

**PRA RANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI UBI KAYU
DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Sarjana D-4 Teknologi Kimia Industri
di Politeknik Negeri Ujung Pandang

IDA ADRIANI IDRIS
HAERA SETIAWATI

43221224
43221226

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun" oleh Ida Adriani Idris NIM 432 21 224 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 21 Juni 2023

Menyetujui,

Pembimbing I,



Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.
NIP. 19631225 199202 1 001

Pembimbing II,



Yuliani HR, S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2 002

Mengetahui,
Kepala Jurusan
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Drs. Herman Banggalino, M.T
NIP. 19610831 199003 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” oleh Haera Setiawati NIM 432 21 226 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 2 Juni 2023

Menyetujui,

Pembimbing I,



Yuliani HR, S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2 002

Pembimbing II,



Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng.
NIP. 19631225 199202 1 001

Mengetahui,

a.n Direktur

~~Ketua~~ Jurusan Teknik Kimia



Drs. Herman Banggalino, M.T
NIP. 19610831 199003 2 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 31 Mei 2023, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Ida Adriani Idris NIM 432 21 224 dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun".

Makassar, 31 Juni 2023

Tim Penguji Ujian Skripsi:

1. Ir. Barlian Hasan, M. T.

Ketua 
(.....)

2. Ir. Irwan Sofia, M.Si.

Sekretaris 
(.....)

3. M. Badai, S. T., M. T.

Anggota 
(.....)

4. Drs. Abdul Azis, M.T.

Anggota 
(.....)

5. Tri Hartono, LRSC., M. Chem.Eng.

Anggota 
(.....)

6. Yuliani HR, S.T.,M.Eng

Anggota 
(.....)

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 31 Mei 2023, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Haera Setiawati NIM 432 21 226 dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”.


Makassar, 21 Juni 2023

Tim Penguji Ujian Skripsi:

1. Ir. Barlian Hasan, M. T.

Ketua  (.....)


2. Ir. Irwan Sofia, M.Si.

Sekretaris  (.....)

3. M. Badai, S. T., M. T.

Anggota  (.....)

4. Drs. Abdul Azis, M.T.

Anggota  (.....)

5. Yuliani HR, S.T.,M.Eng

Anggota  (.....)

6. Tri Hartono, LRSC., M. Chem.Eng.

Anggota  (.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi pra rancangan pabrik ini yang berjudul "Pra Rancangan Pabrik Dekstrin Dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun" dapat diselesaikan dengan baik.

Selama penyusunan skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi. Berkat bimbingan, bantuan, dukungan dan kerjasama dari berbagai pihak maka segala rintangan tersebut dapat penulis atasi. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Drs. Herman Banggalino, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Ibu Dr. Fajriati Mas'ud, STP., M.Si., selaku Ketua Program Studi D4-Teknologi Kimia Industri
4. Ibu Yuliani HR, S.T., M.Eng., selaku pembimbing I dari Haera Setiawati dan Bapak Tri Hartono, LRSC., M.Chem.Eng. sebagai pembimbing I dari Ida Adriani Idris yang telah mencurahkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Orang tua dan seluruh keluarga kerabat yang selalu memberi dukungan baik moril dan materil, serta do'a yang tulus untuk keberhasilan penulis.

7. Seluruh teman-teman Politeknik Negeri Ujung Pandang RPL yang telah memberikan semangat dan membantu dalam melancarkan pengerjaan skripsi pra rancangan Pabrik.
8. Beserta semua pihak yang telah ikut berpartisipasi membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi pra rancangan pabrik ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang. Semoga uraian dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
RINGKASAN	xiv
SUMMARY	xv
SURAT PERNYATAAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	100
1.1 Latar Belakang	100
1.2 Kapasitas Produksi	101
1.3 Ketersediaan Bahan Baku	105
1.4 Tinjauan Pustaka	106
1.4.1 Ubi Kayu	106
1.4.2 Enzim α -amilase	107
1.4.3 Dekstrin	107
1.4.4 Sifat bahan baku dan produk	110
1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik	112
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.
2.1 Pertimbangan Pemilihan Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2 Uraian Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Tahap persiapan bahan baku	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Tahap pencampuran bahan	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Tahap gelatinasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Tahap likuifikasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Tahap pemisahan dan pemurnian produk	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 <i>Mixing Tank</i> (M-120)	Error! Bookmark not defined.
3.2 Reaktor Likuifikasi (R-130)	Error! Bookmark not defined.

3.3	<i>Rotary Drum Vakum Filter (H-140)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4	<i>Cation Exchanger (H-150)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5	<i>Evaporator (V-160)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.6	<i>Rotary Dryer (H-170)</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7	<i>Silo (F-176)</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS		Error! Bookmark not defined.
4.1	<i>Heater I (E-132)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	<i>Jet Cooker (Q-134)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3	<i>Reaktor Liquefikasi (R-130)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4	<i>Cooler (E-142)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.5	<i>Evaporator (V-160)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.6	<i>Kondensor (E-161)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.7	<i>Rotary Dryer (H-170)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.8	<i>Heater II/Heater udara (E-172)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.9	<i>Cooling conveyor (J-173)</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT		Error! Bookmark not defined.
5.1	<i>Gudang Bahan Baku</i>	Error! Bookmark not defined.
5.2	<i>Tangki Penyimpanan Air Proses</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3	<i>Pompa Tangki Air Proses</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4	<i>Tangki Penyimpanan Enzim</i>	Error! Bookmark not defined.
5.5	<i>Pompa Tangki Enzim</i>	Error! Bookmark not defined.
5.6	<i>Tangki Penyimpanan NaOH</i>	Error! Bookmark not defined.
5.7	<i>Pompa Tangki NaOH</i>	Error! Bookmark not defined.
5.8	<i>Belt Conveyor</i>	Error! Bookmark not defined.
5.9	<i>Hummer Mill</i>	Error! Bookmark not defined.
5.10	<i>Screw Conveyor</i>	Error! Bookmark not defined.
5.11	<i>Mixing Tank</i>	Error! Bookmark not defined.
5.12	<i>Pompa Mixing Tank</i>	Error! Bookmark not defined.
5.13	<i>Heater I</i>	Error! Bookmark not defined.
5.14	<i>Pompa Heater I</i>	Error! Bookmark not defined.
5.15	<i>Jet Cooker</i>	Error! Bookmark not defined.
5.16	<i>Reaktor Liquefikasi</i>	Error! Bookmark not defined.

