

**PENGARUH KONSENTRASI TEPUNG SINGKONG,
 α -AMILASE, DAN GLUKOAMILASE TERHADAP
GULA PEREDUKSI PEROLEHAN BIOSIRUP**

ICE 410 Penelitian

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

oleh:

Joshua Jacob (6214091)

Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. Ignatius Suharto, APU.

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



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN



JUDUL : **PENGARUH KONSENTRASI TEPUNG SINGKONG, α -AMILASE, DAN
GLUKOAMILASE TERHADAP GULA PEREDUKSI PEROLEHAN
BIOSIRUP**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung 18 Januari 2018

Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Ignatius Suharto, APU.

Pembimbing 2



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

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joshua Jacob

NRP : 6214091

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul :

PENGARUH KONSENTRASI TEPUNG SINGKONG, α -AMILASE, DAN GLUKOAMILASE TERHADAP GULA PEREDUKSI PEROLEHAN BIOSIRUP

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 2018

Joshua Jacob

(6214091)

LEMBAR REVISI



JUDUL : **PENGARUH KONSENTRASI TEPUNG SINGKONG, α -AMILASE, DAN
GLUKOAMILASE TERHADAP GULA PEREDUKSI PEROLEHAN
BIOSIRUP**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung 18 Januari 2018

Penguji 1

YIP. Arry Miryanti, Ir., M.Si.

Penguji 2

Putri Ramadhany, S.T., M.Sc., PDEng.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih, anugerah, dan pimpinannya, penulis dapat menyelesaikan Penelitian yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi Tepung Singkong, Dekstrin, Enzim α -Amilase, Enzim Glukoamilase Terhadap Gula Pereduksi Perolehan Biosirup”** ini dengan baik. Penulis menyadari terdapat beberapa hambatan selama proses penyusunan proposal penelitian ini, namun penulis banyak mendapat bimbingan, saran, pengarahan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Prof. Dr. Ign. Suharto, APU. selaku dosen pembimbing pertama yang senantiasa mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan kepada penulis selama penyusunan proposal penelitian ini.
2. Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua yang juga senantiasa mengarahkan, membimbing dan memberikan masukan kepada penulis selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan juga doa kepada penulis selama proses penyusunan proposal penelitian ini.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan yang turut memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan dikarenakan keterbatasan pengetahuan penulis, oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, sehingga dapat menyempurnakan proposal penelitian ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan proposal penelitian ini. Semoga proposal ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, 10 Januari 2018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pembatasan Penelitian	3
1.3. Teknologi Proses.....	3
1.4. Tema Sentral Masalah	4
1.5. Identifikasi Masalah.....	4
1.6. Tujuan Penelitian	5
1.7. Premis Penelitian	5
1.8. Hipotesis Penelitian	6
1.9. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Singkong	7
2.2. Tepung Singkong	9
2.3. Biosirup	11
2.4. Dekstrin	12

2.4.1	<i>Dextrose Equivalent</i>	13
2.5.	Karbohidrat	14
2.5.1	Monosakarida	14
2.5.1.1	Glukosa	15
2.5.2	Disakarida	16
2.5.3	Polisakarida	16
2.5.3.1	Pati	17
2.5.3.1.1	Amilosa	17
2.5.3.1.2	Amilopektin	17
2.6.	Hidrolisis	18
2.6.1	Hidrolisis Asam	19
2.6.2	Hidrolisis Enzimatik	20
2.6.2.1	Likuifikasi	22
2.6.2.2	Sakarifikasi	22
2.7.	Enzim	23
2.7.1	Enzim α -Amilase	26
2.7.2	Enzim Glukoamilase	27
2.8.	Analisis Biosirup	27
2.5.1	Analisa HPLC	27
2.5.1	Analisa Fisikakimia	28
2.5.1	Analisa Organoleptik.....	30
2.5.1	Analisa Proksimat	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Bahan	32
3.2.	Alat.....	32
3.3.	Gambar Rangkaian Alat.....	33
3.4.	Prosedur Penelitian	34
3.4.1.	Uji Aktivitas Enzim	35
3.4.2.	Penentuan Waktu Optimum Likuifikasi	36
3.4.3.	Tahap Likuifikasi	37
3.4.4.	Tahap Sakarifikasi	38

