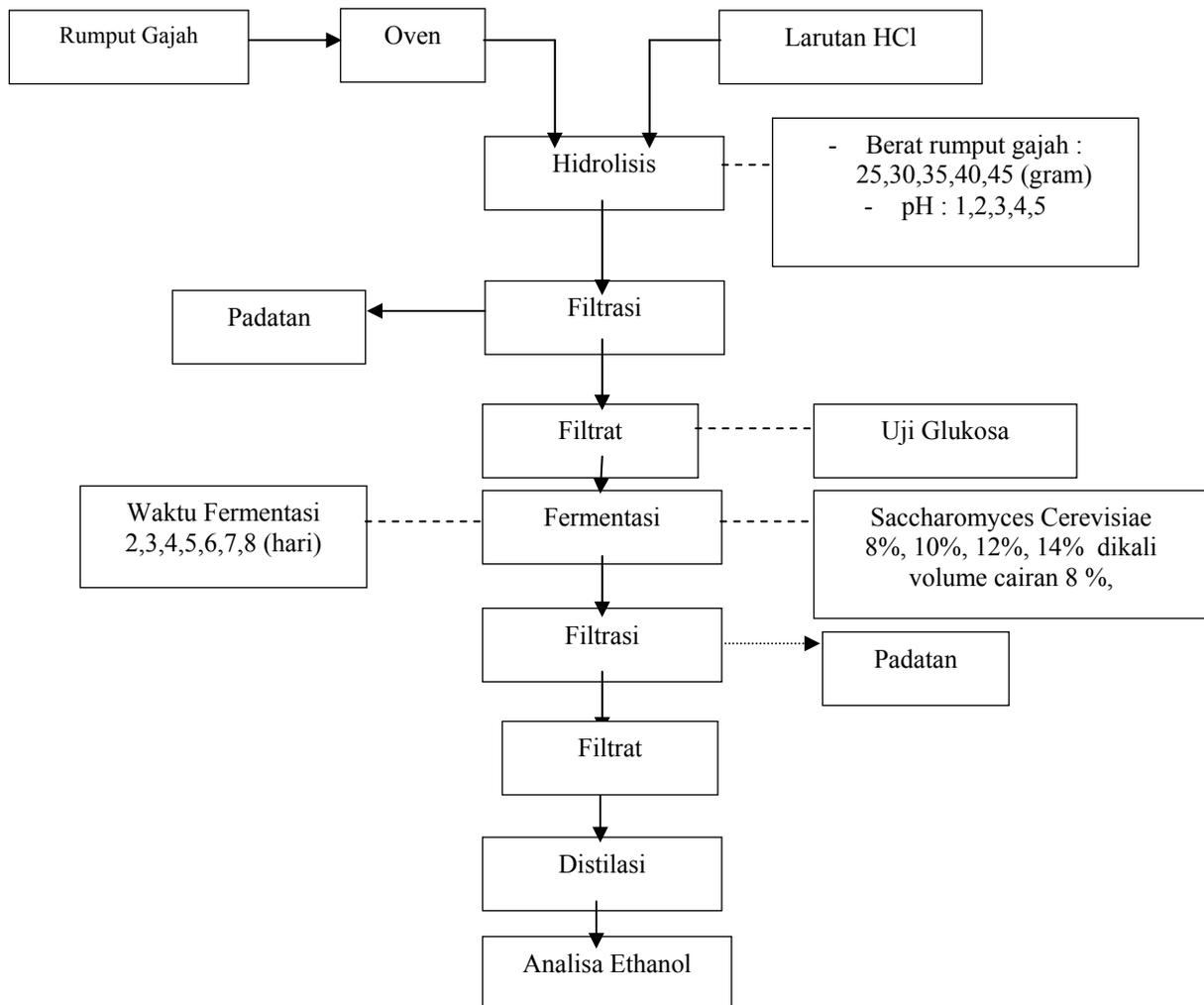
b. Fermentasi

1. Hasil glukosa terbaik yang diperoleh dari proses hidrolisis, yaitu glukosa yang diperoleh dari hidrolisis rumput gajah sebanyak 35 gr dengan pH 4 untuk larutan HCl sebanyak 700 ml.
2. Menambahkan Asam Sitrat ke dalam filtrat hasil hidrolisa yang akan difermentasi hingga mencapai pH fermentasi yang telah ditetapkan (4,5).
3. Memasukkan starter ke dalam larutan tersebut dalam kondisi anaerobik.
4. Menutup rapat botol dan mengamati selama 1-7 hari.
5. Kemudian dianalisa kadar ethanol.