5.17 Pompa Reaktor	Error! Bookmark not defined.
5.18 Cooler	Error! Bookmark not defined.
5.19 Pompa Cooler	Error! Bookmark not defined.
5.20 Rotary Drum Vakum Filter	Error! Bookmark not defined.
5.21 Pompa Rotary Drum Vakum Filter	Error! Bookmark not defined.
5.22 Cation Exchanger	Error! Bookmark not defined.
5.23 Pompa Cation Exchanger	Error! Bookmark not defined.
5.24 Evaporator	Error! Bookmark not defined.
5.25 Kondensor	Error! Bookmark not defined.
5.26 Pompa Evaporator	Error! Bookmark not defined.
5.27 Rotary Dryer	Error! Bookmark not defined.
5.28 Heater II	Error! Bookmark not defined.
5.29 Cooling conveyor	Error! Bookmark not defined.
5.30 Bucket Elevator	Error! Bookmark not defined.
5.31 Silo	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS	Error! Bookmark not defined.
6.1 Unit Penyediaan Steam	Error! Bookmark not defined.
6.2 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	Error! Bookmark not defined.
6.2.1 Kebutuhan Air	Error! Bookmark not defined.
6.2.2 Pengolahan Air	Error! Bookmark not defined.
6.3 Unit Penyediaan Listrik	Error! Bookmark not defined.
6.4 Unit Penyediaan udara tekan	Error! Bookmark not defined.
6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
6.6 Unit Penyediaan Bahan Kimia	Error! Bookmark not defined.
6.7 Spesifikasi Alat Utilitas	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	Error!
Bookmark not defined.	
7.1 Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
7.2 Keselamatan Kerja	Error! Bookmark not defined.
7.2.1 Identifikasi Bahaya dan <i>Job Safety Analysis</i> (JSA)	Error! Bookmark not defined.
7.2.2 <i>Risk and Safety</i> dari Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
7.2.3 Upaya Pencegahan terjadinya Bahaya	Error! Bookmark not defined.

BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN	
.....	Error! Bookmark not defined.
8.1 Manajemen Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.2 Bentuk Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.3 Struktur Organisasi Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.3.1 Pembagian Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.3.2 Sistem Kerja	Error! Bookmark not defined.
8.3.3 Kualifikasi Karyawan	Error! Bookmark not defined.
8.3.4 Sistem Penggajian	Error! Bookmark not defined.
8.3.5 JAMSOSTEK dan Fasilitas Tenaga Kerja	Error! Bookmark not defined.
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	Error! Bookmark not defined.
9.1 Lokasi pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.2 Tata Letak Pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.2.1 Layout Pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI TEKNIK	Error! Bookmark not defined.
10.1 Kajian Ekonomi	Error! Bookmark not defined.
10.2 Analisa Kelayakan Ekonomi	Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN	113
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN A NERACA MASSA	LA-107
LAMPIRAN B NERACA PANAS	LB-120
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT	LC-145
LAMPIRAN D UTILITAS	LD-240
LAMPIRAN E ANALISA EKONOMI	LE-285

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Dekstrin di Indonesia.....	101
Tabel 1. 2 Produksi Dekstrin di Indonesia	102
Tabel 1. 3 Ekspor dekstrin di Indonesia.....	103
Tabel 1. 4 Daftar konsumsi dekstrin di Indonesia.....	104
Tabel 1. 5 Perbandingan Komposisi Bahan Baku.....	105
Tabel 1. 6 Kelimpahan Ubi Kayu di Indonesia.....	105
Tabel 1. 7 Produksi Perkebunan Ubi Kayu di Kabupaten Gowa.....	106
Tabel 1. 8 Spesifikasi dekstrin berdasarkan SNI	108
<u>Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Hidrolisis Pati</u>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1 Neraca Massa Mixing Tank (M-120)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor Liquifikasi (R-130)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Neraca Massa Rotary Drum Vakum Filter (H-140)...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Neraca Massa Cation Exchanger (H-150)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5 Neraca Massa Evaporator (V-160)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 6 Neraca Massa Rotary Dryer (H-170)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 7 Neraca Massa Silo (F-176)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Neraca Panas Heater 1 (E-132).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Neraca Panas Jet Cooker (Q-134).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Neraca Panas Reaktor Liquifikasi (R-130)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Neraca Panas Cooler (E-142).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Neraca Panas Evaporator (V-160)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Neraca Panas Kondensor (E-161)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Neraca Panas Rotary Dryer (H-170)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Neraca Panas Heater II (E-172)	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 9 Neraca Panas Cooling conveyor (J-173)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 1 Kebutuhan Steam**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 2 Parameter Air Sanitasi**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 3 Persyaratan Air Umpan Boiler**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 4 Penggunaan Air dalam Pabrik Dekstrin**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 5 Penggunaan Listrik Pabrik Dekstrin**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 6 Penggunaan Udara Tekan Pabrik Dekstrin **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 7 Penggunaan Bahan Bakar Pabrik Dekstrin **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6. 8 Penggunaan Bahan Kimia Pabrik Desktrin..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7. 1 Instrumen dalam Pabrik Dekstrin**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7. 2 Klasifikasi Bahaya Berdasarkan Sumber Bahaya**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7. 3 Matriks Risk Management AS/NZS 4360 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 7. 4 Alat Pelindung Diri pada Pabrik Dekstrin **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 1 Komponen Biaya Langsung (Direct Cost, DC) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 2 Komponen Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost, DC) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 3 Komponen Biaya Produksi Langsung **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 4 Komponen Biaya Fixed Charges (FC)**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 5 Komponen Biaya General Expanses (GE)..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 6 Komponen Fixed Cost (FC).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 7 Komponen Variabel Cost (VC).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 10. 8 Komponen Semi Variable Cost (SVC) **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Hubungan Impor Dekstrin di Indonesia setiap tahun	102
Gambar 1. 2 Ekspor dekstrin di Indonesia tiap tahun	103
Gambar 1. 3 Pemutusan ikatan α -1,4-glikosidik oleh enzim α -amilase	110
Gambar 9. 1 Layout <u>Pabrik (Non Skala)</u>	<u>98</u>

