

TUGAS AKHIR

PRA RANCANG PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI JAGUNG DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIM KAPASITAS 100.000 TON/ TAHUN

Diajukan sebagai Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata 1 Teknik Kimia

Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap



RONI ALIM PUTRA

22DM60002

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP**

2025

PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Roni Alim Putra
NIM : 22DM60002
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan plagiat karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Apabila terbukti/dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiat, saya bersedia bertanggung jawab mendapatkan sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Cilacap, 14 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Roni Alim Putra
NIM. 22DM60002

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Roni Alim Putra
NIM : 22DM60002
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknologi Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir Pra Rancang Pabrik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) hak royalti non eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas tugas akhir pra rancang pabrik saya yang berjudul “ Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100.000 Ton/Tahun” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Adanya hak bebas royalti non exclusive ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 14 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Roni Alim Putra
NIM. 22DM60002

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : **Roni Alim Putra**
NIM : 22DM60002
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Sabtu, 7 Juni 2025

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1



Arnesya Ramadhani, M.T.
NIDN. 0627019601

Penguji 2



Dini Novi Rohmah, M.Sc.
NIDN. 0611119401

Pembimbing 1/Ketua Sidang



Siti Khuzaimah, M.Pd., M.T.
NIDN. 0622078605

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang



Al Dina Khoerunisa Nur Mas'udah, M.Eng.
NIDN. 0624129103

Cilacap, ²³ Juni 2025
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

NOTA PEMBIMBING

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Roni Alim Putra

Lamp : -

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Teknologi Industri

UNUGHA Cilacap

Di-

Cilacap

Assalamuálaikum Wr.Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka pembimbing berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir Saudara :

Nama : Roni Alim Putra

NIM : 22DM60002

Fakultas/ Prodi : Teknologi Industri / Teknik Kimia

Judul Skripsi : Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan

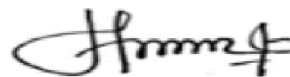
Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Pada Universitas Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap

Wassalamuálaikum Wr.Wb.

Cilacap, 14 Juni 2025

Pembimbing,



Siti Khuzaimah, S.T., M.Pd., M.T.

NIDN: 0622078605

NOTA KONSULTAN

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Roni Alim Putra

Lamp : -

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Teknologi Industri

UNUGHA Cilacap

Di-

Cilacap

Assalamuálaikum Wr.Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka pembimbing berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir Saudara :

Nama : Roni Alim Putra

NIM : 22DM60002

Fakultas/ Prodi : Teknologi Industri / Teknik Kimia

Judul Skripsi : Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan

Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Pada Universitas Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap

Wassalamuálaikum Wr.Wb.

Cilacap, 14 Juni 2025

Konsultan,



Arnesya Ramadhani, S.T.,M.T.
NIDN: 0627019601

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah robbil'alamin. Dengan izin Allah SWT atas pemberian anugrah yang tak ternilai dalam segala kekurangan yang selalu memberikan rahmat dan karunia sehingga skripsi ini dapat selesai disusun dan karya ini saya persembahkan untuk :

:

1. Keluarga kecilku yang tanpa berhenti untuk berdo'a, memberikan semangat, dan cinta yang tulus kepadaku.
2. Dosen-dosen UNUGHA (Bu Imah, Bu Nenes, Bu Dina, Bu Dini) yang telah banyak mendidik, memotivasi, mengingatkan dan mengarahkan saya.
3. Seluruh Staf UNUGHA (Terkhusus Bu Ami) yang telah banyak memberikan informasi terkait akademik.
4. Teman-teman Teknik Kimia UNUGHA (Pak Rudi), teman diskusi yang baik (ayo pak semangat).
5. Teman-teman UNUGHA (Bu Sulastri), telah banyak membantu ketika KKN, terima kasih atas persahabatannya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat Sarjana Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.

Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga kecilku yang selalu mendoakan untuk kelancaran tugas akhir penulis.
2. Bapak Christian Soolany, S.Tp., M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap.
3. Ibu Arnesya Ramadhani, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap, Dosen pembimbing akademik dan dosen penguji
4. Ibu Siti Khuzaimah,S.T.,M.Pd.,M.T., selaku pembimbing 1 tugas akhir atas saran, kritik dan arahnya dan yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
5. Ibu Al Dina Khoerunisa Nur M,S.Si.,M.Eng., selaku pembimbing 2 tugas akhir atas saran, kritik dan arahnya dan yang selalu mengawal tugas akhir ini mulai dari awal hingga akhir.
6. Ibu Dini Novi Rohmah, S.Pd., M.Sc.,selaku dosen penguji
7. Ibu Ami, yang selalu memberikan respon dengan cepat.
8. Rekan-rekan yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun berharap semoga tugas akhir pra rancangan pabrik kimia ini, dapat bermanfaat bagi penyusun pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Cilacap, 14 Juni 2025
Penyusun

