

PEMBUATAN BIOETANOL DARI TANAH GAMBUT DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM KUAT

Kiagus Ahmad Roni

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang Telp. (0711) 510820
e-mail: kiagusaroni@yahoo.com

Abstrak

Gambut dibentuk oleh akumulasi residu vegetasi tropis yang kaya kandungan lignin dan selulosa. Gambut mengandung bahan organik yang tidak bisa langsung dimanfaatkan karena masih dalam bentuk senyawa kompleks, salah satunya selulosa. Selulosa adalah sebuah polimer linier yang lebih besar dari 1000 subunit glukosa panjang dengan ikatan 1,4- β . Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis asam dan waktu pada pembuatan bioetanol dari tanah gambut. Permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perbedaan jenis asam yang digunakan dalam proses hidrolisa dan bagaimana pengaruh waktu fermentasi yang bervariasi terhadap yield etanol yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan variasi 3 jenis asam yaitu H_2SO_4 , HCl. Dan HNO_3 . Setelah dihitung % yield dari berat sampel 100 gram, maka didapat hasil yang paling sedikit adalah pada H_2SO_4 yaitu 0,095 % dengan volume 0,12 ml yang paling baik adalah HNO_3 dengan % yield bioetanol 0,190 % dengan volume 0,24 ml.

Kata kunci : hidrolisis asam kuat, gambut, bioetanol

PENDAHULUAN

Gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk, oleh sebab itu kandungan bahan organiknya tinggi. Sebagai bahan organik, gambut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Volume gambut di seluruh dunia diperkirakan sejumlah 4 trilyun m^3 , yang menutupi wilayah sebesar kurang-lebih 3 juta km^2 atau sekitar 2% luas daratan di dunia dan mengandung potensi energi kira-kira 8 miliar terajoule. Luas lahan gambut di Sumatra diperkirakan berkisar antara 7,3–9,7 juta hektare atau kira-kira seperempat luas lahan gambut di seluruh daerah tropika (Wikipedia, 2015)

Fungsi ekologi gambut adalah sebagai gudang karbon, penyimpan air, pengatur iklim dan sumber keanekaragaman hayati (Page et al., 1997). Pengalihan fungsi lahan gambut menjadi lahan pertanian dan lahan perkebunan akan mengakibatkan terjadinya perubahan fungsi ekologinya sehingga mengakibatkan dampak lingkungan terutama meningkatnya emisi CO_2 yang dilepas oleh lahan gambut. Ini diyakini sebagai salah satu faktor penyebab pemanasan global, perubahan iklim dan meningkatnya muka air laut (Rieley, 2005). Oleh karena itu tanah gambut perlu dimanfaatkan dengan cara lain, salah satunya sebagai bahan baku pembuatan bioethanol.

Tanah gambut mempunyai komposisi bahan lignoselulosa yang merupakan bahan baku potensial untuk pembuatan ethanol serat mempunyai tingkat emisi yang rendah. Komponen lignoselulosa dalam tanah gambut yaitu, selulosa 0,2-10%, hemiselulosa 1-2%, dan lignin 64-74%. Selulosa merupakan bahan yang kaya akan karbon. Karbon yang terkandung dalam selulosa dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi mikroba. Dalam hal ini, selulosa dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan etanol dengan fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Sebelum difermentasi, selulosa tersebut harus disakarifikasi terlebih dahulu menjadi gula sederhana (glukosa dan fruktosa). Hidrolisis dapat dilakukan dengan penambahan asam atau secara enzimatis. Fermentasi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan dengan metode pencampuran kultur (*mixed culture*). Substrat yang berupa selulosa akan dihidrolisa terlebih dahulu menggunakan bakteri. Pada waktu dimana kandungan gula optimal maka penanaman khamir dilakukan. Hal tersebut dilakukan untuk mengoptimalkan produksi etanol karena masing – masing mikroorganisme akan bekerja secara sinergis.

