



# 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 :

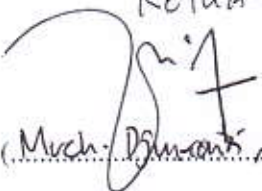
1. **PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN UMBI SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL**  
(Kusmiyati, Agus Sulistiyono)
2. **PERBANDINGAN UMBI ILES-ILES (*Amorphophallus muelleri* Blume) DAN UMBI SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl) SEBAGAI BAHAN 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. Djumantara, ST, MT)

**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<sup>1)</sup>, Aldila Wahyu G<sup>2)</sup>**

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

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

E-mail : [rahmadini2009@yahoo.com](mailto:rahmadini2009@yahoo.com)

**Abstrak**

*Energi merupakan penunjang kehidupan. Pemanfaatan energi dari fosil menyebabkan cadangan bahan bakar tersebut semakin menipis. Oleh karena itu, pengembangan bioetanol menjadi energi alternative mempunyai prospek baik karena berasal dari bahan baku nabati yang bersifat terbarukan. Singkong telah digunakan sebagai bahan baku bioetanol tetapi juga sebagai bahan pangan, oleh sebab itu penggunaan singkong sebagai sumber bioetanol dikhawatirkan akan mengurangi ketersediaan bahan pangan. Pada penelitian ini membandingkan hasil fermentasi singkong basah dengan iles-iles basah. Singkong dan iles-iles dikonversi menjadi etanol melalui tiga tahap yaitu liquifikasi menggunakan  $\alpha$ -amylase, sakarifikasi dengan  $\beta$ -amylase, kemudian difermentasi dengan *Zymomonas mobilis*. Untuk mendapatkan kandungan etanol yang maksimal maka dipelajari berbagai variable bebas, antara lain komposisi suspensi singkong dan iles-iles dengan air (1:1, 1:2, 1:3, 1:4), komposisi *Zymomonas mobilis* (5%, 10%, 20%, 30%) dan pH fermentasi (3; 4,5; 5; 6). Dari proses tersebut diperoleh hasil maksimum pada variabel suspensi 1:1 pada singkong yaitu 17,46527% dan perbandingan 1:1 pada iles-iles yaitu 9,87385%. Hasil tersebut menunjukkan iles-iles memiliki prospek yang bagus untuk menggantikan singkong sebagai bahan baku bioetanol.*

**Kata kunci :** Bioetanol, singkong, iles-iles, *Zymomonas mobilis*

**Pendahuluan**

Semakin meningkatnya populasi penduduk di dunia termasuk Indonesia menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar minyak semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan harga bahan bakar di dunia semakin tinggi (Samsuri, 2007). Ancaman terhadap kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar minyak bumi mendorong pengembangan biomassa sebagai sumber energi terbarukan (*renewable*) seperti bioetanol menjadi energi alternative merupakan solusi yang dapat dilakukan dalam pengembangannya (Ismail, 2009). Pembuatan bioetanol dari jenis umbi merupakan upaya untuk meningkatkan sumber daya alam dan mempunyai prospek yang bagus untuk dikembangkan, sehingga pemilihan bahan menggunakan umbi singkong dan umbi iles-iles untuk membandingkan hasil bioetanol yang dihasilkan (Siti *et al*, 2009).

Singkong yang mempunyai nama latin *Manihot utilissima* Pohl termasuk family *Euphorbiaceae*. Singkong termasuk tanaman yang fleksibel dalam usaha tani dan umur panen. Lahan untuk tanaman singkong tidak harus khusus, dan tidak memerlukan penggarapan yang intensif (Grahito, 2007). Umbi singkong basah mengandung kadar pati 83,47%, gula total 86,42%, dan air 62,50% (Tatang, 2007).

Iles-iles yang mempunyai nama latin *Amorphophallus muelleri* Blume termasuk dalam family *Araceae*, merupakan jenis umbi yang mempunyai prospek dan potensi baik di Indonesia. Ketersediaannya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga tidak mempunyai nilai ekonomi tinggi. Porang merupakan tanaman yang mengandung karbohidrat cukup tinggi yaitu 70-85% (Litbang Dinas Pertanian, 2009). Umbi iles-iles mengandung kadar pati 71,25%, selulosa 8,54% dan hemiselulosa 43,3% (Kusmiyati dan Arifin, 2010).

