

**PRODUKSI ETANOL DARI HASIL HIDROLISIS PATI
TEPUNG KULIT SINGKONG (*Manihot sp*) MENGGUNAKAN
Bacillus stearothermophilus, *Aspergillus niger*,
DAN *Rhizopus oryzae***

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S. Si)



disusun oleh

**Is Bintarti Dewi
31.08.1159**

Kepada

**FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2012**

Skripsi yang berjudul

**PRODUKSI ETANOL DARI HASIL HIDROLISIS PATI TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot sp*) MENGGUNAKAN *Bacillus stearothermophilus*,
Aspergillus niger, DAN *Rhizopus oryzae***

yang disusun oleh :

**Is Bintarti Dewi
NIM : 31.08.1159**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji pada tanggal 21 Desember 2012

Skripsi tersebut telah diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si)

Yogyakarta, 3 Januari 2013

Universitas Kristen Duta Wacana

Fakultas Bioteknologi

Dosen Pembimbing



Dr. Guntoro

Dekan



Drs. Kisworo, M.Sc.



**UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI**

PROGRAM STUDI : BIOLOGI

Kompetensi : • Bioteknologi Lingkungan • Bioteknologi Industri • Bioteknologi Kesehatan

Jl. Dr. Wahidin S. 5-25, Yogyakarta 55224 Indonesia

Phone : (0274) 563929 (Ext. 459) Fax. : (0274) 513235

**BERITA ACARA
UJIAN SKRIPSI & PENDADARAN**

Nomor : 797/C.06/Bio/UKDW/XII/2012

Pada hari ini : Jumat 21 Desember 2012

Bertempat di Universitas Kristen Duta Wacana Jl. Dr. Wahidin 5-25 Yogyakarta

TELAH DISELENGGARAKAN UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Is Bintari Dewi
Nomor Mahasiswa : 31081159
Program Studi/Jurusan : BIOLOGI
Fakultas : BIOTEKNOLOGI
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

Judul Skripsi : Hidrolisis Pati Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dengan
Bacillus stearothermophilus, *Aspergillus niger*, dan *Rhizopus oryzae*
sebagai Bahan Baku Produksi Etanol

Saudara tersebut dinyatakan : LULUS / ~~TIDAK LULUS~~

Dengan nilai :

Catatan : Revisi Naskah

SUSUNAN TIM PENGUJI

No.	NAMA	Jabatan dlm Tim	Jabatan Akademik	Tanda Tangan
1.	Dr. Charis Amaranitini, M.Si	Ketua/ Anggota	Lektor	
2.	Dr. Guntoro	Anggota	Tenaga Pengajar	
3.	Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si	Anggota	Asisten Ahli	

Berita Acara ini dibuat dengan sesungguhnya untuk dapat dipergunakan seperlunya

Mengetahui Dekan,

Drs. Kisworo, M.Sc
Kw.yad.pdr

Yogyakarta, 21 Desember 2012

Ketua Tim Penguji

Dr. Charis Amaranitini, M.Si

LEMBAR PERNYATAAN

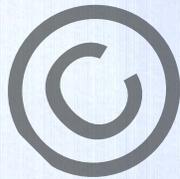
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Is Bintarti Dewi

NIM : 31081159

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diuraikan di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.



Yogyakarta, 3 Januari 2013

Is Bintarti Dewi

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan segala kerendahan hati
aku persembahkan tiap kata dari karya sederhana ini untuk
Tuhan dan orang-orang yang kucintai:*

*Alm Bapak, Ibu, Alm. Kakej & Nenek, Titi,
Iya, Mbak Witri, Mas Aan dan
Saudara dan Sahabat*

*Serahkanlah hidupmu kepada TUHAN dan percayalah
kepada-Nya, dan Ia akan bertindak (Mzm 37:5)*

Dan Mujizat itu nyata.....

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas kebaikan dan rencanaNya yang indah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PRODUKSI ETANOL DARI HASIL HIDROLISIS PATI TEPUNG KULIT SINGKONG (*Manihot sp*) MENGGUNAKAN *Bacillus stearothermophilus*, *Aspergillus niger*, DAN *Rhizopus oryzae*”**.