RINGKASAN

Produksi dekstrin memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan, bila ditinjau dari banyaknya konsumsi dekstrin di Indonesia untuk berbagai sektor industri namun ketersediaan dekstrin di Indonesia belum mencukupi, sementara ketersediaan bahan baku cukup memadai, maka perlu dilakukan kajian pasar untuk mengetahui prospek pendirian pabrik baru dalam bentuk pra perancangan pabrik.

Pabrik ini direncanakan didirikan di Kecamatan Patalassang, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Adapun pendiriannya dimulai pada awal tahun 2025 dan beroperasi pada awal tahun 2027. Proses yang digunakan dalam pembuatan dekstrin yaitu proses enzimatis. Bahan baku yang digunakan adalah ubi kayu yang selanjutnya dihaluskan dan dicampur dengan air hingga membentuk *slurry*. *Slurry* akan mengalami proses gelatinisasi dan reaksi liquifikasi membentuk dekstrin. Dekstrin yang terbentuk selanjutnya dimurnikan melalui proses filtrasi dan evaporasi.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana struktur organisasi yang dipakai adalah garis dan staf. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 190 orang.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp212.369.236.273,54 /tahun, *Break Event Point* (BEP) pada 32,53%, ROI sebesar 45,73%, dan POT selama 3,12 tahun. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pabrik dekstrin dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak (feasible) didirikan.

Kata kunci: dekstrin, pati, liquifikasi

SUMMARY

Dextrin production has good prospects for development when viewed from the large consumption of dextrin in Indonesia for various industrial sectors but the availability of dextrin in Indonesia is not sufficient, while the availability of raw materials is sufficient, it is necessary to conduct a market study to find out the prospects for establishing a new factory in the form of factory design.

This factory is planned to be built in Patalassang District, Gowa Regency, South Sulawesi Province with a production capacity of 50,000 tons/year. The establishment will start in early 2025 and operate in early 2027. The process used in the manufacture of dextrans is an enzymatic process. The raw material used is cassava which is then mashed and mixed with water to form a slurry. The slurry will undergo a gelatinization process and a liquefaction reaction to form dextrin. The dextrin formed is then purified through filtration and evaporation processes.

This company is legally incorporated as a Limited Liability Company (PT) where the organizational structure used is line and staff. The company is led by a director with a total of 190 employees.

The results of the economic analysis calculation show a profit after tax of IDR 212,369,236,273.54 / year, a Break Event Point (BEP) at 32.53%, an ROI of 45.73%, and a POT of 3.12 years. The economic analysis shows that a dextrin plant with a capacity of 50,000 tonnes/year is feasible to establish.

Keywords: dextrin, starch, liquefaction

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ida Adriani Idris

Nim : 432 21 224

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Prarancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun" merupakan gagasan hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 2 Juni 2023



Ida Adriani Idris

432 21 224

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haera Setiawati

Nim : 432 21 226

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Prarancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun" merupakan gagasan hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 21 Juni 2023

Haera Setiawati

432 21 226

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang terus melakukan peningkatan ekonomi dalam segala bidang, khususnya dibidang industri kimia. Peningkatan ekonomi dapat dilakukan dengan menghasilkan barang-barang kebutuhan industri dalam negeri bahkan mampu memenuhi kebutuhan luar negeri. Namun, beberapa kebutuhan dalam negeri masih bergantung dengan negara lain sehingga dilakukan impor bahan. Salah satu jenis produk yang diimpor yaitu dekstrin mencapai 11.686,14 ton pada tahun 2020 (BPS, 2021). Dekstrin adalah polisakarida dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_{23}$. Polisakarida ini diperoleh melalui proses hidrolisis pati dengan bantuan katalis berupa asam atau enzim menjadi polimer berantai pendek (Ningsih, et al., 2010). Ketergantungan impor dekstrin menyebabkan devisa negara berkurang sehingga diperlukan suatu usaha dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Dekstrin banyak digunakan di industri antara lain sebagai pengental atau penstabil pada industri pangan, sebagai bahan perekat pada industri kertas, sebagai bahan pengental pada industri cat, sebagai bahan pengental zat warna dalam industri tekstil, dan lainnya (Pudjiastuti & Pratiwi, 2013). Kebutuhan dekstrin diperkirakan akan terus meningkat karena semakin banyak digunakan di industri sebagai bahan dalam memproduksi suatu produk dengan konsumsi dekstrin di Indonesia mencapai 364.681 ton/tahun (Melati & Paramitha, 2021).

Bahan baku pembuatan dekstrin adalah pati, maka dipilih ubi kayu sebagai bahan pembuatan dekstrin karena mengandung pati yang lebih tinggi dibanding bahan pangan lainnya yaitu sebesar 85,53% (Melati & Paramitha, 2021). Komponen pati inilah yang membentuk dekstrin melalui reaksi hidrolisis. Ubi kayu atau singkong merupakan jenis tanaman yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Indonesia memiliki iklim tropis dengan tanah yang subur dan cocok untuk tanaman palawijaya seperti ubi kayu. Total luas lahan panen ubi kayu di Indonesia pada tahun 2016 seluas 867.495 ha.

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki perkebunan ubi kayu dengan luas lahan mencapai 23.262 ha dan produksi pertahun sebesar 511.531 ton ditahun 2016, daerah penghasil ubi kayu terbesar di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Gowa dengan produksi pada tahun 2018 sebesar 256.052 ton (BPS, 2021). Adanya ketersediaan bahan baku yang melimpah memungkinkan untuk mendirikan pabrik dekstrin di Indonesia khususnya di Gowa, Sulawesi Selatan.

