

# **SKRIPSI**



## **PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**Oleh:**

**DEBORA PASARIBU**

**NIM. 21030113120010**

**MARIA VALENTINA SIAHAAN**

**NIM. 21030113120021**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi prarancangan pabrik kimia ini adalah hasil karya kami sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah kami nyatakan dengan benar

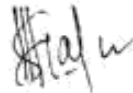
Nama/NIM : 1. Debora Pasaribu/21030113120010  
2. Maria Valentina Siahaan/21030113120021

Tanda tangan : 1.



(Debora Pasaribu)

2.



(Maria Valentina Siahaan)

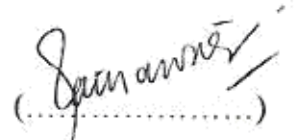
Tanggal : 8 November 2018

## HALAMAN PENGESAHAN

Nama / NIM : 1. Debora Pasaribu : 21030113120010  
2. Maria Valentina Siahaan : 21030113120021  
Departemen : Teknik Kimia  
Judul : Pra-Rancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka  
dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 40.000  
Ton/Tahun

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing : Dr.Ir.Ratnawati, M.T  
NIP. 196004121986032001



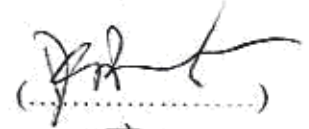
(.....)

### TIM PENGUJI

Ketua Penguji : Prof. Dr. rer. Nat. Heru Susanto, S.T., M.M., M.T.(.....)  
NIP. 197505291998021001

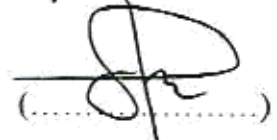


Anggota Penguji : 1. Ir. Diah Susetyo R, M.T.  
NIP.195901181987102001



(.....)

2. Dr. Suherman, S.T., M.T  
NIP. 197608042000121002



(.....)

Semarang, 20 Desember 2018

Ketua Departemen Teknik Kimia



Dr. Siswo Sumardiono, S.T., M.T.

NIP. 197509152000121001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama / NIM : 1. Debora Pasaribu / 21030113120010  
2. Maria Valentina Siahaan / 21030113120021  
Departemen / Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka dengan  
Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 40.000 ton/tahun.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 20 Desember 2018

Yang Menyatakan,

Penulis 1,

Penulis 2,

Debora Pasaribu

Maria Valentina Siahaan

**LEMBAR CATATAN PENGUJI TUGAS AKHIR**  
**Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka**  
**dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 40.000 Ton/Tahun**

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Desember 2018

- Abu terpisah di Ion Exchanger bukan di RVF
- Pengertian satu siklus
- Pengertian Schedule number
- Mekanisme reaksi Enzimatis
- Fungsi Gate valve dan Check valve
- Perhitungan reaktor batch, tidak benar
- Piping System (valve) dll.

Semarang, 20 Desember 2018

Ketua Penguji



Prof. Dr. rer. Nat. Heru Susanto, S.T., M.M., M.T  
NIP. 197505291998021001.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”. Dengan adanya tugas akhir prarancangan ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan semua teori dan kemahiran teknik kimia ke dalam bentuk prarancangan pabrik secara komprehensif sesuai dengan bekal penalaran dan improvisasinya, sehingga mampu membuat rancangan pabrik sampai tahap rancang bangun yang dibukukan.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Ratnawati, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala kepedulian, bimbingan dan arahannya sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ir. Agus Hadiyanto, M.T., selaku koordinator skripsi Prarancangan Pabrik Kimia.
3. Bapak Dr. Siswo Sumardiono, ST., MT., selaku ketua Departemen Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
4. Orangtua, atas kasih sayang dan dukungan tiada henti yang diberikan selama ini.
5. Teman-teman keluarga Inspiratif Mahasiswa Teknik Kimia Angkatan 2013 yang senantiasa membantu dan mendukung dalam melaksanakan studi selama di Teknik Kimia.
6. Pihak-pihak lain yang telah membantu baik moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih ada kekurangan, karenanya kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat.