Penelitian ini dilaksanakan ditempuh untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si.) di Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yayasan Arsari Djojohadikusumo yang telah membiayai studi dan memberi kesempatan mengembangkan *soft skill* selama studi di UKDW
2. Dr. Guntoro, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi bimbingan, pengarahan, dan saran yang positif, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi.
3. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan koreksi.
4. Dr. Charis Amarantini, M. Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan koreksi.
5. Drs. Kisworo, M. Sc., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

6. Guruh Prihatmo, M. Si., selaku Dosen Wali Fakultas Bioteknologi angkatan 2008 serta seluruh dosen yang telah membimbing penulis selama studi di Fakultas Bioteknologi UKDW.
7. Alm. Bapak Palyadi dan Ibu Warsilah atas doa restu dan dukungan baik secara materiil maupun moril.
8. Tim APP Kevikepan DIY yang telah membantu dana penelitian ini
9. Para laboran laboratorium serta staf administrasi Fakultas Bioteknologi untuk bantuan, waktu, dan bimbingan selama penelitian di Laboratorium.
10. Para saudara, sahabat, dan teman-teman Fakultas Bioteknologi angkatan 2008 (Ayu Bayu Pertiwi, Cil, Pup, Han, Dev, Voni, Ana), 2010 (Erika, Upi, Septi, Beta), dan 2011 yang selalu memberi semangat saat merasa letih.
11. Semua pihak yang selalu mendukung dan mendoakan yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Di dalam penulisan karya Ilmiah ini, penulis menyadari bahwa penyusunan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan maupun kemampuan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis. Akhir kata semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 3 Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Singkong dan Kulit Singkong	5
B. Hidrolisis Pati.....	7
C. Karakteristik Mikrobia	12
1. <i>Bacillus stearothermophilus</i>	12
2. <i>Aspergillus niger</i>	13
3. <i>Rhizopus oryzae</i>	15
4. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	17
D. Fermentasi Etanol oleh Khamir	18
E. Hipotesis.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat Penelitian	23
B. Alat	23
C. Bahan	24
D. Metode	25
1. Preparasi Sampel	24
2. Hidrolisis Pati.....	25
2.1. Gelatinisasi	25
2.2. Likuifikasi	25
2.3. Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan	25
E. Tahapan Analisa	26
1. Pengukuran pH.....	26
2. Pengukuran Kadar Gula Reduksi (Metode DNS).....	26
3. Pengukuran Pati (Metode Iodometri).....	27

4. Pengukuran Jumlah Air	27
5. Pengukuran Kadar Etanol.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Proses Gelatinisasi	28
B. Pengaruh Penambahan <i>Bacillus stearotherophilus</i> pada Proses Likuifikasi.....	29
C. Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan	34
1. Pengaruh Penambahan <i>Aspergillus niger</i> pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan	34
2. Pengaruh Penambahan <i>Rhizopus oryzae</i> pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan	38
3. Perbandingan Pengaruh Penambahan <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Rhizopus oryzae</i> pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan	42
BAB V PENUTUP	49
A. Simpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Kulit Singkong Tiap 100 Gram.....	6
Tabel 2.2	Aktivitas Relatif (%) Glukoamilase pada Berbagai Substrat Pati	16
Tabel 2.3	Perbandingan Produksi enzim amilolitik oleh <i>Rhizopus</i> pada <i>Submerged</i> dan <i>Solid State Fermentation</i> pada substrat singkong dengan pemanasan dan singkong mentah	16
Tabel 4.1	Dinamika Perubahan pH, Gula Reduksi, Pati, dan Jumlah Air Tahap Likuifikasi Tepung Kulit Singkong oleh <i>Bacillus stearothermophilus</i>	29
Tabel 4.2	Dinamika Perubahan pH, Gula Reduksi, Pati, dan Etanol Tahap Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan Tepung Kulit Singkong dengan Penambahan <i>Aspergillus niger</i>	35
Tabel 4.3	Dinamika Perubahan pH, Gula Reduksi, Pati, dan Etanol Tahap Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan Tepung Kulit Singkong dengan Penambahan <i>Rhizopus oryzae</i>	38
Tabel 4.4	Perbandingan Dinamika pH, Gula Reduksi, Pati dan Etanol Tahap Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan Tepung Kulit Singkong Antara <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Rhizopus oryzae</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Produksi singkong di Indonesia dari tahun 2007 hingga 2011	5
Gambar 2.2	Gambar Irisan Melintang Umbi Singkong.....	6
Gambar 2.3	Struktur molekul pati	8
Gambar 2.4	Cara Kerja Enzim Pendegradasi Amilum	10
Gambar 2.5	Jalur Fermentasi Glukosa Menjadi Etanol dan CO ₂ oleh Khamir	20
Gambar 4.1	Kadar Air Tahap Likuifikasi	31
Gambar 4.2	Kadar Pati Likuifikasi	32
Gambar 4.3	Dunamika Pati Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Penambahan <i>Aspergillus niger</i>	36
Gambar 4.4	Dinamika Gula Reduksi dan Etanol dengan Penambahan <i>Aspergillus niger</i>	37
Gambar 4.5	Dinamika Pati Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Penambahan <i>Rhizopus oryzae</i>	40
Gambar 4.6	Dinamika Gula Reduksi dan Etanol dengan Penambahan <i>Rhizopus oryzae</i>	41
Gambar 4.7	Dinamika Pati dan Gula Reduksi dengan Penambahan <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Rhizopus oryzae</i>	44
Gambar 4.8	Dinamika Gula Reduksi dan Etanol dengan Penambahan <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Rhizopus oryzae</i>	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium

Medium Peptone Glucose Yeast Extract (PGY)

Medium Potato Dextrose Agar (PDA)

Medium TSB/TSA

Medium Starter Likuifikasi

Medium Starter Sakarifikasi

Lampiran 2. Metode Analisa

Kadar Gula Reduksi

Pengukuran Kadar Etanol

Kadar Pati

Lampiran 3. Metode Penelitian

Lampiran 4. Dokumentasi

Lampiran 5. Data Sakarifikasi



**PRODUKSI ETANOL DARI HASIL HIDROLISIS PATI TEPUNG KULIT
SINGKONG (*Manihot sp*) MENGGUNAKAN *Bacillus stearothermophilus*,
Aspergillus niger, DAN *Rhizopus oryzae***

ABSTRAK

Oleh:

Is Bintarti Dewi

Produksi etanol dari tepung kulit singkong melibatkan tahapan hidrolisis. Tahap hidrolisis dilakukan untuk memecah pati yang terdapat pada tepung kulit singkong menjadi gula yang lebih sederhana. Hidrolisis dibagi menjadi tiga yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Gelatinisasi dilakukan dengan pemanasan, likuifikasi di gunakan *B. stearothermophilus* merupakan bakteri termofilik dan dapat menghasilkan enzim α -amilase termostabil. Tahap sakarifikasai digunakan *A. niger* dan *R. oryzae* sebagai penghasil enzim glukoamilase. Kendala penggunaan mikrobial sebagai penghasil enzim adalah adanya efek umpan balik sehingga enzim yang diinginkan tidak diproduksi secara terus-menerus dan berdampak pada produk akhir. Untuk mengurangi dampak tersebut, maka dilakukan sakarifikasi dan fermentasi secara simultan. Dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil etanol tertinggi dalam sakarifikasi dan fermentasi simultan antara penggunaan *A. niger* dan *R. oryzae*.

Hasil likuifikasi ditunjukkan dengan jumlah air pada kontrol dan bejana dengan perlakuan penambahan *B. stearothermophilus* secara berturut-turut adalah 4,7 ml dan 5,5 ml dari 10 ml setelah 88 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa hidrolisis pati dengan penambahan *B. stearothermophilus* proses likuifikasi berjalan lebih cepat dengan selisih 0,8 ml.

Pada tahap sakarifikasi dan fermentasi secara simultan, baik pada penambahan *A. niger* maupun *R. oryzae* pati mengalami penurunan. Adapun penurunan pati selama 127 jam secara berturut-turut adalah 0,655% b/v dan 0,563% b/v. Sedangkan konsumsi gula reduksi oleh khamir dan *A. niger* sebesar 0,655% b/v dan konsumsi khamir dan *R. oryzae* sebesar 0,568% b/v. Dari konsumsi gula reduksi tersebut ada produk yaitu etanol. Etanol yang dihasilkan dari bejana dengan penambahan *A. niger* mencapai etanol tertinggi 0,75% b/v pada jam 69 atau 2,7 kali dari yield etanol teoritis sedangkan penambahan *R. oryzae* mencapai etanol tertinggi 0,75% b/v pada jam 79 atau 2,6 kali dari yield etanol teoritis. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *A. niger* pada sakarifikasi dan fermentasi simultan dapat menghasilkan etanol lebih tinggi dari pada penambahan *R. oryzae*.

