

**PRODUKSI BIOETANOL DARI KULIT PISANG MELALUI HIDROLISIS
ASAM SULFAT**

[The Production of Bioethanol from Banana Peel Through Sulphuric Acid Hidrolisis]

Asih Sukowati¹, Sutikno², Samsul Rizal²¹)Alumni Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Lampung¹) Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung**ABSTRACT**

Banana fruit is one of main product of Lampung Province. Banana is commonly utilized as raw material of banana chip production and its peel can be converted into bioethanol. The Objectives of this study were to find out the optimum treatments of hydrolysis and fermentation for producing bioethanol. Two steps, namely hydrolysis and fermentations, were carried out in this study. In the hydrolysis step, two treatments - H₂SO₄ concentration and hydrolysis duration – were implemented. The H₂SO₄ concentration treatment consisted of five level (0, 0.025, 0.050, 0.075, and 0,100 M); and the hydrolysis period treatment consisted of two level (15 dan 30 minutes). Bioethanol fermentation was carried out at room temperature for 72 hours with *Saccharomyces cerevisiae* as starter at concentration of 0%, 5%, 10%, and 15% (w/v). The treatments were arranged in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. Before and after hydrolysis, the cellulose, hemicellulose, and lignin contents of banana peel were determined. The reducing sugar concentrations were measured after hydrolysis, and bioethanol concentrations were measured after fermentation. The data of the cellulose, hemicellulose, lignin, reduced sugar, and bioethanol were tabulated and analyzed descriptively. The results of this study showed that the optimum treatment for hydrolysis was H₂SO₄ solution at a concentration of 0.050 M at 121⁰C for 15 minutes. The treatment yielded reduced sugar at a concentration of 11,26mg/100 mL. The optimum treatment for fermentation was a starter concentration of 10% (w/v) which produced bioethanol at a concentration of 0.03% (v/v).

Keywords : banana peel, bioethanol, hydrolysis, H₂SO₄, reducing sugar.

PENDAHULUAN

Pisang merupakan tanaman buah utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra produksi pisang nasional. Produksi pisang Provinsi Lampung sebesar 697.140 ton pada tahun 2011 dengan luas areal tanaman pisang 6,7 juta Ha serta

pertumbuhan luas panen sebesar 6,3% per tahunnya (Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura, 2012).

Selama ini pengolahan hasil tanaman pisang hanya berkonsentrasi pada pengolahan buah pisang saja dan belum memperhatikan pemanfaatan hasil limbah seperti batang pisang, tandan buah dan

kulit pisang. Sebagai sumber biomass, kulit pisang merupakan sumber yang potensial karena mengandung pati sebesar 12,8 % (Emaga *et al.*, 2007). Kandungan pati yang terdapat dalam kulit pisang berpotensi sebagai bahan pembuatan etanol. Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang belum dilakukan secara *pilot plan* ataupun industrial karena belum diketahui kondisi optimum dari tiap tahapan proses untuk menghasilkan bioetanol.

Bioetanol merupakan etanol atau etil alkohol (C_2H_5OH) dari hasil fermentasi glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang berasal dari bahan baku nabati (Samah *et al.*, 2011). Bioetanol menjadi salah satu Bahan Bakar Nabati (BBN) yang diwajibkan pemakaiannya sebagai energi alternatif (PERMEN ESDM No. 32 Tahun 2008). Hal tersebut didasari oleh penurunan produksi BBM nasional dan jumlah impor BBM Indonesia yang makin meningkat setiap tahunnya. Perkembangan penelitian bioetanol sampai saat ini sudah memasuki generasi kedua, yaitu pembuatan bioetanol dengan memanfaatkan limbah agroindustri yang mengandung komponen lignoselulosa untuk dikonversi menjadi bioetanol.

Lignoselulosa perlu perlakuan awal (*pretreatment*) sebelum dikonversi menjadi bioetanol. Perlakuan awal tersebut meliputi: perlakuan awal fisik (pengecilan ukuran, pemanasan); perlakuan awal kimia (asam, alkali); dan perlakuan biologis (Taherzadeh and Karimi, 2007). Perlakuan awal menggunakan asam (hidrolisis asam) lebih banyak diterapkan dibandingkan hidrolisis menggunakan enzim karena harga enzim sangat mahal dan sulit didapatkan.

Hidrolisis dengan asam bertujuan untuk memecah ikatan lignin, selulosa dan

hemiselulosa agar selulosa dan hemiselulosa mudah didegradasi menjadi glukosa. Larutan asam seperti asam sulfat dapat memotong ikatan beta 1,4 selulosa sehingga diharapkan dapat meningkatkan kadar gula yang dihasilkan dan dapat mengoptimalkan kadar bioetanol yang dihasilkan. Kondisi optimal produksi bioetanol dengan perlakuan awal asam dari bahan baku kulit pisang belum ditemukan sehingga pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai optimasi proses hidrolisis dan fermentasi substrat kulit pisang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi hidrolisis asam dan fermentasi yang optimum untuk menghasilkan etanol yang tertinggi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang dengan indeks kematangan IV, yaitu warna kuning lebih banyak dari pada warna hijau dan tekstur sedang yang diperoleh dari sentra industri keripik pisang Gang PU Bandar Lampung. Bahan lain yang digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH), air suling, asam sulfat (H_2SO_4), ragi *Sacharomyces cereviceae* produksi PT. Sangra Ratu Boga dan bahan-bahan analisis seperti : etanol, n-propanol, Natrium thiophospat, Kalium Iodida, Natrium karbonat anhidrat, Cupper II Sulfat pentahidrat dan Kalium Iodat, yang diperoleh dari Merck.

Alat-alat yang digunakan antara lain labu ukur 50 mL, 100 mL (pyrex), mikropipet 1000 μ L (Thermo Scientific, Finnpiquette F3), oven (Philip Harris Ltd), timbangan 4 digit (Mettler M3000 Swiszerlan), ginder, ayakan (40 mesh), hot plate (Cimerec3), sentrifuge (Thermo

Electron Corporation, Model IEC Centra CL2, made in China), autoklaf (Wiseclave™ Daihan scientific made in Korea). spektrofotometer (DRU/4000 Milton Ray Company made in Japan), kertas saring wheatman (2 μ m), jerigen, glasswares, alumunium foil, cawan porselin, desikator, seperangkat peralatan GC- SHIMAZHU 2010 (made in Japan) dilengkapi dengan detektor FID (detektor ionisasi nyala).

Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap hidrolisis asam dan tahap fermentasi. Pada tahap hidrolisis asam, ada dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi H₂SO₄ yang terdiri dari lima taraf (0; 0,025; 0,05; 0,075 dan 0,1 M). Faktor kedua yaitu waktu hidrolisis yang terdiri dari dua taraf (15 dan 30 menit). Pada fermentasi, hanya ada satu perlakuan; yaitu konsentrasi ragi yang terdiri dari empat taraf (0, 5, 10 dan 15 %) dengan waktu 32 jam pada suhu 30°C. Perlakuan disusun dalam RAKL dengan 3 kali ulangan.

