

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK
SYRUP MALTOSA DARI PISANG RAJA DENGAN
KAPASITAS PRODUKSI 20.000 TON/TAHUN**



HILNI MAHRANI FITRI

1610017411009

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada Jurusan
Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

UNIVERSITAS BUNG HATTA

2021

UNIVERSITAS BUNG HATTA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu di muka bumi ini, sehingga pada kesempatan ini berkat keridha'an dan bantuan-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Pra Rancangan Pabrik *Syrup* Maltosa dari Pisang Raja dengan Kapasitas Produksi 20.000 Ton/Tahun.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Eng Reni Desmiarti, ST., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.
3. Bapak Dr. Pasymi, ST., MT., selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Almarhum Dr. Mulyazmi, ST., MT., selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Ir. Elmi Sundari, M.T, selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua penulis yang telah memberi dukungan moral dan material kepada penulis.

8. Keluarga yang senantiasa mendampingi dan selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Partner Tugas Akhir Nia Gustika Sari yang mendampingi dan saling memberikan dukungan dalam pembuatan tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikannya.
10. Rekan-rekan di Teknik Kimia khususnya angkatan 2016 yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat.
11. dr. Maulana Muhammad Lutfi yang senantiasa memberikan support dan mendampingi penulis.
12. Lamis Tharra Fadhillah, S.Pi, M.Si dan Yerich Septa S, S.Farm sebagai teman yang senantiasa mendukung penulis.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, Februari 2021

Penulis

Hilni Mahrani Fitri

1610017411009

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	1
1.2.1 Produksi Maltosa di Indonesia.....	2
1.2.2 Konsumsi dalam Negeri.....	2
1.2.3 Impor Sirup Maltosa	3
1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.2.5 Kapasitas Produksi.....	4
1.3 Lokasi Pabrik	4
1.3.1 Alternatif I (Blora, Jawa Tengah)	5
1.3.2 Alternatif II (Pitu, Ngawi, Jawa Timur)	5
1.3.3 Alternatif III (Pati, Jawa Tengah).....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Umum	9
2.1.1 <i>Pisang Raja</i>	9
2.1.2 Gula-Gula Karbohidrat	10
2.1.3 Sirup Maltosa.....	15
2.1.4 Katalis	16
2.2 Tinjauan Proses.....	18
2.2.1 Hidrolisis Pati Menggunakan Asam	18
2.2.2 Hidrolisis Pati Menggunakan Enzim	19
2.2.3 Pemilihan Proses.....	22
2.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan.....	23
2.3.1 Bahan Baku.....	23

2.3.2 Bahan Penunjang	23
2.3.3 Produk	24
2.4 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Penunjang dan Produk.....	25
2.4.1 Spesifikasi Bahan Baku	25
2.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang.....	25
2.4.3 Spesifikasi Produk	26
BAB III DESKRIPSI PROSES.....	28
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	28
3.1.1 Tahapan Proses	28
3.1.2 Blok Diagram.....	28
3.2 Deskripsi Proses dan Flow Sheet.....	30
3.2.1 Deskripsi Proses.....	30
3.2.2 <i>Flow Sheet</i>	30
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	31
4.1 Neraca Massa.....	32
4.2 Neraca Energi	41
BAB V UTILITAS	49
5.1 Unit Penyediaan Listrik	49
5.2 Unit Pengadaan Air	51
5.2.1 Air Sanitasi	49
5.2.2 Air Pendingin(<i>Cooling water</i>).....	55
5.2.3 Air Umpan Boiler	56
5.3 Unit Pengolahan Limbah.....	60
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	61
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	61
6.1.1 Gudang Penyimpanan	61
6.1.2 Sterilizer	61
6.1.3 <i>Belt Conveyor</i>	62
6.1.4 <i>Peeling Machine</i>	62
6.1.5 <i>Cutter</i>	63
6.1.6 Tangki Perendaman.....	63
6.1.7 <i>Dryer</i>	63

