



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. 299/A.3-III/FT/XII/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 dan mempresentasikan makalah pada Seminar Nasional REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI KE X TAHUN 2011

Tempat Kegiatan : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Hari/Tanggal : Selasa, 13 Desember 2011

Demikian harap dilaksanakan sebaik-baiknya.

Surakarta, 12 Desember 2011


Dekan,

Ir. Agus Riyanto, MT

NIK 483



Mengetahui,
Panitia


Muhammad Ujianto, ST. MT
(.....)

SURAT PERNYATAAN PENGALIHAN HAK PUBLIKASI

Menyatakan bahwa makalah dengan judul :

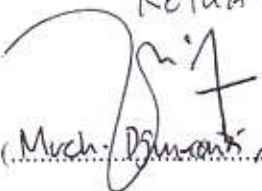
1. **PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN UMBI SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL**
(Kusmiyati, Agus Sulistiyono)
2. **PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN UMBI SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL DENGAN PROSES HIDROLISA ENZIM DAN FERMENTASI BAKTERI *Zymomonas mobilis* (Kusmiyati, Aldila Wahyu G)**
3. **PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN JAGUNG (*Zea mays*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIM DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN *Zymomonas mobilis* (Kusmiyati, Maulana Wildan)**

merupakan karya ilmiah Kusmiyati ST,MT, PhD, dosen Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang dipresentasikan pada **Seminar RAPI X 2011 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta** . Selanjutnya kami panitia menyetujui hak publikasi pengelektronikannya kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Publikasi Ilmiah di Universitas Muhammadiyah Surakarta (LP2M UMS).

Surakarta, ...15... Januari 2015

Mengetahui,

KETUA PANITIA RAPI 2011


(Much. Djumawan, ST, MT)

PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN JAGUNG (*Zea mays*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL DENGAN PROSES HIDOLISIS ENZIM DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN *Zymomonas mobilis*

Kusmiyati¹⁾, Maulana Wildan²⁾

12) Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jln. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan kartasura, Surakarta 57102, Telp: (0271) 717417

E-mail: rahmadini2009@yahoo.com

Abstrak

Semakin menipisnya minyak bumi yang berasal dari fosil menyebabkan harga minyak bumi di dunia menjadi tinggi, sehingga perlu adanya bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang berasal dari sumber non fosil, salah satunya yaitu bioetanol. Pada penelitian ini digunakan bahan baku iles-iles dan jagung menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis* untuk pembuatan bioetanol. Telah diketahui bahwa jagung memiliki efisiensi tertinggi sebagai bahan baku bioetanol, akan tetapi jagung lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Sementara itu, iles-iles merupakan tanaman jenis umbi yang bukan bahan pangan dan pemanfaatannya masih sedikit. Bakteri *Z. mobilis* merupakan bakteri yang mempunyai tingkat penyerapan glukosa yang tinggi, dan tahan terhadap konsentrasi etanol 16%. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh komposisi iles-iles dan jagung dengan air (1:3;1:4;1:5;1:6), komposisi *Zymomonas mobilis* (10%;20%;30%;40%) dan pH fermentasi (4;4,5;5;6). Konversi iles-iles dan jagung menjadi etanol melalui tiga langkah, likuifikasi dan sakarifikasi menggunakan α -amilase dan β -amilase kemudian difermentasi dengan *Z. mobilis* (t=120 jam, T=30°C). Pada variasi perbandingan suspensi, yield tertinggi ditunjukkan pada perbandingan suspensi 1:4 jagung yaitu 60,49051%. dan iles-iles yaitu 64,32475%. Pada suspensi 1:4 proses fermentasi berjalan cepat, sehingga proses konversi glukosa menjadi etanol maksimal. Untuk variasi komposisi *Z. mobilis*, kadar etanol tertinggi iles-iles pada komposisi 30%. yaitu 10,1576% dan jagung 10% yaitu 8,2165%. Hal ini menunjukkan bahwa pada komposisi *Z. mobilis*, jumlah bakteri yang bekerja dan glukosa dalam substrat seimbang. Sedangkan pada variasi pH fermentasi, kadar etanol tertinggi iles-iles yang diperoleh pada pH 4,5 yaitu 8,44584 % dan untuk jagung yaitu 8,2165%.

