

Pembuatan Etanol dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum schumach*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan fermentasi *Saccharomyces cerevisiae*

Hafni Indriati Nasution^{1*}; Ratna Sari Dewi¹ dan Primajogi Hasibuan¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

*Korespondensi: hafniindriatinst@gmail.com

Abstract. Elephant grass (*Pennisetum purpureum schumach*) not fully utilized by the people in North Sumatera. Though Elephant Grass containing lignocellulose namely cellulose, hemicellulose and lignin, which can be utilized as a valuable product that is as bioethanol. This research aims to study the benefits of elephant grass (*Pennisetum purpureum schumach*) to be made by the hydrolysis and ethanol fermentation to determine the effect of sampling sites on the cellulose content of elephant grass (*Pennisetum purpureum schumach*) is the area Lubuk Pakam, Tuntungan and Stabat; the influence of an acid catalyst H_2SO_4 and HCl for hydrolysis and fermentation time 2, 4, 6 and 8 days to produce the optimum ethanol. The results showed that the highest cellulose content is sampled area Lubuk Pakam which is further used in the process of hydrolysis. A better catalyst in the process of hydrolysis to produce ethanol that is optimum HCl and optimum fermentation time to produce the highest ethanol content is 6 days with HCl catalyst as much as 27.83%.

Keywords: elephant grass, cellulose, catalyst, hydrolysis, fermentation, destilation

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 gajah hanya digunakan sebagai makanan ternak, terkadang rumput gajah juga dianggap sebagai tanaman pengganggu. Tetapi rumput gajah mempunyai kadar selulosa tinggi (40,85%) yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan penghasil etanol (Sari, 2009).

Rumput gajah disebut juga naper atau rumput uganda. Karakteristik morfologi rumput gajah adalah tumbuh tegak, merumpun lebat, tinggi tanaman dapat mencapai 7 m, berbatang tebal dan eras, daun panjang dan berbunga seperti es lilin. Kandungan gizi rumput gajah terdiri atas: 19,9% bahan kering(BK); 10,2% protein kasar(PK); 1,6% lemak; 34,2% serat kasar; 11,7% abu; dan 42,3% bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN).

Rumput gajah mempunyai beberapa varietas, antara lain varietas Afrika dan Hawaii. *Varietas Afrika* ditandai dengan batang dan daun kecil, tumbuh tegak, berbunga dan produksi lebih rendah daripada varietas Hawaii. Sedangkan *varietas Hawaii* ditandai dengan batang dan daun lebar, pertumbuhan rumpun sedikit melebar,

produksi cukup tinggi dan berbunga (Rukmana, 2005).

Selulosa dan lignin

Selulosa terdapat dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel. Sel kapas boleh dikatakan seluruhnya adalah selulosa. Dalam tubuh kita selulosa tidak dapat dicernakan karena kita tidak mempunyai enzim yang dapat menguraikan selulosa. Dengan asam encer tidak dapat terhidrolisis, tetapi oleh asam dengan konsentrasi tinggi dapat terhidrolisis menjadi selobiosa dan D-glukosa. Selobiosa adalah suatu disakarida yang terdiri atas dua molekul glukosa yang berikatan glikosidik antara atom karbon 1 dengan atom karbon 4.

Lignin adalah salah satu komponen utama sel tanaman, karena itu lignin juga memiliki dampak langsung terhadap karakteristik tanaman. Misalnya, lignin sangat berpengaruh pada pembuatan pulp dan kertas. Kandungan lignin pada pakan ternak ruminansia sangat berpengaruh pada kemudahan pakan itu untuk dicerna. Pakan yang rendah kandungan ligninnya mudah dicerna oleh binatang.

Sifat khusus ini dari rantai selulosa, bukan hanya dari ikatan β 1,4 glikosidik, ini juga merupakan konsekuensi dari stereokimia yang tepat dari D- glukosa pada setiap pusat stereo. Dimana D- galaktosa dan D- alosa berikatan

pada model yang sama, mereka dengan tepat tidak memberikan tempat untuk pembuatan polimer dengan sifat seperti selulosa. Maka kita mendapat pandangan lain mengapa D-glukosa mendapat posisi yang khusus dalam kimia tumbuhan dan hewan.

