



**PRA-RANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI BONGGOL PISANG  
DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 12.000  
TON/TAHUN**

Skripsi

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
Program Studi S1 Teknik Kimia

Oleh:

Putri Eka Yulianda

201910401022

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA  
JEMBER  
2024**

## PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan limpahan rahmat dan taufiqnya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia yang berjudul “*Pra-Rancangan Pabrik Dekstrin dari Bonggol Pisang Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 12.000 Ton/Tahun*”. Dengan penuh kerendahan hati, kami persembahkan Tugas Akhir ini sebagai wujud terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa serta dukungannya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, serta selaku Dosen Pembimbing Anggota.
3. Ibu Ir. Istiqomah Rahmawati S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Ibu Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama.
5. Ibu Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, yang telah membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini.

**MOTTO**

*“If you can dream it, you can do it”*

(Walt Disney)

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Eka Yulianda

NIM : 201910401022

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Pra-Rancangan Pabrik Dekstrin dari Bonggol Pisang Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 12.000 Ton/Tahun*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 01 Juli 2024

Yang menyatakan,



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular official stamp. The stamp contains the text 'METERAI TEMPEL' and the number '10ALX110290467'. There is also a small rectangular stamp to the right of the main circular one.

Putri Eka Yulianda

NIM. 201910401022

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “*Pra-Rancangan Pabrik Dekstrin dari Bonggol Pisangn Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 12.000 Ton/Tahun*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 20 Juni 2024  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Pembimbing

### Tanda Tangan

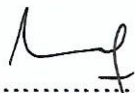
#### 1. Pembimbing Utama

Nama : Ir. Istiqomah Rahmawati, S.Si., M.Si.  
NRP : 760017101

  
(.....)

#### 2. Pembimbing Anggota

Nama : Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM  
NIP : 197409011999031002

  
(.....)

### Penguji

#### 1. Penguji Utama

Nama : Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M.T.  
NIP : 199412212019032018

  
(.....)

#### 2. Penguji Anggota

Nama : Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si.  
NIP : 199311022022032014

  
(.....)

## **ABSTRACT**

*The banana plant is a multi-purpose plant and can be used from roots to leaves. The starch content in banana stem can be used to make dextrin. One of the potential chemicals is dextrin which is used as a thickener. The dextrin plant made from banana stem is designed with a capacity of 12.000 tons/year. The raw materials required are 17,695.45 tons/year. In this design, dextrin is produced through several processes, such as the pretreatment using steam explosion and continued with the separation stage of lignin content, then continued with the starch hydrolysis process that produces dextrin. This process uses CSTR with catalyst assistance from  $\alpha$ -amylase enzyme. The reaction is conducted at a pressure of 1 atm and a temperature of 95°C. The slurry-shaped dextrin is fed into a Rotary Vacuum Filter to separate the cake and filtrate. The dextrin is then supplied to an evaporator to obtain high purity, then continued to a spray dryer to change the dextrin phase into powder. The plant is planned to be located in Krajan Hamlet, Papringan, Klakah District, Lumajang Regency with a land area of 53 hectares. The number of employees required is 184 people. The results of the economic analysis show that the net sales profit is Rp. 121.271.840.757,87. Return on investment (ROI) is 8,20%. The pay out time (POT) is 4,32 years. Thus, the break-even point (BEP) reached 41,78%. Based on the economic evaluation, the desktrin plant with a production capacity of 12.000 tons per year is worth to be established.*

**Keywords:** *Dextrin, starch, banana pomace, enzyme, CSTR*

## RINGKASAN

Tanaman pisang merupakan jenis tanaman serba guna dan dapat dimanfaatkan mulai dari akar hingga daun. Kandungan pati pada bonggol pisang bisa dimanfaatkan menjadi dekstrin. Salah satu bahan kimia yang potensial adalah dekstrin yang digunakan sebagai pengental. Pabrik dekstrin berbahan baku bonggol pisang ini dirancang dengan kapasitas 12.000 ton/tahun. Bahan baku yang dibutuhkan sebanyak 17.695,45 ton/tahun. Pada pra-rancangan ini, dekstrin diproduksi melalui beberapa proses, yaitu *pre-treatment* yang dilakukan menggunakan steam explosion dan dilanjutkan tahap pemisahan kadar lignin, kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis pati yang menghasilkan dekstrin. Proses ini menggunakan CSTR dengan bantuan katalis enzim  $\alpha$ -amilase. Reaksi dilakukan pada tekanan 1 atm dan suhu 95°C. Dekstrin yang berbentuk *slurry* diumpankan ke dalam *Rotary Vacuum Filter* untuk dipisahkan antara *cake* dan *filtrat*. Dekstrin kemudian diumpankan ke evaporator untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi, kemudian dilanjutkan ke *spray dryer* untuk mengubah fase dekstrin menjadi serbuk. Pabrik ini direncanakan akan dibangun pada wilayah Dusun Krajan, Papringan, Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang dengan luas tanah 53 hektar. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 184 orang. Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa keuntungan penjualan bersih Rp. 121.271.840.757,87. Tingkat pengembalian investasi (*Return on Investment/ROI*) sebesar 8,20%. Waktu pengembalian modal (*Pay Out Time/POT*) adalah 4,32 tahun. Dengan demikian, titik impas (*Break Even Point/BEP*) mencapai 41,78%. Berdasarkan evaluasi ekonomi tersebut, maka pabrik desktrin dengan kapasitas produksi 12.000 ton per tahun layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** Dekstrin, pati, bonggol pisang, enzim, CSTR

## PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan limpahan rahmat dan taufiqnya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia yang berjudul “Pra-Rancangan Pabrik Dekstrin dari Bonggol Pisang Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 12.000 Ton/Tahun”. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa di Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Selama penyusunan Tugas Akhir ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat serta karunianya. Serta yang telah memberikan nikmat sehat, panjang umur dan kemudahan dalam setiap pengerjaan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa yang sangat tulus dan tidak pernah terputus.
3. Bapak Dr. Ir. Iwan Taruna. M.Eng., IPM selaku Rektor Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
5. Bapak Ir. Boy Arief Fachri, S.T., M.T., Ph.D., IPM Selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, serta selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya kepada penulis.
6. Ibu Ir. Istiqomah Rahmawati S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya kepada penulis.
7. Ibu Ir. Ditta Kharisma Yolanda Putri, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama yang senantiasa memberikan masukan dan ilmunya.
8. Ibu Zuhriah Mumtazah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang senantiasa memberikan masukan dan ilmunya.