Kata kunci: bioetanol, jagung, iles-iles, *Zymomonas mobilis*

Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin meningkat mengakibatkan menipisnya ketersediaan minyak bumi sebagai sumber energi (Verma *et al.*, 2000). Untuk mengatasi masalah tersebut perlu adanya bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang terbarukan dan lebih ramah lingkungan (Joelianto *et al.*, 2008).

Salah satu bahan bakar nabati yang digunakan sebagai alternatif pengganti minyak bumi yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan cairan biokimia pada proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme dilanjutkan dengan proses distilasi (Assegaf, 2009). Pengembangan bioetanol sebagai energi alternatif sangat efektif di saat ada ancaman kelangkaan dan kenaikan harga pangan (Sun *et al.*, 2002). Bioetanol dipilih sebagai pengganti bahan bakar minyak karena berasal dari bahan bakar alam yang mampu mengurangi emisi gas CO₂, sehingga lebih ramah lingkungan (Argarwal, 2007).

Bioetanol dapat diproduksi dari fermentasi bahan yang mengandung gula seperti tebu, bahan berpati (jagung, padi, umbi), dan bahan berselulosa (kayu, limbah pertanian) (Khairani, 2007). Pembuatan etanol dari bahan berselulosa dapat dilakukan dengan teknologi hidrolisis menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) atau asam klorida (HCl), tetapi hanya menghasilkan yield etanol yang kecil. Selain itu, biaya produksinya besar karena menggunakan bahan kimia yang relatif mahal, menimbulkan masalah korosi serta kurang ramah lingkungan karena penggunaan asam pada proses hidrolisisnya (Gozan, 2007). Bahan baku alternatif bioetanol yang belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan yaitu umbi iles-iles yang tidak dikonsumsi oleh manusia. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* blume) dari suku Araceae, adalah tanaman tahunan yang sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia (Kusmiyati *et al.*, 2010).

Iles-iles tumbuh baik pada tanah bertekstur ringan yaitu kondisi liat berpasir, strukturnya gembur dan kaya unsur hara (Imelda *et al*, 2008). Iles-iles mengandung kadar pati 71,25%, selulosa 8,54%, dan hemiselulosa 43,3%. Disamping itu iles-iles juga mengandung glukomanan yang lebih tinggi dibandingkan jenis *Amorphophallus* lainnya (Mine *et al*, 2010).

Bakteri yang digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah *Zymomonas mobilis*, karena mempunyai kecepatan pertumbuhan yang tinggi dan tahan terhadap konsentrasi etanol sekitar 16% (Choi *et al*, 2008). *Z. mobilis* mempunyai tingkat penyerapan glukosa yang lebih tinggi dan mampu memproduksi etanol pada kondisi anaerobik karena *Z. mobilis* termasuk dalam jenis bakteri osmo dan etanol-tolerant (Rogers *et al*, 2007). Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan umbi iles-iles dan jagung sebagai bahan baku bioetanol dengan proses hidrolisis enzim dan fermentasi menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis*.

Metode Penelitian

1. Persiapan bahan baku

Umbi iles-iles dibersihkan, dicuci dan dikupas hingga benar-benar bersih dan terbebas dari kotoran. Kemudian dipotong dengan ukuran ± 5 cm. Dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari hingga kadar air maksimal 10%. Untuk memudahkan penguraian atau pemecahan pati saat hidrolisis maka umbi iles-iles kering tersebut harus digiling hingga 40 mesh. Serbuk ini dapat disimpan dalam jangka waktu lama sebagai bahan baku bioetanol. Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap bahan baku jagung.

2. Persiapan bakteri *Zymomonas mobilis*

Zymomonas mobilis murni diletakkan pada media agar miring (media PGY) yang mengandung yeast ekstrak, pentone, malt dan agar-agar yang dilarutkan dalam aquades, yang telah disterilkan pada temperatur 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Kemudian stok diinkubasi selama 2-3 hari dengan temperatur 28°C

3. Hidrolisis enzim

Pada langkah ini terjadi 2 reaksi yaitu reaksi liquifikasi dengan enzim α -amilase dan sakarifikasi dengan β -amilase, dimana melarutkan iles-iles dan jagung dalam aquades.