6.1.8 Disk Mill	64
6.1.10 Bucket Elevator	64
6.1.10 Pneumatic Conveyor	65
6.1.11 Silo	65
6.1.12 Mixing Tank	66
6.1.13 <i>Reaktor Hidrolisis</i>	67
6.1.14 Pompa Hidrolisis	68
6.1.15 <i>Cooler 1</i>	68
6.1.16 <i>Reaktor Hidrolisis 2</i>	69
6.1.17 <i>Membran Ultrafiltrasi</i>	70
6.1.18 <i>Reverse Osmosis</i>	71
6.1.19 Storage Tank	72
6.1.20 Tangki Penyimpanan Enzim	72
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas	73
6.2.1 Pompa Air Sungai	73
6.2.2 Bak Penampung Air Sungai	73
6.2.3 Tangki Pelarutan Alum	74
6.2.4 Tangki Pelarutan Kapur Tohor	75
6.2.5 Tangki Pelarutan Kaporit	76
6.2.6 Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>	77
6.2.7 <i>Sand Filter</i>	77
6.2.8 Bak Penampungan Air Bersih	78
6.2.9 <i>Softener Tank</i>	79
6.2.10 Tangki Air Demin	79
6.2.11 <i>Cooling Tower</i>	80
6.2.12 <i>Deaerator</i>	80
6.2.13 <i>Boiler</i>	81
BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)	82
7.1 Tata Letak Pabrik	82
7.2 Keselamatan Kerja	86
7.2.1 Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan	86

7.2.2 Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja.....	87
7.2.3 Jenis-Jenis Dan Tindakan Untuk Menghindari / Mengurangi Kecelakaan Kerja	88
7.2.4 Peraturan-Peraturan Pemerintah Terkait Dengan K3	89
7.2.5 Alat Pelindung Diri (APD).....	90
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....	94
8.1. Struktur Organisasi	95
8.2. Tugas dan Wewenang.....	95
8.3. Pemegang Saham.....	97
8.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	101
8.5 Sistem Kerja	101
8.5.1 Waktu Kerja Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	101
8.5.2 Waktu Kerja Karyawan <i>Shift</i>	102
8.6 Jumlah Karyawan	102
8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan	103
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	105
9.1 <i>Total Capital Investment</i>	105
9.2 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>)	106
9.3 Harga Jual (<i>Total Sales</i>)	106
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik	107
9.4.1 Laba Kotor dan Laba Bersih.....	107
9.4.2 Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return</i>).....	107
9.4.3 Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Of Time</i>).....	107
9.4.4 Titik Impas (<i>Break Even Point</i>).....	108
BAB X TUGAS KHUSUS.....	109
10.1 Pendahuluan.....	109
10.2 Ruang Lingkup Rancangan	109
10.3 Rancangan	110
BAB XI PENUTUP	133
11.1 Kesimpulan.....	133

11.2 Saran	134
DAFTAR PUSTAKA	135

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Maltosa di Indonesia	2
Tabel 1.2 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kuantitatif.....	6
Tabel 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik Berdasarkan Metode Kualitatif	7
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pisang Raja.....	10
Tabel 2.2 Disakarida.....	12
Tabel 2.3 Perbandingan Proses Pembuatan Sirup Maltosa	22
Tabel 2.4 Spesifikasi Pisang Raja	24
Tabel 2.5 Spesifikasi Pati	25
Tabel 2.6 Spesifikasi Dekstrin.....	24
Tabel 2.7 Spesifikasi Air	25
Tabel 2.8 Spesifikasi Enzim α -amilase	25
Tabel 2.9 Spesifikasi Enzim β -amilase	25
Tabel 2.10 Spesifikasi Produk Maltosa	26
Tabel 4.1 Spesifikasi Bahan Baku Pisang Raja.....	32
Tabel 4.2 Spesifikasi Produk <i>Syrup</i> Maltosa.....	33
Tabel 4.3 Neraca Massa Proses Tangki Perebusan	33
Tabel 4.4 Neraca Massa Proses Peeling Machine	34
Tabel 4.5 Neraca Massa Tangki Perendaman	34
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Dryer</i>	36
Tabel 4.7 Neraca Massa pada Disk Mill	37
Tabel 4.8 Neraca Massa Mixing Tank	37
Tabel 4.9 Neraca Massa Reaktor Liquifikasi	38
Tabel 4.10 Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi.....	39
Tabel 4.11 Neraca Massa Membran Mikrofiltrasi	40
Tabel 4.12 Neraca Massa Reverse Osmosis.....	41
Tabel 4.13 Nilai Kapasitas Panas Komponen	42
Tabel 4.14 Nilai Gugus Pati $(C_6H_{10}O_5)_{1000}$	42
Tabel 4.15 Nilai Gugus Dekstrin $(C_6H_{10}O_5)_{10}$	42
Tabel 4.16 Nilai Gugus Maltosa $(C_{12}H_{22}O_{11})$	42

