

PRODUKSI BIOETHANOL DARI RUMPUT GAJAH SECARA KIMIA

Ni Ketut Sari

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur,
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya, Telpun 031-8782179, Fax 031-8782257

Abstract

Availability of bulrush can be obtained by continue and abundance, representing one the less exploited crop. Bulrush only used as livestock food, sometimes bulrush also considered to be intruder crop. But bulrush have cellulose rate, glucose, extract able to be used as one the ethanol producer materials. Obtained Ethanol rate from study produce bio ethanol from bulrush between 23-28 %, to increase purity of ethanol rate conducted by dissociation use batch distillation. Research produces bio ethanol from bulrush chemically to look for bio ethanol alternative raw material and study sour hydrolysis process and fermentation. In research produce bio ethanol from bulrush chemically to process hydrolysis at condition remains to: temperature 30°C, water 7 liters, hydrolysis time 1hour and condition change: bulrush weight 50, 100, 150, 200, 250, 300 (gram), HCL condensation volume 10, 20, 30, 40, 50(ml). Is then continued by fermentation process at condition remain to: temperature 30°C, pH 4.5; fermentation volume 500 ml and condition change: fermentation time 4, 5, 6, 7, 8 (day), starter 8 %, 10 %, 12 %. From research produces bio ethanol from bulrush chemically obtained [by] result, [at] best glucose rate hydrolysis process 26.29 %, bulrush weight 200 gram. At best condition ferment process use saccharomyces cerevisiae starter 10 % during 6 day, yielding ethanol equal to 27.71 % and glucose rate is rest of 8.09 %. To obtain get purity ethanol product to process separation of continuation with batch distillation, after conducted separation continue to be obtained ethanol rate (90-95) %. From result is obtained that is ethanol rate (90-95) %, bulrush can be used as alternative raw material making of bio ethanol. But for the standard of bio ethanol that is ethanol rate above 98 %, so that require to furthermore process.

Keyword: *bio ethanol, fermentation, hydrolysis, purification, bulrush*

Abstrak

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, glukosa, pati yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan penghasil ethanol. Kadar ethanol yang diperoleh dari kajian produksi bioethanol dari rumput gajah antara 23-28 %, untuk meningkatkan kemurnian kadar ethanol dilakukan pemisahan menggunakan distilasi batch. Penelitian produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia bertujuan untuk mencari bahan baku alternatif bioethanol dan mengkaji proses hidrolisis asam dan fermentasi. Dalam penelitian produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia dilakukan proses hidrolisis pada kondisi tetap : suhu 30 °C, air 7 liter, waktu hidrolisis 1 jam dan kondisi berubah: berat rumput gajah 50, 100, 150, 200, 250, 300 (gram), volume larutan HCl 10, 20, 30, 40, 50 (ml). 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 %. Dari penelitian produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia diperoleh hasil, pada proses hidrolisis kadar glukosa yang terbaik 26,29 %, berat rumput gajah 200 gram. Pada proses fermentasi kondisi terbaik menggunakan starter Saccharomyces Cerevisiae 10 % selama 6 hari, menghasilkan ethanol sebesar 27,71 % dan kadar glukosa sisa 8.09 %. Untuk memperoleh produk ethanol yang lebih murni dilakukan proses pemisahan lanjutan dengan distilasi batch, setelah dilakukan pemisahan lanjut diperoleh kadar ethanol (90–95)%. Dari hasil yang diperoleh yaitu kadar ethanol (90–95)%, rumput gajah dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioethanol. Namun untuk standar bioethanol yaitu kadar ethanol diatas 98%, sehingga perlu dilakukan proses lebih lanjut.

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

1. Pendahuluan

Indonesia mempunyai iklim yang mempermudah tumbuhnya rumput gajah, sehingga ketersediaan rumput gajah dapat secara kontinyu melimpah. Rumput gajah merupakan salah satu tanaman yang kurang dimanfaatkan. Dewasa ini rumput 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.

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, dan campuran bahan bakar kendaraan, peningkat oktan, bensin ethanol (gasohol) 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 monoksidanya, nitrogen oksida, dan gas-gas rumah kaca yang menjadi polutan serta mudah terurai dan aman karena tidak mencemari lingkungan. 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 adalah konsumsi terbesar ethanol adalah untuk minuman keras.

Rumput gajah selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal dan dapat mengganggu lingkungan apabila dibiarkan begitu saja. Indonesia memiliki beberapa tempat penghasil rumput gajah seperti di Jawa Tengah, Jawa Barat dan Jawa Timur serta akan dikembangkannya di beberapa daerah lainnya, dengan potensi tersebut dipastikan sumber bahan baku pembuatan ethanol akan tersedia dalam jumlah yang cukup besar.