Pengamatan dilakukan terhadap komponen lignin, selulosa dan hemiselulosa kulit pisang, kadar gula reduksi menggunakan Metode Nelson – Somogyi dan hasil etanol terbaik dianalisis menggunakan GC (*Gas Chromatography*). Data yang didapat disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dianalisis secara deskriptif.

Persiapan bahan baku

Kulit pisang kepek dikecilkan ukurannya menggunakan grinder dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C hingga kadar air konstan. Kulit pisang yang telah dioven dikecilkan ukurannya, kemudian diayak

menggunakan saringan 40-60 mesh dan disimpan dalam kondisi kering pada suhu ruang. Sebelum dilakukan *pretreatment* basa, tepung kulit pisang dianalisis kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin.

2.1.2. *Pretreatment* basa

Kulit pisang kepek kering (40-60 mesh) ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer ukuran 100 mL, kemudian ditambahkan 1,0 M (1:20 b/v) larutan NaOH (Septiyani, 2011). Larutan dihomogenisasi menggunakan shaker dengan kecepatan 100 rpm selama 3 menit dan dipanaskan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, kulit pisang kepek dicuci dan dibilas menggunakan air suling (1:200 mL) (Septiyani, 2011), dikeringkan dan dianalisis komponen lignoselulosanya.

Hidrolisis asam

Sebanyak 10 gram residu kulit pisang kepek yang telah diberi *pretreatment* NaOH, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan H₂SO₄ sampai tanda tera dengan variasi konsentrasi 0; 0,025; 0,5; 0,075 dan 0,1 M. Sampel tersebut dipanaskan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 dan 30 menit. kadar gula reduksi dianalisis dengan Metode (Nelson-Somogyi dalam Sudarmadji, 1984). Sampel dengan kadar gula reduksi yang tertinggi hasil hidrolisis asam digunakan sebagai bahan baku pada proses fermentasi.

Fermentasi kulit pisang kepek

Sebanyak 10 mL hasil hidrolisis asam kulit pisang kepek dan diketahui kadar gula reduksinya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan ragi *Saccharomyces* dengan variasi konsentrasi 0, 5, 10 dan 15 % (b/v) dan ditutup menggunakan sumpal kapas dan dilapisi dengan alumunium foil

kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 72 jam. Hasil dari proses fermentasi dianalisis kadar bioetanolnya menggunakan metode titrasi (Hidayat, 2011) dan hasil terbaik dianalisis menggunakan Gas Chromatography.

Volume penyuntikan : 1µL
Flow Control Mode : Linear velocity
Injection Mode : Split
Split Rasio : 50
Laju alir Kolom : 1,0 mL/menit
Linear Velocity : 29,1 cm/detik

Kadar etanol menggunakan metode kromatografi gas

Analisis kadar etanol dilakukan menurut metode Fitriana (2010) modifikasi.

Kondisi Alat

Seperangkat alat kromatografi gas dengan detektor ionisasi nyala (FID)

Penetapan secara Kromatografi Gas dengan kondisi sebagai berikut:

Kolom : RIX-5 (crossbond 5% diphenyl/95% dimethylpolixiloxane, panjang 30 meter, 0,25 mmID, 0,25 µm df)

Detektor : Ionisasi Nyala FID (chi)

Suhu : Injektor 200°C, detektor 220°C

Teknik analisis : Program suhu

Gas pembawa : Helium

Make-Up Gas : Nitrogen

Gas pembakar : hidrogen, udara

Pembuatan kurva standar

Larutan standar etanol dengan konsentrasi 0,1 %, 0,05%, dan 0,025% dibuat dengan pengenceran. Untuk membuat larutan standar etanol 1% dilakukan dengan mengambil larutan etanol p.a 99% sebanyak 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan tambahkan aquades hingga tanda tera. Untuk membuat larutan etanol standar 0,1 % dilakukan dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan etanol 1% hasil pengenceran kemudian dimasukkan dalam labu ukur ukuran 100 mL dan tambahkan aquades sampai tanda tera. Larutan standar etanol 0,025% dibuat dengan mengambil sebanyak 2,5 mL larutan etanol 1% kemudian dimasukkan dalam labu ukur ukuran 100 mL dan tambahkan aquades sampai tanda tera. Pengambilan larutan etanol dilakukan dengan mikropipet Merk efendrof. Pembuatan larutan standar etanol ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembuatan Larutan Standar Etanol

No	Etanol 1% (mL)	Konsentrasi akhir etanol (% v/v)
1	10	0,1
2	5	0,05
3	2,5	0,025

Larutan etanol 1% (mL) dengan jumlah yang tertulis pada diatas masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda tera, sehingga diperoleh konsentrasi akhir etanol (% v/v) (tabel 2). Sebanyak 1

mL larutan standar etanol diambil dari masing-masing konsentrasi, kemudian ditambahkan larutan 0,5 mL n-propanol standar 20% dan dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda tera. Larutan

campuran ini masing-masing diambil 1 μ L dan disuntikkan ke dalam kolom.

Kromatogram yang diperoleh dari masing-masing larutan standar digunakan untuk menentukan waktu retensi dan luas area dari masing-masing *peak* etanol dan n-propanol. Setelah luas puncak etanol dan n-propanol dari kromatogram didapat langkah selanjutnya menghitung rasio luas puncak etanol/n-propanol. Kurva baku dibuat dengan memplotkan rasio luas puncak etanol/n-propanol sebagai Y dan kadar etanol (% v/v) sebagai X. Persamaan kurva baku dicari dengan regresi linear.

Pengukuran kadar etanol sampel

Sampel etanol hasil fermentasi sebelum dianalisis menggunakan GC dinetralkan pH nya terlebih dahulu dengan menggunakan NaOH kemudian disaring dengan penyaring *whatman* 0,2 μ m. Sebanyak 1 mL sampel diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan 0,5 n-propanol 20% dan diencerkan dengan akuades sampai 50 mL. Larutan ini masing-masing diambil 0,1 μ L dan disuntikkan ke dalam kolom melalui tempat injeksi. Analisis kuantitatif kadar

etanol dengan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva standar.

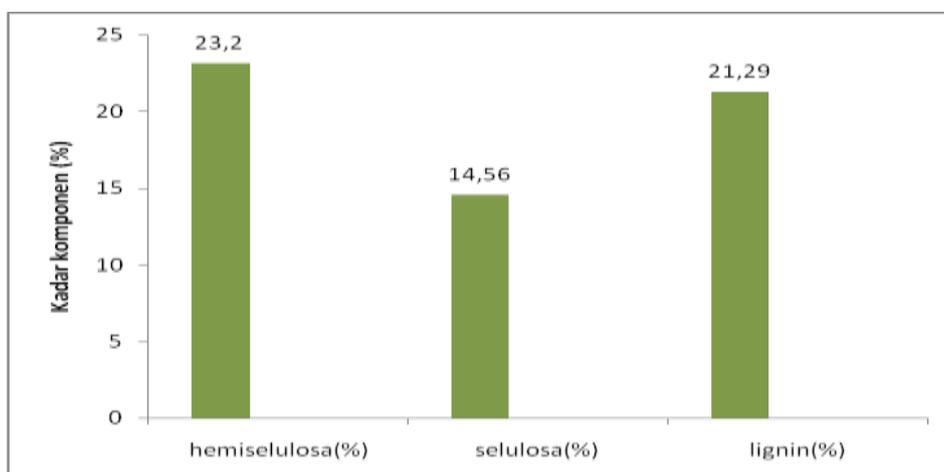
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah kulit pisang kepok. Kulit pisang dikeringkan sampai berat konstan, dan digrinder sampai ukuran 60 mesh. Sebelum diberi perlakuan awal, kulit pisang tersebut dianalisis untuk menentukan kadar selulosa, hemiselulosa dan ligninnya.

