

ABSTRAK

SEMINAR NASIONAL Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Ke-17

ISBN: 978-979-95620-7-4

Kantor Pusat Fakultas Teknik UGM
Yogyakarta, 16 Mei 2011



Pusat Studi Ilmu Teknik
Jurusan Teknik Mesin dan Industri
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

- Editor:**
1. Dr. Fauzun, ST, MT
 2. Prof. Dr. Ing. Ir. Harwin Saptoadi, MSE
 3. Dr. Ir. Aswati Mindaryani, MSc.
 4. Dr. Ir. Rini Dharmastiti, MSc
 5. Ir. Suprihastuti SR, MSc.
 6. Prof. Dr. Ir. Rochmadi, SU
 7. Dr. Ir. I Made Suardjaja, MSc, PhD
 8. Dr. Ir. Hary Sulisty, SU
 9. Dr. Ir. Sarto, MSc
 10. Dr. M. Noer Ilman, ST, MSc
 11. Dr. M.K. Herliansyah, ST, MT

Abstrak Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke 17

© 2011, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Pusat Studi Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada – Yogyakarta

ISBN : **978-979-95620-7-4**

Alamat : Pusat Studi Ilmu Teknik UGM
Jl. Teknik Utara, Berek, Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telpon : (0274) 565834, 902287
Fax : (0274) 565834
E-mail : psit@ugm.ac.id

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi Di Bidang Industri yang ke 17 yang dilaksanakan tanggal 16 Mei 2011, bertempat di Kantor Pusat Fakultas Teknik UGM merupakan seminar rutin yang diselenggarakan oleh Pusat Studi Ilmu Teknik (PSIT) Universitas Gadjah Mada. Seminar ini terlaksana atas kerjasama antara PSIT UGM dengan Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UGM. Seminar nasional ini merupakan forum diskusi dan tukar informasi bagi para peneliti, praktisi di bidang industri dan diharapkan dapat menghasilkan interaksi yang sinergis antara akademisi dan praktisi sehingga dapat mempercepat peningkatan laju perkembangan industri nasional.

Dalam seminar ini telah disampaikan 59 makalah yang terbagi dalam sub topik : Bahan Teknik dan Mekanika Bahan, Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Reaksi dan Teknik Pembakaran, Mekanika Fluida, Pengolahan Limbah Industri dan Lingkungan, Teknik Industri dan Kendali Proses.

Prosiding seminar ini diharapkan dapat memberikan informasi perkembangan yang paling mutakhir dalam bidang riset dan teknologi di bidang industri di Indonesia. Panitia telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun semua makalah dalam bentuk prosiding yang representatif, namun masukan dan kritik dari para pembaca masih sangat diharapkan.

Seminar ini dapat terlaksana dengan sukses berkat partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Panitia mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah, para peserta dan sponsor (GE Lighting) serta semua pihak yang telah membantu penyelenggaraan acara seminar.

Yogyakarta, 20 Juni 2011

**Panitia Seminar Nasional
Perkembangan Riset dan Teknologi Di Bidang Industri ke 17**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta Telp. (0271) 717417 Ext. 212, 213, 225, 253 Fax. (0271) 715448
E-mail : ft-ums@ums.ac.id Website : http://www.ums.ac.id

SURAT TUGAS

No. 146/A.3-III/FT/VI/2011

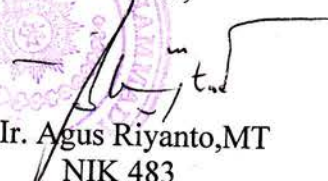
Bismillahirrohmannirrohim

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta menugaskan kepada :

Nama : Kusmiyati, S.T.,M.T., Ph.D
NIK : 683
Golongan/pangkat : III-d/Penata Tingkat I
Fakultas/jurusan : Teknik/Kimia
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Alamat Kantor : Jl A Yani Tromol Pos I Pabelan Surakarta 57102
Telp. 0271-717417 ext 442, Fax. 0271-715448
Bentuk Tugas/Kegiatan : Menghadiri Seminar Nasional PERKEMBANGAN RISET
DAN TEKNOLOGI DI BIDANG INDUSTRI KE-17
Tempat Kegiatan : Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
Hari/Tanggal : 16 Mei 2011
Demikian harap dilaksanakan sebaik-baiknya.