Dalam mengembangkan produk ethanol yang tinggi perlu dikaji mengenai *BAHAN, MEKANISME REAKSI* dan *TEKNOLOGI* yang diperlukan. Faktor yang sangat berpengaruh adalah bahan baku, proses hidrolisis dan proses fermentasi.

Penelitian produksi bio ethanol dari rumput gajah secara kimia ini bertujuan untuk menghasilkan **produk bioethanol dan suatu prototipe industri ethanol**. Disamping itu penelitian ini dapat dipergunakan sebagai acuan dalam mengembangkan industri ethanol di Indonesia, membantu mengembangkan sektor pertanian serta membantu dalam penyediaan campuran bahan bakar dan memberikan nilai ekonomi.

Urgensi (Keutamaan) Penelitian

- Program Pemerintah pada tahun 2025 tentang pemakaian ethanol sebagai bahan bakar, produksi ethanol hanya tergantung pada bahan baku tetes merupakan limbah pabrik gula, keberadaan pabrik gula di Indonesia tidak berkembang. Tetes yang

dihasilkan tidak memenuhi kuantitas, sehingga perlu pengembangan bahan baku alternatif untuk produk ethanol.

- Rumput gajah hasil pertanian yang melimpah dan saat ini hanya dipergunakan untuk pakan sapi.
- Berdasarkan kajian pendahuluan rumput gajah mengandung selulosa yang cukup besar (40,85 %) yang dapat diproduksi menjadi ethanol.
- Indonesia memiliki industri ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang nantinya dapat dipergunakan dalam produksi ethanol.
- Sejak Menteri Negara Riset dan Teknologi me-launching Bahan bakar Gasohol BE-10 pada akhir Januari 2005, dimana bahan baku yang digunakan untuk pembuatan ethanol dari ketela pohon dan jagung, mempunyai harga jual yang sangat berfluktuatif, sehingga harga jualnya jauh lebih mahal dari bahan bakar minyak (BBM).
- Pemerintah melakukan impor BBM, hal ini menunjukkan kebutuhan BBM nasional cukup besar sedangkan produksi dalam negeri tidak mencukupi sehingga sering terjadi kelangkaan BBM dan harga BBM menjadi sangat mahal, dan harga kebutuhan pokok ikut mahal, yang mengakibatkan terganggunya sektor ekonomi.
- Berdasarkan kajian literatur dan studi pendahuluan diketahui bahwa bahan baku yang mempunyai kadar selulosa yang tinggi dapat menghasilkan ethanol.

2. Teori Dasar

a. Kualitas Rumput Gajah

Rumput gajah dikenal dengan nama ilmiah : *Pennisetum Purpureum Schumach*. Nama daerahnya : *Elephant grass, napier grass* (Inggris), *Herbe d'elephant, fausse canne a sucre* (Prancis), Rumput Gajah (Indonesia, Malaysia), *Buntot-pusa* (Tagalog, Filipina), *Handalawi* (Bokil), *Lagoli* (Bagobo), *Yanepia* (Thailand), *Co' duoi voi* (Vietnam), *Pasto Elefante* (Spanyol). Rumput gajah berasal dari Afrika tropika, kemudian menyebar dan diperkenalkan ke daerah-daerah tropika didunia. Dikembangkan terus-menerus dengan berbagai silangan sehingga menghasilkan banyak kultivar, terutama di Amerika, Philipina dan India. Rumput gajah merupakan keluarga rumput-rumputan (*graminae*) yang telah dikenal manfaatnya sebagai pakan ternak pemamah biak (ruminansia) yang alamiah di Asia Tenggara.

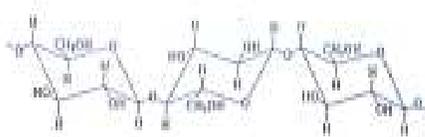
Rumput gajah secara umum merupakan tanaman tahunan yang berdiri tegak, berakar dalam, tinggi rimpang yang pendek. Tinggi batang dapat mencapai 2-4 meter (bahkan mencapai 6-7 meter), dengan diameter batang dapat mencapai lebih dari 3 cm dan terdiri sampai 20 ruas/buku. Tumbuh membentuk rumpun dengan lebar rumpun hingga 1 meter. Pelepah daun gundul hingga berbulu pendek, helai daun bergaris dengan dasar yang lebar, ujungnya runcing.