3.1. Tahap *Pretreatment*

Kulit pisang kepok dianalisis kadar lignoselulosanya, dan hasil analisis menunjukkan bahwa kulit pisang kepok yang digunakan sebagai bahan baku penelitian ini mengandung komponen lignin, selulosa dan hemiselulosa berturut-turut sebesar 21,29 %, 14,56 % dan 23,20 % (Gambar 1).

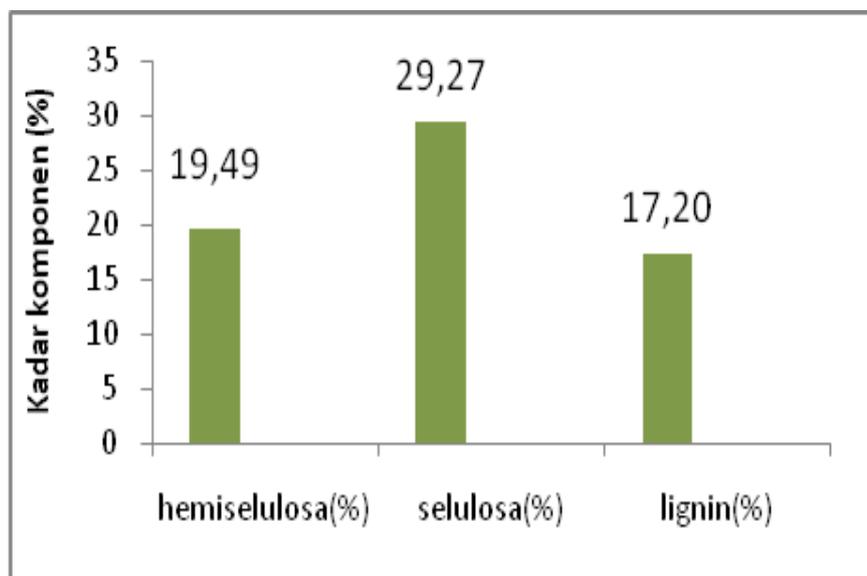
Kadar lignin kulit pisang setelah di *pretreatment* menggunakan NaOH 1M pada suhu 121°C selama 15 menit mengalami penurunan dari kandungan lignin bahan baku sebesar 21,29 % menjadi 17,20%.



Gambar 1. Kadar komponen lignoselulosa bahan baku kulit pisang.

Pretreatment menggunakan NaOH 1 M mampu mendegradasi lignin kulit pisang. Penggunaan larutan NaOH 1M hemiselulosa.

pada suhu 121⁰C mampu melarutkan lignin dan sebagian



Gambar 2. Kadar komponen lignoselulosa kulit pisang setelah pretreatment dengan NaOH 1M suhu 121⁰C selama 15 menit.

Degradasi lignin bertujuan untuk menghancurkan struktur lignin sehingga selulosa dan hemiselulosa berada dalam keadaan bebas sehingga mudah dihidrolisis lebih lanjut. Selulosa kulit pisang yang telah *dipretreatment* menggunakan NaOH 1 M pada suhu 121⁰C selama 15 menit mengalami kenaikan dari 14,56% menjadi 29,27%. Kenaikkan persentase selulosa tersebut disebabkan komponen lignin yang mengikat selulosa dan hemiselulosa telah terdegradasi, sehingga komponen selulosa meningkat persentasenya dari total seluruh komponen pada kulit pisang tersebut.

Kadar hemiselulosa kulit pisang setelah *dipretreatment* menggunakan NaOH 1 M pada suhu 121⁰C selama 15 menit adalah 19,49% dari kadar hemiselulosa bahan baku awal 23,20%. Penurunan kandungan hemiselulosa diduga karena adanya reaksi oksidasi

sehingga hemiselulosa terdegradasi menjadi unit-unit yang sederhana sehingga mudah larut dalam air (Fengel dan Wegener, 1995).

Hidrolisis Asam

Kadar gula reduksi

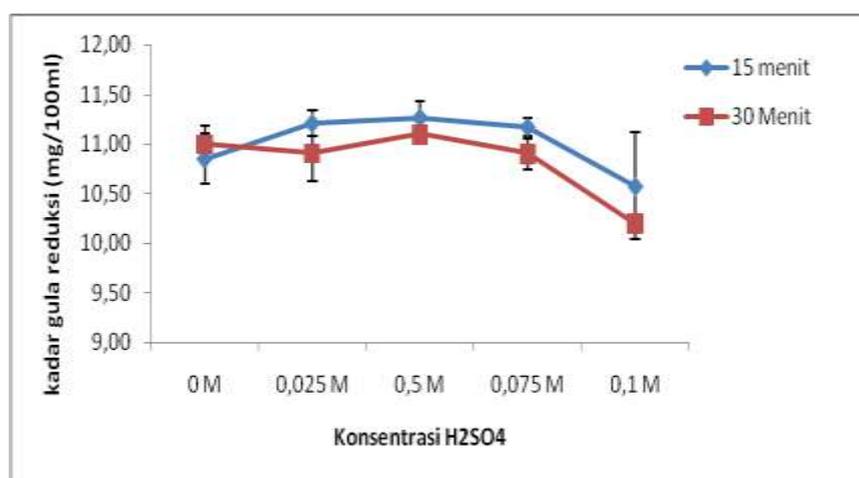
Hasil analisis gula reduksi menunjukkan bahwa kadar gula reduksi berkisar antara 10,19 mg/100mL hingga 11,26 mg/100mL. Pada konsentrasi H₂SO₄ 0,025 M dengan waktu hidrolisis selama 15 menit kadar gula reduksi mengalami kenaikan dari 10,85 mg/100 mL menjadi 11,2 mg/100mL, sedangkan pada waktu hidrolisis selama 30 menit dengan konsentrasi H₂SO₄ 0,025 mengalami penurunan dari 11 mg/100 mL menjadi 10,9 mg/100mL. Kadar gula reduksi sama-sama mengalami kenaikan pada konsentrasi H₂SO₄ 0,05 M dengan waktu hidrolisis 15 dan 30 menit. Kadar gula

reduksi optimal pada konsentrasi H_2SO_4 0,05 M selama 15 menit, yaitu sebesar 11,26 mg/100 ml (Gambar 3). Konsentrasi H_2SO_4 di bawah 0,05 M glukosa belum banyak terbentuk sehingga konsentrasi H_2SO_4 optimal pada 0,05M.