3.5. Rancangan Percobaan	39
3.5.1. Rancangan Percobaan Likuifikasi	39
3.5.2. Rancangan Percobaan Sakarifikasi	39
3.5.3. Analisis Varian Penelitian	40
3.6. Metode Analisis	41
3.7. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Uji Aktivitas Enzim	43
4.2 Penentuan Waktu Optimum Likuifikasi	45
4.3 Gelatinisasi	46
4.4 Tahap Likuifikasi	47
4.5 Tahap Sakarifikasi	51
4.6 Proses Analisa Metode Lane-Eyon	55
4.7 Kurva Standar Glukosa Menggunakan HPLC	56
4.8 Kadar Pati Tepung Singkong Menggunakan HPLC.....	57
4.9 Kadar Glukosa Perolehan Biosirup Menggunakan HPLC	57
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan Khusus	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN A	65
LAMPIRAN B	72
LAMPIRAN C	77
LAMPIRAN D	83
LAMPIRAN E	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman singkong	7
Gambar 2.2	Struktur dekstrin.....	13
Gambar 2.3	Struktur monosakarida	15
Gambar 2.4	Struktur glukosa	15
Gambar 2.5	Struktur sukrosa, maltosa, dan laktosa	16
Gambar 2.6	Struktur amilosa.....	17
Gambar 2.7	Struktur amilopektin	18
Gambar 2.8	Pengaruh konsentrasi enzim dan substrat terhadap aktifitas enzim.....	24
Gambar 2.9	Pengaruh temperatur terhadap aktifitas enzim	24
Gambar 2.10	Pengaruh pH terhadap aktifitas enzim	25
Gambar 3.1	Gambar rangkaian alat likuifikasi	33
Gambar 3.2	Gambar rangkaian alat sakarifikasi.....	33
Gambar 3.3	Diagram alir proses prosedur penelitian	34
Gambar 3.7	Diagram alir proses uji aktivitas enzim α -amilase.....	35
Gambar 3.4	Diagram alir proses uji aktivitas enzim glukamilase	35
Gambar 3.5	Diagram alir proses penentuan waktu optimum likuifikasi	36
Gambar 3.6	Diagram alir proses likuifikasi tepung singkong	37
Gambar 3.7	Diagram alir proses sakarifikasi menghasilkan biosirup	38
Gambar 4.1	Kurva standar glukosa metode Nelson-Somogyi.....	43
Gambar 4.2	Perbandingan aktivitas enzim α -amilase dan glukamilase	44
Gambar 4.3	Nilai gula pereduksi pada variasi waktu likuifikasi.....	45
Gambar 4.4	Persamaan reaksi likuifikasi pati menghasilkan gula pereduksi.....	46
Gambar 4.5	Larutan pati sebelum (kiri) dan setelah (kanan) proses gelatinisasi	47
Gambar 4.6	Pengaruh konsentrasi tepung singkong dan α -amilase terhadap nilai gula pereduksi	48
Gambar 4.7	Pengaruh gula pereduksi awal dan glukamilase terhadap nilai gula pereduksi biosirup	52
Gambar 4.8	Perubahan warna larutan sebelum (kiri) dan setelah (kanan) titrasi	55
Gambar 4.9	Kurva standar glukosa menggunakan HPLC.....	56