c. Distilasi

Hasil dari fermentasi yang didapat dimasukkan kedalam labu distilasi untuk mendapatkan alkohol dari glukosa, Proses distilasi ini dijalankan pada suhu 70 - 80°C, setelah volume larutan bottom tinggal 10 % distilasi dihentikan, kemudian dianalisa kadar ethanolnya.

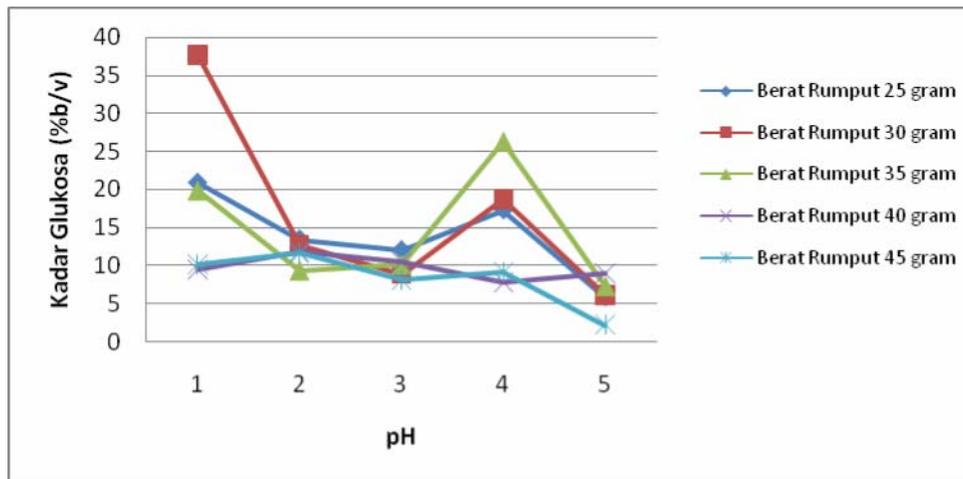
3. Skema Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Hidrolisis

Setelah didapat hasil analisa kadar glukosa awal (2,84 % berat), selanjutnya dilakukan proses hidrolisis untuk memecah selulosa yang terkandung dalam rumput gajah menjadi glukosa, hasil analisa yang didapat untuk kadar glukosa setelah hidrolisis adalah sebagai berikut :



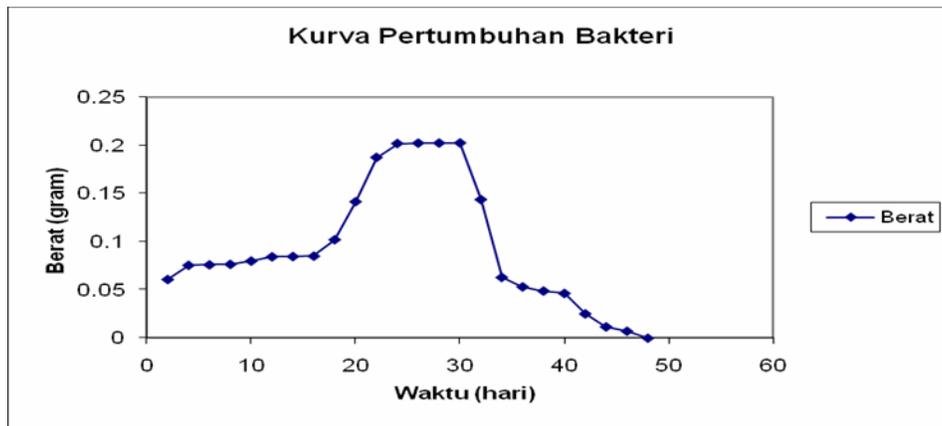
Gambar 2. Pengaruh pH hidrolisis dan berat rumput gajah terhadap kadar glukosa

Dari Gambar 2 diketahui bahwa sesudah berat rumput gajah 40 gram cenderung terjadi stagnasi kadar glukosa dan penurunan kadar glukosa. Hal ini disebabkan oleh terlalu banyak rumput gajah yang dimasukkan ke dalam larutan asam sehingga rumput gajah tidak dapat terhidrolisis dengan sempurna.