Surakarta, 12 Mei 2011

Dekan,


Ir. Agus Riyanto, MT
NIK 483

Tanggal Datang	
Tanggal Kembali	
Mengetahui Panitia Pelaksana	
 	



UNIVERSITAS GADJAH MADA
PUSAT STUDI ILMU TEKNIK

SURAT PERNYATAAN
PENGALIHAN HAK PUBLIKASI

Menyatakan bahwa makalah dengan judul :

1. **PENINGKATAN KONVERSI UMBI ILES-ILES MENJADI BIOETANOL DENGAN STEAM PRETREATMENT BAHAN BAKU** yang ditulis oleh **Kusmiyati dan Adik Dwi Utomo**
2. **PENINGKATAN PRODUK BIOETANOL DARI UMBI ILES-ILES MELALUI HIDROLISIS ASAM DAN METODE SSF (SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SECARA SERENTAK)** yang ditulis oleh **Kusmiyati dan Agus Dwi Harjanto**

merupakan karya ilmiah **Kusmiyati ST,MT, PhD**, dosen Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang dipresentasikan pada **Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-17 Yogyakarta, 16 Mei 2011 ISBN: 978-979-95620-7-4**. Selanjutnya kami menyetujui hak publikasi pengelektronikannya kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Publikasi Ilmiah di Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS).

Yogyakarta, 5 Maret 2015

Kepala,



Dr. Ir. H. Muslikh, M.Sc., M.Phil.

PENINGKATAN KONVERSI UMBI ILES-ILES MENJADI BIOETANOL DENGAN STEAM PRETREATMENT BAHAN BAKU

Kusmiyati¹ dan Adik dwi utomo¹

¹Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik kimia
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I, Pabelan Kartasura, Surakarta 57102 Telp. (0271) 717417
E-mail: rahmadini2009@yahoo.com

Intisari

*Bergesernya negara-negara didunia menjadi negara industri mengakibatkan meningkatnya konsumsi energi. Kebutuhan energi selama ini dicukupi oleh energi yang berasal dari perut bumi baik gas, minyak ataupun batubara. Hal ini mengakibatkan cadangan energi di dalam perut bumi semakin menipis dan lama-kelamaan habis. Untuk mengantisipasi hal tersebut maka penggunaan energi alternatif perlu dimaksimalkan. Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan metode konvensional dan SSF (Simultaneous of Saccharification and Fermentation). Metode konvensional digunakan untuk mengkonversi cairan perasan hasil hidrolisis menjadi etanol, sedangkan metode SSF diterapkan pada padatan sisa hasil perasan. Pemanfaatan ampas iles-iles ini diharapkan dapat menambah banyaknya etanol yang dihasilkan. Proses SSF ini menggunakan bantuan mikroorganisme yaitu *A. niger*, *F. oxyparum* dan *S. cerevisiae*. Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah pengaruh adanya treatment steam terhadap etanol yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan cairan hasil hidrolisis yang difermentasi dengan *S. cerevisiae* 0,8%, pH 4,5 dan suhu 30°C menghasilkan etanol dengan konsentrasi 8,12%. Untuk proses SSF dengan treatment steam pada 120°C selama 1 jam didapatkan etanol dengan konsentrasi 1,71% sedangkan untuk bahan yang tidak mendapatkan treatment dihasilkan etanol dengan konsentrasi 1,66%. Selanjutnya dilakukan variasi penggunaan *S. cerevisiae* dari 0,4%, 0,8%, 1,6% dan 2% untuk mengetahui kadar optimum penggunaannya. Dari hasil penelitian menunjukkan penggunaan *S. cerevisiae* optimum adalah 0,8% yang menghasilkan etanol dengan konsentrasi 1,95%.*

