

**PENGARUH TEMPERATUR DAN DOSIS
PENAMBAHAN ENZIM *CELLUSOFT L* TERHADAP
KADAR GLUKOSA DALAM PROSES HIDROLISIS
CMC**

Laporan Penelitian

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

Oleh :

Marvin Dwianto (2013620043)

Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU



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

No. Kode	: TK DWI P/17
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Sur	: 4234-FTI /SKP 33501
Divisi	:
Hadiah	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENGARUH TEMPERATUR DAN DOSIS PENAMBAHAN ENZIM
CELLUSOFT L TERHADAP KADAR GLUKOSA DALAM PROSES
HIDROLISIS CMC**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 19 Januari 2017

Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Marvin Dwianto

NPM : 2013620043

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

PENGARUH TEMPERATUR DAN DOSIS PENAMBAHAN ENZIM *CELLUSOFT L* TERHADAP KADAR GLUKOSA DALAM PROSES HIDROLISIS CMC

Adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan 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, 19 Januari 2017

Marvin Dwianto

(6213043)



LEMBAR REVISI

**JUDUL : PENGARUH TEMPERATUR DAN DOSIS PENAMBAHAN ENZIM
CELLUSOFT L TERHADAP KADAR GLUKOSA DALAM PROSES
HIDROLISIS CMC**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 19 Januari 2017

Penguji I,

Ir. YIP Arry Miryanti, M.Si

Penguji II,

Susiana Prasetyo, S.T., M.T.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “**Pengaruh Temperatur Dan Dosis Penambahan Enzim *Cellusoft L* Terhadap Kadar Glukosa Dalam Proses Hidrolisis CMC** “ sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Selama penyusunan Penelitian ini penulis mendapat dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU selaku dosen pembimbing pertama dalam penyusunan laporan penelitian ini, atas bimbingan, pengarahan, dan waktunya selama ini.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dorongan dan motivasi selama dalam penyusunan laporan penelitian ini.
3. Teman-teman yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan masukan.
4. Serta semua pihak lain yang telah ikut serta memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun demi kesempurnaan laporan penelitian ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebesar-besarnya apabila ada kata-kata dalam penyusunan laporan penelitian ini terjadi kesalahan. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Bandung, 11 Januari 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.1.1 Variabel yang diteliti	2
1.1.1.1 Konsentrasi enzim	2
1.1.1.2 Temperatur hidrolisis	2
1.2 Tema sentral masalah	2
1.3 Identifikasi masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	2
1.5 Premis-premis penelitian	3
1.6 Hipotesis penelitian	4
1.7 Manfaat penelitian	4
1.7.1 Bagi dunia industri	4
1.7.2 Bagi para ilmuwan peneliti	4
1.7.3 Bagi pemerintah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biomassa	5
2.2 Karbohidrat	6
2.2.1 Monosakarida	6

2.2.2	Disakarida.....	7
2.2.3	Polisakarida.....	9
2.3	Selulosa.....	11
2.4	Hemiselulosa	12
2.5	Lignin.....	12
2.6	Glukosa.....	13
2.7	CMC.....	14
2.8	Proses hidrolisis.....	14
2.8.1	Hidrolisis asam.....	15
2.8.2	Hidrolisis enzim	17
2.9	Analisis.....	22
2.10	Uji aktivitas enzim.....	22
BAB III	BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	23
3.1	Bahan penelitian	23
3.2	Alat penelitian	23
3.3	Prosedur penelitian.....	25
3.3.1	Persiapan bahan	25
3.3.2	Penelitian pendahuluan	25
3.3.2.1	Penelitian pendahuluan hidrolisis asam	25
3.3.2.2	Penelitian pendahuluan hidrolisis enzim	26
3.3.3	Penelitian utama hidrolisis selulosa dengan enzim selulase.....	27
3.4	Rancangan percobaan.....	29
3.4.1	Rancangan percobaan penelitian pendahuluan.....	29
3.4.2	Rancangan percobaan penelitian utama hidrolisis CMC dengan enzim	29
3.5	Lokasi penelitian dan waktu penelitian.....	31
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Persiapan bahan utama	33
4.1.1	Penentuan ukuran karboksimetil selulosa (CMC).....	33
4.1.2	Pembuatan larutan.....	33
4.1.3	Pembuatan kurva standar glukosa	34
4.2	Penelitian pendahuluan	35