Kata kunci: hidrolisis, *Bacillus stearothermophilus*, simultan, etanol, kulit singkong

PRODUKSI ETANOL DARI HASIL HIDROLISIS PATI TEPUNG KULIT SINGKONG (*Manihot sp*) MENGGUNAKAN *Bacillus stearothermophilus*, *Aspergillus niger*, DAN *Rhizopus oryzae*

ABSTRAK

Oleh:

Is Bintarti Dewi

Produksi etanol dari tepung kulit singkong melibatkan tahapan hidrolisis. Tahap hidrolisis dilakukan untuk memecah pati yang terdapat pada tepung kulit singkong menjadi gula yang lebih sederhana. Hidrolisis dibagi menjadi tiga yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Gelatinisasi dilakukan dengan pemanasan, likuifikasi di gunakan *B. stearothermophilus* merupakan bakteri termofilik dan dapat menghasilkan enzim α -amilase termostabil. Tahap sakarifikasai digunakan *A. niger* dan *R. oryzae* sebagai penghasil enzim glukoamilase. Kendala penggunaan mikrobial sebagai penghasil enzim adalah adanya efek umpan balik sehingga enzim yang diinginkan tidak diproduksi secara terus-menerus dan berdampak pada produk akhir. Untuk mengurangi dampak tersebut, maka dilakukan sakarifikasi dan fermentasi secara simultan. Dalam penelitian ini akan dibandingkan hasil etanol tertinggi dalam sakarifikasi dan fermentasi simultan antara penggunaan *A. niger* dan *R. oryzae*.

Hasil likuifikasi ditunjukkan dengan jumlah air pada kontrol dan bejana dengan perlakuan penambahan *B. stearothermophilus* secara berturut-turut adalah 4,7 ml dan 5,5 ml dari 10 ml setelah 88 jam. Hasil ini menunjukkan bahwa hidrolisis pati dengan penambahan *B. stearothermophilus* proses likuifikasi berjalan lebih cepat dengan selisih 0,8 ml.

Pada tahap sakarifikasi dan fermentasi secara simultan, baik pada penambahan *A. niger* maupun *R. oryzae* pati mengalami penurunan. Adapun penurunan pati selama 127 jam secara berturut-turut adalah 0,655% b/v dan 0,563% b/v. Sedangkan konsumsi gula reduksi oleh khamir dan *A. niger* sebesar 0,655% b/v dan konsumsi khamir dan *R. oryzae* sebesar 0,568% b/v. Dari konsumsi gula reduksi tersebut ada produk yaitu etanol. Etanol yang dihasilkan dari bejana dengan penambahan *A. niger* mencapai etanol tertinggi 0,75% b/v pada jam 69 atau 2,7 kali dari yield etanol teoritis sedangkan penambahan *R. oryzae* mencapai etanol tertinggi 0,75% b/v pada jam 79 atau 2,6 kali dari yield etanol teoritis. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *A. niger* pada sakarifikasi dan fermentasi simultan dapat menghasilkan etanol lebih tinggi dari pada penambahan *R. oryzae*.

Kata kunci: hidrolisis, *Bacillus stearothermophilus*, simultan, etanol, kulit singkong

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Krisis energi adalah masalah yang dihadapi dunia. Hal ini disebabkan sumber energi utama yang diandalkan untuk mencukupi kebutuhan energi sebagian besar berasal dari minyak bumi. Pada tahun 2008, berdasarkan *World Energy Report, OPEC Report 2008*, cadangan minyak mentah terbukti di dunia (*world proven crude oil*) berada pada posisi 1.195.318 juta barel. Menurut data dari laporan *IFR Report, Economist 2008* pertumbuhan kebutuhan minyak rata-rata 1,4% sejak tahun 2008, maka ketika tahun 2030 telah tiba, cadangan minyak mentah dunia akan terkuras sebesar 843,95 miliar barel (70,6%). Hanya tersisa 351,38 miliar barel (29,6%). Semakin menipisnya cadangan minyak bumi ini perlu diantisipasi dengan pengembangan energi alternatif dimana ketersediaannya dapat diperbaharui. Energi terbarukan adalah energi yang diproduksi dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Sumber energi terbarukan seperti angin, cahaya matahari, panas bumi, air, dan biomassa memiliki peranan penting dalam mengatasi kebutuhan energi masa depan (Pandey, 2008).