Kandungan nutrisi 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 5,2 % dan serat kasar 40,85%

Selulosa adalah polimer β -glukosa dengan ikatan β -1, 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. Molekul selulosa memanjang dan kaku, meskipun dalam larutan. Gugus hidroksil yang menonjol dari rantai dapat membentuk ikatan hidrogen dengan mudah, mengakibatkan kekristalan dalam batas tertentu. Derajat kekristalan yang tinggi menyebabkan modulus kekenyalan sangat meningkat dan daya regang serat selulosa menjadi lebih besar dan mengakibatkan makanan yang mengandung selulosa lebih liat (John,1997).

Selulosa yang merupakan polisakarida terbanyak di bumi dapat diubah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis asam (Groggins,1985).



Gambar 2.1. Rumus Bangun Selulosa

b. Sifat Fisik dan Kimia Ethanol

Hasil yang diinginkan dari fermentasi glukosa adalah ethanol, Ethanol mempunyai rumus dasar C_2H_5OH dan mempunyai sifat-sifat fisik sebagai berikut: cairan tidak berwarna, berbau khas menusuk hidung, mudah menguap, titik didih $78,32\text{ }^\circ\text{C}$, larut dalam air dan ether, densitas pada $15\text{ }^\circ\text{C}$ adalah 0,7937; spesifik panas pada $20\text{ }^\circ\text{C}$ adalah 0,579 cal/gr $^\circ\text{C}$, panas pembakaran pada keadaan cair adalah 328 Kcal, viskositas pada $20\text{ }^\circ\text{C}$ adalah 1,17 cp, flash point adalah sekitar $70\text{ }^\circ\text{C}$, berat molekul adalah 46,07 gr/mol, terjadi dari reaksi fermentasi monosakarida, bereaksi dengan asam asetat, asam sulfat, asam nitrit, asam ionida (Faith, 1957 dan Soebijanto, 1986).

Kebutuhan ethanol di dunia makin meningkat, hal ini dapat juga dilihat pada kebutuhan ethanol nasional sebagai berikut :

Tabel 2.1. Jumlah Kebutuhan Ethanol Nasional

Tahun	Kebutuhan Ethanol (Liter)
2001	25.251.852
2002	21.076.317
2003	34.063.193
2004	230.613.100

Sumber: BPS,Surabaya

c. Proses Pembuatan Ethanol

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.

Hidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi organik dan anorganik yang mana terdapat pengaruh air terhadap komposisi ganda (XY), menghasilkan hydrogen dengan komposisi Y dan komposisi X dengan hidroksil, dengan reaksi sebagai berikut



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 tangki 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).

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 (derajat keasaman)

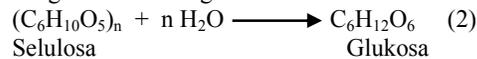
pH mempengaruhi proses hidrolisis sehingga dapat dihasilkan hidrolisis yang sesuai dengan yang diinginkan, pH yang baik untuk proses hidrolisis adalah 2,3 (Soebijanto,1986).

- Suhu

Suhu juga mempengaruhi proses kecepatan reaksi hidrolisis, suhu yang baik untuk hidrolisis selulosa adalah sekitar $21\text{ }^\circ\text{C}$

- Konsentrasi

Konsentrasi mempengaruhi laju reaksi hidrolisis, untuk hidrolisis asam digunakan konsentrasi HCl pekat atau H_2SO_4 pekat (Groggins,1985). Dalam proses ini selulosa dalam rumput gajah diubah menjadi glukosa dengan reaksi sebagai berikut:



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, 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. Khamir sangat berperan penting dalam membantu proses-proses pembuatan bir, salah satu khamir yang baik untuk pembuatan ethanol adalah *saccharomyces cerevisiae* yang mana tunasnya berkembang dari bagian permukaan sel induk (Buckle,1985).

Fermentasi

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 baik konsentrasi, substrat ataupun alkohol merupakan hal yang penting untuk peningkatan hasil (Higgins dkk,1985).

Fermentasi pertama kalinya dilakukan perlakuan dasar terhadap bibit fermentor / persiapan starter. Dimana starter diinokulasikan sampai benar-benar siap menjadi fermentor, baru dimasukkan ke dalam substrat yang akan difermentasi (Dwijoseputro). Bibit fermentor yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*.

Saccharomyces cerevisiae mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- Mempunyai bentuk sel yang bulat, pendek oval, atau oval.
- Mempunyai ukuran sel (4,2-6,6) x (5-11) mikron dalam waktu tiga hari pada 25 °C dan pada media agar.
- Dapat bereproduksi dengan cara penyembuhan atau multilateral.
- Mampu mengubah glukosa dengan baik.
- Dapat berkembang dengan baik pada suhu antara 20-30 °C (Judoamidjojo,1992).