Pendirian pabrik dekstrin diharapkan dapat mencukupi kebutuhan dekstrin dalam negeri dan dapat menaikkan pertumbuhan ekonomi melalui ekspor. Manfaat lainnya untuk membuka lapangan kerja baru sehingga mengurangi angka pengangguran dan meningkatkan pendapatan asli daerah setempat.

1.2 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi dekstrin dapat dilihat dari beberapa aspek, salah satunya adalah aspek kebutuhan produk dekstrin di Indonesia dan melimpahnya ketersediaan bahan baku. Adapun pertimbangan lain yang perlu diperhatikan dalam perancangan kapasitas pabrik dekstrin yaitu *suplay* dan *demand*. *Suplay* adalah jumlah produk yang tersedia sedangkan *demand* adalah jumlah permintaan terhadap produk tersebut.

a) *Suplay*

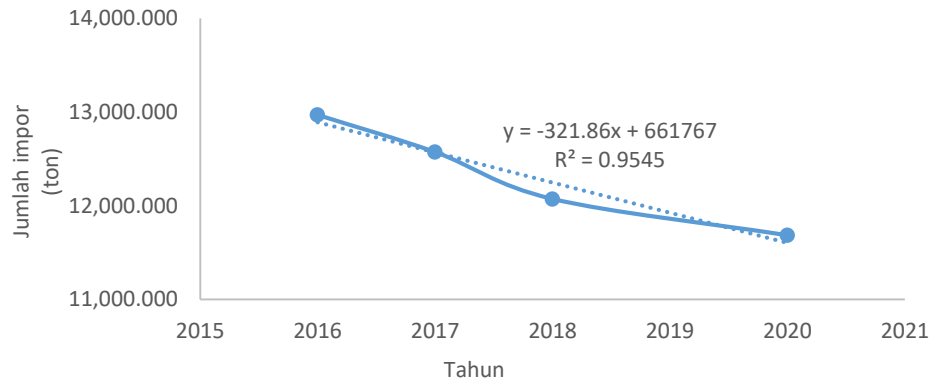
Suplay diperoleh dari data impor dekstrin dan produksi dekstrin dalam negeri. Indonesia masih mengimpor dekstrin dari luar negeri. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik), data impor dekstrin dari tahun 2016-2020 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Dekstrin di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)
2016	12.970,338
2017	12.573,991
2018	12.073,804
2020	11.686,144

Sumber: BPS (2021)

Berdasarkan data Tabel 1.1, maka diperoleh grafik hubungan antara impor dekstrin di Indonesia setiap tahun.



Gambar 1. 1 Grafik Hubungan Impor Dekstrin di Indonesia setiap tahun

Untuk mengetahui prediksi jumlah impor dekstrin pada tahun pendirian pabrik yaitu tahun 2027 maka dapat digunakan metode linearisasi berdasarkan grafik dengan persamaan $y = -321,86x + 661767$ dengan “x” adalah tahun dan “y” adalah kebutuhan impor dekstrin pertahun dalam ton. Dari persamaan yang diperoleh, dapat diproyeksikan kebutuhan impor di Indonesia pada tahun 2027 sebesar 9.356,78 ton.

Sebagai bahan tinjauan dan tolak ukur dalam penentuan kapasitas produksi juga dibutuhkan data pabrik di Indonesia yang memproduksi dekstrin. Daftar pabrik dekstrin di Indonesia disajikan dalam Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Produksi Dekstrin di Indonesia

Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Sorini Agro Asia Corporindo Tbk	12.000
PT. Associated British Budi	93.600
PT. Budi Lumbang Ciptatani	36.000
Total	141.600

Sumber : Fauzan & Amri (2019)

Berdasarkan data impor dan produksi dekstrin di Indonesia pada tahun 2027 maka nilai supply dapat ditentukan yaitu :

$$\text{Supply} = \text{Impor} + \text{Produksi}$$

$$\text{Supply} = 99.356,78 \text{ ton/tahun} + 141.600 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Supply} = 150.956,780 \text{ ton/tahun}$$

b) *Demand*

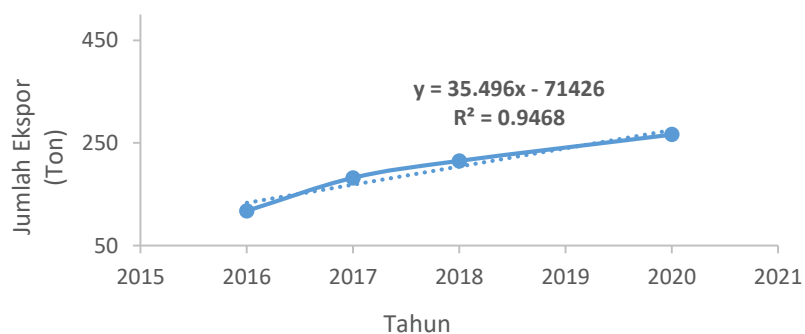
Nilai *demand* diperoleh dari nilai ekspor dan konsumsi dekstrin. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), data ekspor dekstrin dari tahun 2016 sampai 2020 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Ekspor dekstrin di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)
2016	117,45
2017	181,851
2018	214,966
2020	266,120

Sumber : BPS (2021)

Untuk mengetahui pediksi jumlah ekspor dekstrin pada tahun perancangan yaitu 2027, maka dibuat dengan metode linierisasi seperti pada Gambar 1.2



Gambar 1. 2 Ekspor dekstrin di Indonesia tiap tahun

Berdasarkan grafik linierisasi diatas diperoleh persamaan $y = 35,496x - 71426$, dimana “x” merupakan tahun dan “y” adalah nilai ekspor dekstrin pertahun dalam ton. Kebutuhan ekspor dekstrin di Indonesia pada tahun 2027 dapat diprediksikan dari persamaan yang telah diperoleh yakni sebesar 524,392 ton.