Semarang, 8 November 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
HALAMAN CATATAN PENGUJI .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
RINGKASAN .....	xiv
<i>SUMMARY</i> .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Rancangan .....	2
1.3. Pemilihan Lokasi .....	5
1.3.1 Faktor Primer .....	5
1.3.2 Faktor Sekunder .....	7
1.4. Tinjauan Proses .....	8
1.4.1 Macam – macam Proses Pembuatan Sirup Glukosa .....	8
1.4.2 Pemilihan Proses .....	9
1.4.3 Kegunaan Produk .....	10
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum .....	11
BAB II DESKRIPSI PROSES .....	14
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	14
2.1.2. Spesifikasi Produk .....	16
2.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	16
2.2.1 Tepung Tapioka .....	16
2.2.2 Air .....	17
2.1.3. Glukosa .....	18

2.3 Konsep Reaksi .....	19
2.3.1 Dasar Reaksi .....	19
2.3.2 Pemakaian Katalis .....	19
2.3.3 Mekanisme Reaksi .....	19
2.3.4 Tinjauan Termodinamika .....	20
2.3.5 Tinjauan Kinetika .....	21
2.4 Diagram Alir Proses .....	24
2.5 Langkah Proses .....	24
2.6 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	28
2.6.1 Neraca Massa .....	28
2.6.2 Neraca Panas .....	28
2.7 <i>Layout</i> Pabrik .....	28
2.7.1 Tata Letak Pabrik .....	28
2.7.2 Pengaturan Letak Alat-alat Proses .....	33
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>34</b>
3.1 Reaktor Likuifikasi .....	34
3.2 Unit Heater .....	35
3.3 Evaporator .....	36
3.4 Pompa.....	37
3.5 Tangki Penyimpanan Produk .....	39
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM .....</b>	<b>40</b>
4.1 Unit Pendukung Proses .....	40
4.1.1 Unit pengolahan Air .....	41
4.1.2 Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	52
4.1.3 Unit Penyediaan Listrik .....	54
4.1.4 Unit Penyediaan Udara Tekan .....	61
4.1.5 Unit Pengolahan Limbah .....	62
4.2 Unit Laboratorium .....	66
4.2.1 Fungsi Laboratorium .....	66
4.2.2 Program Kerja Laboratorium .....	66
4.2.3 Metoda Analisa .....	66
4.2.4 Alat-alat Utama Laboratorium .....	68

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....	69
5.1 Bentuk Perusahaan .....	69
5.2 Struktur Organisasi dan Deskripsi Tugas .....	71
5.2.1 Struktur Organisasi .....	71
5.3 Deskripsi Tugas .....	69
5.3.1 Pemegang Saham .....	69
5.3.2 Dewan Komisaris .....	69
5.3.3 Dewan Direksi .....	69
5.3.4 Staff Ahli .....	70
5.3.5 Sekretaris Perusahaan .....	71
5.3.6 Kepala Bagian .....	71
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	74
5.4.1 Karyawan Non <i>Shift</i> .....	74
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i> .....	75
5.5 Status Karyawan dan Sistem Gaji .....	76
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	76
5.6.1 Perincian Jumlah Karyawan .....	76
5.7 Kesejahteraan Karyawan .....	80
5.8 <i>Corporate Social Responsibility</i> .....	82
BAB VI ANALISA EKONOMI .....	85
6.1 Penaksiran Harga Peralatan .....	85
6.2 Dasar Perhitungan .....	87
6.2.1 Kapasitas produksi .....	87
6.3 Perhitungan Biaya .....	87
6.3.1 <i>Capital Investment</i> .....	87
6.3.2 <i>Manucfacturing Cost</i> .....	90
6.3.3 <i>General Expense</i> .....	92
6.4 Analisa kelayakan .....	93
6.4.1 <i>Percent Profit on Sales(POS)</i> .....	93
6.4.2 <i>Percent Return on Investment(ROI)</i> .....	93
6.5.3 <i>Pay Out Time (POT)</i> .....	93
6.5.4 <i>Break Event Point (BEP)</i> .....	94