Uji Benedict

Modifikasi pereaksi fehling adalah pereaksi Benedict, yang merupakan campuran 17,3 gram kupri sulfat, 173 gram natrium sulfat dan 100 gram natrium karbonat dalam 100 gram air. Pemanasan karbohidrat pereduksi dengan pereaksi Benedict akan terjadi perubahan warna dari biru → hijau → kuning → kemerah-merahan → dan akhirnya terbentuk endapan merah bata kupro oksidasi apabila konsentrasi karbohidrat pereduksi cukup tinggi. Seperti halnya pereaksi Fehling, dalam reaksi ini karbohidrat pereduksi akan teroksidasi menjadi asam onat, sedangkan pereaksi Benedict (sebagai Cu^{2+}) akan tereduksi menjadi kupro oksida. Jadi, dalam uji ini terjadi proses oksidasi dan proses reduksi (Sumardjo, 2006).

Ragi

Dalam proses fermentasi etanol digunakan ragi. Ragi ini dapat mengubah glukosa menjadi alkohol dan gas CO_2 . Ragi merupakan mikroorganisme bersel satu, tidak berklorofil dan termasuk golongan eumycetes. Dari golongan ini dikenal beberapa jenis, antara lain *Saccharomyces Anamenesis*, *Schizosaccharomyces Pombe* dan *Saccharomyces Cerevisiae*. Masing-masing mempunyai kemampuan memproduksi alkohol yang berbeda.

Saccharomyces adalah genus kerajaan jamur yang mencakup banyak jenis ragi. *Sacharomyces* berasal dari bahasa latin yang berarti gula jamur. Banyak anggota dari genus ini dianggap sangat penting dalam produksi makanan. Salah satunya adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam pembuatan roti dan industri pembuatan alkohol karena memiliki sifat dapat memfermentasikan maltosa secara cepat dan memiliki kemampuan memetabolisme substrat. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi (Anonim, 2011).

Syarat-syarat yang diperlukan dalam memilih ragi untuk fermentasi, adalah: (1) cepat berkembang biak; (2) tahan terhadap alkohol tinggi; (3) tahan terhadap suhu tinggi; H.I Nasution dkk.

(4) mempunyai sifat yang stabil; dan (5) Cepat mengadakan adaptasi terhadap media yang difermentasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan ragi: (1) Nutrisi (zat gizi). Dalam kegiatannya, ragi memerlukan penambahan nurtisi untuk pertumbuhan dan perkembangan, misalnya, unsur C yang ada pada karbohidrat; unsur N melalui penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, urea, amonia dan pepton; unsur P melalui penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSP dan sebagainya; mineral-mineral; dan vitamin-vitamin. (2) Keasaman. Untuk fermentasi alkohol, ragi memerlukan media suasana asam, yaitu antara pH 4,8-5,0. Pengaturan pH dilakukan penambahan asam sulfat jika substratnya alkalis atau natrium bikarbonat jika substratnya asam. (3) Temperatur. Temperatur optimum untuk dan pengembangbiakan adalah 28-30°C pada waktu fermentasi, terjadi kenaikan panas, karena ekstrem. Untuk mencegah suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap 28-30°C. dan (4) Udara. Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Namun demikian, udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi, untuk pengembangbiakan ragi sel.

Etanol

Etil alkohol atau etanol, sejauh ini adalah yang paling dikeal. Etanol dihasilkan secara biologis melalui fermentasi gula atau pati. Dengan tanpa oksigen, enzim yang ada dalam ragi atau kultur bakteri mengkatalis reaksi itu. Proses ini menghasilkan energi, dimana mikroorganisme, pada gilirannya, menggunakannya untuk pertumbuhan dan manfaat-manfaat lainnya. Secara komersial, etanol dibuat melalui reaksi adisi dimana air digabungkan dengan etilena pada sekitar 280°C dan 300°C atm. Etanol mempunyai penerapan tidak terbilang sebagai pelarut untuk bahan kimia organik dan sebagai senyawa awal untuk pembuatan zat warna, obat-obatan sintesis, kosmetik dan bahan peledak. Etanol juga merupakan bagian dari minuman beralkohol. Etanol adalah satu-satunya jenis alkohol rantai lurus yang tidak beracun (lebih tepatnya sedikit beracun); badan kita menghasilkan suatu enzim yang disebut *alkohol dehydrogenase* yang membantu metabolisme etanol dengan mengoksidasinya menjadi asetaldehida (Chang, 2005).