4.2.1 Penelitian pendahuluan hidrolisis asam	35
4.2.2 Penelitian pendahuluan hidrolisis enzim.....	36
4.3 Penelitian utama.....	38
4.3.1 Pengaruh konsentrasi enzim terhadap kadar glukosa	39
4.3.2 Pengaruh temperatur terhadap kadar glukosa.....	43
4.4 Kadar dan perolehan produk glukosa	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan spesifik.....	52
5.2 Kesimpulan umum	52
5.3 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN A	57
A.1 Pembuatan kurva standar	57
A.2 Analisis kadar glukosa	58
LAMPIRAN B	59
B.1 Pembuatan kurva standar glukosa.....	59
B.2 Penentuan konsentrasi glukosa hasil hidrolisis penelitian pendahuluan.....	59
B.3 <i>Yield</i> glukosa hasil hidrolisis penelitian pendahuluan	61
B.4 Penentuan konsentrasi glukosa hasil hidrolisis penelitian utama	64
B.5 <i>Yield</i> glukosa.....	70
B.6 Rancangan 2 faktorial	71
B.7 LSD	72
LAMPIRAN C	74
C.1 Kurva standar glukosa	74
C.2 Kurva konsentrasi glukosa hasil hidrolisis penelitian pendahuluan	74
C.3 Kurva konsentrasi glukosa hasil hidrolisis penelitian utama.....	75
C.4 Pengaruh konsentrasi enzim terhadap perolehan konsentrasi glukosa.....	80
C.5 Pengaruh temperatur reaksi terhadap perolehan konsentrasi glukosa	81
C.6 <i>Yield</i> glukosa.....	82
LAMPIRAN D	83
D.1 Pembuatan kurva standar glukosa	83

D.2 Penentuan konsentrasi glukosa hasil hidrolisis	84
D.3 <i>Yield</i> glukosa.....	85
D.4 Rancangan percobaan penelitian utama	86
D.4.1 Rancangan faktorial dua faktor dengan ANOVA.....	86
D.4.2 Uji LSD CMC : enzim	88
LAMPIRAN E	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur glukosa, galaktosa, fruktosa, dan ribosa.....	7
Gambar 2.2	Struktur maltosa	8
Gambar 2.3	Struktur sukrosa.....	8
Gambar 2.4	Struktur laktosa	9
Gambar 2.5	Struktur amilosa	10
Gambar 2.6	Struktur amilopektin.....	10
Gambar 2.7	Struktur selulosa.....	11
Gambar 2.8	Struktur glukosa	13
Gambar 2.9	Pengaruh temperatur terhadap aktivitas enzim	19
Gambar 2.10	Pengaruh pH terhadap kecepatan reaksi.....	20
Gambar 2.11	Pengaruh konsentrasi substrat terhadap laju reaksi.....	21
Gambar 2.12	Pengaruh konsentrasi enzim terhadap laju reaksi.....	21
Gambar 3.1	Skema alat proses hidrolisis	24
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian pendahuluan hidrolisis asam	26
Gambar 3.3	Diagram alir penelitian pendahuluan hidrolisis enzim.....	27
Gambar 3.4	Diagram alir pembuatan sirup glukosa dengan hidrolisis enzim	28
Gambar 4.1	Kurva standar glukosa.....	34
Gambar 4.2	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada pendahuluan hidrolisis asam....	36
Gambar 4.3	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada pendahuluan hidrolisis enzim ..	37
Gambar 4.4	Reaktor penelitian.....	39
Gambar 4.5	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada $T=40^{\circ}\text{C}$	40
Gambar 4.6	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada $T=45^{\circ}\text{C}$	40
Gambar 4.7	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada $T=50^{\circ}\text{C}$	41
Gambar 4.8	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu pada $T=55^{\circ}\text{C}$	41
Gambar 4.9	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu CMC : enzim = 10:10.....	43
Gambar 4.10	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu CMC : enzim = 10:20.....	44