Kata kunci: bioetanol, iles-iles, SSF, hidrolisis asam

Pendahuluan

Konsumsi energi dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan sebagaimana meningkatnya populasi penduduk dunia. Minyak telah menjadi sumber energi utama yang selama ini digunakan oleh masyarakat dunia, sehingga permintaan minyak juga mengalami peningkatan (Sun et al, 2001). Minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Dengan deposit yang terbatas, cepat atau lambat cadangan minyak pasti akan habis . Hal ini mendorong dilakukannya usaha penghematan energi dan pencarian sumber energi baru sebagai alternatif (Ismail, 2009). Sumber energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan adalah bahan bakar nabati (BBN) yang terdiri dari biodiesel dan bioetanol (Riyanti, 2009). Akan tetapi ditinjau dari aspek lingkungan bioetanol yang banyak dipilih karena lebih ramah lingkungan (Samsuri *et al.*, 2007)

Bahan baku pembuatan bioetanol yang banyak digunakan selama ini adalah molases, jagung gandum dan kentang (Suresh *et al.*, 1999). Akan tetapi penggunaan bahan pangan sebagai bahan baku dapat menimbulkan masalah lain dibidang ketahanan pangan. Selain itu, penggunaan umbi-umbian pangan untuk pembuatan etanol juga mengalami kendala pada harga bahan baku yang relative tinggi. Biaya bahan baku dan biaya produksi enzim adalah dua faktor pokok yang mempengaruhi biaya produksi etanol (Varga *et al.*, 2004). Bahan baku bioetanol tidak hanya berasal dari umbi dan molasses, bahan baku yang lain yang mulai dikembangkan adalah biomass yang mengandung lignoselulosa (Gozan *et al.*, 2007). Untuk mengatasi permasalahan harga bahan baku yang relatif tinggi maka dikembangkan penelitian mengenai bahan baku umbi iles-iles.

Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan jenis tanaman umbi yang mempunyai potensi dan prospek untuk dikembangkan di Indonesia. Selain mudah didapatkan, tanaman ini juga mampu menghasilkan karbohidrat dan indeks panen tinggi. Dewasa ini kebutuhan makanan pokok utama berupa karbohidrat masih dipenuhi dari beras, diikuti jagung dan sereal lain. Sumber karbohidrat dari jenis umbi-umbian, seperti ubi kayu, ubi jalar, talas, garut, suweg dan iles-iles yang pemanfaatannya belum optimal sehingga masih terbatas sebagai bahan makan alternatif di saat

paceklik (Soemarwoto, 1995). Iles-iles memiliki kandungan karbohidrat terlarut yang tinggi (>70%), sehingga dapat dikonversi menjadi gula dan kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Produksi iles-iles di Indonesia cukup melimpah, yaitu mencapai 8000-10.000 kg/ha dengan harga jual Rp 700,-/kg (Perum Perhutani, 2010).

Menurut Kusmiyati (2010), selain mengandung karbohidrat larut (glukosa dan sukrosa), iles-iles juga mengandung karbohidrat tidak larut (selulosa dan hemiselulosa) yang tinggi (8% dan 43%). Selulosa dan hemiselulosa sulit dipecah menjadi gula yang lebih sederhana. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka telah ditemukan metode baru untuk mengubah selulosa dan hemiselulosa menjadi gula yaitu SSF (*Simultaneous of Saccharification and Fermentation*). Dengan ditemukannya metode SSF maka konversi bahan baku menjadi etanol semakin besar karena selain karbohidrat terlarut ada juga karbohidrat tidak terlarut yang dapat difermentasi menjadi etanol. Diadakanya penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pretreatment penggunaan steam dan tanpa steam terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan dengan metode SSF konvensional. Selain itu peneliti juga ingin membandingkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yang juga menggunakan metode SSF.

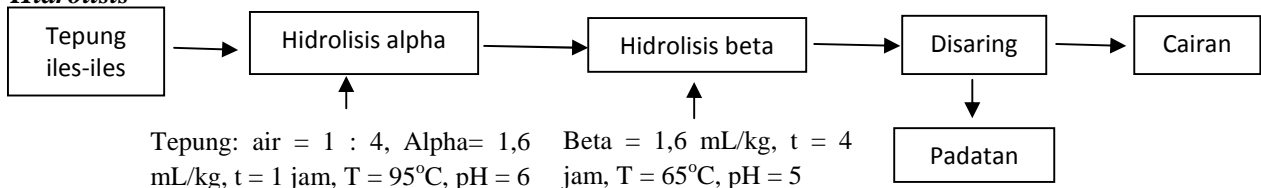
Metode Penelitian

Persiapan bahan baku: Bahan baku iles-iles dibersihkan dari tanah yang masih menempel, dikupas kulitnya dan dicuci sampai bersih. Kemudian umbi iles-iles dipisah tipis dan dikeringkan. Umbi iles-iles yang sudah kering digiling hingga menjadi tepung, hal ini bertujuan agar lebih mudah dalam pemecahan pati pada waktu hidrolisis. Tepung hasil gilingan inilah yang digunakan untuk pembuatan etanol.