Terkait dengan tingginya harga bahan bakar minyak (BBM), maka permasalahan di Indonesia adalah subsidi BBM premium. Berdasarkan artikel yang ditulis oleh Ratya (2012), Kuota BBM subsidi tahun 2012 adalah sebesar 44 juta kiloliter tidak cukup hingga akhir tahun. Sehingga pemerintah perlu menambah jatah 1,2 juta kiloliter atau senilai dengan Rp 6 triliun dan pihak Pertamina yang

diminta untuk membayar biaya tersebut. Masalah ini adalah gambaran yang saat ini sedang dihadapi oleh Indonesia. Maka perlu adanya energi alternatif untuk mengimbangi konsumsi bahan bakar minyak bumi.

Salah satu energi alternatif yang ditawarkan adalah berasal dari biomassa. Kelebihan dari biomassa adalah kesinambungan suplai karena bersifat terbarukan dan faktor proteksi lingkungan (Kong, 2010). Biomassa dapat dikonversi menjadi bioetanol dan dapat dijadikan substituen dari bahan bakar. Hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam produksi bioetanol adalah ketersediaan biomassa yang cukup dan memiliki nilai ekonomi relatif rendah. Produksi energi alternatif berbahan baku biomassa juga perlu mempertimbangkan etika terkait dengan persaingan dengan pangan, maka digunakan kulit singkong sebagai bahan baku produksi etanol dalam penelitian ini.

Kulit singkong adalah limbah yang mengandung karbohidrat yang potensial untuk dijadikan bioetanol. Dari data Kementerian Pertanian mencatat rata-rata produksi ubi kayu 2000-2011 sebesar 19,92 juta ton setiap tahun, sedangkan kebutuhan rerata 12,14 juta ton setiap tahun, sehingga rata-rata surplus setiap tahun 7,9 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan singkong belum optimal. Pada umumnya, singkong menyisakan limbah padat berupa kulit singkong yang pengolahannya pun belum maksimal. Pada umumnya, limbah kulit singkong digunakan sebagai pakan ternak dan pupuk.

Dalam produksi bioetanol berbahan pati maka tahap awal yang perlu dilakukan adalah pemecahan pati menjadi gula sederhana yang disebut hidrolisis. Tahap ini yang dianggap paling krusial. Hidrolisis dapat dilakukan dengan cara

hidrolisis asam atau secara enzimatis. Kekurangan hidrolisis secara asam adalah menghasilkan residu yang tidak baik untuk lingkungan. Sedangkan jika hidrolisis dilakukan secara enzimatis, harga produksi relatif tinggi. Terkait dengan pertimbangan di atas, maka dalam peneliti digunakan mikrobia sebagai agen untuk memproduksi enzim penghidrolisis pati.

Hidrolisis pati dibagi menjadi tiga tahap yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi (Rahayu & Rahayu, 1988). Gelatinisasi dilakukan dengan pemanasan. Sedangkan likuifikasi dan sakarifikasi digunakan agen bio yaitu bakteri dan kapang. Bakteri *B. stearothermophilus* digunakan dalam tahap likuifikasi sedangkan pada tahap sakarifikasi akan dibandingkan antara *A. niger* dan *R. oryzae*. *B. stearothermophilus* adalah bakteri termofilik dan mampu menghasilkan enzim α amilase termostabil yang dapat memecah ikatan α 1,4 glikosidik. Sedangkan penggunaan kedua jenis kapang diharapkan mampu menghasilkan enzim glukosidase yang dapat memecah ikatan α 1, 6 glikosidik untuk produksi gula sederhana.

Kendala penggunaan mikrobia dalam hidrolisis pati adalah dimungkinkannya konsumsi gula reduksi yang dihasilkan selama hidrolisis oleh mikrobia tersebut untuk pembuatan biomassa sel. Hal ini berakibat gula reduksi yang dihasilkan tidak pernah bertambah. Terkait hal itu muncul gagasan sakarifikasi dan fermentasi dilakukan secara simultan. Sakarifikasi dan fermentasi secara simultan diharapkan gula reduksi yang dihasilkan dari sakarifikasi digunakan khamir untuk produksi etanol.

B. Rumusan Masalah

Apakah hidrolisis pati tepung kulit singkong dengan *B. stearothersophilus* dan *A. niger* menghasilkan etanol lebih tinggi dibandingkan dengan *B. stearothersophilus* dan *R. oryzae*?