4. Fermentasi

Hasil hidrolisis jagung dan iles-iles yang telah steril difermentasi secara konvensional menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis* pada temperatur 30°C selama 120 jam, dengan DAP 0,5 g dan urea 1 g.

Untuk mendapatkan etanol dengan kadar maksimal maka dilakukan beberapa variasi, antara lain :

a. Variasi komposisi *Zymomonas mobilis*

Variasi komposisi *Zymomonas mobilis* yang dipilih adalah 5%; 10%; 20%; dan 30%. Dengan penambahan 0,25 gram DAP, dan 0,5 gram urea pada setiap sampel dan diautoklaf selama 15 menit dengan pH 4,5.

b. Variasi pH

10% *Zymomonas mobilis* ditambah 0,25 gram DAP dan 0,5 gram urea kemudian diautoklaf selama 15 menit dengan pH 3,5; 4,5; 5 dan 6.

5. Analisis

Gula reduksi hasil fermentasi dianalisis dengan metode Somogyi. Persamaan glukosa metode Nelson Somogyi :

$$\text{Kadar Glukosa (X)} = \left[\frac{A}{B} \right] (Y) + \left[\frac{1}{B} \right]$$

Keterangan :

X = kadar Glukosa (%)

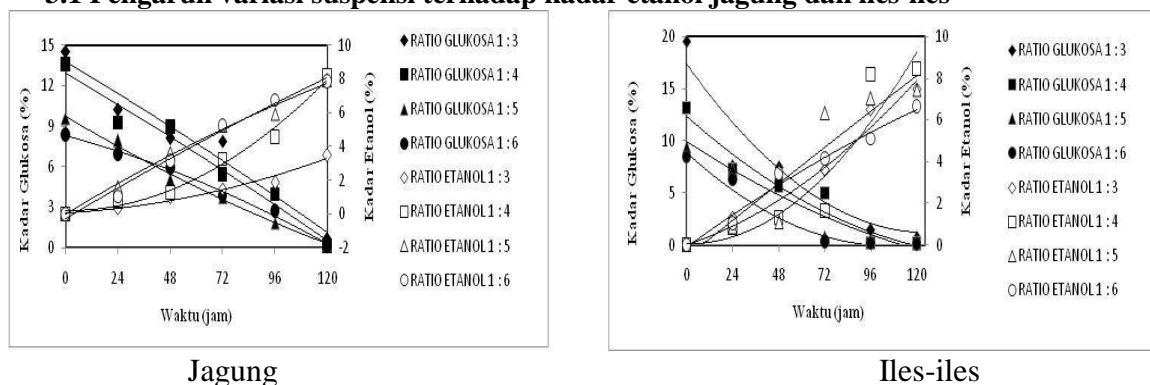
A,B = faktor reagent

Y = volume titran (ml)

Hasil fermentasi dianalisis dengan GC (Agilent 6890N) untuk mengetahui kadar etanol yang terkandung dalam sampel.

Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh variasi suspensi terhadap kadar etanol jagung dan ilel-iles