Proses produksi etanol menggunakan metode pencampuran kultur mikroba sangat memungkinkan untuk dilakukan terutama setelah proses sakarifikasi. Proses sakarifikasi merupakan bagian yang sangat penting dalam produksi etanol. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian sehingga akan diperoleh hasil sakarifikasi dan etanol yang optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis asam dan waktu pada pembuatan bioetanol dari tanah gambut. Permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perbedaan jenis asam yang digunakan dalam proses hidrolisa dan bagaimana pengaruh waktu fermentasi yang bervariasi terhadap yield etanol yang dihasilkan

TINJAUAN PUSTAKA

Hidrolisa

Hidrolisis meliputi proses pemecahan ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun and Cheng, 2002). Rusaknya kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi gula sederhana, yaitu glukosa, galaktosa, manosa, heksosa, pentose, xilosa, dan arabinose. Selanjutnya senyawa-senyawa gula sederhana tersebut akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol (Mosier et al., 2005)

Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Tahezadeh, 2007). Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad and Kressman (1945) dalam Tahezadeh, 2007). Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dengan demikian akan menghasilkan etanol yang lebih tinggi (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Hidrolisis asam encer dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30 – 70%). Hidrolisis asam encer juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap dan merupakan metode

hidrolisis yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Hidrolisis asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Potongan (chip) kayu dimasukkan ke dalam tangki kemudian diberi uap panas pada suhu 300°F selama satu jam. Selanjutnya dihidrolisis dengan menggunakan asam fosfat. Hidrolisis dilakukan dalam dua tahap. Hidrolisat yang dihasilkan kemudian difermentasi untuk menghasilkan ethanol.

Hidrolisis selulosa dengan menggunakan asam telah dikomersialkan pertama kali pada tahun 1898 (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Tahap pertama dilakukan dalam kondisi yang lebih 'lunak' dan akan menghidrolisis hemiselulosa (misal 0.7% asam sulfat, 190°C). Tahap kedua dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dengan konsentrasi asam yang lebih rendah untuk menghidrolisis selulosa (215°C, 0.4% asam sulfat) (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005).

Kelemahan dari hidrolisis asam encer adalah degradasi gula hasil di dalam reaksi hidrolisis dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Degradasi gula dan produk samping ini tidak hanya akan mengurangi hasil panen gula, tetapi produk samping juga dapat menghambat pembentukan etanol pada tahap fermentasi selanjutnya. Beberapa senyawa inhibitor yang dapat terbentuk selama proses hidrolisis asam encer adalah furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), asam levulinik (levulinic acid), asam asetat (*acetic acid*), asam format (*formic acid*), asam uronat (*uronic acid*), asam 4-hydroxybenzoic, asam vanilik (*vanilic acid*), vanillin, *phenol*, *cinnamaldehyde*, formaldehida (*formaldehyde*), dan beberapa senyawa lain (Taherzadeh, 2007).

Hidrolisis meliputi proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C5) dan heksosa (C6). Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia (asam) atau enzimatik. Ada dua macam hidrolisa yang digunakan pada pembuatan bioetanol dari bahan baku biomassa, yaitu enzimatik dan hidrolisa asam.

Hidrolisa selulosa secara enzimatik memberi *yield* etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan metode hidrolisa asam (Palmqvist dan Hahn-Hägerdal, 2000). Namun proses enzimatik tersebut merupakan proses yang paling mahal. Proses *recycle* dan *recovery* enzim selulose diperlukan untuk menekan tingginya biaya produksi (Iranmahboob et al., 2002; Szczodrak dan Fiedurek, 1996). Selain itu, proses hidrolisa enzimatik memerlukan *pretreatment* bahan baku agar struktur selulosa siap untuk dihidrolisa oleh enzim (Palmqvist dan Hahn-Hägerdal, 2000). Mengingat kerumitan proses hidrolisa enzimatik sebagaimana tersebut di atas, hidrolisa enzimatik dengan enzim selulose mempengaruhi 43,7% biaya total produksi (Szczodrak dan Fiedurek, 1996).

Keuntungan utama hidrolisa dengan asam encer adalah, tidak diperlukannya *recovery* asam, dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses (Iranmahboob et al., 2002). Umumnya asam yang digunakan adalah H₂SO₄ atau HCl (Mussatto dan Roberto, 2004) pada *range* konsentrasi 2-5% (Iranmahboob et al., 2002; Sun dan Cheng, 2002), dan suhu reaksi ± 160°C. Suhu yang lebih tinggi akan mempermudah dekomposisi gula sederhana dan senyawa lignin (Mussatto dan Roberto, 2004).