Gambar 4.11	Kurva konsentrasi glukosa vs waktu CMC : enzim = 10:30	45
Gambar 4.12	Sampel sebelum dan setelah dilakukan pemanasan	47
Gambar 4.13	Perbandingan <i>yield</i> glukosa.....	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan hidrolisis asam dan hidrolisis enzim.....	15
Tabel 3.1	Rancangan penelitian utama hidrolisis selulosa.....	30
Tabel 3.2	Analisis varian rancangan percobaan faktorial dua faktor.....	30
Tabel 3.4	Kegiatan jangka waktu kerja penelitian.....	32
Tabel 4.1	Variasi dan total run penelitian.....	38
Tabel 4.2	Perolehan <i>yield</i> pada perbandingan CMC : enzim (10:30).....	49
Tabel 4.3	Rancangan percobaan ANOVA.....	49
Tabel 4.4	Hasil uji LSD variabel CMC : Enzim.....	50
Tabel 4.5	Hasil uji LSD variabel temperatur.....	50



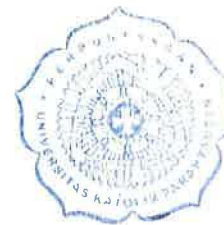
INTISARI

Konsumsi gula pasir di Indonesia semakin meningkat seiring meningkatnya penduduk. Gula pasir sendiri merupakan sumber utama pemanis. **Tujuan penelitian** adalah mempelajari pengaruh kecepatan pengadukan, konsentrasi enzim selulase, [HCl], dan temperatur proses hidrolisis selulosa terhadap perolehan sirup glukosa. **Manfaat** mengembangkan produk sirup glukosa berbahan selulosa. Hasil penelitian merupakan salah satu masukan kepada pemerintah untuk pembuatan SNI dan meminimalkan impor sirup glukosa.

Metode penelitian terdiri atas penelitian pendahuluan dan utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui metode terbaik antara hidrolisis asam dan hidrolisis enzim. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan pengaruh temperatur dan konsentrasi enzim pada metode hidrolisis enzim dengan memvariasikan temperatur (40°C, 45°C, 50°C, dan 55°C) dan konsentrasi enzim (100%-b/b, 200%-b/b, dan 300%-b/b). Analisis kadar glukosa dilakukan dengan metode Nelson-Somogyi. Analisis statistik untuk penelitian utama adalah rancangan faktorial dua variabel, analisis varian, dan metode *Least Significant Difference*.

Hasil penelitian menunjukkan metode hidrolisis selulosa secara enzimatik lebih baik dibanding dengan penggunaan asam. Berdasarkan hasil analisa, perolehan *yield* glukosa dari hasil hidrolisis sekitar 16-42% (per massa awal CMC). Semakin besar konsentrasi enzim yang diberikan untuk proses hidrolisis, semakin banyak kadar glukosa yang terbentuk. Sedangkan temperatur hidrolisis terbaik yang berada pada rentang temperatur optimum enzim yaitu 40°C-55°C adalah temperatur 40°C, dan kemudian mengalami penurunan seiring kenaikan temperatur.

Kata kunci : selulosa, HCl, selulase, hidrolisis, analisis, biosirup.



ABSTRACT

Consumption of sugar in Indonesia is increasing with the population increase. Granulated sugar is itself a major source of sweetener. The purpose of research is to study the effect of stirring speed, concentration of cellulase enzymes, [HCl], and the temperature of cellulose hydrolysis process to the acquisition of glucose syrup. Benefits of developing glucose syrup product made from cellulose. Results of the study is one of the inputs to the government for the manufacture of SNI and minimize import glucose syrup.

