



**PENGARUH JENIS TEPUNG, KONSENTRASI UREA, DAN
PITCHING RATE PADA SINTESIS BIOETANOL MENGGUNAKAN
METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SIMULTAN
DALAM KONDISI *VERY-HIGH GRAVITY***

LAPORAN PENELITIAN

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh:

Anjelica (6213036)

Naomi Gowin (6213110)

Pembimbing:

Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih

Dr. Elvi Restiawaty



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2017**

No. Kode	: IK ANJ P/17
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Ind.	: 4224-FTI /SKP 33491
Divisi	:
Mediah / Est	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL: PENGARUH JENIS TEPUNG, KONSENTRASI UREA, DAN
 PITCHING RATE TERHADAP SINTESIS BIOETANOL
 MENGUNAKAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI
 SIMULTAN DALAM KONDISI *VERY-HIGH GRAVITY***

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 18 Januari 2017

Pembimbing I

Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih

Pembimbing II

Dr. Elvi Restiawaty



SURAT PERNYATAAN

Kami, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anjelica

NRP : 6213036

Nama : Naomi Gowin

NRP : 6213110

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul:

**PENGARUH JENIS TEPUNG, KONSENTRASI UREA, DAN *PITCHING RATE*
TERHADAP SINTESIS BIOETANOL MENGGUNAKAN METODE
SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SIMULTAN DALAM KONDISI *VERY-
HIGH GRAVITY***

Adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain, telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 18 Januari 2017

Anjelica
(6213036)

Naomi Gowin
(6213110)



LEMBAR REVISI

**JUDUL: PENGARUH JENIS TEPUNG, KONSENTRASI UREA, DAN
 PITCHING RATE TERHADAP SINTESIS BIOETANOL
 MENGUNAKAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI
 SIMULTAN DALAM KONDISI *VERY-HIGH GRAVITY***

CATATAN:

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 18 Januari 2017
Penguji

Ir. YIP. Arry Miryanti, M.Si

Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih, anugerah, dan pimpinan-Nya, penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **“Pengaruh Jenis Tepung, Konsentrasi Urea, dan *Pitching Rate* terhadap Sintesis Bioetanol Menggunakan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dalam Kondisi *Very-High Gravity*”**. Penulis menyadari adanya hambatan selama proses penyusunan laporan penelitian ini, namun penulis banyak mendapat saran, bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Asaf K. Sugih dan Ibu Elvi Restiawaty selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberi pengetahuan kepada penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini.
2. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu member dukungan, semangat, dan doa kepada penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang turut memberi dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan karena keterbatasan pengetahuan penulis, oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, sehingga dapat membawa penulis menjadi lebih baik lagi dalam menyusun laporan penelitian. Penulis berharap laporan penelitian ini bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 11 Januari 2017

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian.....	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Premis Penelitian	4
1.6 Hipotesis	5
1.7 Manfaat Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Bahan Bakar Alternatif	6
2.1.1 Biodiesel.....	7
2.1.2 Biogas.....	8
2.1.3 Bioetanol	8
2.2 Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif.....	9
2.2.1 Karakteristik Bioetanol	10
2.2.2 Potensi Penggunaan Bioetanol.....	11
2.3 Pati	12
2.3.1 Sifat Kimia Pati	13
2.3.2 Sifat Fisika Pati	14
2.3.3 Pati Singkong	16
2.3.4 Pati Sagu.....	19
2.4 Proses Pembuatan Bioetanol dari Pati	21
2.4.1 Likuifikasi	22