Bioetanol dengan cara fermentasi bisa diproduksi dari tiga jenis karbohidrat: (1) Bahan berpati, berupa singkong atau ubi kayu, ubi jalar, tepung sagu, biji jagung, biji sorgum, gandum, kentang, ganyong, garut, umbi, dahlia dan lain-lain; (2) Bahan bergula, berupa molasses (tetes tebu), nira tebu, nira kelapa, nira batang sorgum manis, nira aren

(enau), nira nipah, gewang, lontar dan lain-lain; dan (3) Bahan berselulosa, berupa limbah logging, limbah pertanian seperti jerami padi, ampas tebu, janggal (tongkol) jagung, onggok (limbah tapioka), rumput gajah, batang pisang, serbuk gergaji dan lain-lain.

Tabel 1. Sifat fisika dan kimia etanol atau bioethanol (Djojonegoro, 2005).

Sifat Kimia		Sifat Fisika	
Komponen	Berat	Komponen	Berat
Karbon	52,1	Berat molekul	46,07 gr/mol
Hydrogen	13,1	Densitas	0,7894 gr/cm ³
Oksigen	34,7	Titik didih	78 °C
Karbon/Hidrogen	4,0	Titik leleh	-112 °C
Kepерluan udara	9,0	Titik nyala	17°C
		Kelarutan dalam air	Ya
		Indeks bias	1,3614
		Viskositas	1,17

Manfaat etanol

Penggunaan etanol dalam kehidupan sehari-hari antara lain: (1) sbagai bahan baku minuman beralkohol; (2) sebagai bahan bakar Direct-ethanol fuel cells (DEFC); (3) sebagai bahan bakar roket; (4) sebagai bahan kimia dasar senyawa organik; (5) sebagai antiseptic; (6) sebagai pelarut untuk parfum, cat dan larutan obat; (7) sebagai pelarut senyawa organik; (8) sebagai bahan bakar kendaraan, baik untuk campuran bahan bakar premium atau sebagai bahan bakar penerangan; (9) segabai bahan bakar untuk membuat asam asetat; (10) digunakan dalam pembuatan beberapa deodorant; dan (11) digunakan dalam pengobatan untuk mengobati depresi dan obat bius.

Proses produksi bioetanol

Bahan-bahan yang mengandung monosakarida (C₆H₁₂O₆) sebagai glukosa langsung dapat difermentasi menjadi etanol. 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 (C₁₂H₂₂O₁₁) 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 jenis reaksi kimia yang terjadi antara air dan senyawa lain. Secara reaksi, ikatan kimia akan rusak di kedua molekul menyebabkan mereka menjadi pecah. Molekul air terpecah untuk membentuk ion hidrogen bermuatan positif (H⁺) dan hidroksida (OH⁻) dan molekul lainnya terbagi menjadi dua bagian sederhana.

Prinsip dari hidrolisis selulosa pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer selulosa menjadi unit-unit dekstrosa (C₆H₁₂O₆). Pemutusan rantai polimer tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatik, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimia dan fisik dalam hal spesifitas pemutusan rantai polimer selulosa. Hidrolisis secara kimiawi dan fisika akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatik akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu.

Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati, selulosa) menjadi gula.

Dalam hidrolisis asam biasanya digunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H₂SO₄) 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. Selulosa dari rumput dapat diubah menjadi etanol dengan proses hidrolisis asam dengan kadar tertentu. Proses hidrolisis selulosa harus dilakukan dengan asam pekat agar dapat menghasilkan glukosa (Sari, 2009).