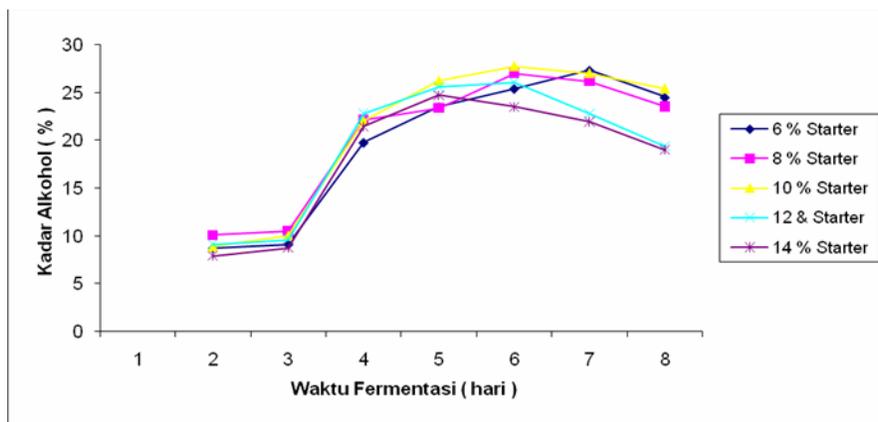
Dari kondisi yang dijalankan dalam proses hidrolisis kadar glukosa terbaik sebesar 37,66994 % yang diperoleh dari proses hidrolisis pada pH 2 dengan berat rumput gajah sebesar 30 gram. Hasil hidrolisis ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Soebijanto bahwa pH terbaik untuk hidrolisis adalah 2,3. terbaik Kadar glukosa yang digunakan dalam proses fermentasi adalah sebesar 26,28684 % yang diperoleh dari proses hidrolisis pada pH 4 dengan berat rumput gajah sebesar 35 gram. Kondisi ini dipilih karena kadar glukosa optimum yang dikemukakan oleh Sardjoko untuk proses fermentasi adalah sebesar 25 %. Glukosa sebanyak 26,2864 % inilah yang akan difermentasi dengan variasi hari dan jumlah starter yang digunakan.

2. Pemiakan Bakteri *Saccharomyces Cerevisiae*

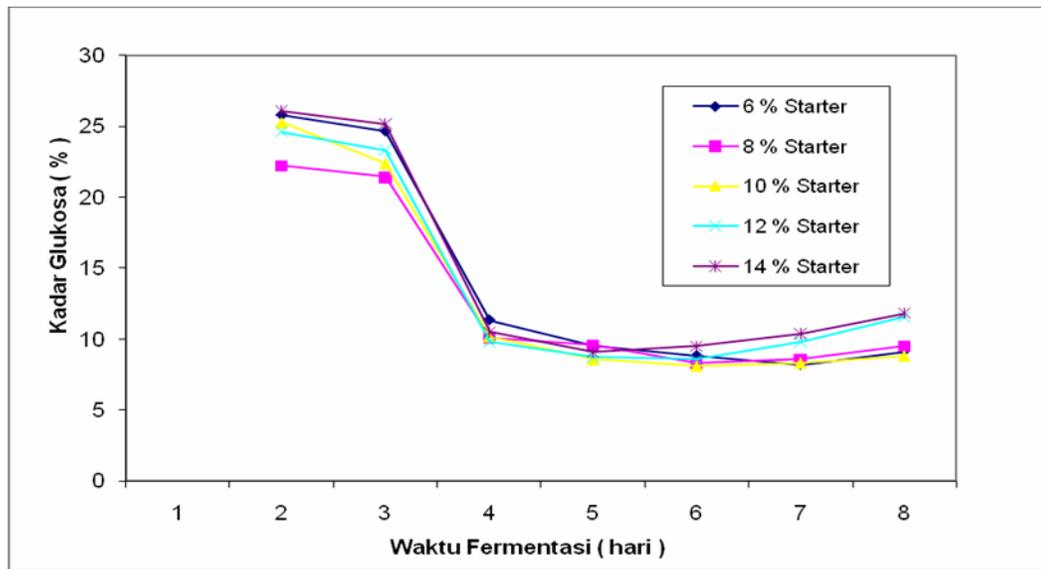
Pada Gambar 3 menunjukkan gambar yang sesuai dengan yang telah dijelaskan oleh Dwidjoseputo bahwa kurva pertumbuhan bakteri mengalami empat fase yaitu fase lag yang mana *Saccharomyces Cerevisiae* mulai beradaptasi untuk tumbuh, ditunjukkan pada waktu 0 sampai 18 jam. Kemudian dilanjutkan dengan fase log pada waktu 18 sampai 24 jam. Setelah itu pada waktu 24 – 30 jam terjadi fase stasioner. Dan waktu selanjutnya merupakan fase kematian. Sehingga berdasarkan data, waktu yang terbaik untuk memasukkan starter ke dalam filtrat hidrolisis adalah pada waktu 20 jam. Hal ini dikarenakan pada waktu tersebut *Saccharomyces Cerevisiae* mulai tumbuh menjadi gemuk dan siap untuk mengkonversi glukosa menjadi ethanol.