Tanah Gambut

Gambut dibentuk oleh akumulasi residu vegetasi tropis yang kaya kandungan lignin dan selulosa (Brady, 1997). Gambut mengandung bahan organik yang tidak bisa langsung

dimanfaatkan karena masih dalam bentuk senyawa kompleks, salah satunya selulosa. Selulosa adalah sebuah polimer linier yang lebih besar dari 1000 subunit glukosa panjang dengan ikatan 1,4- β (Waluyo, 2008).

Lahan gambut adalah lahan yang memiliki lapisan tanah kaya bahan organik (C-organik > 18%) dengan ketebalan 50 cm atau lebih. Bahan organik penyusun tanah gambut terbentuk dari sisa-sisa tanaman yang belum melapuk sempurna karena kondisi lingkungan jenuh air dan miskin hara. Oleh karenanya lahan gambut banyak dijumpai di daerah rawa belakang (*back swamp*) atau daerah cekungan yang drainasenya buruk.

Gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob dan/atau kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Pembentukan tanah gambut merupakan proses giogenik yaitu pembentukan tanah yang disebabkan oleh proses deposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mineral yang pada umumnya merupakan proses pedogenik.

Proses pembentukan gambut dimulai dari adanya danau dangkal yang secara perlahan ditumbuni oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah. Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan yang kemudian menjadi lapisan transisi antara lapisan gambut dengan substratum (lapisan dibawahnya) berupa tanah mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang lebih tengan dari danau dangkal ini dan secara membentuk lapisan-lapisan gambut sehingga danau tersebut menjadi penuh. Persebarannya di Indonesia terdapat di pantai timur Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Halmahera, Seram, Papua, dan Pantai Selatan.



Gambar 1. Tanah gambut

Tanah gambut tebal di Indonesia umumnya mengandung kurang dari 5% fraksi inorganik dan sisanya fraksi organik yaitu lebih dari 95%. Fraksi organik terdiri senyawa-senyawa humat sekitar 10 hingga 20%, sebagian besar terdiri atas senyawasenyawa non-humat yang meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, sejumlah kecil protein dan lain-lain. Sedangkan senyawa-senyawa humat terdiri atas asam humat, himatomelanat dan humin.

Tabel 1. Komposisi tanah gambut

Kandungan	(%)
Selulosa	0,2-11
Hemiselulosa	1-2
Lignin	64-74
Senyawa Humik	10-20
Lainnya	<5
Bahan Organik Gambut	100

Sumber : Anonim, 2013

Gambut yang ada di Sumatera dan Kalimantan umumnya didominasi oleh bahan kayu-kayuan. Oleh karena itu komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa dan protein umumnya tidak melebihi 11%. Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit *phenylpropane* yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relative tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi.

Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C5) dan 6 (C6), misalnya: xylosa, mannos, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamnosa, asam glukuronat, asam metal glukuronat, dan asam galaturonat. Xylosa adalah salah satu gula C5 dan merupakan gula terbanyak kedua di biosfer setelah glukosa. Kandungan hemiselulosa di dalam biomassa lignoselulosa berkisar antara 11% hingga 37 % (berat kering biomassa). Hemiselulosa lebih mudah dihidrolisis daripada selulosa, tetapi gula C5 lebih sulit difermentasi menjadi etanol daripada gula C6.

Selulosa adalah polimer glukosa (hanya glukosa) yang tidak bercabang. Bentuk polymer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk/terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Panjang molekul selulosa ditentukan oleh jumlah unit glucan di dalam polymer, disebut dengan derajat polimerisasi. Derajat polimerisasi selulosa tergantung pada jenis tanaman dan umumnya dalam kisaran 2000 – 27000 unit glucan. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dapat difermentasi menjadi etanol.

Bioetanol

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus C_2H_5OH . Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari karbohidrat yang potensial sebagai bahan baku seperti tebu, nira sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung: jerami, bonggol jagung dan kayu. Setelah melalui proses fermentasi, dihasilkan etanol (www.energi.lipi.go.id).