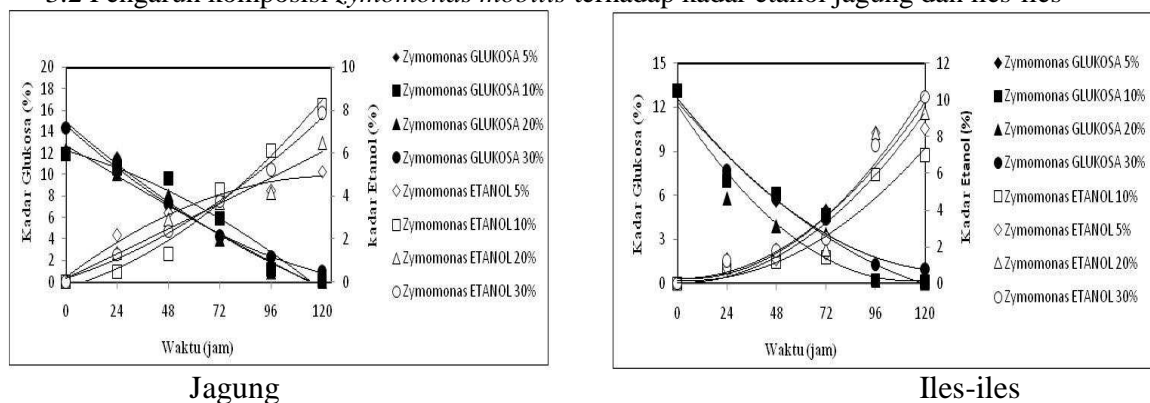


Gambar 1. Konsentrasi etanol dan konsentrasi gula hasil fermentasi pada variasi suspensi jagung dan ilel-iles, T 28-30°C, t 120 jam, *Zymomonas* 10%, pH 4,5, DAP 0,5 g, urea 1 g.

Gambar 1 menunjukkan kadar etanol dari proses fermentasi dengan berbagai variasi suspensi jagung. Hasil etanol jagung sebesar 3,4742%, 8,2165%, 7,9039% dan 7,85431%, sedangkan ilel-iles sebesar 7,49663%, 8,65467%, 6,01986% dan 5,2181% dari suspensi 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6,

Pada variasi suspensi jagung 1:3 media terlalu padat sehingga menyebabkan *Z. mobilis* sulit bergerak. Sedangkan untuk suspensi 1:5 dan 1:6 kandungan airnya terlalu banyak, sehingga menyebabkan banyak glukosa yang larut dalam air. Hal ini juga berlaku untuk ilel-iles dimana pada suspensi 1:3, 1:5 dan 1:6 kadar etanol yang didapatkan sedikit (Kusmiyati dan Kusumadewi, 2011)

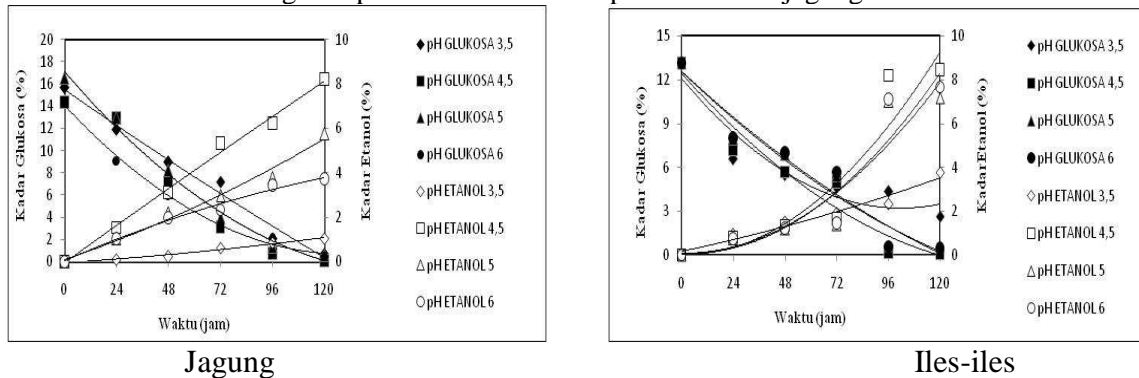
3.2 Pengaruh komposisi *zymomonas mobilis* terhadap kadar etanol jagung dan ilel-iles



Gambar 2. Konsentrasi etanol dan konsentrasi gula hasil fermentasi pada variasi komposisi *Zymomonas* jagung dan ilel-iles, T 28-30°C, t 120 jam, suspensi 1:4, pH 4,5, DAP 0,5 g, urea 1 g.