Konsentrasi H_2SO_4 mempengaruhi kadar gula yang didapatkan. Konsentrasi asam sulfat yang semakin tinggi akan memberikan kesempatan yang lebih bagi selulosa dan hemiselulosa untuk dihidrolisis menjadi gula-gula sederhana, tetapi jika konsentrasi asam sulfat melebihi waktu optimalnya maka akan terjadi penurunan kadar gula reduksi. Konsentrasi asam sulfat di atas 0,05 M dengan waktu 15 menit maupun 30 menit kadar gula reduksi mengalami penurunan. Penurunan kadar gula reduksi pada konsentrasi lebih dari 0,05 M terjadi karena konsentrasi H_2SO_4 yang tinggi

tidak hanya menghidrolisis selulosa atau hemiselulosa menjadi glukosa, tetapi sebagian glukosa yang dihasilkan dikonversi lebih lanjut menjadi furfural dan hidroksimetil furfural yang selanjutnya dapat membentuk asam formiat (Palmquist dan Hahn- Hagerdal, 2008).

Waktu hidrolisis mempengaruhi kadar gula reduksi. Waktu hidrolisis selama 30 menit menghasilkan kadar gula reduksi yang lebih rendah dibandingkan dengan waktu hidrolisis selama 15 menit. Waktu hidrolisis yang paling baik adalah 15 menit. Jika waktu hidrolisis terlalu lama glukosa akan terhidrolisis menjadi hydroksymethylfurfural dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun (Idral, 2012).



Gambar 3. Kadar gula reduksi kulit pisang kepek setelah dihidrolisis dengan larutan H_2SO_4 0,05M selama 15 menit.

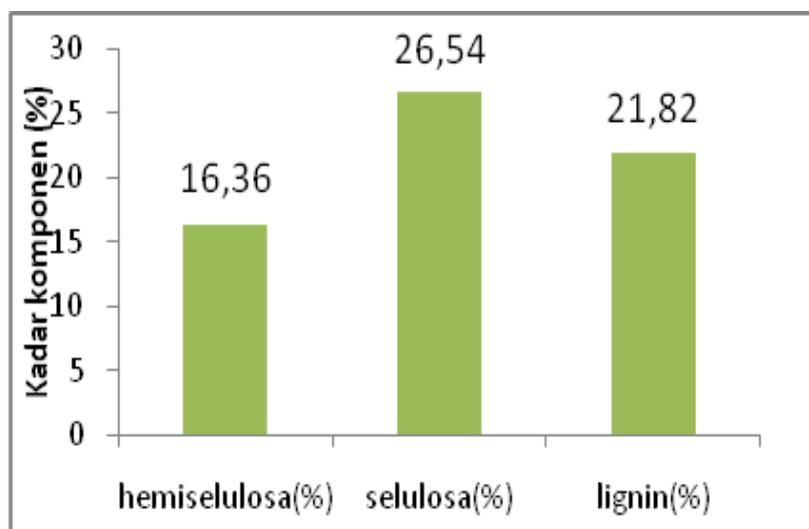
Suhu yang digunakan pada hidrolisis menggunakan H_2SO_4 ini adalah 121°C . Gusmawarni *et al.* (2009) telah menghidrolisis bonggol pisang dengan katalis asam sulfat, suhu optimal yang didapat adalah 120°C dengan hasil kadar gula keseluruhan 7566,33 mg/100mL.

Idral *et al.* (2012) telah menghidrolisis ampas sagu menggunakan H_2SO_4 konsentrasi 0,3 N pada suhu 121°C selama 120 menit diperoleh kadar gula reduksi sebesar 4,477 g/L. Kardono, (2010) telah menghidrolisis batang pisang menggunakan H_2SO_4 2M suhu 100°C

selama 4 jam diperoleh kadar gula reduksi sebesar 35,9 mg/mL.

Berdasarkan penelitian tersebut diatas diketahui bahwa konsentrasi asam,

waktu hidrolisa dan suhu mempengaruhi kadar gula reduksi yang dihasilkan.



Gambar 4. Kadar komponen lignoselulosa kulit pisang setelah dihidrolisis dengan H_2SO_4 0,05 M suhu $121^\circ C$ selama 15 menit.

Kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin pada hidrolisis asam terbaik.

Untuk mengetahui komponen lignoselulosa kulit pisang setelah hidrolisis, kulit pisang setelah dihidrolisis menggunakan H_2SO_4 0,05 M pada suhu $121^\circ C$ selama 15 menit dianalisis kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin. Analisis dilakukan pada konsentrasi H_2SO_4 0,05 M pada suhu $121^\circ C$, karena pada konsentrasi ini merupakan konsentrasi terbaik dalam menghasilkan gula reduksi.

Kadar selulosa setelah dilakukan hidrolisis menggunakan H_2SO_4 0,05 M selama 15 menit mengalami penurunan dari 29,27% menjadi 26,54%. Glukosa mengalami penurunan sebesar 9,23%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian selulosa sudah terdegradasi dan telah diubah menjadi gula reduksi. Proses hidrolisis

asam dilakukan untuk mengubah selulosa dalam kulit pisang menjadi gula reduksi. Pada saat hidrolisis dengan asam terjadi pemutusan polisakarida menjadi rantai pendek glukosa. Asam mengkatalis dengan cepat pada proses hidrolisis sehingga terjadi pemutusan rantai polisakarida menjadi glukosa. Proton dari asam akan berinteraksi secara cepat dengan ikatan glikosidik oksigen pada dua unit gula sehingga akan membentuk asam konjugasi (Xiang *et al.*, 2003).

Menurut Xiang *et al.* (2003) Keberadaan asam konjugasi menyebabkan konformasi tidak stabil sehingga terjadi pemutusan ikatan C-O dan membebaskan asam konjugasi pada konformasi yang tidak stabil. Keberadaan air pada sistem akan menyebabkan OH^- dari air berikatan dengan ion karbonium sehingga membebaskan gula dan proton. Proton

yang terbentuk akan beriteraksi secara cepat dengan ikatan glikosidik oksigen pada dua unit gula yang lain. Proses tersebut berlangsung secara kontinyu sampai semua molekul selulosa terhidrolisis menjadi glukosa.

Kadar hemiselulosa mengalami penurunan setelah dilakukan hidrolisis dengan asam sulfat 0,05 M selama 15 menit yaitu dari 19,49 % menjadi 16,36 %. Hidrolisis asam menyebabkan terhidrolisisnya sebagian hemiselulosa karena hemiselulosa adalah polimer amorfus. Sjostrom (1995) menyatakan bahwa ikatan glikosida yang terdapat pada hemiselulosa sangat sensitif terhadap hidrolisis bersifat asam. Pada hasil penelitian Feriandi (2011), kadar hemiselulosa limbah agroindustri berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dipretreatment menggunakan perendaman NaOH 1 % selama 15 menit mengalami penurunan dari 28,56% menjadi 4,55%.