6.5.5 <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	95
6.5 Hasil Perhitungan .....	95
6.5.1 <i>Capital Investment</i> .....	95
6.5.2 <i>Manufacturing Cost</i> .....	97
6.5.3 <i>General Expense(GE)</i> .....	99
6.5.4 <i>Keuntungan</i> .....	99
6.5.5 <i>Analisa Kelayakan</i> .....	99
DAFTAR PUSTAKA .....	100
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	A-1
LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	B-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT .....	C-1
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	D-1
LEMBAR KONSULTASI	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia.....	2
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Sirup Glukosa di Indonesia .....	4
Tabel 1.3 Konsumen Sirup Glukosa Dalam Negeri .....	5
Tabel 1.4 Perbandingan Proses Produksi Sirup Glukosa dan Parameternya .....	9
Tabel 2.1 Parameter Kinetika Reaksi Likuifikasi Menggunakan Enzim $\alpha$ - <i>Amilase</i> .....	22
Tabel 2.2 Parameter Kinetika Reaksi Sakarifikasi Menggunakan Enzim <i>Glukoamilase</i> .....	23
Tabel 2.3 Perincian Luas Tanah( <i>Indoor</i> ) .....	32
Tabel 2.4 Perincian Luas Tanah( <i>Indoor</i> ) .....	32
Tabel 4.1 Persyaratan <i>Denim Water</i> .....	42
Tabel 4.2 Kebutuhan untuk Proses .....	42
Tabel 4.3 Syarat Mutu Air Pendingin .....	43
Tabel 4.4 Kebutuhan untuk Air pendingin .....	44
Tabel 4.5 Persyaratan Air Umpan Boiler .....	45
Tabel 4.6 Kebutuhan air untuk pemanas.....	46
Tabel 4.7 Kebutuhan listrik untuk proses .....	56
Tabel 4.8 Kebutuhan listrik untuk Utilitas.....	57
Tabel 4.9 Kebutuhan listrik untuk penerangan <i>Indoor</i> .....	58
Tabel 4.10 Kebutuhan listrik untuk penerangan <i>Outdoor</i> .....	59
Tabel 5.1 Jadwal kerja masing-masing <i>shift</i> .....	75
Tabel 5.2 Perincian Jumlah Karyawan Proses .....	76
Tabel 5.3 Perincian Jumlah Karyawan Utilitas .....	77
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Laboratorium, Pemeliharaan, serta Lingkungan dan K3 .....	77
Tabel 5.5 Perincian Karyawan Total .....	78
Tabel 5.6 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan .....	79
Tabel 6.1 <i>Physical Plant Cost</i> .....	92
Tabel 6.2 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	92
Tabel 6.3 <i>Working Capital Investment</i> .....	93

Tabel 6.4 <i>Total Capital Investment</i> .....	93
Tabel 6.5 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	93
Tabel 6.6 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	94
Tabel 6.7 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	94
Tabel 6.8 <i>Total Manufacturing Cost</i> .....	94
Tabel 6.9 <i>General Expense</i> .....	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia.....	3
Gambar 2.1 Hidrolisis Amilosa .....	17
Gambar 2.2 Hidrolisis Amilopektin.....	17
Gambar 2.3 Tata Letak Pabrik .....	30
Gambar 4.1 Diagram pengolahan air .....	49
Gambar 4.2 Skema Pengolahan Limbah .....	62
Gambar 5.1 Struktur Organisasi .....	75
Gambar 6.1 Grafik Analisa BEP dan SDP .....	96

## RINGKASAN

Gula adalah salah satu kebutuhan pokok masyarakat dunia pada umumnya serta Indonesia khususnya. Peningkatan kebutuhan gula dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah penduduk sehingga berkembang pula industri makanan dan minuman yang membutuhkan gula sebagai bahan pemanis. Semakin berkembangnya industri makanan dan minuman di dalam negeri menyebabkan kebutuhan akan sirup glukosa semakin besar. Kebutuhan impor sirup glukosa semakin di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pendirian pabrik sirup glukosa di Indonesia akan membantu memenuhi kebutuhan sirup glukosa nasional. Bahan baku yang digunakan dalam perancangan pabrik glukosa ini adalah tepung tapioka. Dipilihnya tepung tapioka sebagai bahan baku karena kandungan patinya yang cukup tinggi. Lokasi pabrik Sirup glukosa direncanakan didirikan di Lampung dengan pertimbangan: Dekat dengan sumber bahan baku tepung tapioka, dekat dengan pelabuhan sehingga memudahkan pemasaran, tersedianya fasilitas transportasi yang mendukung, tersedianya tenaga kerja serta utilitas yang mendukung.