The research method consists of preliminary and main research. The preliminary study aims to determine the best method of acid hydrolysis and enzyme hydrolysis. The main research aims to determine the effect of temperature and concentration of enzymes in the enzyme hydrolysis method by varying the temperature (40°C, 45°C, 50°C and 55°C) and enzyme concentration (100%-b/b, 200%-b/b, and 300%-b/b). The analysis of glucose is conducted by the Nelson-Somogyi method. Statistical analysis for the study is main factorial design of two variables, analysis of variance, and the method of Least Significant Difference.

The results showed enzymatic cellulose hydrolysis method is better compared with the use of acid. Based on the analysis, acquisition *yield* of glucose from the hydrolysis of about 16-42% (per the initial mass CMC). The greater the concentration of the enzyme is given to the process of hydrolysis, the more glucose is formed. While the best hydrolysis temperature that is at the optimum temperature range of the enzyme that is 40°C-55°C is the temperature 40°C, and then decrease with the increase in temperature.

Keywords: cellulose, HCl, cellulase, hydrolysis, analysis, bio syrup



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan peningkatan populasi penduduk yang tinggi. Peningkatan populasi penduduk di Indonesia menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan gula pasir. Gula pasir sendiri digunakan sebagai sumber utama pemanis. Kebutuhan akan gula pasir di Indonesia setiap tahun meningkat tetapi tidak dengan produksinya. Jumlah produksi glukosa yang kurang disebabkan permintaan akan gula pasir yang semakin meningkat. Hal ini memicu akan meningkatnya impor sirup glukosa di Indonesia.

Pada kondisi ini, pemerintah mencari alternatif lain untuk meningkatkan produksi gula pasir dengan harga yang murah, sederhana, dan dapat dibuat dengan cepat. Salah satu alternatif yang sedang berkembang pada abad ke-21 ini adalah dengan adanya pembuatan sirup glukosa. Sirup glukosa itu sendiri memiliki tingkat kemanisan yang alami dibanding dengan pemanis buatan.

Indonesia belum dapat membuat sirup glukosa sendiri sehingga masih diimpor dari Negara-negara luar yang menyebabkan harga sirup glukosa mahal. Pada saat ini penggunaan sirup glukosa dalam industri makanan dan farmasi telah meningkat. Sirup glukosa dapat digunakan dalam bentuk cair maupun berbentuk padat (serbuk). Pada industri makanan, sirup glukosa digunakan sebagai bahan baku utama pemanis dalam es krim, agar-agar, pembuatan alkohol, penyedap rasa, pembuatan monosodium glutamate. Sedangkan pada bidang farmasi digunakan sebagai pelapis kapsul obat-obatan. ^[38]

Pembuatan sirup glukosa dapat dilakukan dengan hidrolisis asam, hidrolisis termal, dan hidrolisis enzimatis yang berbasis karbohidrat. Karbohidrat terdiri atas senyawa monosakarida, disakarida, dan polisakarida namun polisakarida seperti limbah lignoselulosa dan selulosa masih belum banyak dikembangkan dan dimanfaatkan menjadi sirup glukosa. Bahan baku yang dapat digunakan seperti selulosa sangat melimpah di Indonesia. Selulosa dan hemiselulosa yang diperoleh dari limbah lignoselulosa dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa. ^[3]

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu CMC mudah dihidrolisis menjadi gulagula sederhana oleh enzim selulase dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh bakteri (Masfufatun, 2010). Selain selulosa dapat menggunakan pati dan biomassa lainnya untuk menghasilkan sirup glukosa. Produk CMC merupakan bahan additif makanan yang banyak digunakan dalam industri pangan. CMC sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik. Fungsi CMC ada beberapa terpenting, yaitu sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, sebagai pengemulsi, dan dalam beberapa hal dapat merekatkan penyebaran antibiotik (Winarno, 1985).