Proses fermentasi dipengaruhi oleh :

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).

pH

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 NaOH dan HNO₃.

Suhu

Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah antara 20-30 °C. Makin rendah suhu fermentasi, maka akan semakin tinggi etanol yang akan dihasilkan, karena pada suhu rendah fermentasi akan lebih komplit dan kehilangan etanol karena terbawa oleh gas CO₂ akan lebih sedikit.

Waktu

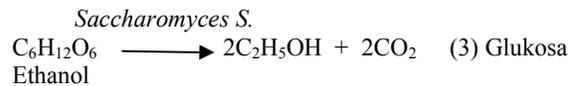
Waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi adalah 7 hari (Judoamidjojo.1992)

Kandungan gula

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

Volume starter yang baik untuk melakukan fermentasi adalah 1/10 bagian dari volume substrat. Dalam proses fermentasi ini, glukosa dari hasil fermentasi diubah menjadi etanol dengan reaksi sbagai berikut :



d. Kualitas Ethanol

Kandungan Ethanol dalam rumput gajah dapat dikendalikan dengan mengatur berbagai faktor yang mempengaruhi : Konsentrasi selulosa, pati dan glukosa, pH, Perbandingan rumput gajah dengan larutan HCl, Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*, Waktu fermentasi . Kualitas produk yang akan dihasilkan mempunyai standar komposisi sebagai berikut :

No	Komponen	Komposisi produk (% berat)
1	Rumput gajah	40 – 70%
2	Gula reduksi	15 – 25%
3	Ethanol	10 – 12%

Disamping kualitas berdasarkan komposisi, ethanol ini mempunyai keunggulan lain dibanding dengan ethanol yang ada saat ini seperti :

- a. Bahan baku rumput gajah tersedia dalam jumlah yang cukup besar
- b. Mempunyai kadar selulosa yang tinggi (40,85 %)
- c. Sesuai untuk daerah subtropis dan tropis seperti di Indonesia

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses distilasi.

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.

3. Metodologi

Kondisi yang digunakan

a. Proses Hidrolisis

- Kondisi tetap : suhu 30 °C, volume H₂O 7 L
- Kondisi berubah : berat rumput gajah : 50, 100, 150, 200, 250 (gram) ; Volume HCl : 10, 20, 30, 40, 50 (mL)

b. Proses fermentasi

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

c. Proses Distilasi

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

- Menimbang rumput gajah seberat variabel yang telah dijalankan
- Mencampur rumput gajah ke dalam 7 L H₂O
- Menyaring larutan tersebut dan mengambil filtratnya.
- Menganalisa kadar glukosa pada filtrat hasil hidrolisa dan mencari kondisi terbaik untuk dilakukan fermentasi.
- Menambahkan Asam Sitrat ke dalam filtrat hasil hidrolisa yang akan difermentasi hingga mencapai pH fermentasi yang telah ditetapkan 4,5
- Kemudian dianalisa kadar glukosa