*Zymomonas mobilis* termasuk bakteri anaerob fakultatif, yang dapat menghasilkan sukrosa, glukosa dan fruktosa sebagai sumber energi, laju pertumbuhan yang tinggi dan tahan terhadap konsentrasi etanol sekitar 14% (Rogers dkk, 2007). *Zymomonas mobilis* mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kemurnian etanol. Kemampuan tumbuh dalam keadaan anaerob, tahan terhadap konsentrasi etanol dari pada enzim lain, dapat menghasilkan produk lebih tinggi dan mempunyai kemampuan fermentasi yang lebih spesifik dibandingkan dengan yeast (Ismail, 2009).

Penelitian tentang fermentasi menggunakan bakteri *Z. mobilis* telah dilakukan oleh Laila, Ita (2009) dengan menggunakan molasses dibuktikan bahwa molasses dapat dikonversi menjadi etanol menggunakan teknik immobilisasi sel k-karaginan, menyatakan hasil maksimal proses fermentasi kontinyu dicapai pada *dilution rate* 0,8 jam<sup>-1</sup> dengan konsentrasi glukosa 191,34 g/L menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis* termutasi untuk konsentrasi, yield, dan produktivitas etanol yaitu : 79,77 g/L (8,065 %) ; 47,16 % ; 59,82 g/L.jam.

### **Bahan dan Metode Penelitian**

Proses pembuatan bioetanol dari umbi terdiri dari lima tahap yaitu persiapan media *Z. mobilis*, persiapan bahan baku umbi, hidrolisis, fermentasi dengan mikroba *Z. mobilis*, dan analisis hasil fermentasi.

#### **i. Persiapan media *Zymomonas mobilis***

##### **Media padat**

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah *Zymomonas mobilis* ATCC 29191, bakteri ini diinokulasi dalam medium padat PGY(Tanate dan Putra, 2008).

##### **Media cair**

Bakteri yang telah di inokulasi pada medium padat, kemudian bakteri *Z. mobilis* diinokulasi dalam medium cair 1000ml (Struch dkk, 1991).

#### **ii. Persiapan bahan baku**

Perlakuan Persiapan bahan untuk kedua jenis bahan sama. Umbi dibersihkan, dilanjutkan dengan pengupasan dan pencucian. Umbi bersih diparut sampai mendapatkan hasil yang diinginkan.

#### **iii. Hidrolisis dengan enzim**

Hidrolisis enzim terdiri dari dua tahap yaitu pemecahan menjadi gula kompleks (*liquefaction*) dan sakarifikasi (*Saccharification*). Tahap pertama, umbi dilarutkan dalam air dengan variasi perbandingan suspensi, pada pH 6, ditambahkan  $\alpha$ -amylase, T = (95-100°C) selama 1 jam. Pada tahap sakarifikasi, sisa umbi iles-iles tahap pertama pHnya diatur menjadi 5, ditambahkan  $\beta$ -amylase, T = 60°C selama 4 jam. Hasil hidrolisis diautoklaf selama 15 menit.

#### **iv. Fermentasi**

Hasil hidrolisis yang telah steril difermentasi, suhu fermentasi 30°C, waktu fermentasi 120 jam, dimana sampel diambil pada waktu 0, 48, 72, 96, dan 120 menit untuk dianalisis kadar glukosa dan etanolnya. Untuk mendapatkan kadar etanol yang maksimal, menggunakan variasi komposisi suspensi, komposisi *Zymomonas mobilis* dan pH fermentasi.

##### **Variasi Komposisi Suspensi**

Perbandingan konsentrasi substrat berturut-turut 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4. Langkah tersebut diikuti penambahan *Z. mobilis* 10%, DAP dan urea untuk masing-masing sampel dan difermentasi pada pH 4,5.

##### **Variasi Komposisi *Zymomonas mobilis***

Komposisi *Z.mobilis* berturut-turut 5%; 10%; 20%; 30%; dengan perbandingan konsentrasi substrat 1:1, selanjutnya ditambah DAP dan urea untuk masing-masing sampel dan difermentasi pada pH 4,5.