Sebagai bahan tinjauan dalam perhitungan *demand* juga dibutuhkan data konsumsi dekstrin atau daftar industri yang menggunakan dekstrin di Indonesia. Daftar pabrik di Indonesia yang mengkonsumsi dekstrin dapat dilihat pada Tabel 1.4

Tabel 1. 4 Daftar konsumsi dekstrin di Indonesia

Industri	Konsumsi (ton/tahun)
PT. Yakult Indonesia	24.387
PT. Sinar Sosro	114.966
PT. Nestle Indonesia	111.993
PT. Coca-Cola Bottling Indonesia	113.335
Total	364.681

Sumber : Paramitha (2021)

$$Demand = Ekspor + Konsumsi$$

$$Demand = 524,392 \text{ ton/tahun} + 364.681 \text{ ton/tahun}$$

$$Demand = 365.205,392 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2027, maka penentuan kapasitas perancangan pabrik dekstrin sebagai berikut:

$$Peluang = Demand - Suplay$$

$$Peluang = 365.205,392 \text{ ton/tahun} - 150.956,780 \text{ ton/tahun}$$

$$Peluang = 214.248,612 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan dekstrin pada tahun 2027 diperoleh sebesar 214.248,612 ton/tahun, sehingga diambil kapasitas 50.000 ton/tahun untuk memenuhi 25% dari peluang atau kebutuhan dekstrin di Indonesia.

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam produksi dekstrin yaitu bahan-bahan yang mengandung pati. Sumber-sumber bahan pati tersebut dapat diperoleh dari alam seperti ubi kayu, ubi jalar, sagu, kentang, jagung, padi, gandum, dan lain-lain. Perbandingan komposisi bahan baku dari beberapa tanaman sumber pati dapat dilihat pada Tabel 1.5

Tabel 1. 5 Perbandingan Komposisi Bahan Baku

Parameter	Jagung	Ubi Kayu	Kentang	Ubi Jalar
Kadar Air (%)	13,50	13,23	75,00	70,00
Kadar Abu (%)	1,40	0,043	0,92	1,20
Lemak (%)	4,00	0,31	0,20	0,70
Protein (%)	10,00	0,016	2,08	2,20
Pati (%)	66,55	85,53	20,63	26,00
Zat Tepung (%)	6,10	0,03	19,90	27,90
Gula (%)	1,40	0,07	-	6,70
Serat (%)	2,30	0,01	1,10	0,30

Sumber: Melati & Paramitha (2021)

Berdasarkan Tabel 1.5, ubi kayu mengandung pati yang lebih tinggi dibanding bahan pangan lainnya yaitu sebesar 85,53% (Melati & Paramitha, 2021). Komponen pati inilah yang nantinya akan membentuk dekstrin melalui reaksi hidrolisis. Ubi kayu di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan pakan. Kelimpahan ubi kayu di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.6

Tabel 1. 6 Kelimpahan Ubi Kayu di Indonesia

Tahun	Luas Lahan Panen (ha)	Produksi (ton)
2012	1.129.688	24.177.372
2013	1.065.752	23.936.921
2014	1.003.494	23.436.384
2015	949.916	21.801.415
2016	867.495	20.744.674

Sumber : BPS (2021)

Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah yang memiliki perkebunan ubi kayu, daerah penghasil ubi kayu terbesar di Sulawesi Selatan adalah Kabupaten Gowa.

Tabel 1. 7 Produksi Perkebunan Ubi Kayu di Kabupaten Gowa

Tahun	Produksi (ton)
2014	216.072
2015	225.432
2016	223.961
2017	263.006
2018	256.052

Sumber : BPS (2021)

Produksi ubi kayu di Kabupaten Gowa mencapai 256.052 ton pada tahun 2018, dalam perancangan ini kami mengambil bahan baku 25% dari produksi ubi kayu di Kabupaten Gowa yaitu 64.013 ton/tahun. Berdasarkan perhitungan neraca massa pada Lampiran A, kebutuhan bahan baku ubi kayu yaitu 59.229,482 ton/tahun. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku di Kabupaten Gowa dapat memenuhi kebutuhan pabrik dekstrin yang akan dirancang dengan kapasitas produk 50.000 ton/tahun.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Ubi Kayu

Ubi kayu, singkong, atau kaspé (*Manihot esculenta*) adalah tanaman yang umbinya dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil karbohidrat dan daunnya sebagai sayuran. Ubi kayu banyak dibudidayakan oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia, ubi kayu di Indonesia banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan serta sebagai bahan pakan. Ubi kayu tetap tumbuh dengan baik walaupun berada pada lahan yang kurang subur dan curah hujan yang rendah. Sistematika tanaman ubi kayu yaitu :

Devisi : *Tracheophyta*

Subdevisi : *Spermatophytina*

Ordo : *Malpighiales*
Famili : *Euphorbiaceae*
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot esculenta*
(Rukmana & Yuniarsih, 1997)

1.4.2 Enzim α -amilase

Enzim α -amilase memiliki nama kimiawi, yaitu *endo-1,4- α -D-glucan glucohydrolase*, E.C. 3.2.1.1. (Wahyuni, 2015). Enzim α -amilase berperan sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis pati membentuk gula. Kualitas dan kuantitas gula dipengaruhi oleh aktivitas enzim dalam menghidrolisis pati. Aktivitas Enzim α -amilase terhadap substrat amilosa maksimum terjadi pada kondisi optimum. Faktor yang mempengaruhi kinerja enzim meliputi konsentrasi substrat, pH optimum, tidak adanya inhibitor, dan adanya aktivator.

1.4.3 Dekstrin

Dekstrin merupakan produk modifikasi pati dari hasil hidrolisis pati dengan katalis asam atau enzim pada kondisi yang tertentu. Prinsip pembuatan dekstrin adalah memotong rantai panjang pati dengan katalis asam atau enzim menjadi molekul-molekul yang berantai pendek (Ningsih, et al., 2010).