Hidrolisis selulosa secara asam dapat dilakukan dengan menggunakan asam kuat encer pada temperatur dan tekanan tinggi, dan dapat dilakukan dengan menggunakan asam pekat pada temperatur dan tekanan rendah. Proses hidrolisis pada suhu tinggi dilakukan pada kisaran suhu 160-240°C, sedangkan proses hidrolisis pada suhu rendah dilakukan pada suhu 80-140°C. Hidrolisis bahan-bahan berlignoselulosa akan menghasilkan senyawa gula sederhana, seperti glukosa, xilosa, selobiosa dan arabinosa. Asam yang biasanya digunakan untuk hidrolisis selulosa adalah asam sulfat, asam fosfat dan asam klorida (Oktavianus, 2013).

Fermentasi etanol

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti asam-asam organik. Salah satu produk yang dihasilkan dalam proses fermentasi adalah etanol. Produksi etanol dapat diperoleh gula (sukrosa) dengan proses fermentasi secara anaerob (tanpa O₂) oleh aktivitas khamir *saccharomyces cerevisiae*.

Tahap setelah hidrolisis adalah proses fermentasi untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂. Kata fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya menididh. Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob. Penguraian dari kompleks menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi. Fermentasi merupakan suatu kegiatan penguraian bahan-bahan karbohidrat. Dalam penguraian karbohidrat ini dilakukan oleh mikroba yang dapat menghasilkan enzim-enzim yang merupakan substansi reaktif yang

mengendalikan reaksi kimia dalam proses fermentasi, misalnya bakteri, ragi dan jamur.

Pemurnian atau destilasi

Pemisahan secara destilasi pada prinsipnya adalah metode pemisahan yang didasarkan karena adanya perbedaan titik didih antara komponen-komponen yang akan dipisahkan. Secara teoritis bila perbedaan titik didih antar komponen makin besar maka pemisahan dengan cara destilasi akan berlangsung makin baik yaitu hasil yang diperoleh makin murni. Destilasi digunakan untuk menarik senyawa organik yang titik didihnya di bawah 250°C. Pendestilasian senyawa dengan titik didih terlalu tinggi dikhawatirkan akan merusak senyawa yang akan didestilasi diakibatkan terjadinya oksidasi dan dekomposisi.

Pada destilasi senyawa yang akan diambil komponen yang diinginkan dididihkan dan uapnya dilewatkan melalui suatu pendingin mencair kembali. Proses pendidihan erat hubungannya dengan kehadiran udara dipermukaan. Bila suatu cairan dipanaskan, maka pendidihan akan terjadi pada suhu dimana tekanan uap dari cairan yang akan didestilasi sama dengan tekanan uap di permukaan. Tekanan udara di permukaan terjadi oleh adanya udara di atmosfer. Bila pendidihan terjadi pada 760 mmHg maka pendidihan ini disebut pendidihan normal dan titik didihnya disebut titik didih normal.

Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai massa jenis atau densitas dari fluida. Berbagai macam fluida yang diukur massa jenisnya, biasanya kalau dalam praktikum yang diukur adalah massa jenis dari OLI dan juga untuk minyak goreng, piknometer adalah alat ukur berat jenis/relative density/specific gravity. Biasa digunakan untuk sampel liquid maupun solid prinsip kerjanya: yaitu dengan mengetahui berapa massa sampel yang akan ditentukan berat jenisnya dalam volume piknometer yang terisi penuh, biasanya volume piknometer yang banyak digunakan 10ml; 25ml dan nilai volume valid pada temperatur ruangan yang tertera pada piknometer tersebut (e.g 20°C).

METODE

Penelitian ini untuk mengetahui cara pembuatan etanol dari rumput gajah, pengaruh tempat pengambilan sampel

terhadap kadar selulosa sampel, pengaruh jenis katalis asam terhadap kadar selulosa serta pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang diperoleh. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *hidrolisis asam* diteruskan dengan *fermentasi*.

Variabel yang diteliti

Variabel tetap adalah massa bahan baku (rumput gajah) sebesar 28,5 gram, volume fermentasi 1 liter, waktu hidrolisis, volume dan konsentrasi katalis 3 mL. sedangkan variabel berubah terdiri dari: (1) tempat pengambilan sampel; (2) jenis katalis asam; dan (3) Waktu fermentasi

Peralatan

Peralatan pretreatment dan hidrolisa: blender, cutter, ayakan, peralatan gelas, waterbath, aluminium foil; Peralatan analisis pH tanah: pH meter; Peralatan fermentasi: fermentor (wadah fermentasi), selang, dan peralatan pemurnian: alat destilasi; Peralatan analisa: piknometer

Bahan

Rumput gajah, ragi *Sachharomyces cerevisiae*, pereaksi benedict, akuades, HCl pekat, H₂SO₄ pekat, NPK, Urea, NaOH, dan iodin.