### Variasi pH

Fermentasi dilakukan pada rasio suspensi 1:1, kemudian ditambah dengan *Z.mobilis* 10%, DAP dan urea kemudian difermentasi pada pH 3; 4,5; 5 dan 6.

#### v. Analisis

Gula reduksi hasil fermentasi dianalisis dengan metode Somogy.

Persamaan Nelson Somogy:

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

Keterangan:

X = kadar glukosa (%)

A,B = faktor reagent

Y = volume titran (mL)

Kadar etanol hasil fermentasi dianalisis dengan menggunakan GC (*Gas Chromatography* Agilent 6890N).

### Hasil dan Pembahasan

#### i. Komposisi umbi iles-iles basah

Langkah awal dari penelitaian ini adalah menganalisa komposisi kimia umbi iles-iles dan singkong terdiri dari kadar abu, kadar air, selulosa, hemiselulosa, pati, dan lignin. Prosentase dari hasil analisis ini ditampilkan pada tabel 1 (Kusmiyati dan Arifin, 2010).

Tabel 1. Komposisi umbi iles-iles dan umbi singkong

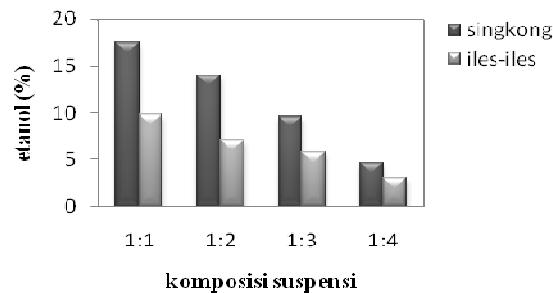
Persentase (%)		
Kandungan	Iles-iles	Singkong
Selulosa	1,67	-
Hemiselulosa	10,5	-
Lignin	0,597	-
Sukrosa	1,35	-
Air	82,82	62,50
Gula total	-	86,42
Pati	-	83,47

Berdasarkan tabel 1 dapat dikatakan bahwa kandungan pati tepung umbi iles-iles menempati urutan kedua dengan kandungan gula total 73,43%. Kandungan pati tepung umbi iles-iles tidak jauh berbeda dengan umbi singkong sebesar 86,42% (Ibrahim, 2009).

#### ii. Etanol dari fermentasi dengan variasi konsentrasi

Langkah pertama, masing-masing bahan dihidrolisis kemudian difermentasi. Variabel konsentrasi substrat : air yang dipelajari yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Etanol yang dihasilkan dari perbandingan konsentrasi substrat terlihat pada gambar 1.