ABSTRAK

Sirup glukosa diperoleh melalui proses hidrolisis pati yang sering dimanfaatkan di industri makanan serta industri farmasi. Bahan dasar untuk sirup glukosa meliputi: jagung, singkong, sagu, dan lain-lain. Bahan dasar untuk pembuatan sirup glukosa sangat banyak tersedia di Indonesia. Produksi jagung di dalam negeri mencapai rata-rata 22,5 juta ton setiap tahunnya. Di Indonesia terdapat tiga pabrik yang menghasilkan produk tersebut dengan kapasitas mencapai 173. 000 ton per tahun, serta melakukan impor sebanyak 102. 489 ton per tahun. Tujuan dari pra rancang pabrik yang akan didirikan adalah untuk memenuhi kebutuhan sirup glukosa di dalam negeri, serta mengurangi ketergantungan pada impor dan menciptakan lapangan kerja baru. Proses pembuatan sirup glukosa mencakup beberapa metode, yaitu: hidrolisis pati menggunakan enzim, hidrolisis pati dengan asam, dan hidrolisis pati menggunakan kombinasi asam dan enzim. Dalam pra rekayasa ini, kami memilih untuk melakukan hidrolisis pati jagung menggunakan berbagai enzim. Langkah-langkah dalam proses hidrolisis pati menggunakan enzim terbagi menjadi tiga fase, yaitu: persiapan bahan, reaksi, dan pemurnian produk. Kapasitas yang diharapkan adalah 100. 000 Ton per tahun di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Oleh karena itu, pembangunan pabrik sirup glukosa akan mengurangi kebutuhan impor serta menciptakan lapangan kerja baru.

Kata Kunci : Sirup Glukosa, Hidrolisis, Pati, Jagung

ABSTRACT

Glucose syrup is obtained through starch hydrolysis process which is often utilized in food industry as well as pharmaceutical industry. Basic materials for glucose syrup include: corn, cassava, sago, and others. The basic ingredients for glucose syrup are widely available in Indonesia. Maize production in the country reaches an average of 22.5 million tons annually. In Indonesia, there are three factories that produce this product with a capacity of 173. 000 tons per year, and imports as much as 102. 489 tons per year. The purpose of the pre-design of the plant to be established is to meet the needs of glucose syrup in the country, as well as reduce dependence on imports and create new jobs. The process of making glucose syrup includes several methods, viz: starch hydrolysis using enzymes, starch hydrolysis with acids, and starch hydrolysis using a combination of acids and enzymes. In this pre-engineering, we chose to perform corn starch hydrolysis using various enzymes. The steps in the process of starch hydrolysis using enzymes are divided into three phases, viz: material preparation, reaction, and product purification. The expected capacity is 100,000 tons per year in Tuban Regency, East Java. Therefore, the construction of a glucose syrup plant will reduce the need for imports and create new jobs. Using corn starch as much as 8.732 kg per hour, α -Amylase enzyme as much as 8.16 kg per hour, and glucoamylase as much as 8.12 kg per hour, to support the operation of the plant required water, electricity, fuel and labor. Economic analysis BEP: 23.889%, POT: 1.69 years, SDP: \$ 6,850,121.19 so that this plant is very feasible to operate.

Keywords: Glucose Syrup, Hydrolysis, Starch, Maize

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINILITAS.....	ii
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
NOTA PEMBIMBING	iv
NOTA KONSULTAN	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Tinjauan Pustaka	2
1.3.1. Jagung	3
1.3.2. Air (H ₂ O)	3
1.3.3. Alfa amilase	3
1.3.4. Glukoamilase	4
1.3.5. Kalsium Hidroksida Ca(OH) ₂	4

1.3.6. Asam Klorida (HCl).....	4
1.3.7. Sirup Glukosa	5
1.3.8. Macam-Macam Proses Pembuatan Sirup Glukosa	5
1.3.9. Kegunaan sirup glukosa.....	8
1.4. Pemilihan Proses	8
1.5. Kapasitas Perancangan	10
1.6. Pemilihan Lokasi Pabrik	12
BAB II.....	18
URAIAN PROSES	18
2.1. Deskripsi Proses	18
2.1.1. Tahap Persiapan.....	18
2.1.2. Tahap Reaksi.....	18
2.1.3. Tahap Pemurnian Produk.....	19
BAB III	21
SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	21
3.1. Bahan Baku	21
3.2. Bahan Baku Pendukung	21
3.3. Produk Utama.....	24
BAB IV	26
DIAGRAM ALIR	26
4.1. Diagram Alir Kualitatif	26
4.2. Diagram Alir Kuantitatif	27
BAB V.....	28
NERACA MASSA	28
5.1. Neraca Massa Mixing Tank (M-01).....	29