Standar bioethanol telah ditetapkan pada SNI 7390 : 2012. Standar ini menetapkan persyaratan mutu dan metode uji bioetanol dan hanya berlaku untuk bioetanol yang akan

digunakan sebagai bahan bakar motor bensin, yaitu sebagai komponen campuran bahan bakar bensin pada kendaraan bermotor atau motor lainnya. Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari bahan nabati atau biomassa lainnya, Bahan bakar bioetanol harus bebas dari endapan dan zat terlarut secara visual sehingga terlihat jernih dan terang pada suhu kamar. Cara pengambilan contoh sesuai dengan SNI 19-1429-1989. Metode uji mutu bioetanol menggunakan parameter kadar etanol, kadar metanol, kadar air, kadar denaturan, tembaga, keasaman sebagai CH_3COOH , tampakan, ion klorida, kandungan belerang, getah, dan pH.

Metode analisis masing-masing parameter tersebut dijelaskan secara rinci dalam standar ini, antara lain untuk menentukan kadar etanol dalam bioetanol kering terdenaturasi digunakan khromatografi gas, penentuan kadar air menggunakan reagen Karl Fischer, penentuan kadar tembaga menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA), penentuan belerang menggunakan *wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry* dan penentuan kandungan getah menggunakan *air jet evaporation*. Contoh uji dinyatakan lulus uji apabila memenuhi syarat mutu yang ditetapkan. Selanjutnya, produk harus dikemas dalam wadah tertutup yang tidak bereaksi terhadap isi dan aman selama pengangkutan dan penyimpanan.

Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dalam air dengan segala perbandingan. Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang penting sekaligus sebagai stok umpan untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya etanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar. Pembakaran etanol lebih bersih daripada bahan bakar fosil yang berarti mengurangi emisi gas rumah kaca. Hal ini merupakan keuntungan etanol yang paling signifikan bagi lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

Pembuatan Bioetanol

Tahap pembuatan bioetanol dilakukan melalui proses delignifikasi, hidrolisa, fermentasi dan pemurnian (destilasi). Persiapan bahan baku dilakukan untuk mendapatkan glukosa. Glukosa diperoleh melalui 2 tahap yaitu delignifikasi dan hidrolisa. Pada tahap delignifikasi akan menghasilkan selulosa. Selulosa akan diproses lebih lanjut dengan proses hidrolisa sehingga akan dihasilkan glukosa.

Delignifikasi

Lignin atau zat kayu adalah salah satu zat komponen penyusun tumbuhan. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung jenisnya. Lignin terutama terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak. Pada batang, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak (seperti semen pada sebuah batang beton).

Berbeda dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat, struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama. Gugus aromatik ditemukan pada lignin yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik yang terdiri dari 2-3 karbon. Proses pirolisis lignin menghasilkan senyawa kimia aromatis berupa fenol, terutama kresol. (Wikipedia, 2015)

Lignin bersifat tidak larut dalam kebanyakan pelarut organik. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisa yang disebabkan oleh adanya ikatan alkil dan ikatan eter. Pada suhu tinggi, lignin dapat mengalami perubahan struktur dengan membentuk

asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanilin dan lain-lain. Sedangkan bagian lainnya mengalami kondensasi. Dalam pembuatan etanol dari kayu (jerami) yang digunakan adalah selulosanya sehingga lignin dalam kayu harus dihilangkan.

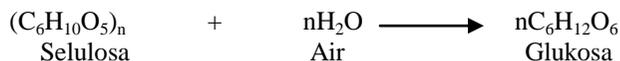
Proses pemisahan atau penghilangan lignin dari serat-serat selulosa disebut delignifikasi atau pulping. Proses pemisahan lignin dapat dibedakan menjadi 3, yaitu cara mekanis, kimia dan semikimia. Delignifikasi sangat penting untuk meningkatkan enzimatis dari lignoselulosa sehingga meningkatkan kadar fermentasi gula. Contohnya pada *coastal bermudagrass*. Efek dari pengujian dengan menggunakan NaOH pada suhu 121°C selama 15, 30, 60, dan 90 menit dievaluasi terlebih dahulu. Dari penelitian didapat hasil yang paling optimal adalah pada 121°C dengan waktu 60 menit. (Ziyu Wang, 2008)

Hidrolisa

Di antara metode hidrolisis kimia, hidrolisis dengan asam mungkin yang paling umum digunakan. Ini adalah metode yang dapat digunakan baik sebagai sebuah proses hidrolisis enzimatis, atau reaksi setelah delignifikasi. Pada reaksi ini terjadi perubahan dari selulosa menjadi glukosa. Reaksi pertama kali ini pertama kali dipakai pada proses scholler. Saat ini, sebagian besar proses hidrolisis menggunakan asam dilakukan di *batch mode* penyimpanan dengan waktu beberapa menit (Taherzadeh, 2007).