Kadar lignin setelah dilakukan hidrolisis menggunakan H₂SO₄ 0,05 M dalam waktu 15 menit mengalami peningkatan dari 17,20% menjadi 21,82%. Hal ini diduga disebabkan selulosa dan hemiselulosa terhidrolisis sedangkan lignin tidak terhidrolisis. Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks. Pada proses hidrolisis menggunakan H₂SO₄ 0,05 M dalam waktu 15 menit senyawa-senyawa lain seperti tanin yang terkandung dalam kulit pisang tidak dapat dihidrolisis oleh larutan asam sehingga setelah pencucian masih terdapat residu yang terukur sebagai lignin.

Kurniawan 2013 yang menganalisis kandungan fitokimia kulit pisang Goroho, menyatakan bahwa getah kulit pisang Goroho memiliki kandungan fitokimia seperti flavonoid, saponin dan tanin. Salah satu jenis tanin yang terdapat pada kulit

pisang adalah tanin *condensed* yang mempunyai struktur yang lebih kompleks dan tidak dapat dihidrolisis oleh asam atau enzim. Tanin merupakan salah satu senyawa polihidroksipenol yang mempunyai sifat mudah berikatan dengan protein atau polimer lainnya seperti selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Desmiaty *et al.*, 2008).

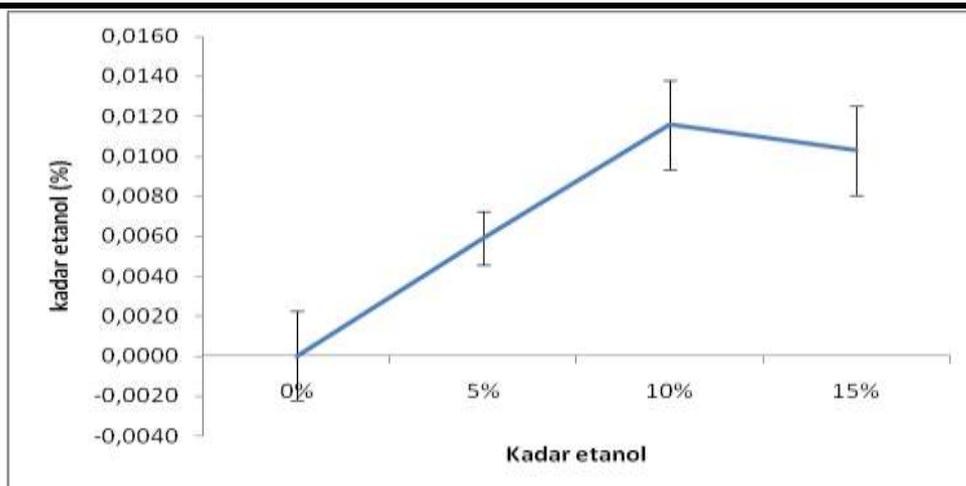
Fermentasi bioetanol

Ada tiga variasi konsentrasi ragi yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 0%, 5%, 10% dan 15 % (b/v) untuk mendapatkan kadar etanol yang tinggi pada tahap fermentasi. Pada proses fermentasi tidak hanya dibutuhkan kadar glukosa yang cukup, namun juga faktor-faktor yang lain seperti suhu fermentasi, pH yang optimal, ragi, dan nutrisi yang dibutuhkan oleh ragi. Kadar gula yang baik untuk fermentasi adalah sekitar 10-18 % (Casida, 1980).

Kadar gula lebih dari 18% akan mengakibatkan pertumbuhan ragi terhambat dan waktu fermentasi lama menyebabkan banyak gula yang tidak terfermentasi sehingga kadar etanol rendah. Bila kadar gula kurang dari 10%, maka etanol yang dihasilkan juga rendah. Suhu berpengaruh terhadap proses fermentasi. Pembentukan produk tergantung pada suhu. Suhu yang baik untuk fermentasi sekitar 31-33^oC (Said, 1987). pH yang cocok untuk pertumbuhan *saccharomyces cereviseae* sekitar 4,5 – 5 sedangkan waktu fermentasi yang diperlukan antara 30-72 jam.

Kadar bioetanol (Metode Titrasi)

Konsentrasi etanol yang tertinggi yang dianalisis menggunakan metode titrasi dihasilkan oleh variasi ragi 10% (b/v), yaitu sebanyak 0,006 % (Gambar 5).



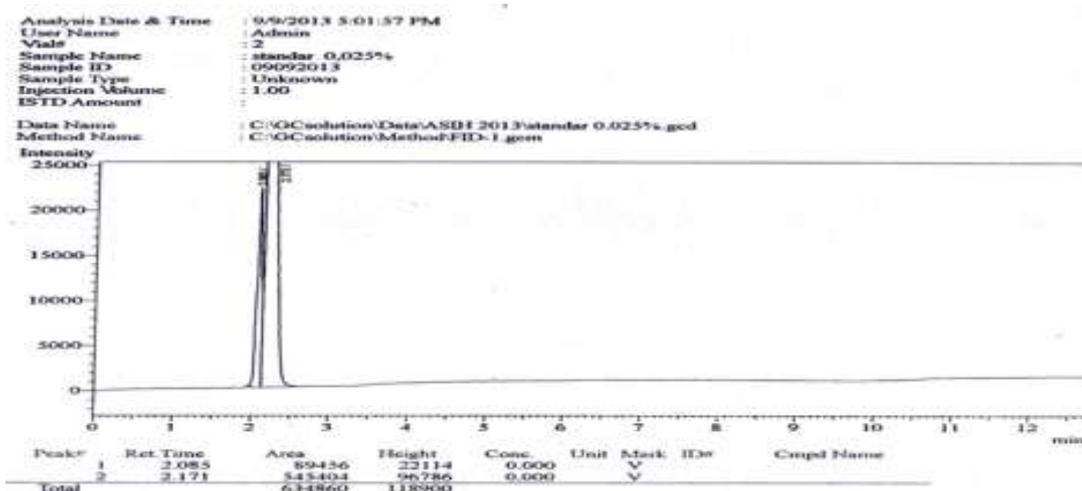
Gambar 5. Kadar etanol kulit pisang menggunakan metode titrasi.