9. Tim partner kelompok dalam pengerjaan tugas akhir ini yang telah bekerja sama sangat keras, bersabar, dan mampu terus berjuang bersama untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, yang telah membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini.
11. Tema-teman Teknik Kimia 2020 yang telah mendukung dan memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
12. Serta semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga segala dukungan, bimbingan, dan doa yang diberikan oleh semua pihak dalam pengerjaan Tugas Akhir ini kepada penulis akan menjadi berkah dan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah Allah Subhana Wa Ta'ala. Pembuatan Tugas Akhir ini, tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa depan. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, 01 Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan .....	2
<b>BAB 2 PERENCANAAN PABRIK</b> .....	<b>3</b>
2.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	3
2.2 Pemilihan Kapasitas .....	4
2.3 Pemilihan Proses .....	6
2.3.1 Hidrolisis Pati Oleh Asam .....	7
2.3.2 Hidrolisis Pati Oleh Enzim .....	7
2.4 Uraian Proses.....	9
2.4.1 Uraian Proses Produksi.....	9
2.5 Spesifikasi Bahan (Sifat Fisik dan Kimia) .....	13
2.5.1 Bahan Baku Utama .....	13
2.5.2 Bahan Pendukung .....	13
2.5.3 Produk.....	14
2.6 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak .....	14
2.6.1 Bahan Baku.....	15
2.6.2 Geografis dan Iklim .....	15
2.6.3 Utilitas.....	16
2.6.4 Populasi dan Tenaga Kerja .....	16
2.6.5 Pemasaran Produk.....	16

2.6.6 Transportasi .....	16
2.6.7 Perpajakan dan Hukum yang Berlaku .....	17
2.6.8 Tata Letak Pabrik.....	17
<b>BAB 3 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS .....</b>	<b>18</b>
<b>BAB 4 SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>19</b>
4.1 Gudang Penyimpanan Bonggol Pisang (F-111) .....	19
4.2 Tangki <i>Steam Explosion</i> (D-210) .....	19
4.3 Reaktor (R-310).....	20
4.4 Pompa (L-311).....	20
4.5 <i>Cooler</i> (E-312) .....	21
4.6 <i>Rotary Vacuum Filter</i> (H-410) .....	22
4.7 <i>Cation Exchanger</i> (X-412).....	22
4.8 <i>Anion Exchanger</i> (X-413) .....	23
4.9 <i>Spray Dryer</i> (D-430) .....	23
4.10 Silo (F-436) .....	24
<b>BAB 5 EVALUASI EKONOMI .....</b>	<b>25</b>
5.1 Total Modal .....	25
5.2 Ongkos Produksi .....	25
5.3 Keuntungan .....	25
5.4 Lama Waktu Pengembalian .....	26
5.5 Laju Pengembalian Modal.....	26
5.5 Break Event Point.....	26
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>27</b>
6.1 Kesimpulan.....	27
6.2 Saran.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>32</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Pohon Pisang di Jawa Timur.....	3
Tabel 2.2 Area Peremajaan Pohon Pisang.....	4
Tabel 2.3 Data Ekspor, Impor, dan Konsumsi Dekstrin di Indonesia .....	5
Tabel 2.4 Data Pabrik Produksi Dekstrin di Indonesia .....	5
Tabel 2.5 Perbandingan Proses Hidrolisis Pati .....	9
Tabel 4.1 Keterangan Kode Huruf .....	15
Tabel 2.7 Keterangan Kode Angka .....	15
Tabel 2.8 Daftar Nama Alat .....	15
Tabel 2.9 Jumlah Angkatan Kerja (Jiwa) .....	22
Tabel 2.10 Jumlah Angkatan Kerja, Bekerja, dan Tingkat Pengangguran.....	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Total Ketersediaan Pohon Pisang di Jawa Timur .....	3
Gambar 2.2 Area Peremajaan Pohon Pisang Kepok .....	4
Gambar 2.3 <i>Block Flow Diagram</i> .....	12
Gambar 2.4 Lokasi Pabrik.....	15
Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik Dekstrin.....	17
Gambar 3.1 Neraca Massa, Neraca Panas, dan PFD.....	18

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki banyak manfaat untuk manusia, contohnya mulai dari akar, batang, bonggol, daun, buah hingga kulit buahnya dapat dimanfaatkan semuanya (Nofalina, 2013). Pisang memiliki berbagai jenis, salah satunya yaitu jenis pisang kepok. Komposisi bonggol pisang kepok meliputi 2,97% lignin (Bahri, 2015), 76% pati, 20% air, (Solikhin dkk., 2012) dan 1,03% sisanya berupa *ash* (Kupai dkk., 2020). Kandungan pati yang tinggi yang ada pada bonggol pisang kepok berpotensi untuk dimanfaatkan dan juga dikembangkan dalam berbagai macam industri (Rahmawati dkk, 2023). Tanaman pisan dapat tumbuh secara cepat dan juga ketersediaan dari bonggol pisang sendiri sangatlah melimpah, serta harganya tidak mahal (Marwati, 2013).

Pati yang terkandung dalam bonggol pisang cukup tinggi sehingga dapat diolah menjadi produk berupa dekstrin. Dekstrin merupakan polisakarida yang memiliki rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$  dan merupakan produk hidrolisis pati yang diolah dengan cara memotong rantai utama pada pati dengan bantuan katalis. Dekstrin adalah jenis karbohidrat yang tersintesis selama hidrolisis pati diproses menjadi gula yang dilakukan dengan bantuan panas dan enzim (Fadillah dkk., 2022). Dekstrin banyak digunakan dalam berbagai industri, contohnya seperti bahan pengental zat warna dalam industri tekstil, sebagai bahan perekat pada industri kertas, sebagai pengental maupun penstabil pada industri pangan, dan sebagai bahan pengental pada industri cat (Fauzan dkk, 2019).

Didirikannya pabrik dekstrin ini diharapkan dapat memberikan keuntungan seperti: membuka lapangan kerja baru bagi penduduk sekitar pabrik sehingga menurunkan angka pengangguran, dapat memenuhi bahan baku bagi pabrik-pabrik di Indonesia yang menggunakan bahan baku dekstrin, dan mengurangi ketergantungan impor. Dengan berbagai peluang besar tersebut diharapkan dari pendirian pabrik dekstrin di Indonesia akan memiliki peluang yang sangat besar, dikarenakan bisa memenuhi kebutuhan industri pemakaian dekstrin lokal dan dapat menembus pasar internasional.

## 1.2 Sejarah dan Perkembangan

Tahun 1744, Inggris berupaya memanfaatkan pati sebagai perekat dan melengkungkan pemolesan pada kaca. Tahun 1804 di Ireland, Legerage yang melakukan uji coba untuk menciptakan alternatif *gum Arabic*. Pada tahun 1980-an di Indonesia industri dekstrin mulai berkembang. Pada industri pangan dekstrin digunakan untuk menambahkan tekstur renyah pada makanan. Pada industri farmasi dekstrin dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tablet kapsul obat. Pada industri minuman dekstrin dimanfaatkan menjadi bahan pengental. Pada industri kertas dekstrin berfungsi sebagai perekat (Wardhani dkk, 2011). Proses hidrolisis enzim pertama kali diperkenalkan pada tahun 1950 (Defrizal, 2020).