b. Prosedur proses Fermentasi

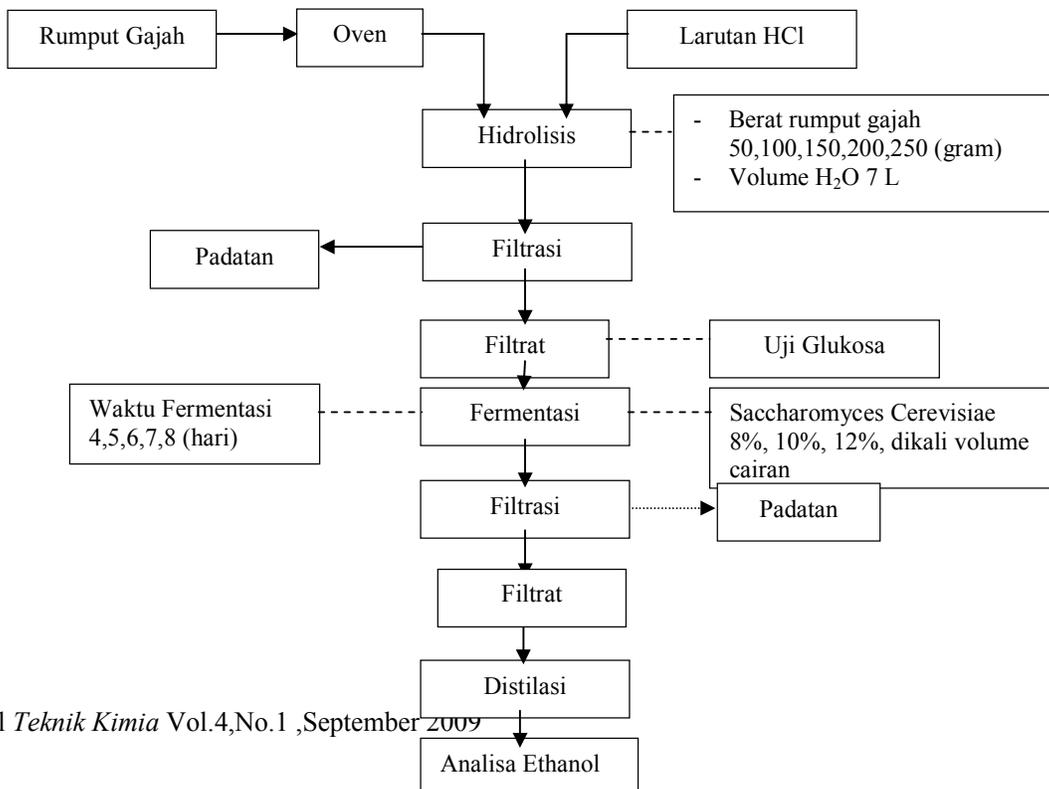
- Hasil glukosa terbaik yang diperoleh dari proses hidrolisis, yaitu glukosa yang diperoleh dari hidrolisis rumput gajah sebanyak 200 gr dengan HCl 20 ml.
- Menambahkan Asam Sitrat ke dalam filtrat hasil hidrolisa yang akan difermentasi hingga mencapai pH fermentasi yang telah ditetapkan (4,5).
- Memasukkan starter ke dalam larutan tersebut dalam kondisi anaerobik.
- Menutup rapat botol dan mengamati selama waktu tertentu
- Kemudian dianalisa kadar ethanol.

c. Prosedur proses 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 % diatilasi dihentikan, kemudian dianalisa kadar ethanolnya.

a. Prosedur proses Hidrolisis

Skema Penelitian



Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.1. Produksi Bioethanol dari Rumput Gajah

4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang tercantum dalam tabel 4.1. tersebut diatas, diketahui bahwa jumlah unsur pembentuk bioethanol (selulosa, glukosa dan pati) rata-rata sebesar 48,055 %, ini berarti jika seluruhnya bisa terhidrolisis dan terfermentasi secara sempurna diperoleh ethanol dalam jumlah yang besar. Dalam 100 gram rumput gajah dapat dihasilkan minimal ethanol sebesar 48,055 gram, jika densitas ethanol 0,98 gram/ml maka volume ethanol makin tinggi yaitu sebesar 49,036 ml. Dalam 1 kg rumput gajah dapat dihasilkan ethanol sebesar 0,49 liter. Mengingat komposisi selulosa yang tinggi pada rumput gajah, proses hidrolisis diharapkan berjalan dengan sempurna, sehingga semua selulosa terdegradasi secara sempurna menjadi glukosa. Berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui kualitas rumput gajah seperti tercantum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kualitas Rumput Gajah

No	Parameter	Konsentrasi 1 (%)	Konsentrasi 2 (%)	Konsentrasi Rata-rata (%)
1	Selulosa	48,008	48,102	48,055
2	Glukosa	4,774	4,898	4,836
3	Pati	20,318	20,416	20,367
	TOTAL	73,100	73,416	73,258

Sumber : *Laboratorium Instrumentasi FTI/TK UPN "Veteran" Jatim*

Pemotongan rumput gajah dengan panjang kurang lebih 5 cm untuk memperoleh kadar glukosa yang tinggi dan selulosa bisa terhidrolisis dengan larutan HCl. Sebaiknya rumput gajah dibuat dalam bentuk powder, sehingga selulosa bisa terhidrolisis sempurna, akan tetapi dibutuhkan biaya yang lebih tinggi. Disamping itu juga dikawatirkan kalau rumput gajah dalam bentuk powder terjadi destruksi