Gambar 4.10	Pengaruh konsentrasi tepung singkong, α -amilase, dan glucoamilase terhadap kadar glukosa perolehan biosirup menggunakan HPLC	58
Gambar A.1	Diagram alir proses pembuatan kurva standar glukosa	65
Gambar A.2	Diagram alir proses analisis kadar pati tepung singkong menggunakan instrumen HPLC	66
Gambar A.3	Diagram alir proses analisis glukosa pada biosirup melalui uji Fehling	67
Gambar A.4	Diagram alir proses analisis nilai gula pereduksi metode Lane-Eynon	68
Gambar A.5	Diagram alir proses analisis kadar glukosa perolehan biosirup menggunakan instrumen HPLC	69
Gambar A.6	Diagram alir proses pembuatan kurva standar glukosa metode Nelson Somogyi	70
Gambar A.7	Diagram alir proses analisis gula pereduksi metode Nelson-Somogyi.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data impor glukosa tahun 2010-2015.....	1
Tabel 1.2	Data produksi singkong Indonesia	2
Tabel 2.1	Klasifikasi tanaman singkong	7
Tabel 2.2	Komposisi singkong per 100 gram	8
Tabel 2.3	Syarat mutu tepung singkong menurut SNI 01-2997-1992.....	10
Tabel 2.4	Kandungan gizi tepung singkong	11
Tabel 2.5	Standar mutu sirup glukosa menurut SNI 01-2978-1992	12
Tabel 2.6	Sifat-sifat mutu dekstrin.....	13
Tabel 2.7	Perbedaan hidrolisis enzimatik dan asam	18
Tabel 3.1	Pengaruh konsentrasi tepung singkong dan konsentrasi enzim α -amilase terhadap perolehan gula pereduksi pada kondisi suhu 80°C dan pH 6	39
Tabel 3.2	Pengaruh konsentrasi α -amilase dan konsentrasi glucoamilase terhadap perolehan gula pereduksi pada kondisi suhu 60°C dan pH 4	40
Tabel 3.3	Analisis varian rancangan percobaan penelitian dua variabel	40
Tabel 3.4	Rencana kerja penelitian	42
Tabel 4.1	Uji aktivitas enzim α -amilase dan glucoamilase	44
Tabel 4.2	Pengaruh konsentrasi tepung singkong dan α -amilase terhadap perolehan gula pereduksi pada 80°C pH 6	48
Tabel 4.3	Tabel ANOVA rancangan analisis eksperimen likuifikasi	50
Tabel 4.4	LSD rancangan eksperimen likuifikasi	51
Tabel 4.5	Pengaruh konsentrasi α -amilase dan glucoamilase terhadap perolehan gula pereduksi biosirup pada 60°C dan pH 4	52
Tabel 4.6	Tabel ANOVA rancangan analisis eksperimen sakarifikasi	54
Tabel 4.7	LSD rancangan eksperimen sakarifikasi.....	54
Tabel 4.8	Data perolehan kadar glukosa pada produk biosirup.....	58

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Reaksi hidrolisis pati menjadi glukosa	11
Persamaan 2.2	Reaksi hidrolisis pembuatan glukosa	19
Persamaan 2.3	Reaksi hidrolisis pati dengan penambahan katalisator asam HCl	19
Persamaan 2.4	Reaksi penetralan hidrolisis pati dengan NaOH.....	19
Persamaan 2.5	Reaksi likuifikasi pati menjadi dekstrin	22
Persamaan 2.6	Reaksi sakarifikasi dekstrin menjadi glukosa.....	23
Persamaan 3.1	Persamaan matematika faktor koreksi rancangan percobaan 2 variabel.....	41
Persamaan 3.2	Persamaan matematika perlakuan variabel A rancangan percobaan 2 variabel.....	41
Persamaan 3.3	Persamaan matematika perlakuan variabel B rancangan percobaan 2 variabel.....	41
Persamaan 3.4	Persamaan matematika perlakuan variabel A dan B rancangan percobaan 2 variabel	41
Persamaan 3.5	Persamaan matematika perlakuan variabel error rancangan percobaan 2 variabel	41
Persamaan 3.6	Persamaan matematika perlakuan variabel total rancangan percobaan 2 variabel	41
Persamaan 3.7	Persamaan LSD rancangan percobaan	41

INTISARI

Gula memiliki peran penting dalam kehidupan bermasyarakat, yaitu salah satunya sebagai bahan dasar pemanis. Permintaan gula yang tidak setimbang dengan daya produksi gula membuat tingkat impor gula dan produksi pemanis buatan yang membahayakan konsumen terus meningkat. Permasalahan ini menjadi salah satu dasar pemikiran dalam membuat pemanis alami dengan daya pemanis yang tinggi dan tidak membahayakan konsumen yaitu biosirup dari bahan baku nabati singkong. **Tujuan penelitian** adalah untuk mengetahui pengaruh dari interaksi konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase terhadap kadar glukosa pada perolehan biosirup. **Manfaat penelitian** adalah menambahkan pengetahuan mengenai hidrolisis secara enzimatik tepung singkong dengan parameter konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase yang tepat untuk mendapatkan perolehan biosirup dengan kadar glukosa optimal, mengurangi impor glukosa Indonesia, dan juga mengurangi konsumsi pemanis buatan yang dapat membahayakan konsumen.