Gambar 2 menunjukkan hasil etanol pada komposisi *Z. mobilis* 5%, 10%, 20% dan 30%, kadar etanol jagung yang diperoleh yaitu 5,16045%, 8,2165%, 6,4673% dan 7,85341%, sedangkan untuk ilel-iles kadar etanol yang diperoleh yaitu 8,44584%, 8,72055%, 9,29726% dan 10,1576% dengan waktu fermentasi 120 jam. Kadar etanol jagung tertinggi dicapai pada komposisi *Z. mobilis* 10% yaitu 8,2165%, dan kadar etanol ilel-iles tertinggi didapatkan pada komposisi *Z. Mobilis* 30% yaitu 10,1576%. Peningkatan kadar etanol ditandai dengan semakin berkurangnya kadar glukosa dalam substrat, hal ini menunjukkan adanya konsumsi gula oleh *Z. mobilis* (Kusmiyati *et al*, 2010). Glukosa mengalami penurunan paling cepat terjadi pada waktu fermentasi 72 jam sampai 96 jam, yaitu dari 3,3681% menjadi 0,1983%, kadar etanol pada waktu 72 jam juga meningkat dari 1,85852% menjadi 8,21235%. Hal ini disebabkan *Z. mobilis* mempunyai fase log 72 jam, pada fase ini bakteri tidak mengalami pertumbuhan yang tinggi, jumlahnya cenderung tetap karena belum mengalami pembelahan (Awwalurrizki dan Putra, 2009). Jika waktu fermentasi diteruskan kadar etanol akan menurun, karena terjadi penurunan jumlah bakteri yang disebabkan jumlah nutrisi pada substrat semakin berkurang sehingga jumlah sel yang mati lebih banyak daripada yang tumbuh, waktu ini disebut sebagai fase kematian (*Decline phase*).

3.3 Pengaruh ph fermentasi terhadap kadar etanol jagung dan iles-iles

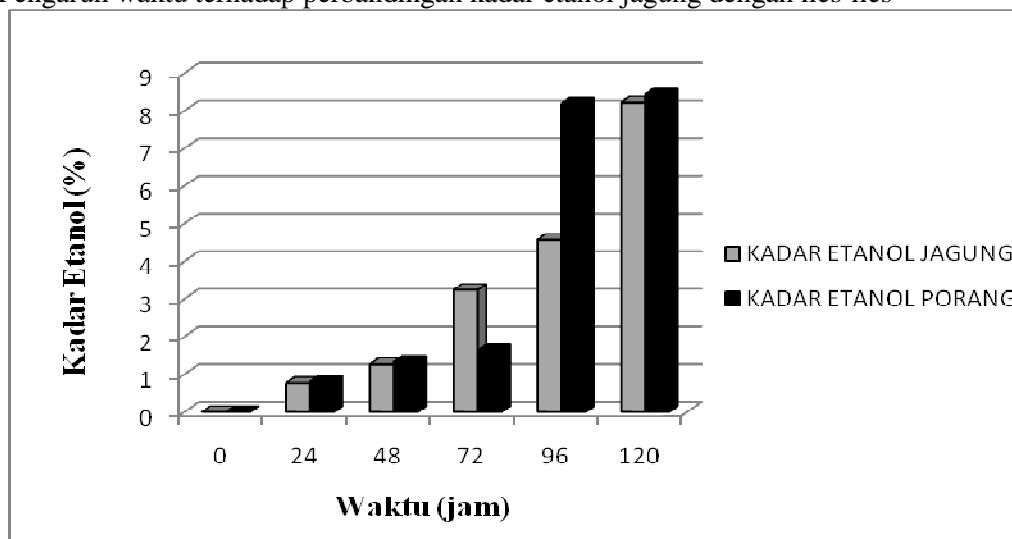


Gambar 3. Konsentrasi etanol dan konsentrasi gula hasil fermentasi pada variasi pH fermentasi jagung dan iles-iles, T 28-30°C, t 120 jam, suspensi 1:4, *Zymomonas 10%*, DAP 0,5 g, urea 1 g.

Kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan berbagai variasi pH ditunjukkan pada gambar 3. Hasil etanol jagung yang diperoleh pada pH 3,5; 4,5; 5 dan 6 yaitu 1,06051%, 8,2165%, 5,7658% dan 3,7386%, sedangkan untuk iles-iles diperoleh 3,77434%, 8,44584%, 7,18305% dan 7,65521% dengan waktu fermentasi 120 jam. Kadar etanol jagung maksimal dicapai pada pH 4,5 yaitu 8,2165% dan iles-iles pada pH 4,5 sebesar 8,44584%. Menurut Rosa dan Alfena (2008) menyatakan bahwa pH optimum untuk fermentasi *Z. mobilis* adalah 4,5, sehingga sesuai dengan penelitian yang dilakukan, dimana kadar etanol maksimal dihasilkan pada pH 4,5.