Dekstrin umumnya berbentuk bubuk berwarna putih sampai putih. Dekstrin memiliki beberapa kelebihan dibanding pati alami yaitu memiliki kekentalan yang lebih rendah, lebih mudah larut dalam air dingin, dapat membentuk lapisan film dan mempunyai kemampuan merekat (Tyanjani & Yunianta, 2015).

1.4.3.1 Pemanfaatan Dekstrin

Dekstrin memiliki banyak manfaat dalam kehidupan khususnya pada bidang industri diantaranya :

- Bidang pangan, dekstrin berfungsi sebagai peningkat tekstur bahan makanan misalnya pada bubur bayi.
- Industri bahan perekat, dekstrin digunakan pada komponen untuk perekat pada amplop atau label

- Industri farmasi, dekstrin digunakan sebagai bahan pembawa obat (*carrier*) dalam pembuatan tablet yang mudah larut dalam air.
- Industri tekstil, dekstrin digunakan sebagai pengental zat warna.
- Industri kertas, dekstrin berfungsi sebagai pelapis agar permukaan kertas lebih halus
- Bidang kesehatan, dalam dosis tertentu dekstrin dapat mengurangi kolestrol dalam tubuh dan jantung.

1.4.3.2 Spesifikasi Dekstrin

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2593-1992) dekstrin didefinisikan sebagai salah satu produk hidrolisis pati, berbentuk serbuk amorf, bewarna putih sampai kekuning-kekuningan. Dekstrin memiliki sifat mudah larut dalam air. Spesifikasi dekstrin berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel 1.8

Tabel 1. 8 Spesifikasi dekstrin berdasarkan SNI

Variabel Mutu	SNI 01-2593-1992
Warna	Putih sampai kekuningan
Rendemen (%)	-
Kadar Air (%)	Maks 11
Kadar Abu (%)	Maks 0,5
Dekstrosa	Maks 20

Sumber : SNI 01-2593-1992

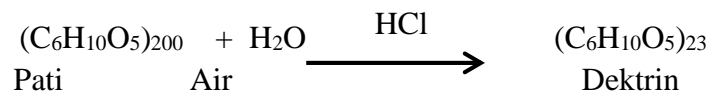
1.4.3.3 Teknologi Proses Pembuatan Dekstrin

a) Hidrolisa Pati dengan Asam

Proses hidrolisis pati menggunakan asam klorida sebagai katalis. Suspensi pati diasamkan dengan asam klorida pada pH 2-3 dan dipanaskan pada suhu 127 °C, tekanan 4 atm selama 1¼ jam. Proses hidrolisis pati dengan asam dilakukan pada suhu 127 °C dan pada tekanan 4 atm (bersifat eksotermis) selama 1¼ jam, selanjutnya ditambahkan asam borat sebanyak 4 % dari pati yang digunakan dan dirreaksikan kembali selama 15 menit

(Lanphere, et al., 1996). Pada proses hidrolisis pati dengan asam, konsentrasi asam dan suhu reaksi menjadi variabel yang penting dalam pembentukan dekstrin. Penggunaan asam sebagai katalis dapat mengkonversi pati menjadi dekstrin sebesar 50 % (Kao & Leow, 2006).

Keunggulan proses hidrolisis pati dengan asam yaitu reaksi pembentukan dekstrin berlangsung cepat, namun kelemahannya membutuhkan energi dan biaya yang besar karena proses berlangsung pada tekanan dan temperatur yang tinggi. Selain itu, proses ini memerlukan peralatan yang tahan korosi karena reaksi berlangsung pada kondisi pH yang rendah. Produk yang dihasilkan kurang baik dari segi warna dan rasa karena asam sangat reaktif dan mempengaruhi kemurnian produk. Adapun reaksi yang terjadi pada saat proses hidrolisa asam yaitu:



b) Hidrolisis Pati dengan Enzim

Proses hidrolisis pati secara enzimatik dapat memecah polimer menjadi monomer – monomer dengan bantuan enzim. Pada proses hidrolisis pati secara enzimatik, molekul pati mula-mula pecah menjadi dekstrin. Dekstrin adalah glukosa yang terdiri atas polimer sakarida yang memiliki rumus molekul yang sama dengan pati, namun lebih kecil dibandingkan pati. Proses hidrolisis pati secara enzimatik terbagi kedalam dua tahapan umum yaitu tahapan gelatinisasi dan tahapan likuifikasi (Budiarti, et al., 2016).

- Tahap Gelatinasi.

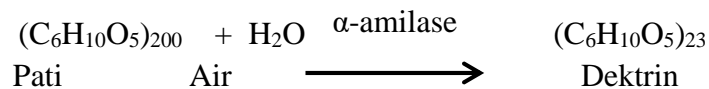
Gelatinasi merupakan proses yang bertujuan memecah granula pati menjadi suspensi kental. Pada proses gelatinasi, granula pati mengalami peningkatan volume akibat masuknya air ke dalam granula dengan bantuan panas hingga akhirnya granula pati pecah (Budiarti, et al., 2016).

- Tahap Likuifikasi

Tahap likuifikasi adalah proses hidrolisis pati menggunakan *Enzim α -amilase* untuk mengubah pati menjadi dekstrin. Enzim yang digunakan yaitu *α -amilase* yang dapat memutuskan *α -1,4-glikosida amilum* pada bagian dalam rantai pati secara acak (Wahyuni, 2015).