Pabrik pembuat dekstrin yang kini sudah ada di Indonesia yaitu bernama PT Sorini Agro Asia Corporindo Tbk. (Sorini) didirikan pada tahun 1983. PT Sorini Agro Asia Corporindo Tbk bergerak pada bidang industri kimia dan salah satu industri penghasil turunan pati terbesar yang berada di Indonesia dengan kapasitas produksi 402.000 ton/tahun. Bahan baku yang dipakai yaitu berupa pati yang berasal dari tepung tapioka dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. Tahap-tahap proses produksi glukosa sebagai bahan pembuatan dekstrin pada PT. Sorini Agro Asia Corporindo Tbk terdiri dari tahap *starch slurry preparation*, liquifikasi, sakarifikasi, filtrasi, evaporasi (Yohanes, 2019). PT. Sorini Agro Asia Corporindo Tbk memproduksi *Starch* dan *Starch Sweetener* termasuk *Sorbitol Powder*, *Sorbitol Syrup*, *Maltose Syrup*, *Maltitol*, *Dextrin* dan *Dextrose Monohydrate*. Macam-macam produk tersebut merupakan bahan baku dalam produksi beberapa industri barang konsumsi mulai dari makanan dan minuman hingga farmasi (Suwardi dkk., 2009). Beberapa perusahaan luar negeri yang memproduksi pati diantaranya perusahaan Royal Avebe dari Belanda, Cargil dari Amerika, Tereos dari Belgia, Agrana Group dari Austria, dan Roquette Freres dari Prancis dengan kapasitas industri masing-masing sebesar 235.000 ton/tahun; 845.300 ton/tahun; 242.200 ton/tahun; 64.000 ton/tahun; dan 127.200 ton/tahun (Starch Europe, 2023).

## BAB 2 PERENCANAAN PABRIK

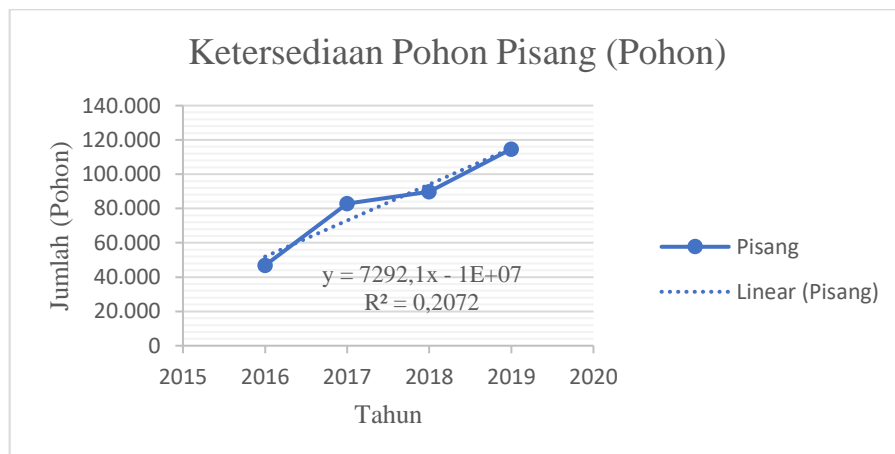
### 2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku termasuk ke dalam syarat utama terhadap kelangsungan produksi suatu pabrik. Lumajang termasuk ke dalam daerah penghasil buah pisang. Menurut Rakhmawati (2019), berat bonggol pisang ketika di rata-rata mencapai berat 10 kg. Berikut adalah ketersediaan bahan baku yang tertera pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1.

Tabel 2.1 Data Pohon Pisang di Jawa Timur

Tahun	Jawa Timur (Pohon)	Konversi ke kg
2016	46.842	468.420
2017	82.774	827.740
2018	89.805	898.050
2019	114.685	1.146.850
Jumlah	334.106	3.341.060
Rata-Rata	83.526,5	835.265

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2023)



Gambar 2.1 Total Ketersediaan Pohon Pisang di Jawa Timur

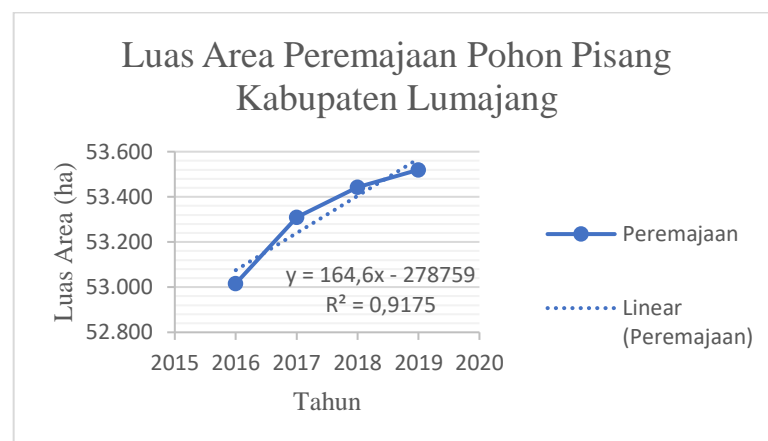
Bahan baku bonggol pisang *Musa paradisiaca* Linn. dari pisang kepok di dapatkan dari petani pisang. Menurut Pangan News (2022) pisang kepok dapat

ditanam dengan jarak tanam 3 – 3,5 m. Adapun tiap 1 hektar kebun bisa menghasilkan 900 batang pisang. Umur optimal dalam memanen pisang kepok yakni 12-13 bulan. Berikut merupakan area peremajaan pohon pisang Kabupaten Lumajang yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Area Peremajaan Pohon Pisang

<b>Tahun</b>	<b>Area Peremajaan (ha)</b>	<b>Konversi ke Jumlah Pohon</b>
2016	53.016	47.714.400
2017	53.309	47.978.100
2018	53.443	48.098.700
2019	53.520	48.168.000
Jumlah	213.288	191.959.200
Rata-Rata	53.322	47.989.800

Sumber : (Pertanian, 2019)



Gambar 2.2 Area Peremajaan Pohon Pisang Kepok

## 2.2 Pemilihan Kapasitas

Kapasitas produksi pabrik dapat diperoleh dengan menganalisa ekspor, impor, produksi, dan konsumsi pasar dari tahun ke tahun sehingga didapatkan peluang kapasitas. Pemilihan kapasitas produksi digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam mengetahui perhitungan kebutuhan dari Negara Indonesia terhadap dekstrin (Kusnarjo, 2010). Berikut merupakan data ekspor, impor, dan

konsumsi dekstrin di Indonesia yang tiap tahunnya diasumsikan sama pada Tabel 2.3 dan data pabrik produksi dekstrin yang ada di Indonesia pada Tabel 2.4:

Tabel 2.3 Data Ekspor, Impor, dan Konsumsi Dekstrin di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Impor (Ton)</b>	<b>Impor (%)</b>	<b>Ekspor (Ton)</b>	<b>Ekspor (%)</b>	<b>Konsumsi (Ton)</b>	<b>Konsumsi (%)</b>
2015	9.292	-	168,00	-	-	-
2016	10.808	16,32%	107,30	-36,13%	-	-
2017	10.315	-4,56%	191,82	78,77%	-	-
2018	9.358	-9,28%	234,27	22,13%	-	-
2019	9.820	4,94%	134,11	-42,75%	-	-
$\Sigma P$	49.593	7,41%	835,50	22,01%	413.166	-
I	9.919	1,85%	167,10	5,50%	413.166	-

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2023)

Tabel 2.4 Data Pabrik Produksi Dekstrin di Indonesia

<b>Nama Perusahaan</b>	<b>Alamat</b>	<b>Kapasitas (Ton/Tahun)</b>
PT. Sorini Agro Asia, Tbj	Jawa Timur	402.000
Total		402.000

Sumber : Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Kapasitas produksi dapat diperoleh dengan menganalisis jumlah impor, ekspor, produksi, konsumsi dalam negeri, serta pabrik akan didirikan pada tahun 2027. Model perhitungan yang digunakan berupa *discounted*. Penentuan kapasitas pabrik dapat ditentukan sebagai berikut (Kusnarjo, 2010).

$$m = P(1 + i)^n \quad (2.1)$$

Keterangan :

$m$  : Jumlah produk pada tahun 2027 (ton)

$P$  : Data besarnya import/ekspor tahun 2019 (ton)

$i$  : Pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

$n$  : Selisih tahun yang diperhitungkan

<b>IMPOR (Ton)</b>	<b>EKSPOR (Ton)</b>	<b>KONSUMSI (Ton)</b>
$m_1 = P(1 + i)^n$	$m_4 = P(1 + i)^n$	$m_5 = m_5 + m_1$
$m_1 = 12.389(1 + 1,85)^8$	$m_4 = 134,56(1 + 5,50)^8$	$m_5 = 402.000 + 11.166$
$m_1 = 11.167 \text{ ton}$	$m_4 = 195,14 \text{ ton}$	$m_5 = 413.166 \text{ ton}$
	$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$	(2.2)

Keterangan :

$m_1$  = nilai impor

$m_2$  = kapasitas pabrik lama (produksi dalam negeri)

$m_3$  = kapasitas pabrik baru

$m_4$  = jumlah ekspor

$m_5$  = konsumsi dalam negeri

Kapasitas pabrik baru dengan menghilangkan nilai impor ( $m_1$ ) yakni :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (195,14 + 413.167) - (0 + 402.000)$$

$$m_3 = 11.362 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapat bahwa angka konsumsi pada 2027 sebesar 11.362 ton/tahun. Dalam perencanaan produksi dekstrin diperlukan basis perhitungan yang akan dimanfaatkan dalam proses perhitungan pabrik. Maka kapasitas produksi yang akan didirikan dengan pembulatan menjadi 12.000 ton/tahun. Adapun 638 ton sisanya di ekspor ke negara lain seperti India, Malaysia, dan Thailand.

### 2.3 Pemilihan Proses

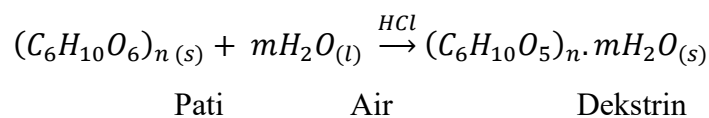
Dekstrin dapat diproduksi melalui dua proses, yaitu hidrolisis pati oleh asam dan hidrolisis pati oleh enzim. Hidrolisis adalah proses terjadinya reaksi antara bahan baku dengan air untuk memecah bahan baku yang prinsip kerjanya membutuhkan bantuan katalis. Katalis yang digunakan dapat berupa katalis asam maupun katalis enzim. Uji karakteristik dekstrin sesuai (SNI-01-2593-1992)

meliputi warna, ukuran kehalusan 80 mesh, kadar air, kadar abu, kelarutan dalam air dingin, nilai Dekstrosa Ekuivalen (DE), titik leleh, dan derajat keasaman.

### 2.3.1 Hidrolisis Pati Oleh Asam

Hidrolisis pati oleh asam dilakukan menggunakan katalis berupa asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 1N (Sumaiyah dkk., 2018). Asam klorida dapat mengkonversi pati sebanyak 50% menjadi dekstrin. Konversi pati tergolong rendah dikarenakan degradasi produk hidrolisis menggunakan suhu reaksi yang tinggi. Proses ini biasanya berlangsung dengan suhu 140 sampai 160°C (Risnoyatiningsih, 2012). Adapun tekanan yang digunakan berkisar 4 atm (eksotermis) dengan waktu 1¼ jam. Pati selanjutnya diberi H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> sebanyak 4% dari sejumlah pati yang diolah, pada proses ini direaksikan kembali selama 15 menit.

Keunggulan hidrolisis ini adalah dekstrin dapat terbentuk dengan waktu yang singkat. Adapun kekurangannya adalah warna dan rasa yang dihasilkan kurang baik. Hal tersebut disebabkan asam memiliki sifat yang dapat merusak kemurnian produk (Risnoyatiningsih, 2012). Hidrolisis ini juga membutuhkan energi dan *cost* yang tinggi. Hal ini dikarenakan prosesnya berlangsung pada tekanan dan suhu yang tinggi, serta membutuhkan peralatan yang tahan korosi karena reaksinya berlangsung pada nilai pH yang rendah (Risnoyatiningsih, 2012). Berikut persamaan reaksi yang terjadi:



(Brandam dkk., 2003)

### 2.3.2 Hidrolisis Pati Oleh Enzim

Hidrolisis pati oleh enzim dilakukan dengan memecah polimer menjadi monomer. Dalam hidrolisis enzim ini, molekul pati pertama-tama dipecah menjadi dekstrin. Dekstrin adalah glukosa dengan susunan rumus molekul yang mirip dengan pati, tetapi terdiri dari polimer gula yang lebih kecil dan lebih kompleks dari pada pati. Keunggulan hidrolisis pati oleh enzim yakni menghasilkan konversi yang besar berkisar 95-98%. Suhu operasi yang digunakan tidak terlalu tinggi sebesar 95°C. Kondisi operasi yang digunakan sebesar 1 atm serta. Adapun

kelemahannya adalah harga enzim yang cenderung lebih mahal (Adrian dkk., 2020). Proses hidrolisis enzimatis pati secara umum dapat dibagi menjadi dua tahap: tahap gelatinisasi dan tahap likuifikasi. Selama proses pembentukan gel, butiran pati mengalami pembengkakan yang kemudian butiran tersebut pecah.  $\alpha$ -amilase adalah enzim yang paling optimal dalam melakukan hidrolisis pati dengan enzim. Enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, pH, dan suhu reaksi (Risnoyatiningih, 2012). Berikut adalah tahap gelatinisasi dan tahap likuifikasi:

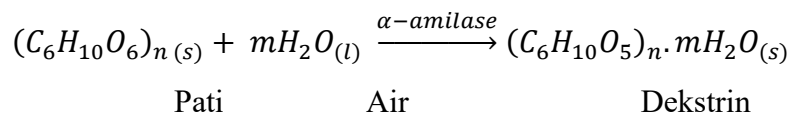
a. Tahap Gelatinisasi dengan Kombinasi *Steam Explosion*

Gelatinisasi adalah proses dimana rusaknya butiran pati yang mengakibatkan butiran mengembang dan pecah sehingga tidak akan kembali ke bentuk semula. Proses gelatinisasi dirancang untuk memecah butiran antara pati dengan lignin. Ukuran butiran pati meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Hal ini menyebabkan viskositas bahan yang digunakan (bonggol pisang) meningkat dan membentuk pasta (Badai dkk., 2020). Tahap gelatinisasi berlangsung dengan metode *steam explosion*. *Steam explosion* adalah proses pengolahan biomassa dengan uap panas (180-240°C) di bawah tekanan atau vakum (1-3,5 MPa), diikuti dengan meningkatnya tekanan secara cepat dan meledakkan uap ke atmosfer sehingga tekanannya dapat kembali dengan cepat (Saputra dkk., 2022).

b. Tahap Likuifikasi

Tahap likuifikasi adalah proses hidrolisis pati menjadi dekstrin dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase.  $\alpha$ -amilase dapat memutus ikatan glikosidik di dalam rantai pati secara acak. Hidrolisis pati menjadi dekstrin kurang sempurna tanpa penambahan enzim  $\alpha$ -amilase. Hal ini dikarenakan ikatan tertentu pada monomer-monomer rantai  $\alpha$ -1,4-glikosidik pati tidak terpecah dan glukosa yang dihasilkan tidak optimal (Badai dkk., 2020). Tahap likuifikasi membutuhkan waktu 30 menit pada suhu 95°C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  juga ditambahkan selama tahap likuifikasi. Tujuan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  adalah sebagai larutan penyangga. Dalam tahapan ini pH di jaga sebesar 6-6,5 selama reaksi berlangsung (Adrian dkk, 2020). Pada tahap likuifikasi,

pati dikonversi menjadi dekstrin dengan tingkat konversi sebesar 95%. Reaksi yang terjadi selama hidrolisis dengan enzim adalah sebagai berikut:



(Brandam dkk., 2003)

Berikut merupakan perbandingan pemilihan proses hidrolisis dengan katalis asam dan hidrolisis dengan enzim:

Tabel 2.5 Perbandingan Proses Hidrolisis Pati

No.	Pembanding	Asam	Enzim
1.	Katalis	HCl, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	α-Amilase
2.	Konversi	30-55%	95-98%
3.	Warna	Kuning	Putih
4.	Suhu operasi	160°C	90°C
5.	Tekanan operasi	4 atm	1 atm
6.	Kebutuhan energi	Tinggi	Rendah
7.	Korosi	Tinggi	Rendah

Sumber : (Risnoyatiningih, 2012; Dewi dkk., 2014; Sumaiyah ddk, 2018; Adrian dkk., 2020)

Berdasarkan tabel diatas maka dipilih hidrolisis dengan menggunakan katalis enzim. Hal ini dikarenakan konversi pati yang diperoleh cenderung lebih banyak, selain itu suhu dan tekanan operasinya relatif lebih rendah. Begitu pula dengan kebutuhan energi relatif tidak tinggi.

## 2.4 Uraian Proses

### 2.4.1 Uraian Proses Produksi

Pada prinsipnya dekstrin diolah dengan cara pemotongan rantai panjang pati menggunakan katalis enzim menjadi molekul yang memiliki rantai pendek. Berikut merupakan proses pembuatan dekstrin dengan proses hidrolisis pati secara enzimatis:

#### 2.4.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bonggol pisang yang digunakan adalah bonggol pisang kepok yang siap panen dan berumur 12-13 bulan (Pangan News, 2022). Kandungan pati pisang kepok yang telah matang akan semakin meningkat dan getah pada kulit mulai berkurang (Radiena, 2016). Bonggol pisang disimpan di gudang bahan baku (F-111). Gudang (F-111) dilengkapi dengan kontrol suhu dan kelembaban agar menekan penyusutan dan menekan aktivitas bakteri pada bonggol pisang. Adapun suhu yang digunakan menurut SNI 7388:2009 adalah sebesar 30°C. Selanjutnya bonggol pisang didistribusikan dengan *belt conveyor* (J-112) menuju *Washer* (C-110) agar bonggol pisang dibersihkan dari kotoran yang masih menempel.

Bonggol pisang bersih selanjutnya didistribusikan menggunakan *belt conveyor* (J-113) menuju *hammer mills* (C-120). *Hammer mills* digunakan untuk penghancuran menjadi ukuran lebih kecil serta berfungsi sebagai menambah luas permukaan kontak untuk proses berikutnya. Ukuran yang diperoleh dari *hammer mills* sebesar 8-12 mm, hal ini dikarenakan ukuran tersebut adalah ukuran optimal sehingga diperoleh *recovery* pati yang besar (Saputra dkk., 2022). Keluaran *hammer mills* selanjutnya diangkut menggunakan *bucket elevator* (J-121) menuju tangki *steam explosion* (D-210) untuk dilakukan tahap gelatinisasi.

#### 2.4.1.2 Tahap Gelatinisasi dengan Kombinasi *Steam Explosion*

Pada tangki *steam explosion* (D-210) terjadi tahap gelatinisasi. Menurut Yufidasari dkk., (2018) pada proses gelatinisasi, cairan pati akan pecah dikarenakan granula pati mengembang terhadap kenaikan uap. Prinsip dasar dari *steam explosion* adalah material akan terpapar uap jenuh dengan tekanan tinggi untuk jangka waktu tertentu, kemudian diikuti dengan melepaskan tekanan secara tiba-tiba. Efek perubahan tekanan yang tiba-tiba dalam *steam explosion* menyerupai ledakan yang menyebabkan bahan mengalami dekomposisi struktur. Setelah *steam explosion* diledakkan ke udara maka uap air dapat masuk ke dalam granula pati dan dapat menahan air yang keluar.