Pada pH 3,5 kadar etanol yang didapatkan sangat rendah yaitu 1,06051% untuk jagung dan 3,77434% untuk iles-iles dengan waktu fermentasi 120 jam, hal ini disebabkan media terlalu asam sehingga *Z. mobilis* tidak dapat bekerja secara maksimal. Untuk pH 5 dan 6 kadar etanol yang diperoleh sebesar 5,7658% dan 3,7386%. Kecepatan bakteri dalam mengkonversi glukosa menjadi etanol pada pH 5-6 lambat karena media pH mendekati basa (Roggers *et al*, 2007).

3.4 Pengaruh waktu terhadap perbandingan kadar etanol jagung dengan iles-iles



Gambar 4. Konsentrasi etanol suspensi 1:4 jagung dan iles-iles hasil fermentasi dengan waktu (jam), T 28-30°C, *zymomonas 10%*, pH 4,5, DAP 0,5 g, urea 1 g.

Gambar 4 menunjukkan hasil kadar etanol dari proses fermentasi suspensi 1:4 jagung dengan iles-iles, dimana untuk jagung hasil etanol sebesar 0,7634%, 1,261%, 3,2389%, 4,5671%, 8,2165% dari waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Untuk iles-iles hasil etanol yang didapatkan 0,80777%, 1,33421%, 1,63851%, 8,18347%, 8,44584% dari waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam.

Hasil etanol maksimal variasi suspensi 1:4 dengan waktu 120 jam untuk jagung sebesar 8,2165% dan untuk iles-iles sebesar 8,44584%. Hal ini menunjukkan bahwa *Z. mobilis* bekerja secara optimal pada waktu 120 jam.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil hidrolisis umbi iles-iles dari berbagai variasi suspensi, diperoleh hasil fermentasi glukosa tertinggi dari iles-iles dan jagung selama 120 jam pada variasi perbandingan suspensi, menghasilkan yield tertinggi pada perbandingan suspensi 1:4 yaitu 64,32475% untuk iles-iles dan 60,40951% untuk jagung. Hal ini menunjukkan pada rasio 1:4 proses fermentasi berjalan cepat, sehingga proses konversi glukosa menjadi etanol maksimal. Untuk variasi komposisi *Z. mobilis*, kadar etanol tertinggi pada komposisi 30% yaitu 10,1576% untuk iles-iles dan komposisi 10% yaitu 8,2165% untuk jagung, hal ini menunjukkan komposisi glukosa dalam substrat dan jumlah *Z. mobilis* seimbang. Pada variasi pH fermentasi, kadar etanol tertinggi diperoleh pada pH 4,5 yaitu 8,44584% untuk iles-iles dan 8,2165% untuk jagung.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui program RAPID 2011. Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Hesti Chandra P, Agus Sulistiyono dan Aldila Wahyu G atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Agarwal, A.K., 2007, *Biofuel (Alcohol and Biodiesel) Application as Fuels for International Combustion Engines*, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 33, hal. 233-271
- Ageng, D., Putra, R.S., 2009, *Profil Fermentasi Sukrosa Menjadi Etanol Menggunakan Zymomonas Mobilis yang Dikoamobilkan dengan Ekstrak Kasar Invertase*, Prosiding Tugas Akhir Semester Genap 2008/2009, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Assegaf, F. 2009. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (Musa paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Jendral Sudirman.
- Awwalurrizki, Nuzula., Putra, S.R., 2008, *Hidrolisis Sukrosa Dengan Enzim Invertase Untuk Produksi Etanol Menggunakan Zymomonas Mobilis*, Prosiding Skripsi Semester Genap 2008/2009, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Choi, Gi-Wook., Kang, Hyun-Woo., Kim, Young-Ran., Chung, Bong-Woo., 2008, *Ethanol Production by Zymomonas mobilis CHZ2501 from Industrial Starch Feedstocks*, Biotechnology and Bioprocess Engineering, Vol. 13, hal. 765-771.
- Gozan, M., Samsuri, M., Siti, F., Prasetyo, B., Nasikin, M. 2007. *Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Selulose dan Sellobiose*. Jurnal Teknologi. Edisi No. 3 Tahun XXI.
- Imelda, M., Wulansari, A., Poerba, Y., S. 2008. *Regenerasi Tunas dari Kultur Tangkai Daun Iles-iles (Amorphophallus muelleri Blume)*. Biodiversivitas Volume 9, Nomor 3 Halaman: 173-176.
- Joelianto, E., Dananjaya, A. 2008. *Perancangan dan Analisis Sistem Otomasi pada Proses Produksi Bioetanol Menggunakan Jala Petri Sinyal Terinterpretasi (JPST)*. Gematek Jurnal Teknik Komputer. Voume 10 No. 1., Maret 2008.
- Khairani, Rini. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel*. <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>. diakses tanggal 10 Mei 2011 pukul 18.30.