Metode penelitian yang dilakukan adalah hidrolisis larutan tepung singkong secara enzimatik yang terdiri tahap likuifikasi dan tahap sakarifikasi. Larutan tepung singkong tersebut dibuat dengan melarutkan tepung singkong dan akuades pada variasi konsentrasi 20, 40, 60% (g/mL). Tahap likuifikasi dilakukan melalui penambahan enzim α -amilase dengan variasi konsentrasi 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong. Temperatur proses likuifikasi dijaga pada 80°C dan pH 6 selama 2 jam. Tahap sakarifikasi dilakukan melalui penambahan enzim glukoamilase dengan variasi konsentrasi 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong. Temperatur proses sakarifikasi dijaga pada 60°C dan pH 4 selama 24 jam. Uji aktivitas enzim α -amilase dan enzim glukoamilase dilakukan untuk menentukan aktivitas enzim selama proses hidrolisis. Perolehan biosirup yang dihasilkan melalui tahap likuifikasi dan sakarifikasi dianalisa dengan menggunakan instrumen *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dan metode Lane-Eynon untuk mengetahui interaksi dari konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase yang dapat menghasilkan biosirup dengan gula pereduksi optimum.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pada tingkat kepercayaan 95%, konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase memberikan pengaruh terhadap gula pereduksi perolehan biosirup serta terdapat interaksi antara variabel konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase terhadap gula pereduksi perolehan biosirup. Perolehan gula pereduksi yang tertinggi pada biosirup adalah sebesar 25,76% dengan perlakuan konsentrasi tepung singkong 60% (g/mL), enzim α -amilase 6 mg/g tepung singkong dan glukoamilase 6 mg/g tepung singkong.

Kata kunci: tepung singkong, enzim α -amilase, enzim glukoamilase, gula pereduksi, biosirup

ABSTRACT

Sugar has an important role in the life of society, one of them serve as a basic ingredient sweetener. The lack of sugar production compared to sugar's demand in Indonesia makes the level of sugar imports and artificial sweetener productions that endanger consumers continue to increase. To overcome those issues, a cassava plant-based natural sweetener with high sweetening power and does not endanger the consumers are favored. **Research Proposed** in order to learn the effect of interaction between cassava flour concentration, α -amylase enzyme, and glucoamylase enzyme to glucose level on biosyrup. Moreover, the **Research Benefits** are to gain more knowledge about enzymatic hydrolysis of cassava flour with appropriate parameters of cassava flour concentration, α -amylase enzyme, and glucoamylase enzyme to obtain biosyrup with an optimum glucose level, reduce Indonesian glucose import, and reduce artificial sweetener consumption.

The **Research Method** is enzymatic hydrolysis of cassava flour solution consisting of liquefaction and saccharification stage. The cassava flour solution was made by dissolving cassava flour and distilled water with various concentration 20, 40, 60 w/v. Liquefaction stage is completed through the addition of enzyme α -amylase with various concentrations of 5, 5.5, 6 miligrams/ gram cassava flour. The temperature of the liquefaction process is maintained at 80°C and pH 6 for 2 hours. The saccharification stage is completed by adding glucoamylase enzyme with various concentrations of 5, 5.5, 6 miligrams/gram cassava flour. The temperature of the saccharification process is maintained at 60 ° C and pH 4 for 24 hours .The test of enzyme activity for both α -amylase and glucoamylase were conducted to determine the enzyme's activity for the hydrolysis process. Acquisition of biosyrup generated through the liquefaction and saccharification stage analyzed by using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) instrument and Lane-Eynon method to know the interaction between cassava flour concentration, enzyme α -amylase enzyme and glucoamylase enzyme that can produce biosyrup with an optimum reducing sugar.