Gambar 3. Hubungan biomassa *Saccharomyces Cerevisiae* dengan waktu

3. Proses Fermentasi

Gambar 4. Hubungan antara kadar ethanol hasil fermentasi terhadap waktu fermentasi dan jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae*

Pada Gambar 4. diatas dapat dilihat bahwa peningkatan kadar ethanol sesuai dengan grafik kurva pertumbuhan. Untuk jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae* yang sama, kadar ethanol semakin meningkat,tetapi pada saat kondisi tertentu kadarnya menurun. Pada waktu fermentasi yang sama, semakin besar prosentase starter *Saccharomyces Cerevisiae* maka semakin kecil kadar ethanolnya,tetapi pada saat kondisi tertentu (10 %) kadar ethanolnya terbaik. Penurunan kadar ethanol disebabkan karena terlalu banyak jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae* yang digunakan, sedangkan jumlah substrat yang difermentasi sedikit, akibatnya *Saccharomyces Cerevisiae* tidak mendapat cukup makanan dan akhirnya mati sehingga fermentasi tidak berjalan dengan optimal. Hasil ethanol yang terbesar yaitu 27,71 % terjadi pada saat fermentasi berlangsung selama 6 hari dengan jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae* 10 %. Sedangkan hasil yang paling rendah yaitu pada saat fermentasi berlangsung selama 2 hari dengan jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae* 14 % dan hasil ethanol yang didapat sebesar 7,9 %. Kadar ethanol dari hasil fermentasi dengan menggunakan starter sebanyak 14 % ini kecil karena terlalu banyak jumlah starter yang digunakan sehingga *Saccharomyces Cerevisiae* hanya sedikit mendapat makanan dan akibatnya glukosa yang dikonversi menjadi ethanol juga sedikit. Penurunan kadar ethanol setelah fermentasi berlangsung selama 7 hari dikarenakan ethanol yang terkandung dalam larutan fermentasi sangat mudah berubah menjadi asam-asam organik.



Gambar 5. Hubungan antara kadar glukosa sisa fermentasi terhadap lama fermentasi dan jumlah starter *Saccharomyces Cerevisiae*

Pada Gambar 5 diatas dapat dilihat bahwa kadar glukosa sisa berkebalikan dengan kadar ethanol. Pada prosentase starter yang sama, semakin lama waktu fermentasi, kadar glukosa sisa semakin rendah. Kadar glukosa sisa paling kecil (8,09 %) pada fermentasi dengan menggunakan starter *Saccharomyces Cerevisiae* sebanyak 10 %. Sedangkan kadar glukosa sisa terbesar (26,1%) yaitu pada fermentasi yang menggunakan starter *Saccharomyces Cerevisiae* sebanyak 14%.