Tangki *steam explosion* dialiri *saturated steam* bertekanan 14 bar (13,8 atm) dengan suhu 195°C. Setelah 15 menit, tangki secara spontan diturunkan tekanannya oleh operator yang berdiri pada jarak yang aman, dan *slurry* yang meledak dengan

uap dialirkan keluar dengan pompa (L-211) menuju *centrifuge* (H-212). *Centrifuge* berfungsi untuk memisahkan partikel berdasarkan perbedaan massa jenisnya yaitu pati dengan lignin. Lignin akan mengalir keluar menuju unit lainnya yang bisa dimanfaatkan lebih lanjut (Saputra dkk., 2022). Pati yang terbentuk *slurry* selanjutnya diumpankan menggunakan pompa (J-213) menuju reaktor (R-310).

#### 2.4.1.3 Tahap Liquifikasi

Proses ini melibatkan enzim sebagai katalis guna mempercepat reaksi sehingga diperoleh *product* berupa dekstrin. Enzim yang ditambahkan pada proses ini adalah  $\alpha$ -amilase dengan pH optimum berkisar 6-6,5 (Adrian dkk., 2020). Enzim diumpankan menggunakan pompa (L-141) sejumlah 2% per kg pati yang digunakan (Badai, 2020).  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bertindak sebagai *buffer* dengan konsentrasi 1 N dalam 20% dari banyaknya enzim yang telah diumpkan ke reaktor.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ini diumpankan menggunakan pompa (L-153).

Proses ini terjadi selama 30 menit dengan suhu  $95^\circ\text{C}$  dan tekanannya 1 atm (Adrian dkk., 2020). Enzim bertindak sebagai katalis. Enzim tidak mengubah reaksi yang dikatalisnya, dalam artian enzim dapat mempercepat pembentukan suatu produk, tetapi pada akhirnya jumlah produk akhir tetap sama seperti jika tidak menggunakan enzim. Konversi pati menjadi dekstrin diperoleh sebesar 95%. Reaktor bekerja secara endoterm. Reaksi endoterm adalah reaksi yang menyerap panas, sehingga memerlukan steam. Tipe dari reaktor yakni CSTR. Dekstrin yang diperoleh selanjutnya dialirkan dengan pompa (L-311) menuju *cooler* (E-312) dan didinginkan hingga suhu mencapai  $73^\circ\text{C}$ .

#### 2.4.1.4 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Dekstrin yang terbentuk masih mengandung pati yang tidak terkonversi dan terdapat sisa enzim. Dekstrin selanjutnya dialirkan dengan pompa (L-313) menuju *Horizontal Belt Filter* (H-410). Alat ini berfungsi untuk memisahkan *cake* dan *filtrat* dari *slurry*. *Cake* berupa enzim  $\alpha$ -amilase yang dialirkan ke tempat penampungan, sedangkan *filtrat* (dekstrin) dialirkan menuju *cation* dan *anion exchanger*. Dekstrin diumpankan dengan pompa (L-411) menuju *cation exchanger* (X-412) dan *anion exchanger* (X-413) untuk menghilangkan ion yang mengandung  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sehingga ion yang tidak terpakai dialirkan menuju tempat penampungan



## 2.5 Spesifikasi Bahan (Sifat Fisik dan Kimia)

### 2.5.1 Bahan Baku Utama

#### a. Bonggol Pisang

Wujud	Densitas	Viskositas	Harga	Kandungan	Umur
Padat	1.350 kg/m <sup>3</sup>	1,66 cP	Rp. 4.000/kg	- Pati 76% - Air 20% - Lignin 2,9% - Ash 1,1%	12-13 bulan

(Aswandi, 2016; Solikhin dkk., 2012; Bahri, 2015; Pangan News, 2022)

#### b. Aquadest

Wujud	Berat Molekul	Titik Didih	Densitas	Viskositas	pH
Cair	18,02 gr/mol	100 °C (pada 1 atm)	0,90 gr/cm <sup>3</sup>	0,60 cP	6,8 – 7,5 (netral)

(Smart-Lab, 2021)

### 2.5.2 Bahan Pendukung

#### a. Enzim $\alpha$ -amilase termostabil

Wujud	Berat Molekul	Densitas	Viskositas	pH	Suhu	Harga
Cair	50.000 dalton	1.260 kg/m <sup>3</sup>	25 cP	5-6	80 – 95°C	Rp. 442.855/kg

(PT. Sunson, China)

#### b. Natrium Karbonat

Wujud	Berat Molekul	Densitas	Viskositas	Titik Didih	Harga
Padat	105,99 gr/mol	2,53 kg/m <sup>3</sup>	0,313 cP	300 °C pada 1.013 hPa	Rp. 1.234/kg

(Smart-Lab, 2020; Jumalia & Zainul, 2019)

## c. Natrium Hidroksida

<b>Wujud</b>	<b>Berat Molekul</b>	<b>Densitas</b>	<b>Viskositas</b>	<b>Titik Didih</b>	<b>Harga</b>
Padat	40,00 gr/mol	2,13 g/cm <sup>3</sup> pada 20 °C	78 mPa	1.390 °C pada 1.013 hPa	Rp. 9.000/kg

(Smart-Lab, 2019)

## d. Asam Karbonat

<b>Wujud</b>	<b>Berat Molekul</b>	<b>Densitas</b>	<b>Viskositas</b>	<b>Titik Didih</b>
Padat	62,025 gr/mol	1.560 kg/m <sup>3</sup>	0,952 cP	2.230 °C

(PubChem, 2024; Sigma-Aldrich., 2006; Fisher Scientific., 2017)

## 2.5.3 Produk

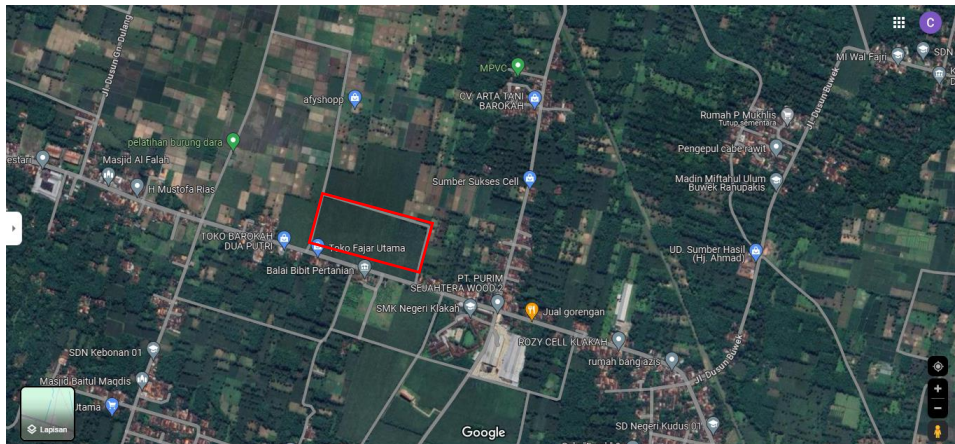
## a. Dekstrin

<b>Wujud</b>	<b>Berat Molekul</b>	<b>Densitas</b>	<b>Viskositas</b>	<b>Harga</b>
Padat	3.422,93 gr/mol	800 kg/m <sup>3</sup>	2,4 cP	Rp. 100.000/kg