The **Results** showed that, at 95% of confidence level, the concentration of cassava flour, α -amylase enzyme, and glucoamylase enzyme had an effect on reducing sugar level of bio-syrup. Moreover, there are interaction between cassava flour concentration, α -amylase enzyme and glucoamylase enzyme variable to reducing sugar level of bio-syrup. The highest yield of reducing sugar in bio-syrup is 25,76% with 60% (w/v) of cassava flour concentration, 6 mg α -amylase enzyme /g of cassava flour and 6 mg glucoamylase enzyme /g of cassava flour.

Key words: Cassava flour, α -amylase, glucoamylase, reducing sugar, biosyrup

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan bahan pokok yang sejak dahulu telah digunakan sebagai pemanis makanan maupun minuman. Di Indonesia, pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin bertambah dari tahun ke tahun membuat kebutuhan gula di Indonesia semakin meningkat. Produksi gula utama di Indonesia adalah berasal dari tanaman tebu. Masih kurangnya jangkauan pemerintah atas varietas unggul bagi petani-petani untuk menanam tebu dan juga masih terbatasnya lahan area tanam yang disediakan oleh pemerintah membuat tingkat produksi gula di Indonesia belum dapat mencukupi permintaan masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan gula di Indonesia, pemerintah Indonesia telah mengupayakan beberapa usaha antara lain dengan melakukan kegiatan impor gula. Data impor gula di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data impor glukosa tahun 2010-2015^[1]

Tahun	Bobot (ton)
2010	1.400.000
2011	2.300.000
2012	2.700.000
2013	2.900.000
2014	3.300.000
2015	2.600.000

Beberapa upaya lain telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan gula di Indonesia, yaitu pembuatan pemanis buatan seperti sakarin dan siklamat yang telah banyak dikonsumsi oleh masyarakat luas. Penggunaan gula jenis sakarin dan siklamat sebagai pemanis ini menyebabkan efek yang kurang baik bagi kesehatan. Oleh sebab itu, perlu diupayakan pemanis alami yang memiliki tingkat kemanisan sama dengan pemanis buatan tersebut, tetapi memiliki sifat yang

tidak membahayakan konsumen dan dapat diproduksi secara ekonomis, serta dapat diproduksi dalam skala besar.

Gula *high fructose sugar* (HFS) merupakan salah satu gula alami berbahan dasar gula nabati yang diperoleh melalui konversi parsial biosirup (sirup glukosa). Gula HFS memiliki tingkat kemanisan yang tinggi dan sudah banyak digunakan dalam industri-industri makanan dan minuman di dunia. Di Indonesia, gula *high fructose sugar* (HFS) belum dapat dikembangkan dan dimanfaatkan sepenuhnya sebagai produk pemanis dikarenakan masih kurangnya pengetahuan teknologi proses di Indonesia dan juga harga enzim yang relatif mahal dalam proses pembuatan gula tersebut. Gula *high fructose sugar* (HFS) memiliki daya pemanis 1,8 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan sirup sukrosa dan 2,5 kali lebih tinggi jika dibandingkan dengan sirup glukosa. Gula *high fructose sugar* (HFS) ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan pemanis buatan lainnya yaitu memiliki daya pemanis yang lebih tinggi dengan harganya yang lebih murah. Pati nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula *high fructose sugar* (HFS) diantaranya adalah singkong, ubi jalar, dan jagung.

Tanaman singkong merupakan tanaman pangan yang dibudidayakan dan jumlahnya melimpah di Indonesia. Singkong merupakan sumber hasil pertanian terbesar setelah padi dan jagung serta merupakan sumber karbohidrat yang utama untuk industri pangan di Indonesia. Data statistik produksi singkong di Indonesia disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data produksi singkong Indonesia^[2]

Tahun	Produksi Singkong (Ton)
2010	23.918.118
2011	24.044.025
2012	24.177.372
2013	23.936.921
2014	23.436.384
2015	21.801.415

Tingkat pemanfaatan singkong di Indonesia masih terbatas hanya menjadi tepung singkong dan bahan baku pangan. Oleh sebab itu, pemanfaatan singkong sebagai bahan baku pangan membutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk dapat menjadi sebuah nilai yang lebih tinggi yaitu contohnya gula *high fructose glucose* (HFS). Pemanfaatan singkong menjadi pemanis

tingkat tinggi didasarkan pada kandungan karbohidrat atau pati yang tinggi didalam singkong. Selain itu, keunggulan singkong dibandingkan dengan komoditas tanaman pangan lainnya adalah kandungan gizinya yang lebih tinggi, harga pembudidayaannya yang tergolong rendah, dan teknologi pengolahannya yang relatif murah dan sudah tersedia.