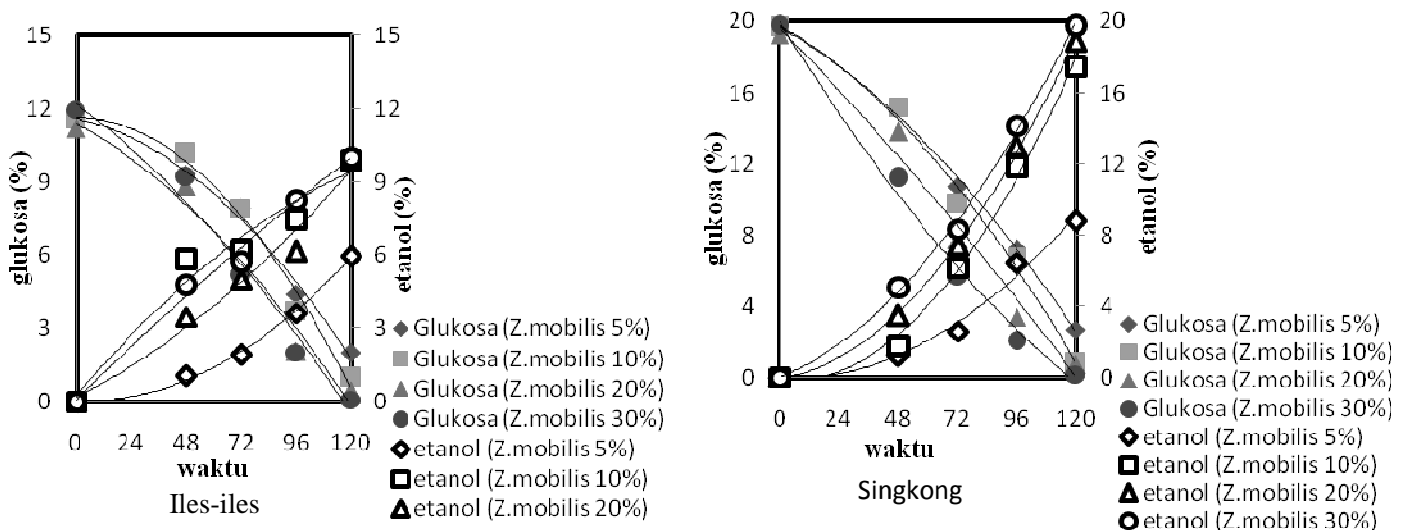
Tahap awal pembuatan etanol dilakukan dengan hidrolisis tepung singkong dan iles-iles (Millito, 2010). Waktu fermentasi berpengaruh pada kadar etanol dan glukosa dari berbagai jenis *Z. mobilis* yang ditampilkan pada gambar 1. Dari gambar 1 dapat dilihat semakin lama waktu fermentasi, maka kadar etanol akan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu fermentasi, maka aktivitas *Z.mobilis* juga semakin meningkat dalam memproduksi etanol. Fermentasi dengan *Z. mobilis* selama 120 jam menghasilkan kadar etanol tertinggi pada singkong sebesar 17,46527%. Hasil dari penelitian yang berbeda Hasanah (2008), mengenai pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Kadar etanol pada waktu fermentasi selama 24, 48, 72, 96 dan 120 jam, untuk tape ketan hitam sebesar 0,388%; 1,176%; 1,056%; 3,884% dan 7,581%, sedangkan tape singkong sebesar 0,844%; 2,182%; 4,904%; 6,334% dan 11,811%.



Gambar 1. Grafik hasil etanol dengan variasi perbandingan singkong dengan air dan iles-iles dengan air. Fermentasi menggunakan *Zymomonas mobilis* 10%, pH 4,5, t 120 jam.

Hasil etanol dari iles-iles dengan perbandingan substrat 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 sebesar 9,87385%, 7,05680%, 5,74289% dan 3,05748%, etanol tertinggi dihasilkan pada perbandingan substrat 1:1, hal ini dikarenakan komposisi perbandingan substrat dengan air yang seimbang dan *Z.mobilis* juga dapat bekerja dengan maksimal. Sedangkan untuk rasio 1:2, 1:3 dan 1:4 kandungan airnya terlalu banyak, yang mengakibatkan banyak glukosa larut dalam air. Hasil ini hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ageng dan Putra (2009) yang mengkonversi sukrosa menjadi etanol dengan bakteri *Z. mobilis*, pada kadar gula 12,4203%. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa umbi singkong menghasilkan etanol lebih tinggi daripada umbi iles-iles. Fermentasi selama 120 jam menggunakan *Z.mobilis* menghasilkan etanol tertinggi umbi iles-iles dan umbi singkong berturut-turut yaitu sebesar 9,87385% dan 17,46527%. Perbandingan bahan baku dan air yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat, karena bila air terlalu sedikit akan memperlambat jalannya reaksi.