2.4.2 Sakarifikasi.....	24
2.4.3 Fermentasi Etanol.....	26
2.5 Integrasi Proses Fermentasi Etanol.....	33
2.5.1 Very High Gravity (VHG).....	33
2.5.2 Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS).....	36
2.5.3 Very High Gravity dan Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (VHG-SFS).....	37
2.6 Analisa Percobaan.....	39
2.6.1 Analisa Proksimat Tepung Tapioka.....	39
2.6.2 Analisa Hasil Percobaan.....	42
BAHAN DAN METODE.....	44
3.1 Bahan Penelitian.....	44
3.1.1 Bahan Utama.....	44
3.1.2 Bahan Penunjang.....	44
3.1.3 Bahan Analisis.....	44
3.2 Peralatan Penelitian.....	45
3.3 Prosedur Penelitian.....	46
3.3.1 Percobaan Pendahuluan.....	47
3.3.2 Percobaan Utama.....	51
3.4 Analisis Hasil Percobaan.....	52
3.4.1 Analisis Jumlah Sel Ragi.....	52
3.4.2 Analisis Konsentrasi Etanol dan Glukosa.....	53
3.5 Rancangan Penelitian.....	55
3.6 Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian.....	55
PEMBAHASAN.....	56
4.1 Percobaan Pendahuluan.....	56
4.1.1 Analisis Proksimat.....	56
4.1.2 Kurva Tumbuh Ragi.....	58
4.2 Percobaan Utama.....	59
4.2.1 Pengaruh Seluruh Variabel Percobaan terhadap Hasil Fermentasi.....	62
4.2.2 Pengaruh Jenis Tepung terhadap Pertumbuhan Sel Ragi dan Konsentrasi Etanol.....	64
4.2.3 Pengaruh Konsentrasi Urea terhadap Pertumbuhan Sel Ragi dan Konsentrasi Etanol ..	67
4.2.4 Pengaruh <i>Pitching Rate</i> terhadap Pertumbuhan Sel Ragi dan Konsentrasi Etanol.....	70
4.2.5 Yield.....	76
KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78

5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN A	88
LAMPIRAN B	92
LAMPIRAN C	119
LAMPIRAN D	129
LAMPIRAN E	135
LAMPIRAN F	136



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram jumlah cadangan minyak bumi di Indonesia	1
Gambar 2.1 Diagram proses pembentukan bioetanol	9
Gambar 2.2 Struktur molekul bioetanol	10
Gambar 2.3 Struktur amilosa	14
Gambar 2.4 Struktur amilopektin	14
Gambar 2.5 Bentuk granula pati	15
Gambar 2.6 Struktur molekul pada granula pati	15
Gambar 2.7 Struktur retrogradasi pada pati beras, kentang, dan gandum	16
Gambar 2.8 Bentuk- bentuk singkong	17
Gambar 2. 9 Granula Pati Sagu	20
Gambar 2.10 Pembentukan dekstrin pada proses likuifikasi	23
Gambar 2.11 Pembentukan glukosa dalam sakarifikasi oleh enzim glukoamilase	25
Gambar 2.12 Pemutusan ikatan α -D (1 \rightarrow 6) glikosidik oleh enzim glukoamilase (kiri) dan enzim campuran glukoamilase dan pullulanase (kanan)	25
Gambar 2.13 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan perbesaran 400x	27
Gambar 2.14 Pembelahan sel secara <i>budding</i>	28
Gambar 2.15 Pembelahan sel secara mitosis dan meiosis	28
Gambar 2.16 Tahap glikolisis (kiri) dan siklus Krebs (kanan)	31
Gambar 2.17 Kurva pertumbuhan bakteri	32
Gambar 2.18 Tahapan dalam fermentasi alkohol	32
Gambar 3.1 Rangkaian alat likuifikasi	46
Gambar 3.2 Rangkaian alat sakarifikasi dan fermentasi simultan	46
Gambar 3.3 Prosedur pembuatan medium agar miring	48
Gambar 3.4 Prosedur peremajaan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	48
Gambar 3.5 Prosedur pembuatan medium nutrisi dan substrat glukosa	49
Gambar 3.6 Prosedur pembuatan kurva tumbuh ragi	50
Gambar 3.7 Prosedur pembuatan starter	50
Gambar 3.8 Tahap Likuifikasi	51
Gambar 3.9 Tahap <i>Simultaneous Saccharification and Fermentation-VHG</i>	52
Gambar 3.10 Prosedur Analisis Jumlah Sel Ragi	53
Gambar 3.11 Prosedur Pembuatan Kurva Standar	54