Pembiakan *Aspergillus niger*: Isolat dari *A. niger* diinokulasi kedalam media cair sebanyak 10 mL dalam erlenmeyer 100 mL. Media cair ditutup dengan kapas dan kemudian aluminium foil. Setelah itu dilakukan sterilisasi terhadap media cair dengan menggunakan autoclave dengan suhu $\pm 121^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit. Hasil inokulasi di dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 2 hari. Hasil dari pembiakan ini selanjutnya dibiakkan dalam media cair 100 mL dan dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 7 hari.

Pembiakan *Fusarium oxysporum*: isolat dari *F. oxysporum* dimasukkan kedalam media cair 10 mL yang ditambah suplemen 2% bonggol jagung dan 0,25% kulit gandum dalam 100 mL. Sebanyak 10 mL media cair dishaker dengan kecepatan 150 rpm dan diinkubasi selama 2 hari pada suhu 28-30°C. Hasil biakan tersebut dikembangkan biakkan lebih banyak kedalam 100 mL media cair yang telah ditambahkan bonggol jagung dan kulit padi. Media cair diinkubasi selama 5 hari pada pH 5 dan suhu 28-30°C.

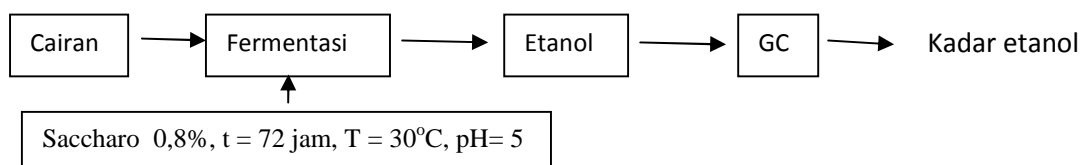
Hidrolisis



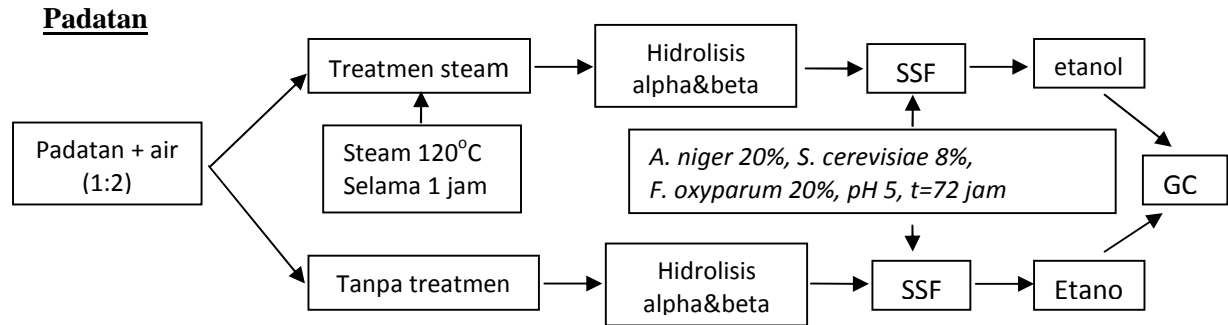
Gambar 1. Rangkaian proses hidrolisis

Fermentasi

Cairan



Gambar 2. Langkah proses fermentasi cairan



Gambar 3. Langkah proses fermentasi pada padatan

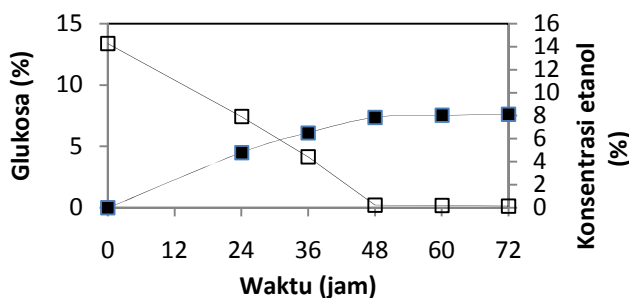
Hasil dan Pembahasan

Komposisi Umbi Iles-iles

Tepung umbi iles-iles yang digunakan untuk bahan baku dianalisis komposisi kimianya yang meliputi kadar air, kadar abu, selulosa, hemiselulosa, pati dan lignin. Dari hasil analisis didapatkan: kadar air sebesar 8,5%, kadar gula total 73,43%, selulosa 8,54%, hemiselulosa 43,3%, serat kasar 5,85% dan pati sebesar 71,25%. Kandungan gula dari iles-iles ini tidak jauh berbeda dengan kandungan yang ada pada singkong dan sorgum. Singkong mengandung gula total sebanyak 86,42% dan pati sebesar 83,47% (Kusmiyati, 2010). Sedangkan sorgum memiliki kandungan kadar air 12%, protein 9,5%, serat kasar 2,30%, abu 2,30%, karbohidrat 68% dan