**iii. Pengaruh komposisi *Zymomonas mobilis* terhadap kadar etanol umbi iles-iles dan umbi singkong**

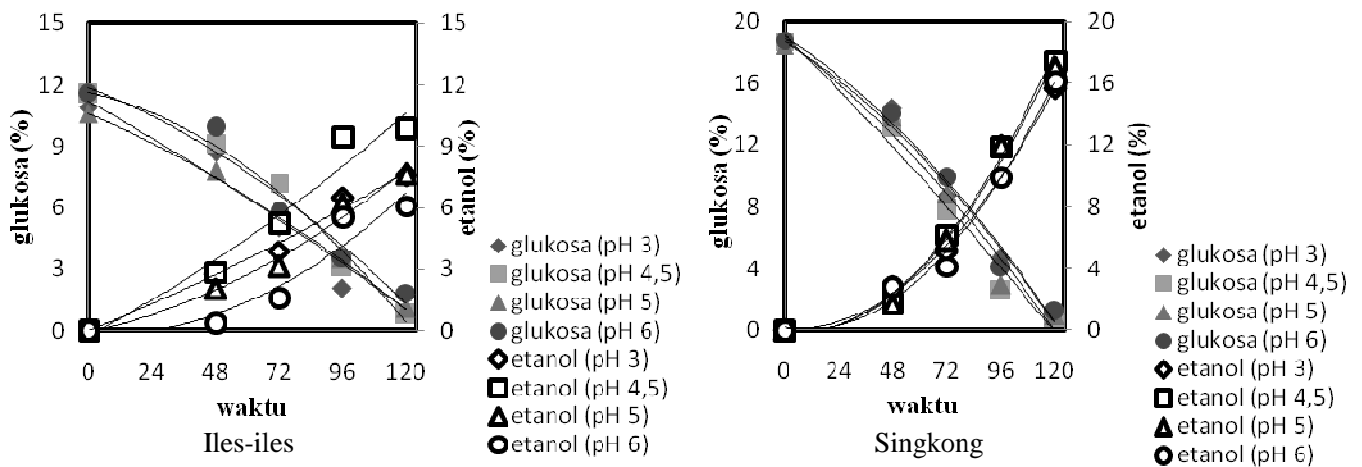


Gambar 2. Grafik hasil etanol dan konsentrasi gula hasil fermentasi umbi iles-iles dan umbi singkong pada variasi komposisi *Zymomonas mobilis*, pH 4,5, t 120 jam.

Gambar 2 menunjukkan hasil etanol pada pada umbi iles-iles dan umbi singkong dengan komposisi *Zymomonas mobilis* 5%, 10%, 20% dan, 30%, adalah sebagai berikut: 5,94503%, 9,87385%, 9,90126%, 9,99813% dan 8,79477%, 17,46527%, 18,88749% dan 19,79950% dengan

waktu fermentasi 120 jam. Kadar etanol tertinggi pada iles-iles didapatkan pada komposisi *Z. mobilis* 30% yaitu 9,99813%, serta kadar etanol tertinggi umbi singkong pada komposisi *Z. mobilis* 30% yaitu 19,79950%. Peningkatan kadar etanol disertai dengan semakin menurunnya kadar glukosa dalam substrat, hal ini menunjukkan adanya konsumsi gula oleh *Z. mobilis* (Kusmiyati dan Arifin, 2010). Bakteri memerlukan waktu untuk beradaptasi, selnya akan mengalami perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya sustansi intraseluler sehingga siap untuk membelah diri dan bekerja secara optimal (Awwalurrizki dan Putra, 2009). Dengan Konsentrasi etanol rata-rata tertinggi dicapai pada konsentrasi *Z. mobilis* 10%, semakin tinggi konsentrasi bakteri maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Tetapi apabila konsentrasi *Z. mobilis* yang kebanyakan menyebabkan kadar etanol tidak mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan bakteri *Z.mobilis* kurang maksimal dalam melakukan proses fermentasi (Yekta Goksungur dkk, 2001).

**iv. Pengaruh pH fermentasi terhadap kadar etanol umbi iles-iles dan umbi singkong**



Gambar 3. Konsentrasi etanol dan konsentrasi glukosa hasil fermentasi umbi iles-iles pada variasi pH, t 120 jam, *Z. mobilis* 10%.

Gambar 3 menunjukkan kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan berbagai variasi pH. Hasil etanol tertinggi yang diperoleh dari umbi iles-iles maupun umbi singkong dihasilkan pada kondisi pH 4,5 yaitu 9,87385 dan 17,46527 dengan waktu fermentasi 120 jam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rosa dan Alfena (2008) yang menyatakan bahwa pH optimum untuk fermentasi *Z. mobilis* adalah 4,5. Pada pH 3 kadar etanol yang dihasilkan rendah yaitu 7,55725% dan 15,64966% dengan waktu fermentasi 120 jam, hal ini disebabkan media terlalu asam, dan menyebabkan *Z. mobilis* tidak dapat bekerja secara maksimal, sehingga perubahan komposisi kimiawi dan ukuran serta bertambahnya substansi intraseluler untuk membelah diri terhambat. Untuk umbi iles-iles dan umbi singkong pada pH 5 dan 6 kadar etanol yang diperoleh sebesar 7,62114%, 6,07453% dan, 16,98457, 16,11260%, kondisi media pada pH ini terlalu basa sehingga kecepatan bakteri dalam mengkonversi glukosa menjadi etanol lambat (Rogger dkk, 2007).