Prosedur penelitian

Penentuan pH tanah menggunakan pH meter

1. Ambil tanah kering yang berada dibagian ujung dan tengah lahan yang ingin diuji pH nya.
2. Kemudian campurkan tanah yang diperoleh menjadi satu dan dijemur selama beberapa jam hingga kering.
3. Timbang tanah yang telah kering dari masing-masing daerah sebanyak 5 gram dan masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi.
4. Selanjutnya tambahkan aquades 12,5 mL kedalam masing-masing tabung lalu dikocok dan didiamkan beberapa menit hingga tanah mengendap di dasar tabung.
5. Ukur pH masing-masing larutan dengan pH meter.

Analisis lignin dan selulosa

Adapun prosedur analisis selulosa dan lignin dalam rumput gajah yaitu dengan metode *Chesson*. Sebanyak 1 g (a) sampel kering ditambahkan 150 mL akuades, direfluks dengan water bath dengan suhu 100 °C selama 1 jam. Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas (300 mL). Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai konstan kemudian ditimbang (b). Residu ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1N kemudian direfluks dengan water bath selama 1 jam pada suhu 100 °C. Hasilnya disaring dan dicuci dengan akuades sampai netral (300 mL) lalu dikeringkan (c). Residu kering ditambahkan 10 mL H₂SO₄ 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks dengan water bath selama 1 jam pada pendingin balik. Residu disaring dan dicuci dengan akuades sampai netral (400 mL) kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C dan hasilnya ditimbang sampai bobot tetap (d), selanjutnya residu diabukan dalam *furnace* pada suhu 700°C dan ditimbang (e).

Proses pembuatan etanol dari rumput gajah

Adapun yang menjadi proses pembuatan bioetanol adalah sebagai berikut:

1. Rumput gajah dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1-2 cm, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 7 jam kemudian diblender hingga halus dan diayak.
2. Dilakukan analisis hemiselulosa, lignin dan selulosa dengan metode *Chesson*.
3. Rumput gajah yang memiliki kadar selulosa paling tinggi, sebanyak 28,5 gram rumput gajah yang telah halus dihidrolisis dengan menambahkan aquades 1 liter dan katalis H₂SO₄ pekat sebanyak 30 tetes selama 2 jam pada suhu 100°C.
4. Hasil hidrolisis disaring dengan kertas saring, filtrat selanjutnya sebanyak 500 mL difermentasi dengan penambahan starter (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 10% dari jumlah filtrat yang difermentasi, pH fermentasi 4 dan dilakukan penambahan nutrisi NPK (16% P) 0,4 gr/L dan Urea (46% P) 0,5 gr/L dari volume hasil hidrolisis. Proses fermentasi dilakukan dalam keadaan anaerob dengan menutup rapat botol dan mengamati pada waktu tertentu.
5. Kemudian dilakukan pemurnian etanol dengan cara mendestilasi hasil fermentasi pada suhu 78-80°C (suhu tetap dijaga).

Setelah volume larutan tinggal 10% destilasi dihentikan.

6. Kemudian dianalisis kadar etanolnya diukur dengan menggunakan piknometer dan uji iodoform.
7. Demikian dilakukan untuk variasi waktu fermentasi serta jenis katalis HCl pekat.

Penentuan kadar etanol menggunakan metode piknometer

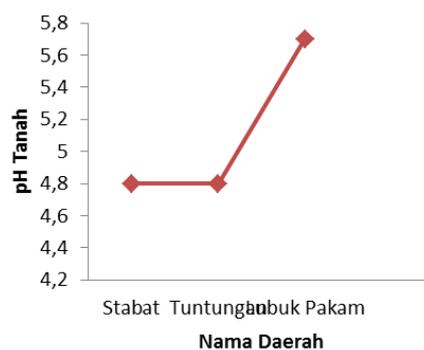
Piknometer kosong dibersihkan dengan aseton, kemudian dikeringkan dan ditimbang serta dicatat beratnya. Piknometer diisi dengan akuades hingga penuh, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Kelebihan akuades pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Replikasi dilakukan sebanyak 2 kali dalam setiap masing-masing sampel etanol. Penentuan berat jenis etanol dalam sampel dilakukan sama sebagaimana pengukuran akuades dengan piknometer.