Sumber dari singkong yang melimpah dengan didukung oleh penelitian dan kemajuan teknologi dapat menjadikan peluang bagi industri pembuatan gula *high fructose sugar* (HFS) di Indonesia. Selain itu, pemanfaatan singkong sebagai bahan baku pembuatan gula *high fructose sugar* (HFS) dapat menjadi peluang untuk memajukan ekonomi Indonesia dan tentunya akan memacu generasi-generasi muda khususnya peneliti atau ilmuwan untuk terus berinovasi memajukan kualitas produk pangan, mengefisiensikan penggunaan sumber daya, dan juga memajukan teknologi.

1.2 Pembatasan Penelitian

Proses pembentukan gula *high fructose sugar* (HFS) dilakukan melalui tiga tahap yaitu tahap likuifikasi menghasilkan dekstrin, tahap sakarifikasi menghasilkan biosirup (sirup glukosa), dan tahap isomerasi menghasilkan gula *high fructose sugar* (HFS). Namun, penelitian hanya terbatas sampai pada tahap penghasilan biosirup (sirup glukosa) yaitu pada tahap sakarifikasi.

1.3 Teknologi Proses

Biosirup merupakan campuran larutan gula yang tersusun dari glukosa, maltosa, dan polimer glukosa. Biosirup tersebut dapat terbentuk melalui proses hidrolisis pati singkong secara enzimatik yang terbagi menjadi dua tahap yaitu likuifikasi dan sakarifikasi. Proses hidrolisis secara enzimatik dapat bekerja pada temperatur dan pH yang rendah, menghasilkan produk spesifik, menghasilkan produk samping yang sedikit, dan produk yang dihasilkan lebih murni. Faktor-faktor dan kondisi operasi yang mempengaruhi proses hidrolisis enzimatik adalah temperatur, pH, konsentrasi enzim, serta konsentrasi substrat yang digunakan.

Enzim yang akan digunakan dalam tahap likuifikasi adalah enzim α -amilase yang akan memecah ikatan 1,4 α -glukosida pada pati dan akan menghasilkan dekstrin. Tahap likuifikasi dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi tepung singkong yaitu 20,40,60% (g/mL)^[3] dan

konsentrasi enzim α -amilase 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong^[4] pada temperatur 80°C^[5] dan pH 6⁽⁶⁾. Variabel-variabel yang diteliti dalam perolehan dekstrin pada tahap likuifikasi adalah :

1. Konsentrasi tepung singkong yang digunakan adalah 20,40,60% (g/mL)^[3].
2. Konsentrasi enzim α -amilase yang digunakan adalah 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong^[4].

Perolehan dekstrin optimum dari tahap penelitian pendahuluan dilanjutkan dengan tahap sakarifikasi. Enzim yang akan digunakan dalam proses sakarifikasi adalah enzim glukoamilase yang akan mengkonversi dekstrin menjadi biosirup yang mengandung glukosa, maltosa, dan polimer glukosa. Tahap sakarifikasi dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi enzim glukoamilase 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong^[4] pada temperatur 60°C^[4] dan pH 4^[6]. Variabel-variabel yang diteliti dalam perolehan biosirup pada tahap sakarifikasi adalah :

3. Konsentrasi enzim α -amilase yang digunakan adalah 5; 5,5; 6 mg/g tepung singkong^[4].

1.4 Tema Sentral Masalah

Ketidakpastian dan ketidakseragaman variabel konsentrasi substrat tepung singkong dan konsentrasi enzim alfa-amilase pada tahap likuifikasi, serta konsentrasi enzim glukoamilase pada tahap sakarifikasi direfleksikan oleh kurangnya landasan teori yang lengkap tentang likuifaksi serta sakarifikasi dan hal ini masih dialami oleh hampir seluruh industri pembuatan biosirup berbasis tepung singkong.