pati 72% (Sirappa, 2003). Berbeda dengan singkong dan sorgum. Bagas memiliki kandungan lignin berkisar 24,2 % dari total bagas, kandungan holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) sekitar 70,2% dan kandungan α -selulosa berkisar 52,7 % (Samsuri, 2007). Dibandingkan dengan bahan lain penggunaan iles-iles lebih menguntungkan karena selain kadar gulanya yang cukup tinggi iles-iles juga tersedia murah dan jumlahnya cukup melimpah.

Fermentasi Konvensional Cairan

Hidrolisis dilakukan pada komposisi tepung iles-iles:air adalah 1:4. Tujuan dari proses ini adalah untuk memecah polisakarida pada pati menjadi monosakarida dengan bantuan enzim α amilase dan β amilase. Konsentrasi masing-masing adalah 0,48 mL/300 g tepung iles-iles kering. Hidrolisis dengan α amilase dilakukan pada suhu 100°C selama 1 jam, setelah itu dilanjutkan dengan β amilase pada suhu 60°C selama 4 jam. Hasil hidrolisis diperas untuk mendapatkan cairannya yang kemudian difermentasi dengan menggunakan *S. Cerevisiae* 0,8% (w/w), pH 4,5 dan suhu 30°C selama 72 jam. Etanol yang dihasilkan dan gula sisa fermentasi sebagai fungsi waktu ditunjukkan oleh gambar berikut ini:



Gambar 4. Fermentasi cairan metode konvensional. Feed: 300 mL, *S. cerevisiae*: 0,8%, pH: 4,5, T: 30°C, t: 72 jam. Glukosa fermentasi (■) dan Konsentrasi etanol (□)

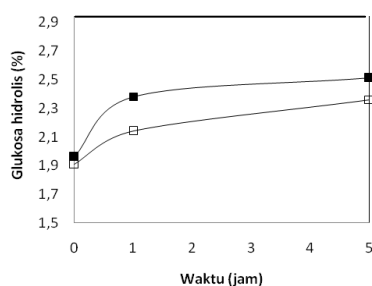
Pada grafik menunjukkan bahwa konsentrasi etanol(%) meningkat seiring dengan bertambahnya waktu yaitu pada waktu 24 jam sebesar 4,79%; waktu 36 jam sebesar 6,52%; waktu 48 jam sebesar 7,85%; pada waktu 60 jam sebesar 8,04% dan waktu 72 jam sebesar 8,12%. Berbeda dengan etanol, konsentrasi glukosa pada proses fermentasi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena glukosa dikonsumsi oleh mikroba yang kemudian menghasilkan etanol. Kadar glukosa selama proses fermentasi pada waktu 24 jam sampai dengan waktu 72 jam dengan selang 12 jam adalah 7,43%; 4,14%; 0,22%; 0,18% dan 0,14%. Pada waktu 24 jam sampai dengan waktu 36 jam kadar