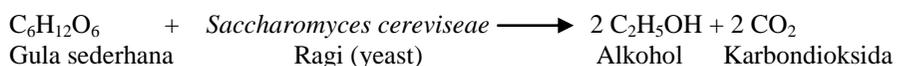
Glukosa, suatu gula monosakarida adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi hewan dan tumbuhan. Glukosa (C₆H₁₂O₆, berat molekul 180.18) adalah heksosa—monosakarida yang mengandung enam atom karbon. Glukosa merupakan aldehida (mengandung gugus -CHO). Lima karbon dan satu oksigennya membentuk cincin yang disebut "cincin piranosa", bentuk paling stabil untuk aldosa berkarbon enam. Dalam cincin ini, tiap karbon terikat pada gugus samping hidroksil dan hidrogen kecuali atom kelimanya, yang terikat pada atom karbon keenam di luar cincin, membentuk suatu gugus CH₂OH. (Wikipedia, 2015).

Pemecahan molekul gula, karbohidrat dan selulosa yang kompleks menjadi molekul monosakarida mudah dilakukan dalam laboratorium dengan mendidihkan larutan atau suspensi karbohidrat dengan larutan encer asam. Hidrolisa adalah proses antara reaktan dengan menggunakan air supaya suatu persenyawaan pecah atau terurai. Zat - zat penghidrolisa ada beberapa macam, antara lain air, asam, basa dan enzim. Reaksi hidrolisa yaitu :



Fermentasi

Fermentasi adalah suatu kegiatan penguraian bahan - bahan karbohidrat yang tidak menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas karbondioksida. Suatu fermentasi yang busuk merupakan fermentasi yang mengalami kontaminasi. Fermentasi pembentukan alkohol dari gula dilakukan oleh mikroba. Mikroba yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Perubahan yang terjadi biasanya dinyatakan dalam persamaan berikut:



Yeast tersebut dapat berbentuk bahan murni pada media agar - agar atau dalam bentuk yeast yang diawetkan (*dried yeast*). Misalnya ragi roti dengan dasar pertimbangan teknik dan ekonomis, maka biasanya sebelum digunakan untuk meragikan gula menjadi alkohol, yeast terlebih dahulu dibuat starter. Tujuan pembuatan starter adalah :

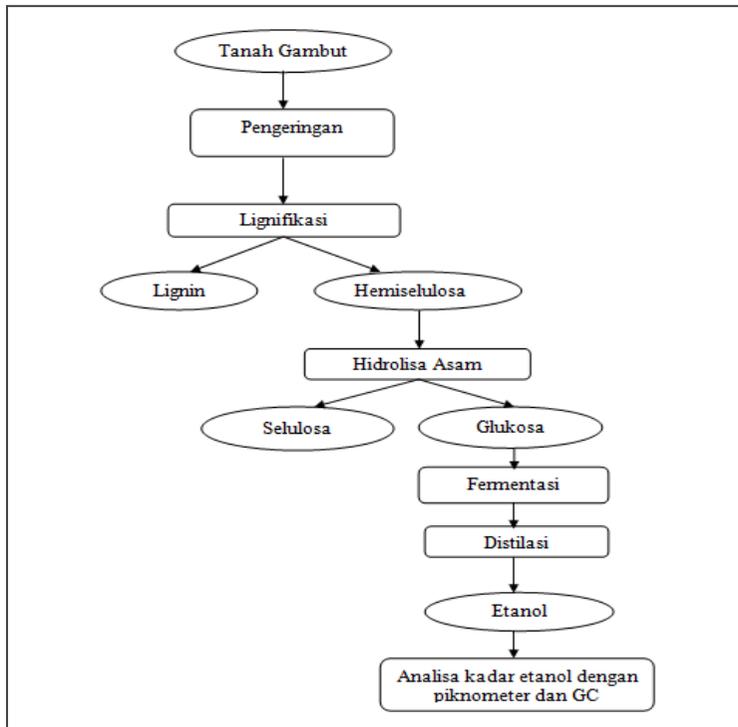
1. Memperbanyak jumlah yeast, sehingga yang dihasilkan lebih banyak, reaksi biokimianya akan berjalan dengan baik.
2. Melatih ketahanan yeast terhadap kondisi.