Tabel 4.17 Nilai Panas Pembentukan Komponen	43
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Sterilizer</i>	43
Tabel 4.19 Neraca Energi <i>Dryer</i>	44
Tabel 4.20 Neraca Energi Silo.....	45
Tabel 4.21 Neraca Energi <i>Mixing Tank</i>	46
Tabel 4.22 Neraca Energi Reaktor Hidrolisis.....	46
Tabel 4.23 Neraca Energi Cooler 1	47
Tabel 4.24 Neraca Energi Reaktor Hidrolisis.....	48
Tabel 4.25 Neraca Energi Cooler 2	48
Tabel 5.1 Kualitas Air Sungai Belawan	50
Tabel 5.2 Kebutuhan Air Sanitasi	50
Tabel 5.3 Kebutuhan Air Pendingin	50
Tabel 5.4 Kebutuhan <i>Steam</i>	51
Tabel 5.5 Kebutuhan Air Proses	51
Tabel 5.6 Ambang Batas Kandungan Unsur atau Senyawa Kimia dalam Badan Air Bagi Kesehatan Manusia	52
Tabel 5.7 Persyaratan Air Umpan Boiler	Error! Bookmark not defined. 56
Tabel 5.8 Resin yang Digunakan	58
Tabel 6.1.1 Gudang Penyimpanan.....	61
Tabel 6.1.2 <i>Sterilizer</i>	61
Tabel 6.1.3 <i>Belt Conveyor</i>	62
Tabel 6.1.4 <i>Peeling Machine</i>	62
Tabel 6.1.5 <i>Cutter</i>	63
Tabel 6.1.6 Tangki Perendaman	63
Tabel 6.1.7 <i>Dryer</i>	63
Tabel 6.1.8 Disk Mill	64
Tabel 6.1.9 Bucket Elevator	64
Tabel 6.1.10 Pneumatic Conveyor	65
Tabel 6.1.11 Silo	65
Tabel 6.1.12 <i>Mixing Tank</i>	66
Tabel 6.1.13 <i>Reaktor Hidrolisis</i>	67
Tabel 6.1.14 Pompa Hidrolisis	68