(Carlroth, 2020; Khady dkk., 2013)

## 2.6 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak

Penetapan lokasi pabrik dipertimbangkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi seperti : lokasi yang dipilih dekat dengan pintu masuk Tol Leces yang berada di Probolinggo, selain itu lebar jalan tergolong jalan yang cukup lebar sehingga memudahkan transportasi dan distribusi barang. Kawasan Klakah merupakan daerah yang kaya akan sumber air sehingga dapat menjamin kelancaran produksi pabrik. Berdasarkan beberapa faktor tersebut, maka penetapan lokasi pabrik dekstrin direncanakan akan dibangun pada wilayah Dusun Krajan, Papringan, Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Lokasi Pabrik

### 2.6.1 Bahan Baku

Bahan baku yang diperoleh berasal dari wilayah Jawa Timur. Produksi pohon pisang di Jawa Timur rata-rata berkisar 83.526,5 pohon. 1 pohon pisang rata-rata memiliki bonggol yang beratnya 10 kg. Bahan baku lainnya seperti  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  didapatkan dari PT. Darnait Esa Artha yang terletak di Tangerang. Opsi lain dari ketersediaan bahan baku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  didapatkan dari CV. Permata Niaga yang terletak di Bekasi dengan kapasitas 185.000 ton/tahun. Bahan baku enzim  $\alpha$ -amilase didapatkan dari PT. Sunson yang terletak di China. Bahan baku NaOH didapatkan dari PT. Serena Energy yang terletak di Jakarta.

### 2.6.2 Geografis dan Iklim

Lokasi Kecamatan Klakah terletak di Kabupaten Lumajang dengan luas wilayah 1.790 km<sup>2</sup>. Wilayah Kabupaten Lumajang dengan luas 1.790,90 km<sup>2</sup> terletak antara 112°53'55" hingga 113°23'37" Bujur Timur dan antara 7°54'34" hingga 8°33'20" Lintang Selatan. Sebelah Utara dibatasi oleh Kabupaten Probolinggo, sebelah Selatan dibatasi oleh Samudera Indonesia, sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Malang, serta sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Jember. Kondisi iklim di Kecamatan Klakah memiliki curah hujan mencapai 231 mm setiap tahun serta durasi penghujan yang sedang dengan suhu 23 - 26°C. Berdasarkan kondisi iklim di Kecamatan Klakah dapat dikatakan layak apabila ingin mendirikan pabrik. Kondisi geografis di Kabupaten Lumajang banyak tersedia lahan kosong, sehingga dapat mempermudah perluasan lokasi pabrik di masa yang akan datang (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lumajang, 2021).

### 2.6.3 Utilitas

Utilitas meliputi penyediaan air dan listrik. Di Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur ini terdapat Ranu Klakah dan Ranu Pakis dengan debit air yang cukup besar, sehingga penyediaan air didapatkan dari ranu tersebut. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik dari PLN UPJ Klakah yang memiliki daya mencapai 36.094.396 KWh pada tahun 2014 (BPS Lumajang, 2014).

### 2.6.4 Populasi dan Tenaga Kerja

Jumlah penduduk Kabupaten Lumajang berdasarkan Badan Statistik Kabupaten Lumajang 2021 sebanyak 1.092.729 jiwa. Adapun jumlah penduduk Kecamatan Klakah pada tahun 2021 sebanyak 53.448 jiwa. UMR Kabupaten Lumajang pada tahun 2024 sekitar Rp. 2.281.469. Kabupaten Lumajang juga memiliki lokasi yang berdekatan dengan beberapa universitas yang berada di Jember dan Malang sehingga diharapkan lulusan dari beberapa universitas tersebut bisa diserap untuk menjadi tenaga kerja pada pembangunan pabrik dektrin nantinya.

### 2.6.5 Pemasaran Produk

Pabrik yang berdekatan dengan kota bertujuan untuk mempermudah pemasaran produk kepada konsumen. Beberapa industri di Indonesia yang membutuhkan dektrin sebagai bahan baku, diantaranya PT. Campina Indonesia yang terletak di Surabaya, PT. Unilever Indonesia yang terletak di Bekasi, PT. Nestle Indonesia yang terletak di Pasuruan, PT. Nutrifood Indonesia yang terletak di Sidoarjo, dan PT. Mayora Indonesia yang terletak di Tangerang yang dimana beberapa industri tersebut membutuhkan dektrin sebagai bahan baku produksi.

### 2.6.6 Transportasi

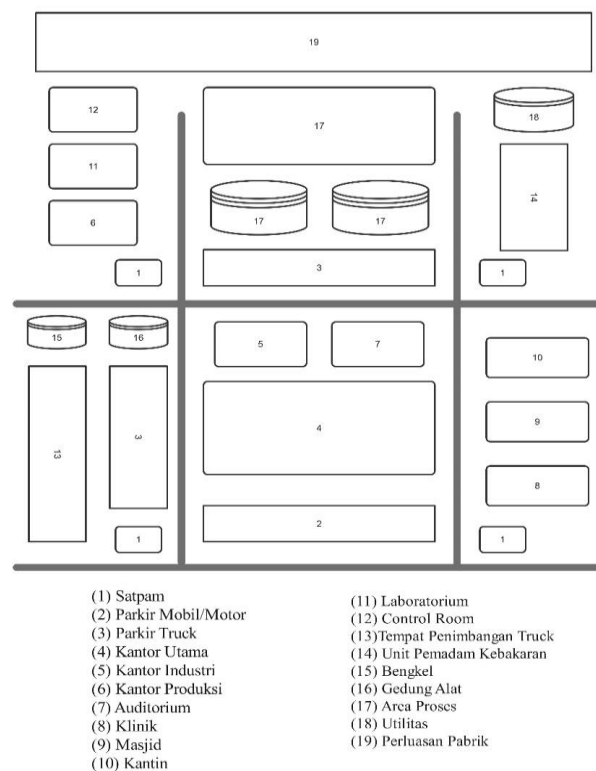
Sarana transportasi bahan baku menuju lokasi pengolahan pabrik cukup mudah karena berada di ruas jalan yang cukup lebar dan diperkuat dengan adanya fasilitas jalan tol. Pendistribusian dektrin juga bisa dilakukan melalui Pelabuhan Tanjung Perak yang berada di Surabaya, Bandara Juanda yang berada di Sidoarjo, dan Bandara Abdulrachman Saleh yang berada di Malang. Kegiatan pemasaran produk akan jauh lebih mudah karena letak industri berada di kawasan akses transportasi yang terjangkau.