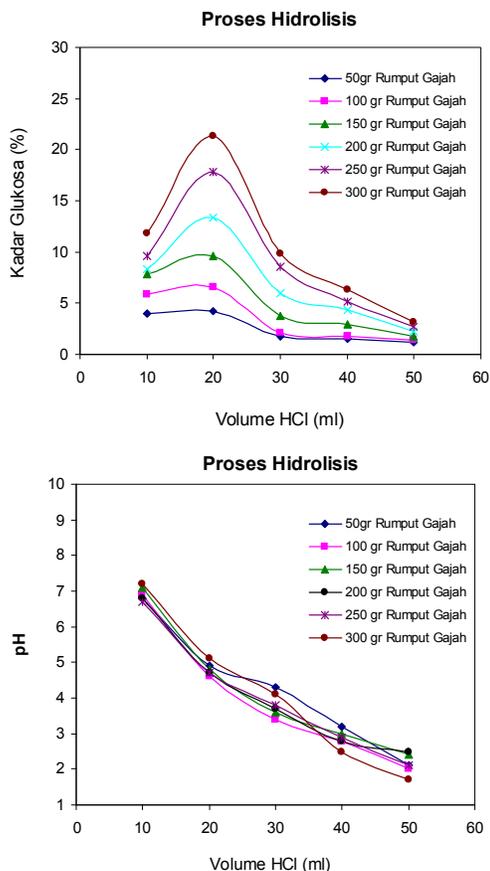
secara fisik, sehingga menyebabkan gugus glukosa rusak.

Pengeringan rumput gajah dilakukan secara alami terlebih dahulu dengan suhu kamar, setelah 2 – 3 hari baru dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 100 °C selama 3 jam, hal ini dilakukan untuk penghematan biaya. Pengeringan merupakan proses yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam ethanol, kadar air yang diijinkan berdasarkan SNI : 1 %.

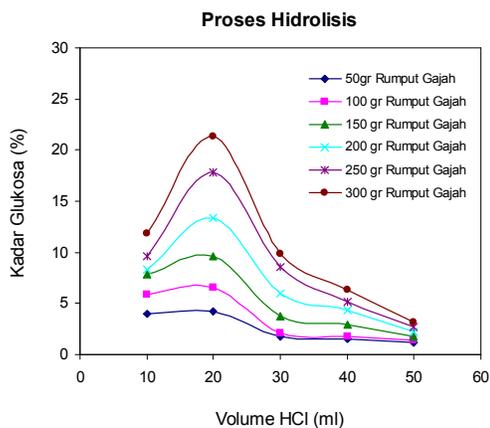
a. Ekstraksi Rumput Gajah

Proses ekstraksi dilakukan dengan berat rumput gajah bervariasi yaitu : 50, 100, 150, 200, 250, 300 gram dengan penambahan volume HCl yang bervariasi : 10, 20, 30, 40, 50 ml. Setelah proses ekstraksi selesai diperoleh filtrat dan padatan, filtrat akan diproses secara proses fermentasi untuk memperoleh kadar ethanol dan padatan bisa digunakan sebagai pupuk kompos. Filtrat diukur pH nya sesuai syarat proses fermentasi yaitu kurang lebih 4,5. Untuk memperoleh pH 4,5 dilakukan penambahan NaOH apabila pH filtrat dibawah 4,5 dan dilakukan penambahan asam sitrat apabila pH filtrat diatas 4,5.

Dari Grafik 4.1 diperoleh pengaruh pH terhadap penambahan volume HCl, dimana semakin besar penambahan volume HCl maka pH makin kecil. Karena dalam proses fermentasi dibutuhkan pH 4,5 maka penambahan volume HCl sebanyak 20 ml yang paling mendekati, untuk berat rumput gajah yang bervariasi. Sebelum dilakukan proses fermentasi, filtrat diukur kadar glukosa optimum yaitu kurang lebih 16 %, apabila kadar glukosa lebih dari 16 % dilakukan pengenceran, kalau kadar glukosa kurang dari 16 % dilakukan penambahan glukosa.



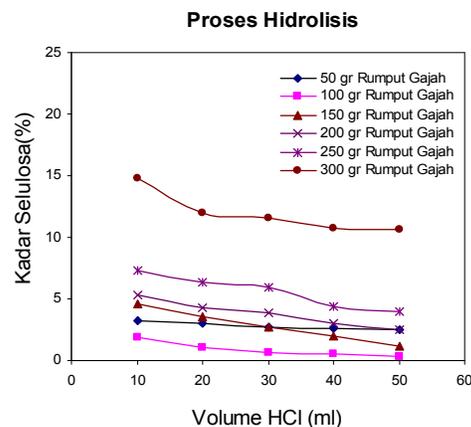
Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Penambahan Volume HCl terhadap pH pada Rumpun Gajah



Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Penambahan Volume HCl terhadap Kadar Glukosa pada Rumpun Gajah