C. Batasan Masalah

Kulit umbi singkong yang digunakan adalah lapisan kulit umbi singkong yang berwarna putih (parenkim kortikal) sedangkan lapisan kulit umbi singkong terluar yang berwarna coklat (periderm) tidak digunakan. Kulit singkong berasal dari jenis singkong manis dan varietas singkong tidak dibatasi.

D. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil etanol dari substrat pati dari tepung kulit singkong yang dihidrolisis dengan *B. stearothersophilus* dan *A. niger* serta *B. stearothersophilus* dan *R. oryzae*.

E. Manfaat

Bagi masyarakat ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan pengetahuan maupun sebagai data sekunder untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya terkait produksi etanol berbahan dasar kulit singkong.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Penambahan *B. stearrowthermophilus* pada likuifikasi berpengaruh positif terhadap jumlah air. Hasil etanol dengan penambahan *A. niger* pada sakarifikasi dan fermentasi simultan lebih baik daripada penambahan *R. oryzae*.

B. Saran

Untuk mengoptimalkan produksi etanol dari hasil hidrolisis pati, disarankan untuk studi lanjut tentang isolasi dan amobilisasi α -amilase dari *B. stearrowthermophilus*, glukoamilase dari *A. niger* dan *R. oryzae*. Selanjutnya enzim ini digunakan pada tahap hidrolisis.



DAFTAR PUSTAKA

- Aiyer, P. V. 2005. *Amylases and Their Applications*. African Journal of Biotechnology Vol. 4 (13), pp. 1525-1529.
- Amerine, M. A., H. W. Breg, R.E. Kunkee, C.S. Ough, V.L. Leton, & A.D. Webb. 1982. *The Technology of Winemaking*. 4ed. AVI Publishing Co. Inc. Westport Conn.
- Astuti, E. D. 1991. *Fermentasi Alkohol Kulit Pisang dengan Berbagai Jenis Inokulum*. Thesis Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Aurangzeb, M. 1993. *Thesis: Studies on The Production of Raw Starch Hydrolyzing Amylolytic Enzymes By Various Microbes and Their Use In Ethanol Fermentation*. University of the Punjab. Lahore.
- Awasthi, D. K., 2010. *Diversity of Microbes, Fungi and Lichens*. Krishna Prakashan Media Ltd. India
- Brown, A. 2008. *Understanding Food: Principles & Preparation*. The Thomson Corporation. 3th edition USA
- Buckle et all. 2007. *Food Science*. Penerjemah: Purnomo & Adiono. Jakarta. UI Press.
- Centro Internacional de Agricultura Tropica. 2001. *Postharvest Deterioration of The Roots*. Spanyol
- Chaplin, M. 2004. *The Use of Enzyme in Starch Hydrolysis*. London South Bank University. London.
- Elevri, P.S., 2006. *Pemanfaatan Bioetanol Sebagai bahan Baku Pengganti Bensin*. Jurnal Teknik UNDIP. Semarang.
- Endang, S.R dan Kapti, R.K. 1998. *Teknologi Pengolahan Minuman Beralkohol*. Yogyakarta, PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Fardiaz, S., 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas IPB, Bogor.
- Fessenden & Fessenden. 1986. *Kimia Organik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gandjar, I., dkk. 2006. *Mikologi : Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gottschalk, G. 1978. *Bacterial Metabolism*. Springer-Verlag. New York.