5.2. Neraca Massa Heater (H-01).....	30
5.3. Neraca Massa Reaktor Liquifikasi (R-01)	31
5.4. Neraca Massa Cooler (C-01).....	33
5.5. Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi (R-02).....	34
5.6. Neraca Massa Heater (H-02).....	36
5.7. Neraca Massa Tangki Karbonasi (M-02).....	37
5.8. Neraca Massa Di Rotary Vacuum filter (RVF).....	38
5.9. Neraca Massa Cooler (C-02).....	39
5.10. Neraca Massa Kation Exchange (KE).....	40
5.11. Neraca Massa Anion Exchange (AE)	41
5.12. Neraca Massa Evaporator (E)	41
5.13. Neraca Massa Cooler (C-03).....	42
5.14. Neraca Massa Tangki Penyimpanan (T).....	43
BAB VI	44
NERACA PANAS	44
6.1. Neraca Panas Heater (H-01).....	45
6.2. Neraca Panas Reaktor Liquifikasi /Dekstrinasi (R-01)	45
6.3. Neraca panas Cooler (C-01)	46
6.4. Neraca Panas Sakarifikasi (R-02).....	47
6.5. Neraca Panas Heater (H-02).....	49
6.6. Neraca panas Cooler (C-02)	49
6.7. Neraca panas Evaporator (E).....	50
6.8. Neraca panas Cooler (C-03)	52
BAB VII.....	54
SPESIFIKASI ALAT.....	54

7.1. Mixing Tank (M-01)	54
7.2. Heater (H-01)	55
7.3. Reaktor dektrinasi/ liquifikasi (R-01).....	55
7.4. Cooler (C-01)	57
7.5. Reaktor Sakarifikasi (R-02).....	57
7.6. Heater (H-02)	59
7.7. Tangki karbonasi (M-02).....	59
7.8. Pompa Sakrifikasi.....	60
BAB VIII.....	61
UTILITAS.....	61
8.1. Unit Penyediaan Air	61
8.2. Unit Penyedia Bahan Bakar	67
8.3. Unit Penyedia Listrik.....	67
8.4. Unit Pengolahan Limbah.....	68
8.5. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).....	70
BAB IX	71
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	71
9.1. Lokasi Pabrik.....	71
BAB X.....	78
ORGANISASI PERUSAHAAN.....	78
10.1. Jenis Perusahaan.....	78
10.2. Struktur Organisasi Perusahaan.....	79
10.3. Deskripsi Struktur Organisasi	80
10.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	82
10.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	85

BAB XI	87
EVALUASI EKONOMI	87
11.1. Penaksiran Harga Alat	88
11.2. Biaya Bahan Baku	91
11.3. Biaya Utilitas	93
11.4. Gaji Pegawai	94
11.5. Harga Produk	95
11.6. Penentuan Total Capital Investment (TCI)	95
11.7. Penentuan Total Production Cost (TPC)	97
11.8. Analisa Profitabilitas	99
11.9. Laba perusahaan	100
11.10. Laju Pengembalian Modal (ROI)	101
11.11. Lama Pengembalian Modal (POT)	101
11.12. Break Event Point (BEP)	101
11.12. Shut Down Point (SDP)	103
BAB XII	104
KESIMPULAN	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN A	108
PERHITUNGAN NERACA MASSA	108
1. Neraca Massa Mixing Tank	108
2. Neraca Massa Heater	111
3. Neraca Massa Reaktor Liquifikasi	112
4. Neraca Massa Cooler	116
5. Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi	117

6. Neraca Massa Heater.....	124
7. Neraca Massa Tangki Karbonasi.....	125
8. Neraca Massa Di Rotary Vacum filter	128
9.Neraca Massa Cooler.....	130
10. Neraca Massa Kation Exchange.....	131
11. Neraca Massa Anion Exchange.....	133
12. Neraca Massa Evaporator.....	135
13.Neraca Massa Cooler.....	138
14.Neraca Massa Tangki Penyimpanan	139
LAMPIRAN B	141
PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	141
1. Neraca Panas Heater.....	142
2. Neraca Panas Reaktor Liquifikasi /Dekstrinasi	149
3. Neraca panas Cooler.....	156
4. Neraca Panas Sakarifikasi	161
5. Neraca Panas Heater.....	175
6. Neraca panas Cooler.....	181
7. Neraca panas Evaporator.....	185
8. Neraca panas Cooler.....	197
LAMPIRAN C	202
SPESIFIKASI ALAT.....	202
1.Mixing Tank.....	202
2.Heater	208
3. Reaktor dektrinasi/ liquifikasi	218
4. Cooler	229