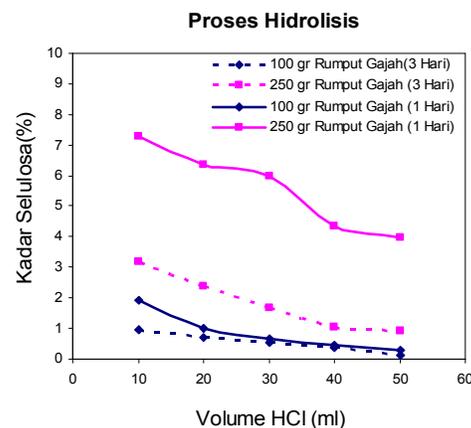
Dalam bentuk grafik diperoleh kadar glukosa optimum (16 %) pada berat rumpun gajah 200 gram dan penambahan volume HCl 20 ml. Sebelum dilakukan proses fermentasi diukur kadar selulosa yang masih terkandung dalam filtrat. Dari beberapa hasil analisa kadar selulosa diperoleh penurunan kadar selulosa

setelah didiamkan 2-3 hari, setelah itu kadar selulosa tetap. Berdasarkan hasil analisa laboratorium diketahui kadar selulosa hari pertama dan hari ketiga



Gambar 4.3. Grafik Pengaruh Penambahan Volume HCl terhadap Kadar Selulosa pada Hari Pertama

Dari Grafik 4.3 diperoleh pengaruh kadar selulosa terhadap penambahan volume HCl, dimana semakin besar penambahan volume HCl kadar selulosa makin kecil. Pada penambahan diatas volume HCl 40 ml grafik menunjukkan profil yang konstan, dari penambahan volume HCl 10 ml sampai 40 ml mempunyai kecendrungan profil menurun. Penambahan volume HCl sekitar (0,14 – 0,71) % merupakan jumlah yang sangat kecil, kemungkinan tidak akan berpengaruh terhadap produk bioethanol. Sekecil apapun penambahan HCl tetap akan dianalisa pada produk bioethanol akhir.



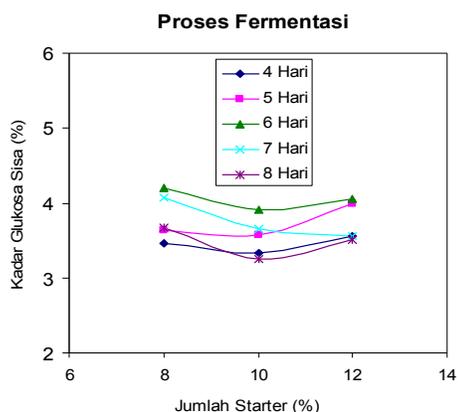
Gambar 4.4. Grafik Pengaruh Penambahan Volume HCl terhadap Kadar Selulosa pada Hari Ketiga

Setelah dilakukan analisa kadar selulosa setelah 3 hari proses hidrolisis menunjukkan penurunan kadar selulosa, hal ini disebabkan

karena belum sempurna selulosa terdegradasi menjadi glukosa, penurunan kadar selulosa hari pertama sampai hari ketiga sekitar (44 -49)%, ditunjukkan pada Gambar 4.4.

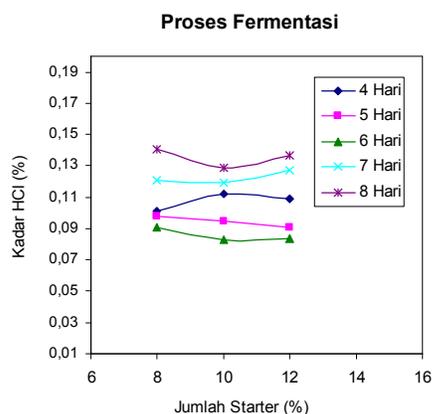
b. Fermentasi Filtrat Rumput Gajah

Proses fermentasi filtrat rumput gajah seperti Gambar 5.5 dari proses hidrolisis dipilih berat rumput gajah 200 gram dengan penambahan volume HCl 20 ml, kemudian dilakukan penambahan starter (*saccaromyces cereviceai* cair) 8, 10, 12 %. Dengan waktu fermentasi 4, 5, 6, 7, 8 hari akan diperoleh kadar glukosa sisa, kadar ethanol dan kadar HCl, seperti Tabel 5.6.