Gambar 3.12 Prosedur Analisis Hasil Fermentasi Menggunakan HPLC.....	54
Gambar 4.1 Kurva tumbuh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> BY4741.....	58
Gambar 4.2 Hasil analisis sampel dengan instrumen HPLC.....	60
Gambar 4.3 SFS-VHG selama 90 jam.....	61
Gambar 4.4 Hasil SFS-VHG terhadap waktu.....	63
Gambar 4.5 Pengaruh variasi jenis tepung terhadap jumlah sel ragi.....	65
Gambar 4.6 Pengaruh variasi konsentrasi urea terhadap jumlah sel ragi.....	68
Gambar 4.7 Pengaruh variasi <i>pitching rate</i> terhadap pertumbuhan sel ragi	71
Gambar 4.8 Pengaruh variasi <i>pitching rate</i> terhadap konsentrasi etanol	72
Gambar 4.9 Persentase hidup sel ragi terhadap waktu	74



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Premis penelitian	4
Tabel 2.1 Sifat-sifat bioetanol.....	11
Tabel 2.2 Perbandingan komposisi pati pada sumber yang berbeda (%).....	18
Tabel 2.3 Komposisi proksimat Pati Sagu (%).....	19
Tabel 2.4 Suhu dan pH kerja optimum enzim α -amilase dari sumber yang berbeda.....	23
Tabel 2.5 Suhu dan pH kerja optimum <i>debranching enzyme</i> dari sumber yang berbeda ...	24
Tabel 2.6 Suhu dan pH kerja optimum mikroba sebagai biokatalisator.....	29
Tabel 2.7 Fungsi nutrien bagi ragi.....	30
Tabel 2.8 Perbedaan <i>low/normal gravity</i> dengan VHG	34
Tabel 2.9 Kondisi fermentasi dan perolehan bioetanol dengan VHG-SFS.....	37
Tabel 3.1 Matriks penelitian.....	55
Tabel 3.2 Jadwal kerja penelitian	55
Tabel 4.1 Komposisi tepung tapioka dan tepung sagu (%).....	57
Tabel 4.2 Konsentrasi etanol pada jam ke-72 (%-b/v).....	69
Tabel 4.3 Konsentrasi etanol pada jam ke-72 (%-b/v)	66
Tabel 4.4 Jumlah kematian sel ragi (sel/ml).....	75
Tabel 4.5 Viabilitas sel pada akhir proses fermentasi (%)	75
Tabel 4.6 <i>Yield</i> (%).....	76



INTISARI

Minyak bumi memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, salah satunya sebagai bahan dasar BBM. Penggunaan minyak bumi yang sangat besar serta sifatnya yang tidak dapat diperbaharui menyebabkan cadangan minyak bumi mengalami penurunan tiap tahunnya. Permasalahan ini menjadi salah satu dasar pemikiran dalam membuat bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, salah satunya ialah bioetanol. **Tujuan** dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis tepung sebagai bahan baku, konsentrasi urea sebagai sumber nitrogen, dan *pitching rate* *Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasi (jumlah sel/ml) dalam proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan-*Very High Gravity* (SFS-VHG) terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh. **Manfaat** dari penelitian ini adalah memberikan informasi bagi masyarakat mengenai potensi tepung tapioka dan tepung sagu sebagai bahan dasar bioetanol, serta memberikan informasi bagi ilmuwan dan masyarakat mengenai pengembangan produksi bioetanol dengan metode SFS-VHG berbahan dasar tepung tapioka dan tepung sagu.

Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah *Very-High Gravity* dengan Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS-VHG). Proses SFS dilakukan dengan memasukkan enzim glukoamilase dan ragi dalam satu reaktor *batch* dengan metode *very-high gravity*, dimana konsentrasi tepung tapioka yang digunakan sebanyak 38,65%-b/v dan tepung sagu 39,29%-b/v. Pada tahap likuifikasi, tepung dilarutkan dalam air RO, kemudian enzim α -amilase ditambahkan dan dipanaskan kembali pada suhu 90°C dengan pengadukan selama 4 jam. Suspensi didinginkan sampai 30°C. Pada proses VHG-SFS, nutrient berupa urea, enzim glukoamilase, dan starter dimasukkan secara simultan ke dalam suspensi, kemudian dishaker selama 3 hari pada 30°C dengan kecepatan pengadukan 110 rpm. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah *pitching rate* sebanyak 10^7 dan 10^8 sel/ml; konsentrasi urea sebesar 6 dan 12 mM; dan jenis tepung tapioka dan sagu. Analisis yang dilakukan meliputi analisis jumlah mikroba menggunakan *haemocytometer*, serta analisis kadar glukosa dan etanol menggunakan instrument *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada proses sintesis bioetanol menggunakan metode SFS-VHG dengan penggunaan tepung tapioka menghasilkan konsentrasi etanol lebih besar dibandingkan tepung sagu. Selain itu, penggunaan konsentrasi urea 6 mM dan *pitching rate* 10^8 menghasilkan konsentrasi etanol lebih besar dibandingkan penggunaan konsentrasi urea 12 mM dan *pitching rate* 10^7 . Proses SFS-VHG dengan menggunakan tepung tapioka pada penggunaan urea 6 mM dan *pitching rate* 10^8 sel/ml menghasilkan konsentrasi etanol akhir dan *yield* tertinggi secara berturut-turut sebesar 4,11% (b/v) dan 9,6% (b/b).



ABSTRACT

Crude oil has an important role in human life, one of them is as the raw material of fuel. The large use of non-renewable crude oil causes crude oil reserves to decrease each year. This issue is one of the rationale in making alternative renewable fuels, in which bioethanol is one of it. **The purpose** of this research to know the variations tendency of starch variety as raw material, urea as nitrogen source, and pitching rate of *Saccharomyces cerevisiae* that is inoculated (cell total/ml) to the Simultaneous Saccharification and Fermentation-Very High Gravity process against ethanol final concentration. **The benefits** of this research are to give information to citizens about tapioca starch and sago starch as the raw material of bioethanol. and to give information to scientists and citizens about bioethanol production development by SFS-VHG method made from tapioca starch and sago starch.

The **research method** was Simultaneous Saccharification and Fermentation in Very-High Gravity (SSF-VHG). SSF process was done by adding glucoamylase enzyme and yeast into one batch reactor with very-high gravity method, where tapioca starch concentration that was used was 38,665%-b/v as well as 39,29%-b/v for sago starch. In the liquefaction, starch was dissolved into RO water, and added by α -amylase enzyme, and heated at temperature 90°C with stirring for 4 hours. Suspension later was cooled until temperature 30°C. In the SSF-VHG process, urea as nutrient, glucoamylase enzyme, and starter were added simultaneously in to the suspension, and then shaken for 3 days at temperature 30°C in stirring rate of 110 rpm. Variations of research were pitching rate of 10^7 cell/ml and 10^8 cell/ml; urea concentration of 6 mM and 12 mM; and starch variety of tapioca starch and sago starch. Analysis that were done included yeast cell total analysis using haemocytometer, and analysis of glucose and ethanol concentration using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) instrument.

The experimental results show that bioethanol synthesis process with SSF-VHG method using tapioca starch gives higher final ethanol concentration than sago starch. Furthermore, the usage of 6 mM urea concentration and pitching rate 10^8 cell/ml both give higher final ethanol concentration than 12 mM urea concentration and pitching rate 10^7 cell/ml respectively. SSF-VHG process using tapioca starch, 6 mM urea concentration, and pitching rate 10^8 cell/ml gives the highest final ethanol concentration and yield respectively 4,11%-b/v and 9,6%-b/b.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya jumlah penduduk dan kemajuan teknologi di seluruh dunia, kebutuhan akan penggunaan sumber energi pun semakin meningkat. Salah satu sumber energi utama yang dibutuhkan manusia adalah minyak bumi yang sebagian besar digunakan untuk pembuatan bahan bakar minyak (BBM) pada kendaraan bermotor. Cadangan minyak bumi semakin menurun tiap tahunnya karena proses pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu sangat lama dan minyak bumi tergolong sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (non-renewable). **Gambar 1.1** menunjukkan penurunan jumlah cadangan minyak bumi di Indonesia secara keseluruhan.