Untuk tujuan tersebut yang perlu diperhatikan adalah zat asam yang terlarut. Karena itu botol pembuatan starter cukup ditutup dengan kapas atau kertas saring, dikocok untuk memberi aerasi. Aerasi ini penting karena pada pembuatan starter tidak diinginkan terjadinya peragian alkohol.



Pemurnian / Destilasi

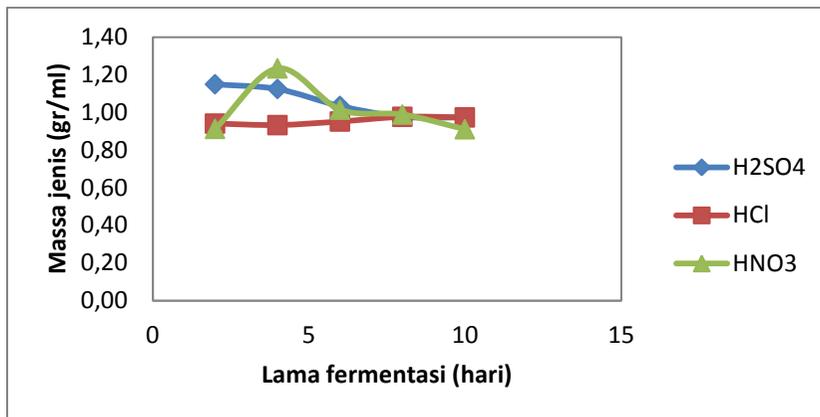
Untuk memisahkan alkohol dari hasil fermentasi dapat dilakukan dengan destilasi. Destilasi adalah metode pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih. Destilasi memisahkan komponen - komponen yang mudah menguap suatu campuran cair dengan cara menguapkannya (*separating agentnya* panas) yang diikuti dengan kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagian campuran yang tidak menguap disebut residu (Mc Cabe, 1993). Proses ini dilakukan untuk mengambil alkohol dari hasil fermentasi. Destilasi dapat dilakukan pada suhu 80°C karena titik alkohol 78°C sedangkan titik didih air 100°C.

METODOLOGI

Gambar 2. Diagram alir pembuatan bioetanol

HASIL DAN PEMBAHASAN**Pengukuran Massa Jenis****Pengaruh Penambahan H₂SO₄ 1 M terhadap Variasi Waktu.**

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Hasil massa jenis bioetanol dari pengaruh penambahan H₂SO₄ 1 M, HCl 1 M, dan HNO₃ 1 M dengan variasi lama fermentasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara lama fermentasi (hari) dan massa jenis (gr/ml)

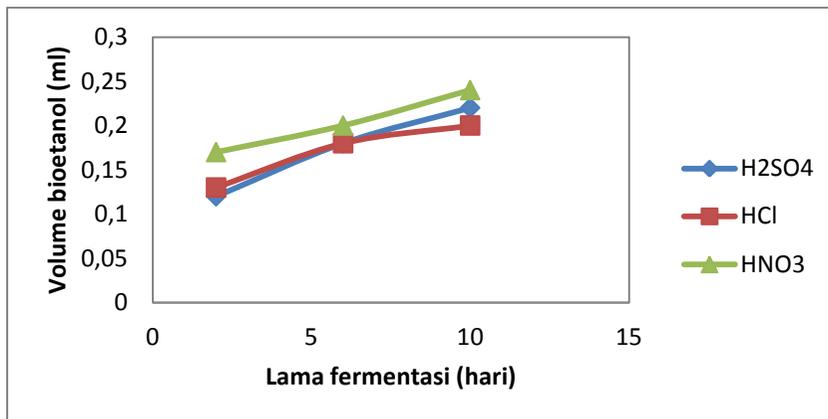
Pada penggunaan asam H₂SO₄ 1 M didapatkan hasil yang terbaik pada lama fermentasi 10 hari. Semakin lama waktu fermentasi semakin kecil nilai massa jenis yang didapat. Walaupun pada fermentasi hari ke-8 dan 10 terjadi penurunan yang tidak terlalu signifikan, dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi yang terbaik adalah 8 hari. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh masa aktif ragi yang berkurang. Pada penggunaan asam HCl 1 M grafik yang didapat cenderung tidak stabil dikarenakan volume distilat yang didapat berbeda-beda. Semakin besar volume distilat yang didapat semakin besar kemungkinan air ikut terlarut dalam distilat. Sehingga nilai massa jenis yang didapat semakin tinggi seiring dengan tingginya volume distilat. Pada penggunaan asam HNO₃ 1 M grafik yang didapat cenderung tidak stabil dikarenakan volume distilat yang didapat berbeda-beda. Hal ini juga terjadi pada penggunaan asam HCl. Semakin besar volume distilat yang didapat semakin besar kemungkinan air ikut terlarut dalam distilat. Sehingga nilai massa jenis yang didapat semakin tinggi seiring dengan tingginya volume distilat.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai massa jenis paling besar terdapat pada penggunaan asam H₂SO₄ dengan lama fermentasi 2 hari nilainya 1,149 gr/ml. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang masih singkat dan banyaknya zat impurities yang terikat ketika proses distilasi. Sedangkan massa jenis yang paling kecil terdapat pada penggunaan asam HNO₃ dengan lama fermentasi 10 hari nilainya 0,910. Hal ini disebabkan karena fermentasi sudah relatif lama sehingga hasil yang didapat mendekati massa jenis bioetanol yaitu 0,789. Jadi semakin kecil massa jenis maka semakin banyak bioetanol yang terkandung dalam larutan.