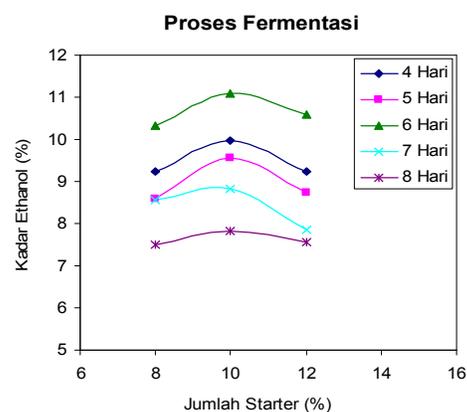


Gambar 4.5. Grafik Pengaruh Jumlah Starter terhadap Kadar Glukosa Sisa

Setelah dilakukan analisa kadar glukosa sisa pada proses fermentasi, dengan penambahan jumlah starter 10 % dari volume cairan (filtrat) menunjukkan kadar glukosa sisa kecil dibandingkan penambahan jumlah starter 8 dan 12 %. Hal ini disebabkan karena sudah dilakukan riset pendahuluan dan sesuai dengan Jurnal yaitu penambahan jumlah starter 10 % dari volume cairan (filtrat), ditunjukkan pada Gambar 4.5. Selain itu juga dilakukan analisa kadar HCl pada proses fermentasi seperti Tabel 5.6, dengan penambahan jumlah starter 10 % dari volume cairan (filtrat) menunjukkan kadar HCl paling kecil adalah pada waktu fermentasi 6 hari. Hal ini disebabkan karena sudah dilakukan riset pendahuluan dan menurut Jurnal waktu fermentasi yang baik yaitu 7 hari. Waktu fermentasi 6 hari paling baik karena fasa optimum dari *saccaromyces cereviceiae*, dibawah 6 hari terjadi penyesuaian atau pertumbuhan *saccaromyces cereviceiae* dan setelah 6 hari terjadi fase regenerasi atau pergantian *saccaromyces cereviceiae* ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Pengaruh Jumlah Starter terhadap Kadar HCl.



Gambar 4.7. Grafik Pengaruh Jumlah Starter terhadap Kadar Ethanol

Setelah dilakukan analisa kadar Ethanol pada proses fermentasi dengan penambahan jumlah starter 10 % dari volume cairan (filtrat) menunjukkan kadar ethanol besar dibandingkan penambahan jumlah starter 8 dan 12 %. Hal ini disebabkan karena sudah dilakukan riset pendahuluan, dalam riset pendahuluan diperoleh kadar ethanol 9 %, disamping itu dilakukan perbaikan pada proses hidrolisis dan proses fermentasi, ditunjukkan pada Gambar 4.7.

5. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian proses hidrolisis diperoleh hasil terbaik pada berat rumput gajah 200 gram, volume 20 ml HCl.
- Pada proses fermentasi diperoleh hasil terbaik pada kadar *saccaromyces cereviceiae* 10 % dan waktu fermentasi 6 hari.
- Kualitas ethanol setelah dilakukan distilasi diperoleh kadar ethanol 95 %.

Daftar Pustaka

- [1] Buckle, KA, (1985), "*Ilmu Pangan*", Universitas Indonesia, Jakarta.
- [2] Dwijoseputro, (1982), "*Dasar-Dasar Mikrobiologi*", Djambatan, Malang.
- [3] Fenger D., (1985), "*KAYU (Kimia Ultrastruktur Reaksi-Reaksi)*", UGM Press Yogyakarta.
- [4] Fiesser dan Fisser, (1963), "*Pengantar Kimia Organik*", Dhiwantara, Bandung.
- [5] Ilroy R. J., (1990), "*Pengantar Budidaya Padang Rumput Tropika*".
- [6] Judoamidjojo, Mulyono, (1992), "*Teknologi Fermentasi*", Rajawali Press Jakarta
- [7] Kirk Othmer, "*Encyclopedya of Chemical Technology*", Vol. 8, John Wileys nd Sons. Inc.
- [8] Sardjoko, (1991), "*Bioteknologi*", Gramedia, Jakarta.
- [9] Soebijanto T., (1986), "*HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*", Gramedia Jakarta.
- [10] Sari N. K., Kuswandi, Nonot S., Renanto Handogo, (2006), "Komparasi Peta Kurva Residu Sistem Turner ABE Dengan Metanol-Etanol-1-Propanol", *Jurnal REAKTOR, Jurusan Teknik Kimia UNDIP Semarang*, Vol. 13, No. 2.
- [11] Sari N. K., Kuswandi, Nonot S., Renanto Handogo, (2007), "Pemisahan Sistem Biner Etanol-Air Dan Sistem Turner ABE Dengan Distilasi Batch Sederhana", *Jurnal INDUSTRI Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, Fakultas Teknik Industri ITS Surabaya*, Vol. 6, No.5.