Gambar 1.1 Diagram jumlah cadangan minyak bumi di Indonesia [1]

Untuk mengantisipasi menipisnya cadangan minyak bumi, diperlukan adanya bahan bakar alternatif. Bahan bakar alternatif adalah bahan bakar yang dapat menggantikan fungsi dari bahan bakar terdahulu dan bersifat dapat diperbaharui (renewable). Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang banyak digunakan manusia saat ini adalah bioetanol. Bioetanol dapat berasal dari tumbuhan yang mengandung glukosa, pati, maupun selulosa.

Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Brazil, Korea Selatan, dan Jepang, bioetanol digunakan sebagai zat aditif pada bensin, sehingga konsumsi bensin dapat berkurang. Penggunaan bioetanol dapat mengurangi emisi gas rumah kaca karena adanya siklus karbondioksida [2]. Selain itu, bioetanol merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable*) karena berbahan dasar biomassa, salah satunya ialah singkong.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil singkong dan sagu terbesar di Asia. Badan Pusat Statistik di Indonesia menyebutkan bahwa produksi singkong dari tahun ke tahun terus meningkat, bahkan mulai tahun 2008- 2015, Indonesia menghasilkan singkong lebih dari 21 juta ton setiap tahunnya [3]. Selain itu, wilayah terbesar penghasil tanaman sagu di Indonesia adalah Irian Jaya dengan luas wilayah 1,2 juta hektar. Singkong dan sagu adalah sumber karbohidrat selain padi dan jagung di Indonesia. Singkong merupakan keluarga *Euphorbiaceae*, sedangkan sagu merupakan keluarga *Areceaceae*. Keduanya menyimpan karbohidrat dalam bentuk pati.

Kandungan pati dalam singkong dan sagu cukup besar sehingga kedua tanaman tersebut banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol. Untuk memperoleh pati tersebut, singkong dan sagu diekstraksi terlebih dahulu. Hasil ekstraksi singkong dan sagu adalah pati berbentuk butiran-butiran halus yang dikenal dengan tepung tapioka dan tepung sagu. Dari penelitian yang telah dilakukan Dai, dkk. [4], bioetanol berbahan dasar singkong memiliki efisiensi energi lebih tinggi dibandingkan gasolin, bensin, solar, dan bioetanol berbahan dasar jagung.

Dewasa ini, penelitian mengenai teknologi proses produksi bioetanol semakin dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi bioetanol. Perkembangan terbaru ialah metode sakarifikasi dan fermentasi simultan (SFS) dengan konsentrasi glukosa sangat tinggi (*very high gravity*). Metode SFS-VHG memberikan keuntungan berupa perolehan etanol yang lebih tinggi, waktu proses yang lebih singkat, menurunkan potensi kontaminasi dalam proses, serta proses fermentasi menjadi lebih ekonomis karena proses pemurnian etanol menjadi lebih mudah. Dalam penelitian ini, pembuatan bioetanol dilakukan dengan metode sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan kondisi *very high gravity* (SFS-VHG) berbahan dasar tepung tapioka.

1.2 Tema Sentral Masalah Penelitian

Tema sentral masalah dalam penelitian adalah pengaruh jenis tepung, *pitching rate Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasi, dan konsentrasi urea sebagai sumber nitrogen yang ditambahkan dalam proses SFS-VHG terhadap konsentrasi perolehan bioetanol.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Apakah perbedaan tepung sebagai bahan baku yang digunakan dalam proses SFS-VHG mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan?
2. Apakah konsentrasi urea sebagai sumber nitrogen yang ditambahkan dalam proses SFS- VHG mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan?
3. Apakah *pitching rate Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasi dalam proses SFS-VHG mempengaruhi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan?