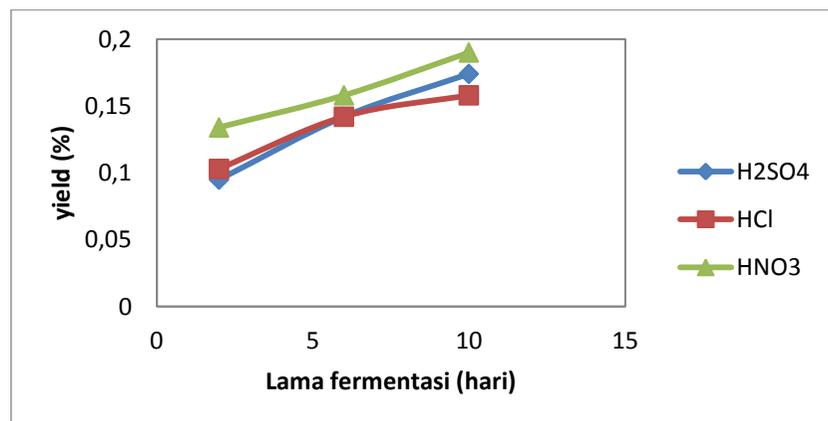
Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Alat GC

Pengaruh Penambahan H₂SO₄ 1 M terhadap Variasi Waktu.

Hasil bioetanol dari pengaruh penambahan H₂SO₄ 1 M dengan variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5



Gambar 4. Grafik hubungan antara volume bioetanol (ml) dan lama fermentasi (hari)



Gambar 5. Grafik hubungan antara yield (%) dan lama fermentasi (hari)

Pada penggunaan asam H₂SO₄ diketahui dari Gambar 4 dan 5, bahwa semakin lama waktu fermentasi, volume dan % *yield* bioetanol yang didapat semakin tinggi. Volume bioetanol pada hari ke-2, 6, dan 8 masing-masing yaitu 0,12 ml, 0,18 ml, dan 0,22 ml dengan % *yield* masing – masing 0,095, 0,142, dan 0,174. Penggunaan asam HCl dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5, dilihat dari grafik diketahui semakin lama waktu fermentasi maka kadar akan semakin menurun. Volume bioetanol pada hari ke-2, 6, dan 10 berturut-turut yaitu 0,13 ml, 0,18 ml, dan 0,20 ml dan % *yield* masing-masing 0,103, 0,142, dan 0,158. Terlihat pada Gambar 4 dan 5 bahwa semakin lama waktu fermentasi maka volume bioethanol dan % *yield* yang didapat sebenarnya semakin tinggi.