glukosa turun secara signifikan, hal ini dikarenakan mikroba mengkonsumsi lebih banyak glukosa daripada setelah waktu 48 jam. Setelah waktu 48 jam penurunan kadar glukosa sangatlah sedikit, hal ini mengindikasikan bahwa glukosa telah habis dikonsumsi oleh mikroba yang menghasilkan etanol. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kardinan et al (2010) dengan bahan baku sagu, proses likuifikasi dilakukan dengan bantuan alfa amilase pada suhu 95°C selama 45 menit dan sakarifikasi selama satu hari pada 60°C. Setelah dilakukan fermentasi selama 3-4 hari dengan menggunakan *S. cerevisiae* didapatkan etanol sebesar 9,7%. Dalam penelitian lain dengan bahan baku singkong, Kusmiyati (2010) melaporkan bahwa konsentrasi optimum yang didapatkan setelah proses fermentasi selama 72 jam juga tidak jauh berbeda yaitu 69,8 g/L.

SSF Padatan (Treatment steam konvensional dan tanpa steam)

Padatan hasil perasan dari illes-iles difermentasi untuk menghasilkan etanol. Metode yang digunakan adalah *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF), metode ini menggunakan tiga bantuan microorganismes yaitu: *A. niger*, *F. oxyparum*, dan *S. cerevisiae*. *A. niger* berfungsi untuk menghasilkan enzim amiloglukosidase yang berfungsi untuk menghidrolisis amilopektin menjadi glukosa. *F. oxyparum* berfungsi untuk menghasilkan enzim selulase yang berfungsi untuk menghidrolisis selulosa menjadi gula sederhana. Sedangkan *S. cerevisiae* berfungsi sebagai penghasil etanol dengan cara fermentasi dari glukosa yang dihasilkan oleh *A. niger* dan *S. cerevisiae*.

Pretreatment merupakan proses yang penting dilakukan untuk meningkatkan yield glukosa. Pada penelitian ini pretreatment yang dilakukan adalah dengan steam pada suhu $\pm 120^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Langkah pertama yang dilakukan sebelum proses fermentasi adalah dengan cara mencampur padatan (ampas illes-iles) dengan air dengan perbandingan 1 ampas illes-iles: 2 air. Campuran antara illes-iles dan air kemudian dibagi menjadi dua bagian untuk mendapatkan perlakuan yang berbeda yaitu dengan cara disteam dan tanpa steam untuk mengetahui perbedaannya. Berikut ini adalah grafik gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis:



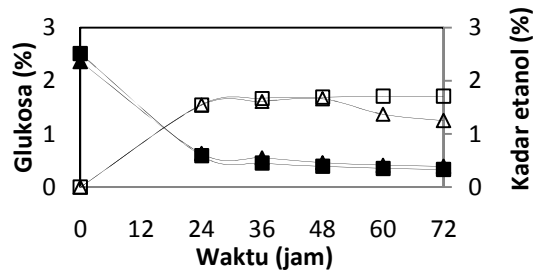
Gambar 5. Glukosa hidrolisis pada variasi *pretreatment*. $T_{\text{steam}}: 121^\circ\text{C}$, $t_{\text{steam}}: 1$ jam, $t_{\text{likuifikasi}}: 1$ jam. *Pre treatment steam* (■), dengan tanpa steam (□).

Pada gambar 5 diatas menunjukkan bahwa kadar gula hidrolisis dengan perlakuan steam lebih besar daripada perlakuan yang tanpa steam. Kadar gula awal sebelum disteam adalah 1,91%, setelah disteam dengan suhu $\pm 120^\circ\text{C}$ selama 1 jam kadar gulanya meningkat menjadi 1,96% dan setelah dilanjutkan dengan hidrolisis α dan β kadar gula akhir menjadi 2,51%. Sedangkan tanpa treatment kadar gula akhirnya adalah 2,38%. Setelah proses hidrolisis selesai maka proses dilanjutkan dengan fermentasi secara SSF yaitu dengan penambahan *A. niger*, *F. oxyparum* dan *S. cerevisiae*. Selama proses fermentasi ini setiap 12 jam dilakukan sampling untuk mengetahui kadar etanol dan kadar gula fermentasi.