Uji iodoform

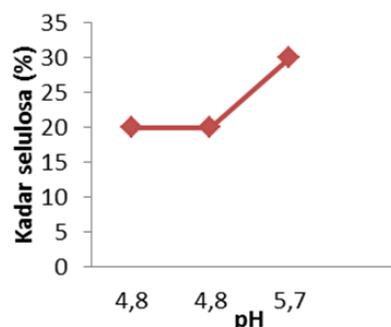
1. Sampel etanol sebanyak 10 tetes dimasukkan kedalam tabung reaksi yang bersih
2. Selanjutnya ke dalam tabung reaksi ditambahkan tetes demi tetes reagen Iodin dengan pengocokan sampai larutan berwarna coklat (± 30 tetes)
3. Ditambahkan NaOH 6 M ke dalam tabung reaksi sampai larutan menjadi tidak berwarna dan diatas waterbath selama 5 menit.
4. Diambil tabung reaksi tersebut, biarkan dingin dan perhatikan adanya endapan kuning terang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH tanah dari variasi tempat pengambilan sampel yaitu Tuntungan, Stabat dan Lubuk Pakam mempunyai pH yang berbeda yaitu Tuntungan dan Stabat memiliki pH yang lebih asam yaitu 4,8 dibanding Lubuk pakam dengan pH 5,7. (Gambar 1). Selanjutnya dari Gambar 1 diperoleh bahwa sampel yang berasal dari Lubuk Pakam memiliki kadar selulosa yang lebih tinggi yaitu 30% sedangkan sampel Tuntungan dan Stabat memiliki kadar selulosa 20%. Sehingga dapat digambarkan pengaruh pH terhadap kadar selulosa sampel (Gambar 2).



Gambar 1. Grafik hubungan antara tempat pengambilan sampel dengan ph tanah



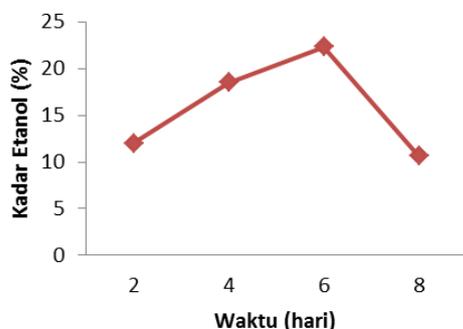
Gambar 2. Grafik hubungan antara pH tanah dengan kadar selulosa sampel.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa Sampel yang berasal dari Lubuk Pakam memiliki pH tanah yang lebih rendah (basa) dibanding sampel dari Stabat dan Tuntungan dan pada Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pH tanah mempengaruhi kadar selulosa sampel yaitu daerah Lubuk Pakam memiliki kadar selulosa paling tinggi yaitu 30% dengan pH tanah 5,7.

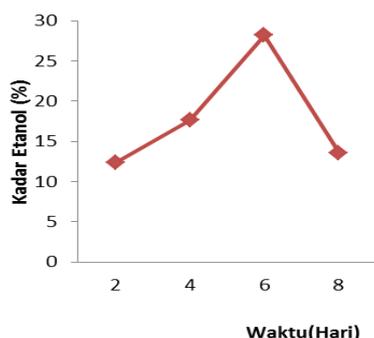
Komponen yang terdapat pada rumput gajah yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin dihasilkan dari proses fotosintesis. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan suatu tumbuhan adalah tempat tumbuh yaitu pH tanah yang sesuai supaya tumbuhan berkembang dan tumbuh dengan optimum untuk memperoleh makanan melalui fotosintesis. Sehingga dari 3 daerah tempat pengambilan sampel memiliki kadar selulosa yang berbeda karena pH tanah tempat tumbuhnya sampel juga berbeda.