Tabel 6.1.15 <i>Cooler 1</i>	68
Tabel 6.1.16 <i>Reaktor Hidrolisis 2</i>	69
Tabel 6.1.17 <i>Membran Ultrafiltrasi</i>	70
Tabel 6.1.18 <i>Reverse Osmosis</i>	71
Tabel 6.1.19 <i>Storage Tank</i>	72
Tabel 6.1.20 <i>Tangki Penyimpanan Enzim</i>	72
Tabel 6.2.1 <i>Pompa Air Sungai</i>	73
Tabel 6.2.2 <i>Bak Penampung Air Sungai</i>	73
Tabel 6.2.3 <i>Tangki Pelarutan Alum</i>	74
Tabel 6.2.4 <i>Tangki Pelarutan Kapur Tohor</i>	75
Tabel 6.2.5 <i>Tangki Pelarutan Kaporit</i>	76
Tabel 6.2.6 <i>Unit Pengolahan Raw Water</i>	77
Tabel 6.2.7 <i>Sand Filter</i>	77
Tabel 6.2.8 <i>Bak Penampungan Air Bersih</i>	78
Tabel 6.2.9 <i>Softener Tank</i>	79
Tabel 6.2.10 <i>Tangki Air Demin</i>	79
Tabel 6.2.11 <i>Cooling Tower</i>	80
Tabel 6.2.12 <i>Deaerator</i>	80
Tabel 6.2.13 <i>Boiler</i>	81
Tabel 7.1 <i>Keterangan Tata Letak Peralatan Pabrik</i>	85
Tabel 8.1 <i>Waktu Kerja Karyawan Non Shift</i>	101
Tabel 8.2 <i>Karyawan Non Shift</i>	102
Tabel 8.3 <i>Karyawan Shift</i>	102
Tabel 9.1 <i>Biaya Komponen Total Capital Investment</i>	106
Tabel 9.2 <i>Biaya Komponen Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 9.3 <i>Perhitungan Laba Kotor dan Laba Bersih</i>	107
Tabel A.1 <i>Spesifikasi Bahan Baku Pisang Raja</i>	LA-1
Tabel A.2 <i>Spesifikasi Produk Syrup Maltosa</i>	LA-1
Tabel A.3 <i>Neraca Massa Proses Tangki Perebusan</i>	LA-4
Tabel A.4 <i>Neraca Massa Proses Peeling Machine</i>	LA-5
Tabel A.5 <i>Neraca Massa Tangki Perendaman</i>	LA-7
Tabel A.6 <i>Neraca Massa Dryer</i>	LA-8

Tabel A.7 Neraca Massa pada Disk Mill.....	LA-10
Tabel A.8 Neraca Massa Reaktor Mixing Tank.....	LA-12
Tabel A.9 Neraca Massa Reaktor Liquifikasi.....	LA-15
Tabel A.10 Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi.....	LA-18
Tabel A.11 Neraca Massa Membran Ultrafiltrasi.....	LA-20
Tabel A.12 Neraca Massa Reverse Osmosis.....	LA-22
Tabel B.1 Nilai Kapasitas Panas Komponen.....	LB-1
Tabel B.2 Nilai Gugus Pati ($C_6H_{10}O_5$) ₁₀₀₀	LB-2
Tabel B.3 Nilai Gugus Dekstrin ($C_6H_{10}O_5$) ₁₀	LB-2
Tabel B.4 Nilai Gugus Maltosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$).....	LB-2
Tabel B.5 Nilai Panas Pembentukan Komponen.....	LB-2
Tabel B.6 Energi pada Q_1 <i>Sterilizer</i>	LB-3
Tabel B.7 Energi pada Q_{steam} <i>Sterilizer</i>	LB-3
Tabel B.8 Energi pada $Q_{\text{kondensat}}$ <i>Sterilizer</i>	LB-4
Tabel B.9 Energi pada $Q_{\text{ex-steam}}$ <i>Sterilizer</i>	LB-4
Tabel B.10 Energi pada Q_2 <i>Sterilizer</i>	LB-4
Tabel B.11 Neraca Energi <i>Sterilizer</i>	LB-5
Tabel B.12 Energi pada Q_1 <i>Dryer</i>	LB-6
Tabel B.13 Energi pada Q_2 <i>Dryer</i>	LB-6
Tabel B.14 Energi pada Q_3 <i>Dryer</i>	LB-6
Tabel B.15 Neraca Energi <i>Dryer</i>	LB-8
Tabel B.16 Energi pada Q_1 Silo.....	LB-8
Tabel B.17 Energi pada Q_2 Silo.....	LB-8
Tabel B.18 Neraca Energi Silo.....	LB-9
Tabel B.19 Energi pada Q_1 Reaktor Liquifikasi.....	LB-10
Tabel B.20 Energi pada Q_2 Reaktor Liquifikasi.....	LB-10
Tabel B.21 Energi pada Q_3 Reaktor Liquifikasi.....	LB-10
Tabel B.22 Energi Reaktor Mixing Tank.....	LB-11
Tabel B.23 Energi pada Q_1 Reaktor Liquifikasi.....	LB-12
Tabel B.24 Energi pada Q_2 Reaktor Liquifikasi.....	LB-13
Tabel B.25 Energi pada Q_3 Reaktor Liquifikasi.....	LB-13
Tabel B.26 Energi pada $Q_{w \text{ in}}$ Reaktor Liquifikasi.....	LB-14