Hasil bioetanol dari penambahan HNO₃ 1 M dengan variasi waktu ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5. Pada Gambar 4 dapat dilihat semakin lama waktu fermentasi maka kadar akan semakin menurun. Volume bioetanol pada hari ke-2, 6 dan 10 berturut-turut didapat 0,17 ml,

0,22 ml, dan 0,24 ml dengan % yield masing – masing 0,134, 0,158, dan 0,190. Jadi semakin lama waktu fermentasi maka volume bioetanol dan % *yield* yang didapat sebenarnya semakin tinggi. Pada Gambar 4 dan 5, volume bioethanol % *yield* terkecil terdapat pada penggunaan asam H₂SO₄ yaitu 0,12 ml dengan % yield 0,095. Sedangkan volume bioetanol yang paling besar terdapat pada HNO₃ yaitu 0,24 ml dan % *yield* 0,190. Hal ini dikarenakan HNO₃ memiliki sifat mengoksidasi yang kuat dan memiliki tingkat keasaman lebih tinggi daripada H₂SO₄ sehingga jauh lebih efektif.

SIMPULAN

Penelitian ini dilakukan dengan variasi tiga jenis asam yaitu H₂SO₄, HCl, dan HNO₃. Setelah dihitung % yield dari berat sampel 100 gram, maka didapat hasil yang paling sedikit adalah pada H₂SO₄ yaitu 0,095 % dengan volume 0,12 ml yang paling baik adalah HNO₃ dengan % yield bioetanol 0,190 % dengan volume 0,24 ml.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Tinjauan Pustaka Gambut*. <http://www.unimed.ac.id>.
- Brady, M.A., 1997. *Effect of Vegetation Changes on Organic Matter Dynamics in Three Coastal Peat Deposits in Sumatera, Indonesia*. In *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatland* (Rieley, J.O. and S.E., Page (eds)). Samara Publishing. Cardigan, Wales. United Kingdom.
- Hamelinck, C.N.G. 2005. *Ethanol from Lignocellulosic Biomass : Techno-economic Performance in Short, Midle and Long Term*. *Biomass and Bioenergy* 28 : 384-410.
- Iranmahboob, J., NAdim, F., Monem, S. 2002. *Optimized Acid-Hydrolysis : A Critical Step for Producion of Ethanol from Mixed Wood Chips*. *Biomass and Bioenergy* 22 : 401-404.
- McCabe, Warren. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering*. Mc. Grow Hill. Singapore
- Mosier, N., C, Wyman, B. Dale, and R. Elander, Y. 2005. *Feature of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass*. *Bioresoure Technology*. 96: 673-686.
- Mussatto, S.I., Roberto, I.C. 2004. *Alternatives for Detoxification of Diluted-Acid Lignocellulosic Hydrolyzates for Use in Fermentative Processes: A Review*. *Bioresoure. Technology*. 93 : 1-10.
- Page, S.E., Rieley, J.O., Boehm, D.V., Jaya, A., Limin, S.H., 2002. *The Amount of Carbon Released from Peat and Forest Fires in Indonesia During 1997*. *Nature*, 420: 61-65
- Palmqvist, E., Hahn-Hagerdal, B. 2000. *Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates. II: Inhibitors And Mechanisms Of Inhibition*. *Bioresource Technology*. 74, 25-33.
- Perry, R.H. 1984. *Perry Chemical Engineering Hands Book*. Mc. Grow Hill. Singapore.

- Rieley, J.O., Page, S.E. 2005. *Wise Use of Tropical Peatland : Focus on Southeast Asia*. pp 266. Alterra, Wageningen University and The EU INCO STRAPEAT and RESTORPEAT Partnership. Wageningen.
- Sun Y., Cheng J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review*. Bioresource Technology.
- Szczodrak, J. and Fiedurek, J. 1996. *Technology for Conversion of lignocellulosic biomass to Ethanol*. Biomass Bioen 10:367-375.
- Taherzadeh, Mohammad J. 2007. *Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials*. Bio Resources 2(3), 472-499.
- Waluyo dkk. 2008. *Fluktuasi Genangan Air Lahan Rawa Lebak dan Manfaatnya bagi Bidang Pertanian di Ogan Komering Ilir*. Jakarta.
- Wang, Ziyu. 2008. *Alkaline Pretreatment of Coastal Bermudagrass for Bioethanol Production*. North Carolina State University.
- <http://www.indoenergi.com/2012/04/keunggulan-dan-kelemahan-bahanbakar.html>
- <http://www.id.wikipedia.org>