Gambar 1. 3 Pemutusan ikatan α -1,4-glikosidik oleh enzim α -amilase

Tahap likuifikasi berlangsung selama 3 jam pada suhu 95-115°C dan dilakukan penambahan NaOH untuk menjaga pH selama reaksi berlangsung. Pada tahap likuifikasi, pati diubah menjadi dekstrin dengan konversi sebesar 95,3% (Caroll, et al., 1990). Adapun reaksi yang terjadi pada saat proses hidrolisa dengan enzim yaitu:



1.4.4 Sifat bahan baku dan produk

1.4.4.1 Bahan Baku

- Sifat Ubi Kayu
 - ~ Bentuk : padat
 - ~ Kadar air : 13,23%
 - ~ Lemak kasar : 0,031%
 - ~ Protein kasar : 0,016%
 - ~ Kadar abu : 0,043%
 - ~ Pati : 85,532%
 (Fauzan & Amri, 2019)
- Sifat Air
 - ~ Rumus molekul : H₂O

- Berat molekul : 18,015 g/mol
 - Specific gravity (cair) : 1,00
 - Densitas : 1 g/mL (pada 4°C)
 - Kalor jenis : 1 kal/g.°C
 - Titik beku : 0°C (pada tekanan 1 atm)
 - Titik didih : 100°C (pada tekanan 1 atm)
 - pH : 6,8–7,2
- (Perry & Green, 1999)

1.4.4.2 Bahan Pembantu

- Sifat *Enzim α -amilase*
 - Wujud : cair
 - Warna : kuning
 - Densitas : 1.260 kg/m³
 - pH optimum : 6,0-6,5
 - pH inaktivasi : 5,3
 - Suhu Optimal : 95-115°C
 - Organisme penghasil : *Bacillus licheniformis*

(Wardhani, et al., 2016)
- Sifat Natrium Hidroksida
 - Rumus molekul : NaOH
 - Berat molekul : 40 g/mol
 - Bentuk : padat
 - Warna : putih
 - Specific gravity : 2,130
 - Titik leleh : 318,4°C
 - Titik didih : 1.390°C
 - Kapasitas panas : 0,67 (pada suhu 25°C)

(Perry & Green, 1999)

1.4.4.3 Produk

- Sifat Dekstrin
 - ~ Rumus molekul : $(C_6H_{10}O_5)_{23} \cdot xH_2O$
 - ~ Titik cair : 178°C
 - ~ Warna : putih hingga kekuningan
 - ~ Bentuk : serbuk
 - ~ Berat Molekul : 162,09 g/mol
 - ~ pH : 5 – 7
- (Perry & Green, 1999)

1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat perlu diperhatikan sebelum mendirikan pabrik sebab lokasi mempengaruhi kelancaran proses produksi dan distribusi produk. Lokasi pabrik dapat mempengaruhi pemasaran atau distribusi produk, ketersediaan bahan baku, tenaga kerja dan fasilitas lainnya. Pertimbangan tersebut diharapkan dapat menekan biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin sehingga kelancaran dan keberlanjutan pabrik dapat berlangsung. Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik ini adalah daerah Patalassang, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun pertimbangan pemilihan lokasi pabrik antara lain:

- Daerah penghasil ubi kayu terbesar di Provinsi Sulawesi Selatan terletak di Patalassang, Kabupaten Gowa
- Letak Patalassang, Kabupaten Gowa dekat dengan Ibu kota Provinsi yakni Makassar sehingga mempermudah pemasaran dekstrin.
- Sistem transportasi yang mendukung dalam penyediaan bahan baku dan pemasaran produk.

BAB XI KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Aspek proses

Proses produksi dekstrin dengan metode hidrolisis enzimatis lebih ekonomis karena tekanan dan suhu operasi rendah sehingga biaya operasional lebih murah untuk produksi besar berskala pabrik.

2. Aspek lokasi

Lokasi yang digunakan untuk pembangunan pabrik ini cukup strategis karena berada pada daerah dengan ketersediaan bahan baku yang memadai dan letaknya tidak jauh dari ibukota provinsi yang dapat memudahkan pemasaran, serta sistem transportasi yang mendukung.

3. Aspek ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pra rancangan pabrik ini menguntungkan dengan data sebagai berikut:

- *Return of Invesment* = 45,732%
- *Pay Out Time* = 3,12 tahun (3 tahun, 1 bulan, 2 hari)
- *Break Event Point* = 32,53%
- *Interest Rate of Return* = 38,102%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon., 2014. *Matches*. [Online]
Available at: <http://www.matche.com>
- Ariandi, 2016. Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amilase) dan Reaksi Enzimatiknya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa. *Jurnal Dinamika*, 3(1), pp. 7-16.
- Aries, R. S. & Newton, R. D., 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- BPS, 2021. *Badan Pusat Statistik*. [Online]
Available at: <https://www.bps.go.id/>
[Accessed 03 Desember 2021].
- Brown, G. G., 1987. *Unit Operations*. New York: John Wiley and Sons, inc..
- Brownell, L. E. & Young, E. H. , 1959. *Process Equipment Design*. New York: Chapman & Hall, Limited.
- Budiarti, G. I., Sumardiono, S. & Kusmiyati, 2016. Study Konversi Pati Kayu (Cassava Starch) menjadi Glukosa secara Enzimatik. *Jurnal Teknik Kimia*, III(1), pp. 7-16.
- Caroll, J. O., Swanson, T. R. & Trackman, P. C., 1990. *Starch Liquefaction With Alpha Amylase Mixtures*. *United States Patent Office Number 4933279*.
[Online]
Available at: <https://patents.google.com>
[Accessed 31 Maret 2021].
- Changsha, 2020. *Material Safety Data Sheet*. [Online]
Available at: <https://www.ckicgroup.com>
[Accessed 01 September 2022].
- Coulson, J. & Richardson, J., 1983. *Chemical Engineering Design : Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*. 6th ed. Amsterdam: Elsevier.
- Faputri, A. F., 2016. Desain Evaporator dan Pengujian Kondisi Operasi Optimal pada Desain Peralatan. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, VII(2), pp. 17-23.
- Fauzan, A. & Amri, D., 2019. *Prarancangan Pabrik Kimia Dekstrin dari Ubi Kayu (Manihot esculenta Crant) Secara Enzimatik dengan Kapasitas 35000 ton/tahun*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Geankoplis, C. J., 1993. *Transport Processes and Unit Operations*. 3th ed. United States of America: Prentice-Hall International, Inc.