Wulan (2009) telah meneliti kadar etanol limbah kulit pisang dengan perlakuan hidrolisis menggunakan H_2SO_4 4% pada suhu $75^{\circ}C$ selama 1 jam. Kadar etanol maksimum dari penelitian wulan sebesar 0,45% yang dihasilkan pada fermentasi hari ke-4. Pada penelitian Dewanti (2008) hasil terbaik dari fermentasi kulit pisang kepok adalah pada 3 hari dengan jumlah nutrient yang ditambahkan 5,5 gr, jumlah biomassa *Saccharomyces cereviceae* 329×10^{10} cfu/ml, kadar etanol 9,06%. Perlakuan terbaik fermentasi yaitu pada konsentrasi ragi 10% (b/v) dengan lama fermentasi 72 jam. Sampel dianalisis lebih lanjut kadar

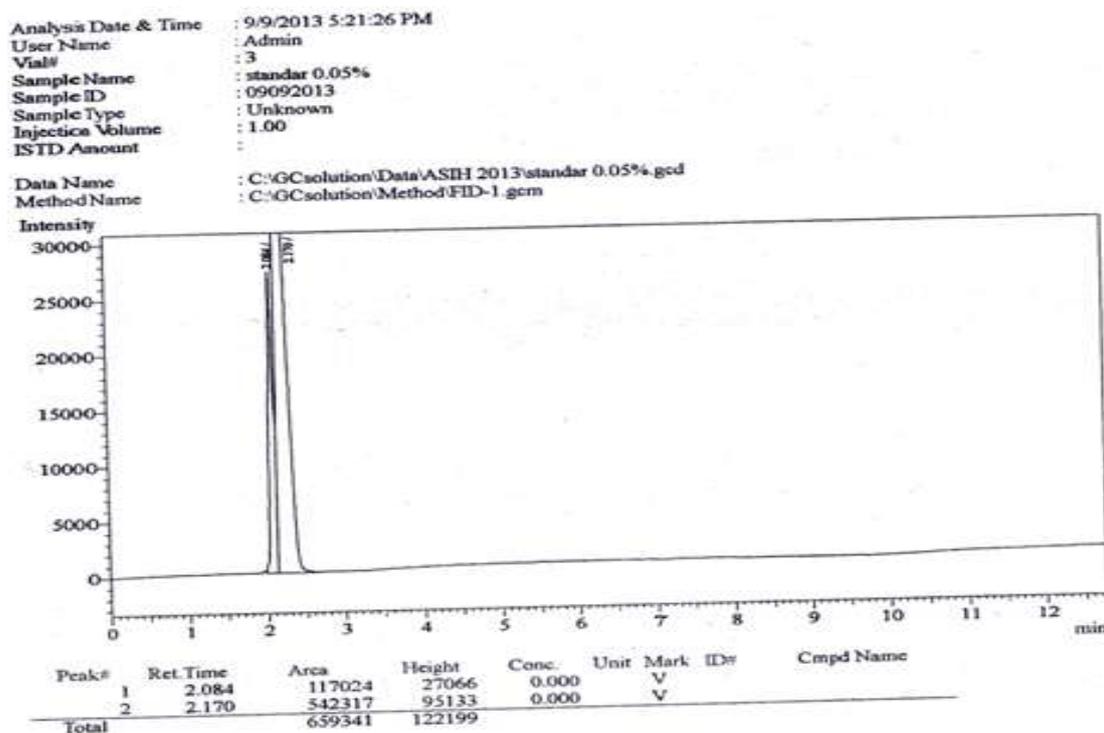
etanolnya dengan menggunakan metode Gas Chromatography.

Kadar bioetanol (Metode Gas Chromatography)

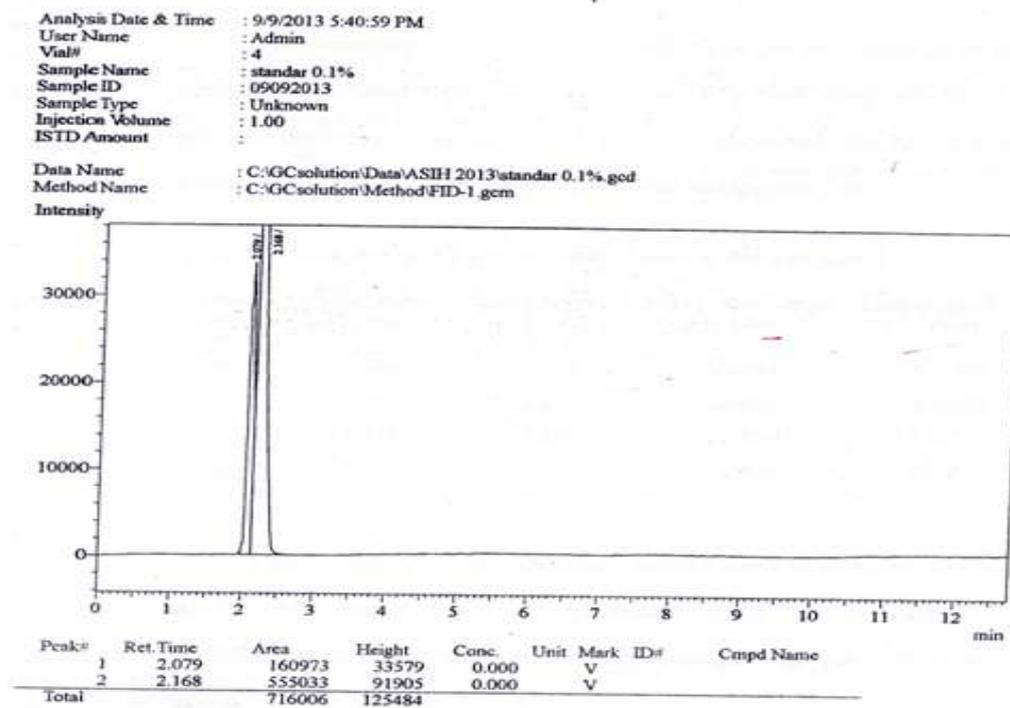
Analisis kadar bioetanol hasil fermentasi dengan perlakuan konsentrasi ragi 10% (b/v) selama 72 jam dilakukan menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC). Kurva standar dibuat dengan menginjeksikan 4 jenis konsentrasi etanol standar yaitu 0; 0,0125%; 0,025%; 0,05%; 0,1% (v/v) yang telah ditambahkan n-propanol sebagai internal standar. Hasil kromatogramnya etanol standar dan sampel disajikan pada Gambar (6-11).



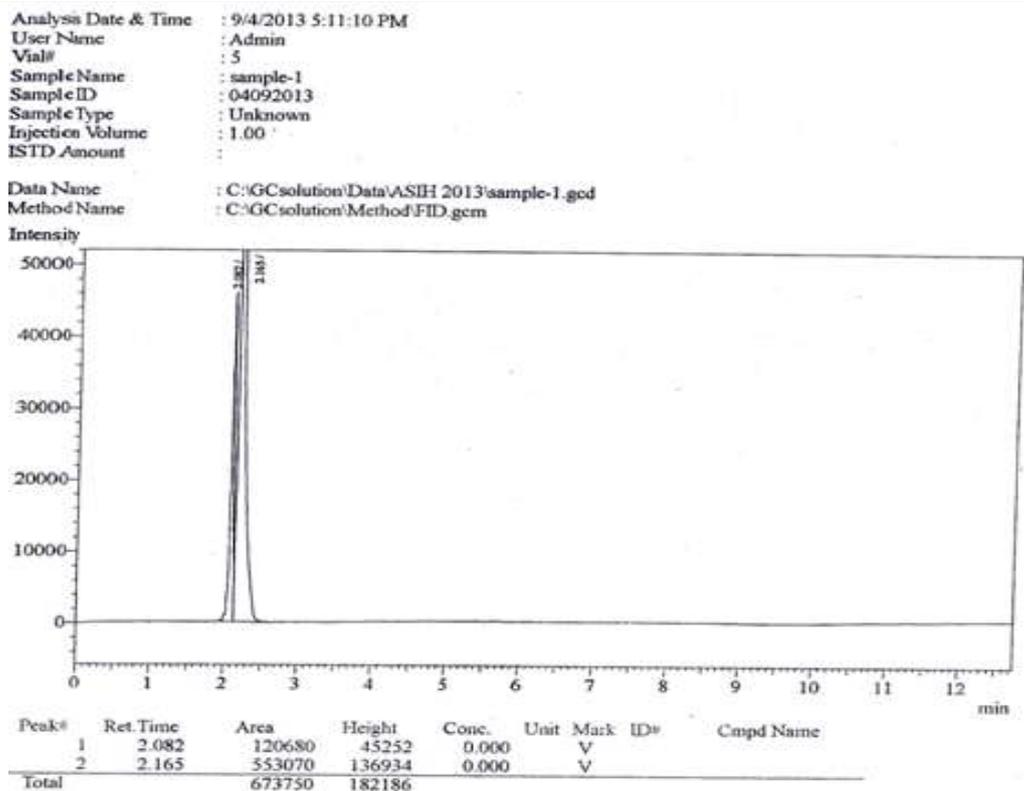
Gambar 6. Kromatogram etanol standar 0,025%