Pada gambar 6 terlihat bahwa konsentrasi etanol tertinggi didapatkan waktu 60 jam dan waktu 72 jam dengan treatment steam yaitu sebesar 1,71%. Perlakuan steam dapat meningkatkan kadar gula total, sehingga kadar etanolnya juga naik. Peningkatan kadar gula ini disebabkan karena steam dapat memecah ikatan-ikatan pada ampas illes-iles menjadi gula yang lebih sederhana sehingga dapat dikonsumsi mikroba untuk diubah menjadi etanol.

Pada gambar 6 diatas juga menunjukkan penurunan kadar glukosa selama proses fermentasi. Fermentasi dilakukan pada pH 5 suhu 30°C konsentrasi *A. niger* 20%, *S. cerevisiae* 0,8% dan *F.oxyparum* 20%. Konsentrasi gula pada waktu 24 jam sebesar 0,63%, pada waktu 36 jam sebesar 0,55%, pada waktu 48 jam sebesar 0,46%, jam ke 60 sebesar 0,41% dan pada waktu 72 jam sebesar

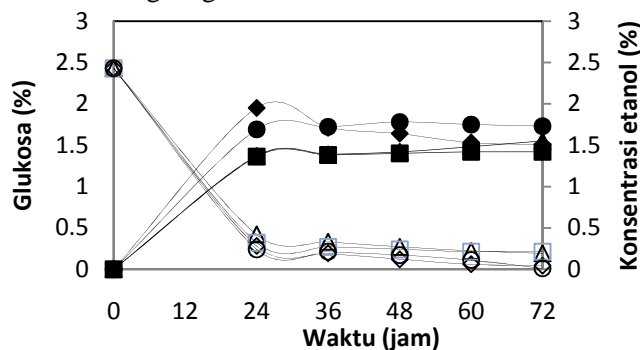
0,39%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada waktu 0 jam sampai dengan waktu 24 jam terjadi penurunan glukosa terjadi sangat cepat. Hal ini disebabkan karena pada fase tersebut mikroba lebih banyak mengubah glukosa menjadi etanol. Setelah waktu 24 jam glukosa mengalami penurunan yang lambat dibandingkan pada sebelum 24 jam.



Gambar 6. Konsentrasi etanol dan glukosa fermentasi sebagai fungsi waktu. Feed: 300 mL, *A. niger*: 20%, *F. oxyparum*: 20%, *S. cerevisiae*: 0,8%, pH: 4,5, T: 30°C, t: 72 jam. Konsentrasi etanol: Steam (□), tanpa steam(△); Glukosa: Treatment steam(■), tanpa steam(▲).

Fermentasi Padatan Steam Konvensional Pada Berbagai Variasi Saccharo

Pada proses fermentasi SSF ini dilakukan variasi penggunaan *S. serevisiae* untuk mengetahui kadar maksimum penggunaannya. Berikut adalah grafik kadar etanol dan konsentrasi gula reduksi selama proses fermentasi berlangsung.



Gambar 7. Etanol hasil SSF ampas iles-iles perlakuan treatment steam variasi konsentrasi *S. cerevisiae*. Feed: 300 mL, *A. niger*: 20%, *F. oxyparum*: 20%, pH: 4,5, T: 30°C, t: 72 jam. Konsentrasi etanol: 0,4% (▲), 0,8% (◆), 1,6% (■), 2% (●); Glukosa: 0,4% (△), 0,8% (◇), 1,6% (□), 2% (○)

Pada gambar 7 dapat dilihat hasil etanol dan gula reduksi pada masing-masing konsentrasi *S. serevisiae*. Pada penggunaan saccharo 0,4 % dihasilkan etanol maksimum sebanyak 1,55% yaitu pada waktu 72 jam, pada sampel yang menggunakan *S. serevisiae* dengan dosis 0,8% didapatkan etanol maksimum sebanyak 1,95% pada waktu 24 jam, pada sampel dengan dosis *S. serevisiae* 1,6% didapatkan etanol maksimum sebesar 1,42% yaitu pada waktu 60 dan 72 jam, dan pada sampel dengan dosis *S. serevisiae* 2% didapatkan kadar etanol maksimum sebesar 1,78% yaitu waktu 48 jam.