- Hardjo, S., et all. 1989. *Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian Bahan Pengajaran*: S. Fardiaz Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, PAU Pangan dan Gizi, IPB
- Hattori F. 1984. *Japan Patent* No 1203977, Japan Kokai Tokyo. Koho. 51-44652.
- Hikmiyati N dan Yanie N. S. 2008. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisis Asam*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Judoadmidjojo. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Edisi 1 cetakan 1. Jakarta. Rajawali Press.
- Karossi, A. T., L. Z. Udin. 2009. *Production, Isolation, Immobilization and Application of Glucoamylase from Rhizopus oryzae*. Research Center for Chemistry. LIPI. Bandung
- Khasin A, et all. 1993. *Purification and Characterization of A Thermostable Xylanase from B. stearothermophilus T-6*. Appl Environ Microbiol 59:1725-1730.
- Koesnandar, dkk. -. *Optimasi dan Stabilitas PH dan Temperatur Glukoamilase Produksi Aspergillus niger BSC menggunakan Sekam dan Dedak sebagai Penyangga Fermentasi Substrat Padat*. BPPT. Jakarta Pusat
- Kolusheva, T. & A. Marinova. 2006. *A Study of The Optimal Conditions for Starch Hydrolysis Through Thermostable α -Amylase*. Journal of The University of Chemical Technology and Metallurgy. 42(1):93-96.
- Kong, G. T. 2010. *Peran Biomassa Bagi Energi Terbarukan : Pengantar Solusi Pemanasan Global yang Ramah Lingkungan*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Kusnawidjaja. 1993. *Biokimia*. ALUMNI. Bandung.
- Kuswanto, R. K., Slamet Sudarmadji. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta
- Lestari, P., dkk. 2001. *Analisa Gula Reduksi Hasil Hidrolisis Pati Ubi Kayu oleh α -Amilase Termotabil dari Bacillus stearothermophilus*. Jurnal Mikrobiologi Indonesia ISSN 0853-358X Vol.6 No. 1 hlm. 23-26.
- Nation Archives and Records Administration. 2005. *Food and Drugs: Containing a Codification of Document of General Applicability and Future Effect*. Office of The Federal Register Nation Archives and Records Administration. Washington.
- Naufalin, R. 1999. *Isolasi, Identifikasi dan Ketahanan Panas Bakteri Pembentuk Spora Aerob pada Bumbu Masakan Tradisional*. IPB. Bogor.

- Ofuya, C. O. & Obilor S. N. 1993. *The Suitability of Fermented Cassava Peel as A Poultry Feedstuff*. Bioresource of Technology. (44):101-104.
- Pandey, A. 2008. *Handbook of Plant-Based Biofuels*. CRC Press. Boca Raton.
- Pelezar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*. UI Press. Jakarta.
- Rahayu, E. S. & K. Rahayu. 1988. *Teknologi Pengolahan Minuman Beralkohol*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Ratya, P. M. 2012. *Bokek, Pemerintah Minta Pertamina Talangi Kekurangan BBM Subsidi Rp 6 Triliun*. Artikel detik.com
- Santacruz, S. 2006. *Characterisation of Starches Isolated from Arracacha xanthorriza, Canna edulis and Oxalis tuberosa and Extracted from Potato Leaf*. Departmen of Food Science Swedish University of Agricultural Science.
- Sastrohamidjojo, H. 1995. *Sintesis Bahan Alam*. Cetakan Pertama. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Schlegel, H. 1994. *General Microbiology*. Cambridge University Press. Cambride.
- Sobowale, O. T. O., Oyewole O. B. 2007. *Effect of Lactic Acid Bacteria Starter Culture Fermentation of Cassava on Chemical and sensory Characteristic of Fufu Flour*. African Journal of Biotechnology. 6 (16):1954-1958
- Socool, C. R. et all. 1994. *Comparative Production of Alpha-amylase, Glucoamylase and Protein Enrichment of Raw and Cooked Cassava by Rhizopus Strains in Submerged and Solid State Fermentations*. J. Food Sci. Technol. Vol. 31. No. 4. 320-323.
- Soetrisno, N. S., 1996. *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia
- Suarsana, I Nyoman. -. *Regulasi Metabolisme dan Sistim Organ*. Universitas Udayana. Bali
- Sudarmadji, S., S, Margono, E. S. Rahayu. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suhartono, M. T., 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Antar Universitas Bioteknologi. IPB

- Sun, Y., Cheng, J. 2002. *Hidrolisis of Lignocellulose Material for Ethanol Production: a review*. Bioresource Technology, vol 83 ham 1-11
- Ubalua, A. O. 2007. *Review; Cassava Wastes: Treatment Options and Value Addition Alternatives*. African Journal of Biotechnology. 6(18):2065-2073.
- Walker, G. M. 1998. *Yeast: Physiology and Biotechnology*. John woley & Sons, Chichester: xi + 350 hlm.
- Ward, O. P. 1991. *Fermentation Biotechnology, Principles, Processes, Products*. Open University Press. Milton Keynes.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- , 1986. *Tempe Bongkrek*. IPB Press. Bogor
- Wind, R. D., et all. 1994. *Characterization of A New Bacillus stearothermophollus Isolat: A highly Thermostable α -Amylase-Production Strain*. Appl Microbiol Biotechnol 41:155-16
- Winkelmann, G. 2001. *Microbial Transport Systems*. Universität Tübingen. Germany
- Zuhri, S. 2012. *Pasok Singkong: Surplus Tapi Masih Impor*. Artikel Bisnis.