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil hidrolisis umbi singkong dan umbi iles-iles dari berbagai variasi suspensi, diperoleh hasil kadar etanol tertinggi pada rasio 1:1 pada pH 4,5 yaitu 17,46527% dan 9,87385%. Dari hasil perbandingan kadar etanol yang dihasilkan dari umbi iles-iles dengan umbi singkong maka umbi iles-iles berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol. Selain itu harga dari umbi iles-iles lebih murah dibandingkan dengan harga singkong.

### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada DP2M Dikti yang telah mendanai penelitian ini melalui program RAPID 2011 serta saudara Hesti C, Agus S dan Maulana W, yang telah membantu dalam penelitian ini.

### Daftar pustaka

- Aisiyah, Nurul, Siti. 2009. Bioproses dan Teknologi Pembuatan Bioetanol. Pusat penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- 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.
- Fessenden, R., J., Fessenden, J., S. 1996. *Kimia Organik*. Erlangga. Jakarta.
- Grahito, A. 2007. Root And Tuber Crops. Available at: <http://indonesian-foodforage.blogspot.com/2007/12>
- Heppy., R, Adam, R. 2010. *Pembuatan Bioetanol dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape*. Jurusan Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Imelda, Maria. 2008. *Regenerasi Tunas dari Kultur Tangkai Daun Iles – iles (Amorphophallus muelleri Blume)*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Ismail, Silviana., M, Puspita. 2009. *Fermentasi Etanol dari Molasses dengan Zymomonas mobilis A3 yang Diamobilisasi pada k- Karaginan*.
- Kusmiyati, Arifin., A., G. 2010. *Konversi Umbi Iles-Iles Menjadi Bioetanol dengan Metode Konversi dan SSF (Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Serentak)*. Simposium Nasional Rapi IX 2010.
- Laila., N, Ningsih, Ita., F. 2009. *Produktivitas Etanol Dari Molasses Menggunakan Bakteri Zymomonas mobilis Termutasi Dengan Teknik Immobilisasi sel K-Karaginan*. Jurusan Teknik Kimia, FTI – ITS.
- Perkebunan. 2010, <http://perkebunan.litbang.deptan.go.id>
- Retno, E., Fadilah. 2009. *Studi Awal Reaksi Simultan Sakarifikasi dan Fermentasi Tepung Sorgum dengan Katalis Enzim*.
- 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.
- Samsuri, M, Gozan, Mardias, R. 2007. *Pemanfaatan Selulosa Bagas untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase*.
- Setyawati, Irma. 2003. *Kinetika Inhibisi Sustrat Fermentasi Pembuatan Etanol dari Molasses dengan Zymomonas mobilis* Institut Teknologi November Surabaya.
- Tanate, T., S. 2008. *Pembuatan Etanol Menggunakan Zymomonas mobilis pada Kondisi Steril dan Nonsteril dengan Memanfaatkan Limbah Padat Pabrik Rokok Kretek sebagai Substrat*. Institut Teknologi November Surabaya.

### Hasil Diskusi

Pertanyaan

Rini (USB) : Bakteri Saccharomyces dan Zymomonas mana yang lebih baik?

Jawaban

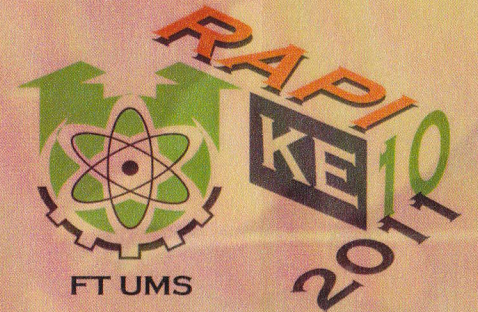
: Saccharomyces lebih menguntungkan waktu lebih singkat  
Zymomonas lebih tinggi konversinya (pertimbangan ke depan)





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**