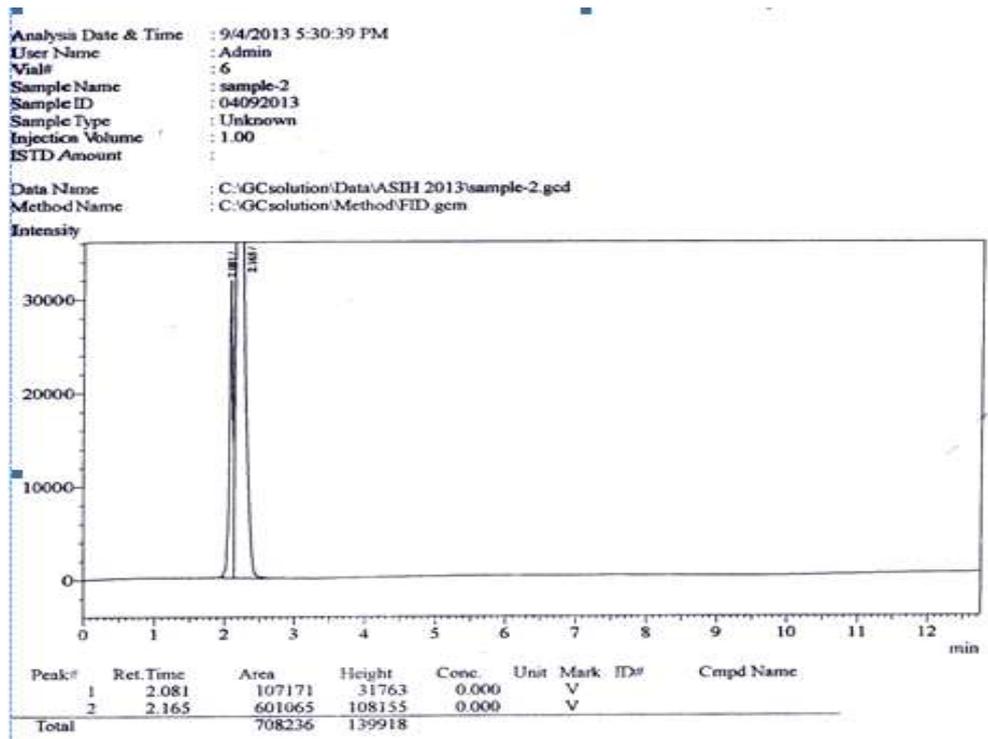
Gambar 7. Kromatogram etanol standar 0,05%



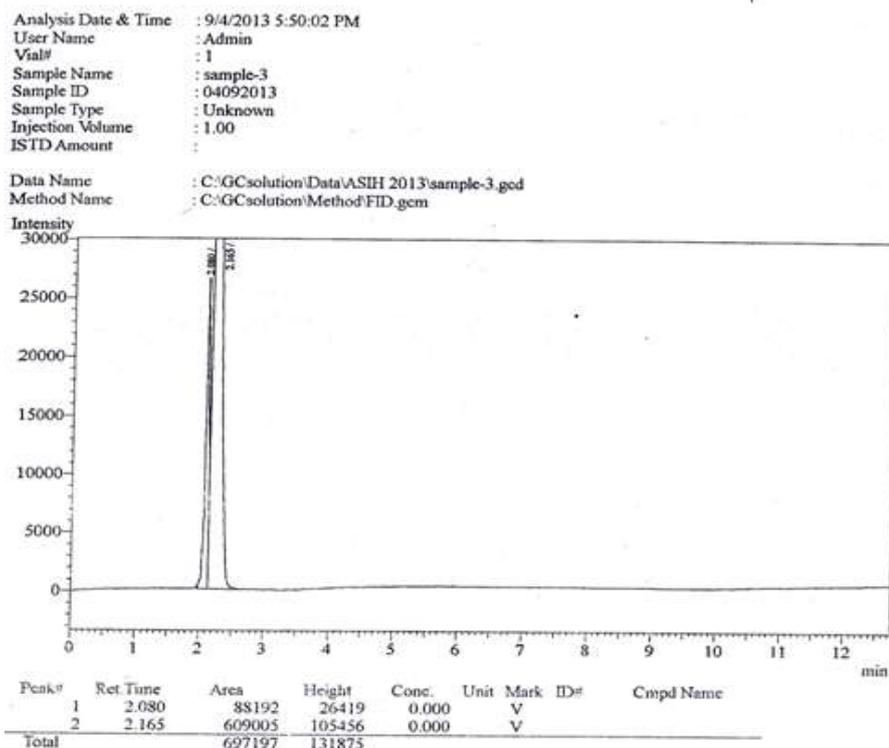
Gambar 8. Kromatogram etanol standar 0,1%



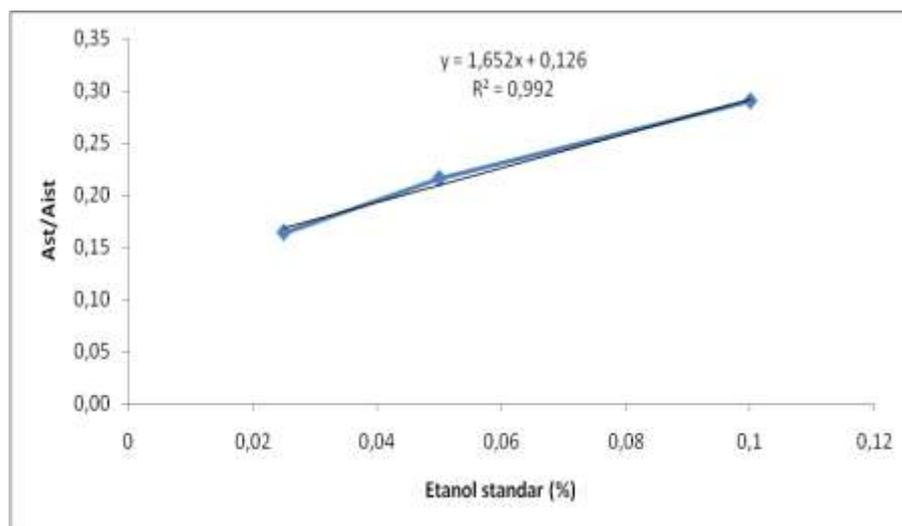
Gambar 9. Kromatogram sampel 1 hasil fermentasi selama 72 jam



Gambar 10. Kromatogram sampel 2 hasil fermentasi selama 72 jam



Gambar 11. Kromatogram sampel 3 hasil fermentasi selama 72 jam



Gambar 12. Kurva baku standar hubungan kadar etanol standar dengan rasio luas area etanol standar dengan luas area propanol sebagai internal standar.