Variasi waktu fermentasi 2, 4, 6 dan 8 hari dan hidrolisis menggunakan katalis H_2SO_4 mempunyai kadar etanol optimum yang diperoleh yaitu 6 hari fermentasi dengan kadar rata-rata sebesar 20,71 %. Hal ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.

Selanjutnya Gambar 3 dengan variasi waktu fermentasi 2, 4, 6 dan 8 hari dan hidrolisis menggunakan katalis HCl mempunyai kadar etanol optimum yang diperoleh yaitu 6 hari fermentasi dengan kadar rata-rata 27,83%. Hal ini dapat di gambarkan seperti pada Gambar 4.



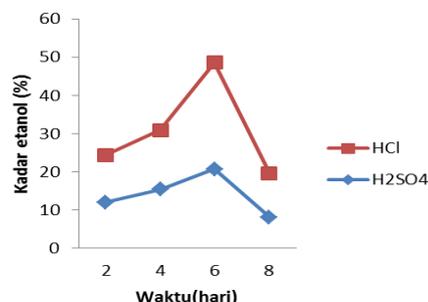
Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu fermentasi VS kadar etanol (%).



Gambar 4. Grafik hubungan antara waktu fermentasi VS kadar etanol (%)

Setelah diketahui kadar selulosa rumput gajah menggunakan metode Chesson sampel daerah Lubuk Pakam memiliki kadar selulosa paling tinggi yaitu 30% dengan pH tanah 5,7. Maka, proses selanjutnya adalah hidrolisis sampel rumput gajah dari Lubuk Pakam untuk mengubah selulosa menjadi glukosa masing-masing dengan menggunakan katalis HCl dan H₂SO₄ dan variasi waktu fermentasi 2,4,6 dan 8 hari. Dari Gambar 4.3 dan 4.4 diperoleh bahwa waktu fermentasi yang optimum untuk menghasilkan kadar etanol yang tinggi yaitu fermentasi 6 hari, baik menggunakan katalis HCl maupun H₂SO₄. Hal ini dikarenakan fase optimum dari *Saccharomyces cerevisiae* dibawah 6 hari terjadi penyesuaian atau pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dan setelah 6 hari terjadi fase kematian dengan berhentinya

pertumbuhan dan pembiakan *Saccharomyces cerevisiae*. Sehingga pada waktu 8 hari terjadi penurunan kadar etanol karena *Saccharomyces cerevisiae* telah berhenti bekerja dan berkembangbiak. Variasi waktu fermentasi 2, 4, 6 dan 8 serta variasi katalis asam yaitu HCl dan H₂SO₄ diperoleh kadar etanol yang lebih tinggi yaitu menggunakan katalis HCl. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu fermentasi vs kadar etanol (%)

Pada proses hidrolisis pemutusan rantai selulosa menjadi glukosa digunakan katalis asam yaitu HCl dan H₂SO₄ masing-masing dengan konsentrasi pekat. Katalis berfungsi untuk mempercepat terjadinya pemutusan rantai selulosa. Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa kadar etanol yang lebih tinggi yaitu menggunakan katalis HCl karena kekuatan asam berpengaruh terhadap kelarutannya. Dimana HCl terionisasi sempurna didalam air dengan kadar pekatnya hanya 38% dan harga pKa = -6,0 sedangkan H₂SO₄ mengalami 2 kali pemisahan didalam suatu larutan tetapi yang kedua sangat lemah sehinggann konsentrasi pekat H₂SO₄ sangat tinggi yaitu 96% dan harga pKa₁ = -3,0 dan pKa₂= 1,99. Semakin rendah harga pKa maka kekuatan asamnya lebih besar dan sebaliknya harga pKa tinggi kekuatan asamnya semakin rendah. Sehingga dari perbedaan kekuatan asam dari H₂SO₄ dan HCl menghasilkan kadar etanol yang berbeda yaitu HCl lebih optimum menghasilkan etanol yaitu 27,83%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) rumput gajah dapat menghasilkan etanol karena mengandung selulosa. Cara pembuatan etanol dari rumput gajah yaitu terlebih dahulu selulosa dihidrolisis menjadi glukosa. Kemudian difermentasi menggunakan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dan hasil fermentasi di destilasi pada suhu 80°C; (2) tempat pengambilan