Hasil etanol tertinggi yang diperoleh dari berbagai variasi saccharo yaitu pada saccharo 0,8% yang menghasilkan etanol sebesar 1,95% pada waktu 24 jam. Setelah 24 jam konsentrasi etanol mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena sel-sel sudah mengalami fase stasioner yaitu fase dimana sel-sel sudah tidak mengalami pertambahan jumlah. Pada gambar 7 diatas juga dapat dilihat penurunan glukosa fermentasi, pada waktu 24 jam terjadi penurunan kadar gula yang sangat drastis yaitu dari 2,43% menjadi 0,28%. Setelah waktu 24 jam penurunan kadar gula terjadi sedikit demi sedikit. Penurunan kadar gula ini disebabkan karena gula telah dikonsumsi oleh mikroorganisme dan diubah menjadi etanol sepenuhnya. Suresh (1998) melaporkan bahwa penggunaan mikroba *S. cerevisiae* 10% pada pembuatan etanol dari sorghum menghasilkan etanol sebesar 22.4%.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar etanol yang diperoleh dari fermentasi cairan hasil hidrolisis adalah 8,12%.
2. Proses SSF dari padatan sisa perasan dengan treatment steam menghasilkan etanol lebih besar daripada yang tanpa treatment yaitu sebesar 1,71%, sedangkan yang tanpa treatment sebesar 1,66%.
3. Kadar *saccharo* yang menghasilkan etanol maksimum adalah 0,8%.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui program RAPID 2011.

Daftar pustaka

- Gozan, M., Samsuri, M., Siti H.F., Bambang, P., Nasikin, M., 2007, *Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Ethanol Menggunakan Enzim selulase dan Enzim Sellobiase*, Jurnal Teknologi Edisi 3, 209-215.
- Ismail, T., 2009, *Etanol dari Molases Menggunakan Zymomonas Mobilis yang Diamobilisasi Dengan K -Karaginan Pada Reaktor Kontinyu*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia – SNTKI 2009.
- Kardinan, A., 2010, *Optimalisasi Pengolahan Sagu (Metroxylon) Menjadi Biofuel*, Badan Penelitian Dan Pengembangan pertanian pusat penelitian dan pengembangan perkebunan.
- Kusmiyati, Arifin, A.N., 2010, *Konversi Umbi Iles-Iles Menjadi Bioetanol Dengan Metode Konvensional Dan SSF (Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Serentak)*, Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kusmiyati, 2010, *Comparasion of iles-iles and cassava tubers as a Saccharomyces cerevisiae substrate fermentation for bioethanol production*, Study Center for Alternative Energy, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Perum Perhutani., 2010, *Iles-iles (Amorphophallus oncophyllus)*, Perum Perhutani Unit II Jawa Timur, Surabaya.
- Riyanti, E.I., 2009, *Biomassa sebagai Bahan Baku Bioetanol*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Samsuri, M., Gozan, M., Mardias, R., Baiquni, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A., Prasetya, B., Nasikin, M., 2007, *Pemanfaatan Sellulosa Bagas Untuk Produksi Ethanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase*. Makara, Teknologi, Vol. 11, No. 1, 17-24.
- Sirappa, M. P., 2003, *Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif untuk Pangan, Pakan, dan Industri*, Jurnal Litbang pertanian 22 (4).
- Sumarwoto, 2005, *Iles-iles (Amorphophallus muelleri Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya*. Biodiversitas. Vol. 6., No. 3, 185-190.
- Sun, Y., Cheng, J., 2001, *Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production*, Bioresource Technology 83, 1–11.
- Suresh, K., Sree, N.K., Rao, L.V., 1999, *Utilization of damaged sorghum and rice grains for ethanol production by simultaneous saccharification and fermentation*, Bioresource Technology, 68, 301-304.
- Varga, E., Re'cey K., Klinke, H. B., Thomsen A. B., 2004, *High Solid Simultaneous saccharification and Fermentation of Wet Oxidized Corn Stover to Ethanol*, Budapest University of Technology and Economics, Hungary., Risø National Laboratory, Denmark.