Persamaan garis regresi $Y = 1,652x + 0,126$ dengan nilai korelasi $R^2 = 0,992$ didapatkan dari kurva baku standar. Dari kromatogram sampel didapat nilai luas area etanol sampel dan luas area n-propanol sebagai internal standar. Nilai

tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan garis regresi sehingga diperoleh kadar bioetanol sampel. Kadar bioetanol sampel rata-rata sebesar 0,03%. Kadar bioetanol yang terbentuk pada proses fermentasi dipengaruhi oleh

beberapa faktor salah satunya adalah kadar gula reduksi. Kadar gula reduksi yang dihasilkan pada proses hidrolisis kulit pisang menggunakan H_2SO_4 0,05 M suhu $121^{\circ}C$ selama 15 menit sebesar 11,26 mg/100 mL. Kadar gula reduksi yang digunakan pada proses fermentasi berada pada konsentrasi kurang dari 10%. Menurut Casida (1980) konsentrasi gula kurang dari 10% akan menyebabkan kadar etanol yang dihasilkan sedikit. Kadar gula reduksi mempengaruhi pertumbuhan ragi pada awal fermentasi. Selain kadar gula, faktor lain seperti suhu fermentasi, pH, ragi dan nutrisi yang dibutuhkan serta kondisi yang aseptis merupakan faktor penting dalam menentukan kadar etanol yang dihasilkan.

KESIMPULAN

1. Kondisi hidrolisis asam yang optimal yaitu konsentrasi H_2SO_4 0,05 M, pada suhu $121^{\circ}C$ selama 15 menit yang menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 11,26 mg/100mL.
2. Kondisi fermentasi yang optimal diperoleh pada konsentrasi ragi 10% waktu fermentasi 72 jam suhu $30^{\circ}C$ yang menghasilkan kadar etanol tertinggi yaitu 2,4 mg/100mL.

DAFTAR PUSTAKA

- Casida. 1980, didalam Sijabat, H.R. 2001. Pemanfaatan air kelapa sebagai media dasar pertumbuhan untuk memproduksi etanol oleh *Asaccharomyces cereviceae*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Dewanti, 2008. Limbah kulit pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan etanol. UPN Veteran. Jawa Timur.
- Desmiaty, Y. H, Ratih. M.A, Dewi. R, Agustin. 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia Lamk*) dan Daun Sambang Darah (*Excoecaria bicolor Hassk*) secara Kalorimeter dengan Pereaksi Biru Prusia. Octocarpus 8:106-109.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. 2012. Produksi pisang di Lampung. <http://www.google.com/DPTPH.com>. Diakses 12 Agustus 2013.
- Emaga, T.H. R.H, Andrianaivo. B,Wathelet. J.T, Tchango. M, Paquot. 2007. Effec of The Stage Maturation and Varieties on The Chemical Composition of Banana and Plantain Peels. J. Food Chemistry, 103(2):590-600.
- Fengel, D dan G. Wegener. 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Diterjemahkan oleh Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 155-159.
- Feriandi. 2011. Kajian perlakuan awal secara kimiawi dan enzimatik limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi gula reduksi sebagai bahan baku bioetanol. (Tesis). Pasca Sarjana Teknologi Agroindustri. Universitas Lampung.
- Fitriana, L. 2009. Analisis kadar bioetanol hasil fermentasi dari pati sago (Metrixilon sago) asal papua. (Skripsi). FMIPA Kimia. Universitas Negri Papua. Papua.
- Gusmawarni, S.R. M.S.P, Budi. W.B, Sediawan. M, Hidayat. 2009. Pengaruh suhu pada hidrolisis bonggol pisang dalam rangka pembuatan bioetanol. Prosiding

- Seminar Tjipto Utomo, B6:1-7. Bandung.
- Hidayat, N., M.C. Pradaga dan S. Suhartini. 2011. Mikrobiologi Industri. Andi: Yogyakarta.
- Idral, D.D. M, Salim. E, Mardiah. 2012. Pembuatan Bioetanol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. Jurnal Kimia Unand 1(1):34-39. Sumatra Utara.
- Kardono, L.B.S. 2010. Teknologi pembuatan etanol berbasis lignoselulosa tumbuhan tropis untuk produksi biogasoline. (Laporan akhir) Program Peneliti dan Perakayasa. Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Kurniawan, J.C. E, Suryanto. A, Yudistira. 2013. Analisis Fitokimia dan Uji Aktivitas Anti Oksidan dari Getah Kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata* L). Parmacon Jurnal Ilmiah farmasi . UNSRAT. 2 : 2302-2493.
- Palmquist, E. And B, Hahn-Hageral. 2008. A Review: Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysate II, Inhibitor and Mechanism of Inhibitor. Bioresource Technology. 74: 25-38.
- Said, E. Gumbira. 1987. Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi. PT Mediyatna Sarana Perkasa. Jakarta.
- Samah, O. S, Sias. Y, Hua. And N, Hussin. 2011. Production of Ethanol from Cocoa Pod Hydrolysate. Jurnal. Science ITB. 43(2) : 87-94
- Septiyani, R. 2011. Pengaruh konsentrasi dan lama inkubasi enzim selulase terhadap kadar gula reduksi ampas tebu. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Sjostrom, E. 1981. Kimia Kayu , Dasar-Dasar dan Penggunaan. Diterjemah oleh Hardjonosastro Hamidjojo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 390 hlm.
- Sudarmadji, S. Bambang, H. dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. edisi ketiga. Liberty. Yogyakarta.
- Taherzadeh, M.J. and K, Karimi. 2007. Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials : A Review. Bio Resources 2 (3) : 472-499.
- Wulan, P.P.D.K. Dianursanti. A, Tito. 2009. Pemanfaatan Limbah Pisang untuk Pembuatan Etanol. Karya Ilmiah. Departemen Teknik Gas dan Petrokimia Fakultas teknik Universitas Indonesia.
- Xiang. Y.Y, Qian. Lee, Par O. Pattersson, and W.T, Robert. 2003. Heterogeneous Aspects of Acid Hydrolysis of α - cellulase Applied. Biochemistry and Biotechnology. 107:1-3.