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada waktu fermentasi 2 hari hingga 8 hari kadar glukosa sisa untuk jumlah starter yang berbeda-beda relatif menurun. Pada penelitian kali ini menunjukkan waktu fermentasi yang terbaik adalah 6 hari dengan menggunakan 10 % starter *Saccharomyces Cerevisiae* dengan kadar glukosa sisa sebesar 8,09 %.

Berdasarkan data dari pabrik ethanol PT.MOLINDO RAYA INDUSTRIAL dapat diketahui bahwa pada proses fermentasi dengan kadar glukosa 12 % dapat menghasilkan ethanol dengan kadar 9 %. Sedangkan dari hasil penelitian, proses fermentasi dengan kadar glukosa sebesar 26,28684 % dapat menghasilkan ethanol dengan kadar 4,318 %.

Dari hasil penelitian, seharusnya dengan kadar glukosa awal yang lebih tinggi dari glukosa awal di pabrik ethanol maka kadar ethanol yang diperoleh seharusnya lebih besar. Tetapi pada kenyataannya kadar ethanol dari penelitian lebih kecil daripada pabrik ethanol PT. MOLINDO RAYA INDUSTRIAL. Hal ini disebabkan pada proses fermentasi yang tidak berjalan dengan baik, yaitu karena pada pembuatan media dan starter yang tidak berjalan dengan baik serta kurangnya peralatan yang memadai. Kecilnya kadar ethanol disebabkan karena tidak adanya bahan penunjang yang ditambahkan ke dalam larutan fermentasi seperti urea, SP 36, asam sulfat, defoaming agent.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Kadar Glukosa awal pada Rumput Gajah kering adalah 2,84 %
2. Pada proses hidrolisis kadar glukosa yang terbaik untuk proses fermentasi adalah 26,28684 %. Kadar glukosa sebesar 26,28684 % ini diperoleh dengan menambahkan 35 gram rumput gajah kering ke dalam 700 mL larutan HCL dengan pH 4
3. Pada proses fermentasi kondisi terbaik untuk menghasilkan ethanol yaitu dengan menggunakan starter *Saccharomyces Cerevisiae* sebesar 10 % larutan glukosa. Proses fermentasi berlangsung selama 6 hari dan menghasilkan ethanol sebesar 4,318 % sebelum diidistilasi dan setelah diidistilasi



menghasilkan ethanol sebesar 27,71 %. Setelah proses fermentasi tersebut menghasilkan kadar glukosa sisa 8.09 %.

4. Rumput Gajah dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bio-ethanol.

2. Saran

Pada penelitian ini kadar glukosa yang dihasilkan sudah maksimal, tetapi kadar ethanol yang dihasilkan tidak maksimal karena alat bioreaktor yang kurang memadai. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan alat bioreaktor yang standart sehingga dapat dihasilkan kadar ethanol yang tinggi.

Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan dengan mencoba untuk menggunakan variasi jumlah starter dan waktu fermentasi yang lebih lama guna melihat sejauh mana kemampuan mikroorganismenya dalam mengkonversi glukosa menjadi ethanol dengan sejumlah starter yang digunakan. Selain itu untuk mendapatkan kadar ethanol yang jauh lebih tinggi dan murni, ada baiknya dilakukan proses distilasi bertingkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Buckles, K.A, Edwards, R.A, Fleet, G.H, Wooton, M,. 1985. *Ilmu Pangan* UI : Jakarta.
- Dwijoseputro. 1982 . *Dasar – Dasar Mikrobiologi*. Djambatan : Malang.
- Fengel,D, Wegener, G. 1995. *KAYU (Kimia Ultrastruktur Reaksi-Reaksi)* UGM Press: Yogyakarta.
- Fiesser dan Fisser. 1963 . *Pengantar Kimia Organik*. Dhiwantara Bandung
- Ilroy, R.J. *Pengantar Budidaya Padang Rumput Tropika*.
- Judoamidjojo, Mulyono. 1992 . *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Press Jakarta.
- Kirk Othmer. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol.8*. John Wileys and Sons. Inc.
- Sardjoko. 1991. *Bioteknologi*. Gramedia : Jakarta.
- Soebijanto, T. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Gramedia Jakarta.