- Kusmiyati, Arifin, A. G. 2010. *Konversi Umbi Iles-Iles Menjadi Bioetanol dengan Metode Konvensional dan SSF (Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Serentak)*. Simposium Nasional Rapi IX 2010.
- Kusmiyati, Kusumadewi, I . 2011. *Konversi Umbi Iles-Iles Menjadi Bioetanol Dengan Metode Hidrolisis Enzim Dan Fermentasi Terpisah Menggunakan Bakteri Zymomonas Mobilis*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2011.
- Mine, Y., Santosa, E., Amaki., W., Sugiyama, N., 2010, *The Effects of Pot Sizes and Number of Plants per Pot on the Growth of Amorphophallus muelleri Blume*, Agronomi Indonesia., 38, hal. 238–242.
- Putra, R.S., Alfena C., 2008, *Produksi Etanol Menggunakan Mutan Zymomonas Mobilis Yang Dimutasi Dengan Hydroxylamin*, Laporan Penelitian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Rogers, P.L., Jeon, Y.J., Lee, K.J., Lawford, H.G., 2007, *Zymomonas mobilis for Fuel Ethanol and Higher Value Products*, Adv. Biochem. Eng. Biotechnol, Vol. 108, hal. 263-288.
- Susanto, E., 2009. *Pengaruh Jumlah Bahan Anorganik (Ca^+) dan Tingkat Keasaman Dalam Molasses Terhadap Timbulnya Kerak pada Distilasi Etanol*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UMS.
- Sun, Y., Cheng, J., 2002, *Hidrolisis of Lignocellulosic Material for Ethanol Production: A review*, Bioresources Technology, Vol. 82, hal. 1-11.
- Verma, G., Nigam, P., Singh, D., Chaudary, K., 2000, *Bioconversion of Starch to Ethanol in a Single-Step Process by Coculture of Amylolytic Yeast and Saccharomyces cerevisiae*, Bioresource Technology, 72: 261-266.

Hasil Diskusi

Pertanyaan

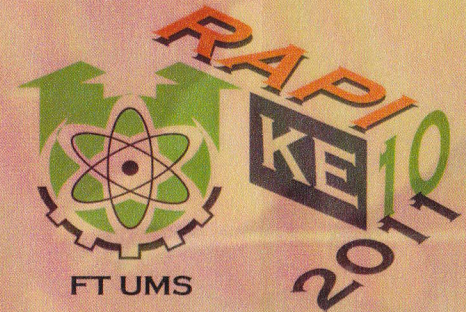
Akbarningrum (UBAYA) : Glukosa mana yang tertinggi dari variasi bahan tersebut?

Jawaban : Tertinggi penghasil glukosa dari singkong (15%), iles-iles (6%) kondisi hidrolisa yang sama



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURAKARTA

SERTIFIKAT



Memberikan penghargaan kepada :

KUSMIYATI, ST., MT., Ph.D

yang telah berpartisipasi sebagai :

PEMAKALAH

dalam

**SIMPOSIUM NASIONAL KE-10
REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI**

**“PERAN SAINS DAN TEKNOLOGI DALAM MEMBENTUK
KARAKTER BANGSA YANG MANDIRI”**

Surakarta, 13 Desember 2011

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

IR. AGUS RIYANTO SR, MT

KETUA PANITIA RAPI X - 2011
FT UMS

MUCH. DJUNAIDI, ST., MT