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis tepung, konsentrasi urea sebagai sumber nitrogen yang ditambahkan, dan *pitching rate Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasikan ke dalam proses SFS- VHG terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.

1.5 Premis Penelitian

Tabel 1.1 Premis Penelitian

No	Sumber	Bahan baku	Likuifikasi			Pitching rate (sel/mL)	Sumber Nitrogen	Sakarifikasi			Perolehan etanol
			Enzim	Suhu	Waktu			Enzim	Suhu	Waktu	
1	Srichuwong dkk. (2009)	30% (w/v) mash kentang	α -amilase (Liquozyme SC 2,8 KNU/g)	85°C	30 menit	tidak disebutkan	(NH ₄) ₂ SO ₄ 30,2 mM	Glukoamilase (Spirizyme Fuel 1,65 AGU/g)	30°C	61,5 jam	16,61% (v/v)
2	Nguyen dkk. (2014)	31,54% (w/v) tepung tapioka	α -amilase (3532 AAU/kg bahan) dan β -glukanase (2812 U/kg bahan)	80°C	90 menit	1,5 x 10 ⁷ sel/mL	Urea 12 mM; KH ₂ PO ₄ 4 mM	Glukoamilase (Distillase ASP 540 GAU/kg bahan dan Amigase Mega L 0,035% w/w)	30°C	72 jam	17,2% (v/v)
3	Zhang dkk. (2011)	28% (w/v) kentang	α -amilase (Liquozyme Supra 0,12 KNU/g bahan)	85°C	20 menit	tidak disebutkan	(NH ₄) ₂ SO ₄ 0,2% v/v	Glukoamilase (Suhong GA II 1,6 AGU/g bahan)	30°C	27 jam	16,3% (v/v)
4	Watanabe dkk. (2010)	40% (w/v) mash kentang	α -amilase (Liquozyme SC 2,8 KNU/g)	85°C	3 jam	tidak disebutkan	(NH ₄) ₂ SO ₄ 30 mM	Glukoamilase (Spirizyme Fuel 1,65 AGU/g)	37°C	24 jam	13,7% (w/v)
5	Bao dkk. (2011)	40% (w/v) tepung tapioka	α -amilase	70°C	2 jam	1,5 x 10 ⁷ sel/mL	Urea, yeast extract, (NH ₄) ₂ SO ₄	Glukoamilase	27°C	72 jam	15,03% (wt)
6	Indri. (2015)	40% tepung tapioka	α -amilase	90°C	2 jam	10 ⁷ sel/mL	Yeast extract, pepton	Glukoamilase	30°C	142 jam	16,137% (v/v)

1.6 Hipotesis

1. Tepung tapioka dan tepung sagu memiliki prospek yang sama baiknya sebagai bahan baku sintesis bioetanol.
2. Semakin besar konsentrasi nitrogen dalam nutrien yang ditambahkan dalam proses SFS- VHG, maka semakin tinggi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
3. Semakin besar *pitching rate Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasi dalam proses SFS- VHG, maka semakin tinggi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Pemerintah

Memberikan informasi kepada pemerintah dalam mengembangkan produksi bioetanol dengan metode SFS- VHG yang berbahan dasar tepung tapioka. Memberikan masukan kepada pemerintah untuk memberlakukan penggunaan bioetanol sebagai zat aditif dalam bensin. Selain itu, mendorong pemerintah untuk lebih memperhatikan budidaya singkong di Indonesia.

2. Ilmuwan

Memberikan pengetahuan mengenai produksi bioetanol dengan metode SFS- VHG yang berbahan dasar tepung tapioka, sehingga persen *yield* bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi.

3. Mahasiswa

Mengetahui proses pembuatan bioetanol dengan metode SFS- VHG yang berbahan dasar tepung tapioka. Mengetahui pengaruh jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang diinokulasi dan konsentrasi *osmoprotectant* yang ditambahkan dalam proses SFS- VHG terhadap persen yield bioetanol yang dihasilkan.