Dari berbagai proses pembuatan sirup glukosa tersebut, maka dipilih proses pembuatan sirup glukosa dengan proses enzimatik dengan pertimbangan yield yang dihasilkan dengan proses enzimatik mencapai 97%, prosesnya lebih spesifik dan produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan, biaya pemurnian lebih murah karena diperoleh hasil sirup glukosa yang lebih jernih dan bersih, proses lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam dan Peralatan yang digunakan tidak mudah terkorosi. Produksi sirup dilakukan melalui empat tahapan yaitu persiapan bahan baku (gelatinasi pati), hidrolisa pati (likuifikasi dan sakarifikasi), pemurnian larutan, pemekatan sirup glukosa.

Untuk kelancaran jalannya proses, maka diperlukan unit pendukung proses. Dalam pra rancangan pabrik sirup glukosa ini unit pendukung proses terdiri dari unit penyediaan dan pengolahan air, unit penyediaan udara tekan, steam, listrik dan bahan bakar. Pabrik sirup glukosa ini dilengkapi pula dengan unit pengolahan limbah, unit pengendali pencemaran air dan udara, serta laboratorium analisa.

Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan status perusahaan terbuka yang mendapatkan modal dari penjualan saham. Pabrik Sirup Glukosa direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan *shut down* . Pembagian jam kerja digolongkan dalam dua golongan karyawan shift dan non-shift.

Pada prarancangan pabrik sirup glukosa ini dibuat evaluasi serta penilaian investasi dengan metode *Profit On Sales* (POS), *Return Of Investmen* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP) dan *Discounted Cash Flow* (DCF). Dari hasil perhitungan analisa kelayakan didapat ROI setelah pajak 27,69 %, POS setelah pajak 21,86 %, POT 3,06 tahun, BEP 25,50 %, SDP 11, 38 % dan IRR 26, 91 %.

**Kata Kunci:** likuifikasi, sakarifikasi, sirup glukosa dan tapioka

## **SUMMARY**

*Sugar is one of the basic needs of the world community in general and specially in Indonesia . Increased sugar needs are influenced by increasing population, so the food and beverage industry also develops which requires sugar as a sweetener. The growth of food and beverage industry in the country causes the need for glucose syrup more higher. Import of glucose syrup in Indonesia is increasing from year to year. The establishment of a glucose syrup plant will help to supply requirement glucose syrup in Indonesia. The raw material used in this glucose syrup plant is tapioca flour. Glucose syrup is planned to be established in Pati regency, Central Java because some consideration: Close with sources of raw materials, close to harbor, availability of transportation facilities, availability of labor and utility support.*

*From the various processes for making glucose syrup, it is selected the process of making glucose syrup with enzymatic process with the consideration of yield yielded by enzymatic process reaches 97%, the process is more specific and the resulting product in accordance with the desired, cheaper purification cost because the obtained results of glucose syrup which is more clear and clean, the process is simpler than using acid. Glucose syrup production is done through four stages: raw material preparation (starch gelatination), starch hydrolysis (liquification and saccharification), purification of the solution, concentration of glucose syrup.*

*Utility unit is necessary to support the process unit. In the preliminary-design of the glucose syrup plant the process support unit a water supply and treatment unit, a unit of supplying compressed air, steam, electricity and fuel. The glucose syrup plant is also equipped with a sewage treatment unit, water and air pollution control unit, and a laboratory to analysis material and product of glucose syrup.*

*The company's planned form is a Limited Liability Company (LLC) with an open company status that gets capital from the sale of shares. Glucose syrup plant is planned to operate for 330 days in one year and 24 hours per day. The rest of the day is not a day off used for repair, maintenance and shut down. The*

*division of working hours is classified into two groups of shift and non-shift employees.*

*In this lactic acid manufacturing invention, evaluation and investment assessment with Profit On Sales (POS) method, Return Of Investments (ROI), Pay Out Time (POT), Break Even Point (BEP), Shut Down Point (SDP) and Discounted Cash Flow (DCF). From the calculation of the feasibility analysis obtained ROI after tax 27.69 %, POS after tax 21.86 %, POT 3.06 years, BEP 25.50 %, SDP 11.38 % and IRR 26.91 %.*

***Keywords: glucose syrup, liquification and saccharification, and tapioca starch***