Tabel B.27 Energi pada $Q_{w\ out}$ Reaktor Liquifikasi	LB-14
Tabel B.28 Neraca Energi Reaktor Liquifikasi	LB-15
Tabel B.29 Energi pada Q_1 Cooler 1	LB-15
Tabel B.30 Energi pada Q_2 Cooler 1	LB-16
Tabel B.31 Neraca Energi Reaktor Liquifikasi	LB-17
Tabel B.32 Energi pada Q_1 Reaktor Sakarifikasi	LB-17
Tabel B.33 Energi pada Q_2 Reaktor Sakarifikasi	LB-18
Tabel B.34 Energi pada Q_3 Reaktor Sakarifikasi	LB-18
Tabel B.35 Energi pada $Q_{w\ in}$ Reaktor Sakarifikasi	LB-19
Tabel B.36 Energi pada $Q_{w\ out}$ Reaktor Sakarifikasi	LB-20
Tabel B.37 Neraca Energi Reaktor Sakarifikasi	LB-20
Tabel B.38 Energi pada Q_1 Cooler 2	LB-21
Tabel B.39 Energi pada Q_2 Cooler 2	LB-21
Tabel B.40 Neraca Energi Cooler 2	LB-22
Tabel D.1 Daftar Indeks Harga Rata-Rata Tahunan	LD-1
Tabel D.2 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Proses	LD-3
Tabel D.3 Daftar Perkiraan Harga Peralatan Utilitas	LD-4
Tabel D.4 Perhitungan <i>Capital Investment</i> Pabrik <i>Syrup Maltosa</i> dari Pisang Raja	LD-6
Tabel D.5 Biaya Bahan Baku	LD-7
Tabel D.6 Daftar Gaji Karyawan	LD-7
Tabel D.7 Perhitungan Komponen Biaya Produksi Total	LD-9

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Produksi Pisang Raja.....	2
Gambar 1.2 Grafik Konsumsi Maltosa.....	3
Gambar 1.3 Grafik Impor Sirup Maltosa.....	4
Gambar 1.4 Lokasi Pabrik Sirup Maltosa di Blora	5
Gambar 1.5 Lokasi Pabrik Sirup Maltosa di Pitu, Ngawi, Jawa Timur	5
Gambar 1.6 Lokasi Pabrik Sirup Maltosa di Pati, Jawa Tengah	6
Gambar 2.1 Struktur Monosakarida (a) glukosa, (b) galaktosa, (c) fruktosa	11
Gambar 2.2 Struktur Selulosa.....	13
Gambar 2.3 Struktur Amilosa.....	14
Gambar 2.4 Struktur Amilosa.....	15
Gambar 2.5 Struktur Maltosa	16
Gambar 2.6 Blok Diagram Hidrolisis dengan Asam.....	19
Gambar 2.7 Blok Diagram Hidrolisis dengan Enzim.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Sirup Maltosa dari Pisang Raja...	29
Gambar 3.2 Flowsheet Pembuatan Sirup Maltosa dari Pisang Raja	51
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi	53
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa	57
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik	84
Gambar 7.2 Tata Letak Peralatan Pabrik.....	85
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	96
Gambar 9.1 Grafik Break Event Point (<i>BEP</i>).....	108
Gambar D.1 Grafik Hubungan <i>Cost Indeks</i> terhadap Tahun	LD-2
Gambar D.2 Kurva <i>BEP</i>	LD-12

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	LA-1
LAMPIRAN B NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT UTAMA DAN UTILITAS.....	LC-1
LAMPIRAN D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	LD-1