5. Reaktor sakarifikasi	238
6.Pompa dari sakarifikasi menuju Tangki karbonasi	251
7.Tangki Karbonasi	255

DAFTAR TABEL

Tabel 1 1. Perbandingan Proses	8
Tabel 1 2. Optimasi Proses dengan Metode Pembobotan.....	9
Tabel 5.1.Komposisi Pati Jagung.....	29
Tabel 5.2.Neraca Massa Mixing Tank (M-01).....	30
Tabel 5.3.Neraca Massa Heater (H-01).....	31
Tabel 5.4.Neraca Massa Reaktor Liquifikasi (R-01)	33
Tabel 5.5.Neraca Massa Cooler (C-01).....	34
Tabel 5.6.Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi (R-02).....	36
Tabel 5.7.Neraca Massa Heater (H-02).....	37
Tabel 5.8.Neraca Massa Tangki Karbonasi (M-02).....	38
Tabel 5.9.Neraca Massa Di Rotary Vacum filter (RVF)	39
Tabel 5.10.Neraca Massa Cooler (C-02).....	40
Tabel 5 11.Neraca Massa Kation Exchange (KE)	40
Tabel 5.12.Neraca Massa Anion Exchange (AE)	41
Tabel 5.13.Neraca Massa Evaporator (E)	42
Tabel 5.14.Neraca Massa Cooler (C-03).....	42
Tabel 5.15.Neraca Massa Tangki Penyimpanan (T).....	43
Tabel 6.1.CP Komponen	44
Tabel 6.2.Neraca Panas Heater (H-01)	45
Tabel 6.3.Neraca Panas Reaktor Liquifikasi /Dekstrinasi (R-01).....	46
Tabel 6.4.Neraca panas Cooler (C-01).....	47
Tabel 6.5.Neraca Panas Sakarifikasi (R-02)	48
Tabel 6.6.Neraca Panas Heater (H-02)	49
Tabel 6.7.Neraca panas Cooler (C-02).....	50
Tabel 6.8.Neraca panas Evaporator (E)	52
Tabel 6 9. Neraca panas Cooler (C-03).....	53
Tabel 8.1.Kebutuhan Air Proses	64
Tabel 8.2.Kebutuhan Air Pendingin	64

Tabel 8.3.Kebutuhan Air Umpan Boiler	65
Tabel 8.4.Kebutuhan Air Umpan Boiler	66
Tabel 9.1.Luas tanah dan Bangunan Pabrik Syrup glukosa.....	76
Tabel 10.1.Shift karyawan produksi	84
Tabel 10.2.Gaji karyawan	85
Tabel 11.1.Indeks Harga Alat Proses Tahun 2004-2024	88
Tabel 11.2.Perkiraan Harga Alat Proses	90
Tabel 11.3.Perkiraan Harga Kebutuhan Utilitas	91
Tabel 11.4.Daftar Gaji Karyawan	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.Jagung.....	3
Gambar 1.2.Grafik Data Impor Sirup Glukosa Tahun 2019 - 2023.....	11
Gambar 1.3.Peta Geografis Tuban	15
Gambar 1.4.Peta Geografis Jember.....	15
Gambar 4.1.Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 4.2.Diagram Alir Kuantitatif	27
Gambar 7.1.Mixing Tank	54
Gambar 7.2.Double Pipe Heater	55
Gambar 7.3.Reaktor Dektrinasi.....	56
Gambar 7.4.Reaktor Sakarifikasi	58
Gambar 7.5.Tangki Karbonasi	60
Gambar 8.1.Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah Cair	69
Gambar 8.2.Skema Instalasi IPAL.....	70
Gambar 9.1.Lokasi Pabrik Sirup Glukosa di Tuban	72
Gambar 9.2.Layout pabrik Sirup Glukosa	77
Gambar 10.1.Struktur Organisasi Pabrik Sirup Glukosa	80
Gambar 11.1.Grafik Indeks Harga Alat Proses Tahun 2004 - 2024	89
Gambar 11.2.Grafik Pengeluaran Pabrik Per Tahun.....	103