1.1.1. Variabel yang diteliti

1.1.1.1. Konsentrasi enzim ^{[37] [40] [41]}

1.1.1.2. Temperatur hidrolisis ^{[37] [40] [41]}

1.2 Tema sentral masalah

Ketidakteragaman dan ketidakpastian mengenai variabel temperatur dan konsentrasi HCl serta konsentrasi enzim dalam hidrolisis selulosa oleh enzim selulase dan hidrolisis selulosa oleh HCl direfleksikan oleh tidak adanya landasan teori tentang hidrolisis selulosa oleh enzim dan hidrolisis selulosa oleh asam sehingga hal ini masi melanda hampir seluruh produksi sirup glukosa.

1.3 Identifikasi masalah

1. Bagaimanakah pengaruh temperatur terhadap kadar glukosa dalam proses hidrolisis CMC oleh enzim *Cellusoft L*?
2. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi enzim *Cellusoft L* terhadap kadar glukosa dalam proses hidrolisis CMC oleh enzim *Cellusoft L*?

1.4 Tujuan penelitian

1. Mempelajari pengaruh dari temperatur terhadap kadar glukosa dalam proses hidrolisis CMC oleh enzim *Cellusoft L*.

2. Mempelajari pengaruh dari konsentrasi enzim *Cellusoft L* terhadap kadar glukosa dalam proses hidrolisis CMC oleh enzim *Cellusoft L*.

1.5 Premis-premis penelitian

Peneliti	Bahan Baku	Jenis hidrolisis	Kondisi operasi	Perolehan optimum
Endang Mastuti, dan Dwi Ardiana Setyawardhani (2010)	Kulit ketela pohon	HCl (0,05-0,2)N	- 10-80 menit - 70-103 °C - 1 : 10 (substrat:larutan)	- 0,1 N - 103 °C - 3,57848 mg/100 ml
M.Magdalena Ibrahim (2002)	Tepung maizena	HCl (0,012-0,2)N	- 140 – 160°C - 40%-b	- 0.02 N - 160°C -16,83 %
Murni Yuniwati, Dian Ismiyati, dan Reny Kurniasih (2011)	Pisang tanduk	HCl (0,5-2,5)N	- 70 – 90°C - 10 – 60 menit - 1 : 10 (substrat:larutan)	- 2,5 N - 90 °C - 48,19 %
Herrera, dkk (2004)	Batang sorghum	HCl 2-6%w	- 100°C -10-300 menit - 1 : 10	21,3 g/L
Andriani Hartako Ong. (2007)	Serat kapok	Enzim selulase (<i>Cellusoft L</i>)	- 40 – 55°C - 3 : 6 dan 3 : 9 - pH 4,5-5,5	- 3 : 9 - 45°C -42,62 %
Dewi Fathimah Azizah (2010)	Buah bintaro	Enzim selulase (<i>Cellusoft L</i>)	- 40°C - pH 4,8 - 24 jam	- 10 : 30 - 3,580 mg/100 ml
Kim dan Holtzapple (1994)	Bonggol jagung	Enzim selulase	- 55°C - pH 4,8	91-98 % (per berat selulosa + hemiselulosa)
Holtzapple, dkk (1994)	Ampas tebu	Enzim selulase, selobiase	- 50°C - pH 4,8	60-73 % (per berat padatan)
Zhong Xu, dkk (2004)	Kacang kedelai	Enzim selulase	- 50°C - pH 4.8	51,22 % (per berat padatan)

1.6 Hipotesis penelitian

Pembuatan sirup glukosa dari CMC dipengaruhi oleh konsentrasi enzim dan temperatur pada hidrolisis CMC dengan enzim *Cellusoft L*.

1.7 Manfaat penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat untuk:

1.7.1 Bagi dunia industri

Dapat mengembangkan produk baru berupa sirup glukosa berbahan selulosa yang memiliki nilai jual tinggi

1.7.2 Bagi para ilmuwan peneliti

Dapat dijadikan masukan untuk mengolah selulosa menjadi produk sirup glukosa yang bernilai jual tinggi.

1.7.3 Bagi pemerintah

Memberikan masukan dan solusi untuk pembuatan sirup glukosa dari selulosa sehingga dapat meminimalkan impor glukosa yang tinggi.