- Gunara, S., 2017. *Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: SCBD.
- Herawati, D. & Yuntarso, A, 2017. Penentuan Dosis Kaporit Sebagai Desinfektan dalam Menyisihkan Konsentrasi Ammonium pada Air Kolam Renang. *Jurnal SainHealth*, 1(02), pp. 66-74.
- Herawati, H., 2012. Teknologi Proses Produksi Food Ingredient dari Tapioka Termodifikasi. *Jurnal Litbang Pertanian*, XXXI(02), pp. 68-76.
- IS 1680 : 1982, 2009. *Code of Practice for Treatment of Water for Low and Medium Pressure Land Boilers*. Indian, Patent No. IS 1680 : 1982.
- Kao, C. Y. & Leow, B. K., 2006. *Bulking agents for baked good*. *European Patent Office Number 1662883*. [Online]
Available at: <https://patents.google.com>
[Accessed 29 Maret 2021].
- Kementerian Kesehatan, 2017. *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Indonesia, Patent No. Nomor 32 Tahun 2017.
- Kern, D. Q., 1965. *Process Heat Transfer*. Japan: McGraw-Hill Book Company..
- Lanphere, R. E., Camanche & Iowa, 1996. *Manufacture of Dextrin*. *United States Patent Office Number 3425868*. [Online]
Available at: <https://patents.google.com>
[Accessed 29 Maret 2021].
- Madura, J., 2000. *Pengantar Bisnis*. Jakarta: Salemba Empat.
- Melati, A. D. M. & Paramitha, Y. S., 2021. *Prarancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu Secara Enzimatis Kapasitas 15000 ton/tahun*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Melati, D. M. A. & Syyskha, Y. P., 2021. *Prancangan Pabrik Dekstrin dari Ubi Kayu Secara Enzimatis Kapasitas 15000 ton/tahun*, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Metcalf & Eddy, 1979. *Wastewater Engineering: treatment, Disposal and Reuse*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company Inc..
- Ningsih, D. R., Asnani, A. & Fatoni, A., 2010. Pembuatan Dekstrin dari Pati Ubi Kayu Menggunakan Enzim Amilase dari *Azospirillum sp. JG3* dan Karakterisasinya. *Jurnal Teknologi Kimia Industri*, I(5), pp. 15-21.
- Ohkuma, K. e. a., 1994. *Indigestible Dextrin*. United States, Patent No. 5364652..

- Peraturan Menteri Kesehatan, 2017. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017.
- Perry, R. H. & Green, D., 1997. *Chemical Engineers' Handbook*. 7th ed. New York: Mc. Graw-Hill Book Company.
- Peters, M. S. & Timmerhaus, K. D., 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill, Inc.
- Powel, S., 1954. *Water Conditioning for Industry*. Tokyo: MC.Graw Hill Book Company, Inc..
- PT. Smart-Lab Indonesia, 2017. *Lembar Data Keselamatan Bahan H₂SO₄*. [Online]
Available at: <https://smartlab.co.id/>
[Accessed Rabu Agustus 2022].
- PT. Smart-Lab Indonesia, 2017. *Lembar Keselamatan Bahan Aluminium Sulfat*. [Online]
Available at: <https://smartlab.co.id>
[Accessed 22 Agustus 2022].
- PT. Smart-Lab Indonesia, 2019. *Lembar Data Keselamatan Bahan NaOH*. [Online]
Available at: <https://smartlab.co.id>
[Accessed 22 Agustus 2022].
- Pudjiastuti, T. & Pratiwi, T., 2013. Pembuatan Dekstrin dari Tepung Tapioka secara Enzimatik dengan Pemanasan Microwave. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, II(2), pp. 169-176.
- Ramli, S., 2011. *Pedoman Praktis Mnajemen Risiko dalam Prespektif K3*. Jakarta: Dian Raya.
- Redjeki, S., 2016. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan.
- Rukmana, R. & Yuniarsih, 1997. *Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Scientific, F., 2007. *Material Safety Data Sheet Alpha-Amilase*. [Online]
Available at: <https://fscimage.fishersci.com/>
[Accessed 22 Agustus 2022].
- Siagan, S., 1992. *Organisasi kepemimpinan & perilaku Administrasi*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Sigma-Aldrich, 2021. *Lembar Data Keselamatan Calcium Hypochlorite*. [Online] Available at: <https://www.merckmilipore.com> [Accessed 22 Agustus 2022].
- SNI, 1992. *Dekstrin industri pangan (SNI 01-2593-1992)*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- Sunardjo, 2011. *Rancang Bangun Rotary Drum Vacuum Filter Untuk Penyaringan Natrium Zirkonat*, Yogyakarta: Pusat Teknolgi Akselerator dan Proses Bahan.
- Supriyatna, N., 2012. Produksi Dekstrin dari Ubi Jalar Asal Pontianak Secara Enzimatis. *Biopral Industri*, III(2), pp. 51-56.
- Tazkiah N, P., Rosahidi, T. D. & Supriadin, A., 2017. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Amilase dari Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Al-Kimiya*, IV(1), pp. 17-22.
- Tyanjani, E. F. & Yunianta, 2015. Pembuatan Dekstrin dari Tepung Tapioka secara Enzimatis dengan Pemanasan Microwave. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), pp. 1119-1127.
- Ulrich, G. D., 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley and Son, Inc.
- Wahyuni, 2015. *Konversi Enzimatis: Pengujian Aktivitas Enzim α – Amilase*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Walas, S. M., 1988. *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth Publisher.
- Wardhani, D. H., Aryanti, N., Murvianto, F. & Yogananda, K. D., 2016. Peningkatan Kualitas Glukomanan *Amorphophallus oncophyllus* Secara Enzimatis dengan α -Amilase. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, I(2), pp. 2541-5891.
- Widjaja, G. & Yani, A., 2006. *Seri Hukum Bisnis Perseroan Terbatas*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Yaws, C. L., 1999.. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Yerizen, M. e. a., 2019. Kinerja Rotary Dryer pada Pengeringan Chips Manihot Esculent dalam Pembuatan Mocaf Berdasarkan Variasi Waktu, Temperatur dan Laju Pengeringan. *Jurnal Kinetika*, X(02), pp. 24-28.
- Yuliani, H., 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: Deepublish.