sampel memberi pengaruh terhadap kadar selulosa rumput gajah dengan mengukur pH tanah dari setiap daerah yaitu Lubuk Pakam dengan pH 5,7 dan kadar selulosa 30%; Tuntungan dan Stabat memiliki pH dan kadar selulosa yang sama yaitu pH 4,8 dan kadar selulosa 20%. Jadi dapat disimpulkan bahwa lokasi tempat pengambilan sampel memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan rumput gajah sehingga memiliki perbedaan kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa; (3) waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan yaitu waktu fermentasi 2 hari memiliki kadar sekitar 10-12%; waktu fermentasi 4 hari memiliki kadar sekitar 13-15%; waktu fermentasi 6 hari memiliki kadar yang optimum sekitar 20-30%; waktu fermentasi 8 hari mengalami penurunan sekitar 7-11%. Jadi dapat disimpulkan waktu optimum fermentasi etanol pada rumput gajah menggunakan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan kadar etanol paling tinggi yaitu fermentasi 6 hari; dan (4) hidrolisis dengan katalis H_2SO_4 memiliki kadar etanol yang lebih rendah 15% dibanding dengan katalis HCl karena HCl terionisasi sempurna di dalam air dan harga pKa HCl lebih rendah sehingga kekuatan asamnya lebih besar sedangkan H_2SO_4 memiliki harga pKa lebih tinggi sehingga kekuatan asamnya lebih rendah sehingga HCl menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2005), Prospek Pertanian Biodiesel dan Bioetanol <http://www.bppt.go.id>
- Anonim., (2011), Bioetanol sebagai Energi Alternatif <http://investorbia.blogspot.com/>
- Chang, R., (2005), *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Djojonegoro, W., (2005), Pemanfaatan Bio-Etanol sebagai Bahan Bakar Kendaraan Berbahan Bakar Premium <http://www.renewableenergypartners.org/ethanol.html>
- Fuson, R.C., Tullock, C.W., (2008), Haloform Reaction XIV. An Improved Iodoform Test, *Contribution from The Chemical Laboratory of The University of Illinois*
- Ibrahim, S., Sitorus, M., (2013), *Teknik Laboratorium Kimia Organik*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Iryani, A.S., (2013), Pengaruh Jenis Katalis Asam Terhadap Studi Kinetika Proses Hidrolisis Pati Dalam Ubi Kayu, *Jurnal Teknik Kimia Vol 8 No 15*
- Isroi, dkk., (2013), *Effect of Manganese and Copper on Biological Pretreatment of Oil Palm Empty Fruit Bunches by Pleurotus Floridanus LIPIMC99*
- Okaraonye, C.C., and Ikewuchi, J.C., (2009), Nutritional and antinutritional components of Pennisetum purpureum Schumacher, *Pakistan journal of nutritional*
- Oktavianus, F., Sigiro, R.M., Bustan, M.D., (2013), Pembuatan Bioetanol Dari Batang Jarak Menggunakan Metode Hidrolisa Dengan Katalis Asam Sulfat, *Jurnal Teknik Kimia*
- Poedjiadi, A., Supriyanti, T., (2006), *Dasar-dasar Biokimia*, Penerbit UI-Press, Jakarta
- RSC (2015), <http://pubs.rsc.org/en/content/chapter/html/2015/> (Diakses 22 Agustus 2016)
- Rukmana, R., (2005), *Budi Daya Rumput Unggul Hijauan Pakan Ternak*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Rochayti, S., (2009), Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk, *Balai Penelitian Tanah*
- Sari, N.K., (2009), Pembuatan Bioetanol Dari Rumput Gajah Dengan Destilasi Batch, *Jurnal Teknik Kimia Vol 8 No 3 94-103*
- Setiawati, D.R., Sinaga, A.R., Dewi, T.K., (2013), Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok, *Jurnal Teknik Kimia*
- Sukowati, A., Sutikno., Rizal, S., (2014), Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*
- Sumardjo, D., (2006), *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata I Fakultas Bioeksakta*, Penerbit Kedokteran ECG, Jakarta.