1.5 Identifikasi Masalah

Masalah-masalah yang timbul dalam pembuatan biosirup pada tahap likuifaksi dan sakarifikasi dengan bahan baku tepung singkong adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi tepung singkong terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim α -amilase terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim glukoamilase terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup?

4. Adakah interaksi antara variabel konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase terhadap gula pereduksi perolehan biosirup?

1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi singkong terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi enzim α -amilase terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi enzim glukoamilase terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup.
4. Mengetahui ada atau tidak adanya interaksi antara variabel konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukoamilase terhadap gula pereduksi pada perolehan biosirup.

1.7 Premis Penelitian

1. Konsentrasi tepung singkong yang digunakan pada tahap likuifikasi adalah 10-60 b/v ^[3], 10-35% b/v ^[7], 20-50% b/v ^[8].
2. Konsentrasi enzim α -amilase yang digunakan pada tahap likuifikasi tepung singkong adalah 0,25-0,75 mL/50mL pati ^[4], 0,5-0,6kg/ton tepung kering ^[7], 0,6-0,8% b pati ^[8].
3. Suhu gelatinisasi pati yang akan digunakan pada tahap likuifikasi tepung singkong adalah 66°C ^[3], 70°C ^[5], 75°C ^[6], dan 80°C ^[9].
4. Waktu gelatinisasi pati yang akan digunakan pada tahap likuifikasi tepung singkong adalah 5 menit ^[9], 7,5 menit ^{[5][6]}, 10 menit ^[3].
5. Suhu perlakuan optimum enzim α -amilase yang digunakan pada tahap likuifikasi adalah 45°C ^[5], 70°C ^[6], 50°C ^[10], 75^[43], 80^[44], 90^[48], 85^[49].
6. pH perlakuan optimum enzim α -amilase yang digunakan pada tahap likuifikasi adalah 6 ^{[6][10]} 6-6,5 ^[7], 6,5^[48], 5,5-6^[49].
7. Waktu likuifikasi pati yang digunakan adalah 45 menit ^[48], 1jam ^[49], 2 jam ^{[7][44]}, 3 jam ^[4].
8. Konsentrasi enzim glukosa amilase yang digunakan pada tahap sakarifikasi dekstrin adalah 0,25-0,75 mL/50mL pati ^[4], 0,4-0,6 b pati ^[8].

9. Suhu perlakuan optimum enzim glukoamilase yang digunakan pada tahap sakarifikasi adalah 60°C ^[4], $55-65$ ^[6], $50-60^{\circ}\text{C}$ ^[8], $55-60$ ^[48], $30-37$ ^[49].
10. pH perlakuan optimum enzim glukoamilase yang digunakan pada tahap sakarifikasi adalah $4-4,5$ ^[4], $4-5$ ^[6], $4,5$ ^[8], $4,5-5$ ^[43], $4-5,5$ ^[49].
11. Waktu sakarifikasi pati yang digunakan adalah 24 jam ^[6], 48 jam ^[8], 76 jam ^[49].

1.8 Hipotesis Penelitian

1. Semakin tinggi konsentrasi tepung singkong, maka perolehan gula pereduksi pada biosirup akan semakin tinggi.
2. Semakin tinggi konsentrasi enzim α -amilase pada tahap likuifikasi, maka perolehan gula pereduksi pada biosirup akan semakin tinggi.
3. Semakin tinggi konsentrasi enzim glukoamilase pada tahap sakarifikasi, maka perolehan gula pereduksi pada biosirup akan semakin tinggi.
4. Terdapat interaksi antara variabel konsentrasi tepung singkong, enzim α -amilase, dan enzim glukosa terhadap perolehan gula pereduksi pada biosirup.

1.9 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan agar bermanfaat untuk :

Peneliti

Menjadikan dasar ilmu pengetahuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya mengenai pembuata biosirup berbahan dasar tepung singkong dengan metode hidrolisis enzimatis.

Industri

Menjadi dasar pengembangan teknologi pada proses pembuatan biosirup pada skala industri agar menjadi lebih produktif, ekonomis, dan memiliki nilai jual tinggi.

Pemerintah

Memberikan dasar pengetahuan terhadap parameter konsentrasi tepung singkong dan konsentrasi enzim dalam proses pembuatan biosirup yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan mengurangi impor glukosa yang masih tinggi.