### 2.6.7 Perpajakan dan Hukum yang Berlaku

Pajak ini penting demi menjamin infrastruktur negara yang dapat digunakan untuk memberikan kemudahan mobilisasi produk kepada konsumen. Hukum yang berlaku adalah segala bentuk peraturan yang harus dipatuhi oleh perusahaan dalam membangun pabrik di area tertentu. Landasan hukum mengenai Rencana Pembangunan Industri telah diatur pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 107 Tahun 2015 tentang Izin Usaha Industri (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 107 Tahun 2015) (Peraturan BPK RI, 2014).

### 2.6.8 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu hal yang penting sehingga dapat menentukan efisiensi dan efektivitas operasi perusahaan jangka panjang. Menurut Handoko (2018), tata letak pabrik memiliki banyak dampak startegis dan dapat menjadi penunjang dalam proses produksi, kapasitas, biaya, fleksibilitas, kontak dengan pelanggan, citra perusahaan, dan kualitas lingkungan kerja. Adapun tata letak pabrik dekstrin secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik Dekstrin



## BAB 4 SPESIFIKASI ALAT

### 4.1 Gudang Penyimpanan Bonggol Pisang (F-111)

Fungsi	=	Menampung bahan baku bonggol pisang
Jenis	=	Gudang persegi empat, lantai rata, atap runcing
Jumlah	=	1 buah
Volume	=	714,97 m <sup>3</sup>
t tinggal	=	360,00 jam = 15 hari
Lebar	=	279,42 in = 7 m
Panjang	=	558,83 in = 14 m
Tinggi	=	279,42 in = 7 m

### 4.2 Tangki *Steam Explosion* (D-210)

Fungsi	=	Memecah lignin dan pati dengan uap tinggi
Jumlah	=	1 buah
Waktu total/ <i>batch</i>	=	30 menit = 0,5 jam
Volume total	=	42,09 ft <sup>3</sup> = 1,19 m <sup>3</sup>
Tinggi tutup atas	=	1,46 ft = 0,44 m
Tinggi <i>vessel</i> silinder	=	4,37 ft = 1,33 m
Tinggi tutup bawah	=	1,46 ft = 0,44 m
Tinggi total <i>vessel</i>	=	0,00 ft = 0,00 m
Diameter dalam	=	35,00 in = 0,89 m
Diameter luar	=	36 in = 0,91 m
Tebal silinder	=	0,5 in = 0,01 m
Bentuk tutup atas dan bawah	=	<i>Hemispherical dish head</i>
Tebal tutup atas dan bawah	=	0,3125 in = 0,01 m
Diameter <i>nozzel input</i>	=	0,62 in = 0,02 m (bonggol pisang)
Diameter <i>nozzel input</i>	=	0,82 in = 0,02 m ( <i>steam</i> )
Diameter <i>nozzel output</i>	=	2,47 in = 0,06 m
Diameter <i>manhole</i>	=	20 in = 0,51 m
Jumlah <i>leg</i>	=	4 buah

### 4.3 Reaktor (R-310)

Fungsi	= Tempat terjadinya reaksi hidrolisis antara pati dan air menjadi dekstrin	
Jumlah	= 1 buah	
Waktu total/ <i>batch</i>	= 30 menit	= 0.50 jam
Volume total	= 1548.2 ft <sup>3</sup>	= 43.84 m <sup>3</sup>
Tinggi tutup atas	= 1.77 ft	= 0.54 m
Tinggi <i>vessel</i> silinder	= 15.71 ft	= 4.79 m
Tinggi tutup bawah	= 1.77 ft	= 0.54 m
Tinggi total <i>vessel</i>	= 19.25 ft	= 5.87 m
Diameter dalam	= 125.4 in	= 38.21 m
Diameter luar	= 126.00 in	= 38.40 m
Tebal silinder	= 0.31 in	= 0.10 m
Bentuk tutup atas dan bawah	= <i>Standard dished</i>	
Tebal tutup atas	= 0.25 in	= 0.08 m
Tebal tutup bawah	= 0.25 in	= 0.08 m
Diameter dalam jaket	= 131 in	= 39.93 m
Tinggi jaket	= 171 in	= 52.11 m
Tebal jaket	= 0.28 in	= 0.08 m
Kecepatan pengadukan	= 67.75 RPM	= 1.13 RPS
Jumlah <i>leg</i>	= 4 buah	
Power	= 2.51 HP	

### 4.4 Pompa (L-311)

Fungsi	= Mengalirkan <i>product</i> menuju <i>cooler</i>	
Tipe	= <i>Pompa centrifugal single stage</i>	
Bahan konstruksi	= <i>Commercial steel pipe</i>	
Dimensi pompa :		
NPS	= 2 in	
<i>Schedule number</i>	= 40	
<i>Inside diameter (ID)</i>	= 2,07 in	= 0,053 m

<i>Outside diameter (OD)</i>	= 2,38 in	= 0,060 m
<i>Inside area (A)</i>	= 3,36 ft <sup>2</sup>	= 0,312 m <sup>2</sup>
Daya pompa	= 3,7E-05 hp	
Efisiensi motor	= 45%	
<i>Total head loss</i>	= 2,94 J/kg	
Kapasitas	= 5129,69 kg/jam	
Rate volumetrik	= 5,70 m <sup>3</sup> /jam	
NPSHa	= 4,27 m	
NPSHr	= 0,012 m	

#### 4.5 Cooler (E-312)

Fungsi	= Menurunkan suhu <i>product bottom</i> reaktor	
Jumlah	= 1 buah	
Tipe	= <i>Double pipe heat exchanger</i>	
Bahan	= Carbon Steel SA-285 Grade C	
Suhu <i>fluid</i> panas <i>in</i>	= 95°C	
Suhu <i>fluid</i> panas <i>out</i>	= 72,85°C	
Suhu <i>fluid</i> dingin <i>in</i>	= 30°C	
Suhu <i>fluid</i> dingin <i>out</i>	= 45°C	
Aliran fluida	= <i>Counter-Current</i>	
<i>Annulus</i>		
IPS	= 4 in	= 0,102 m
OD	= 4,5 in	= 0,114 m
ID	= 4,026 in	= 0,102 m
<i>Heat transfer area</i>	= 34,377 ft <sup>2</sup>	= 3,194 m <sup>2</sup>
<i>Heat transfer coeff</i>	= 4,821 Btu/h.ft <sup>2</sup> .F	= 8,338 W/m <sup>2</sup> .K
ΔP	= 0,0000000004 psia	= 0,0000000030 kPa
<i>Inner Pipe</i>		
IPS	= 3 in	= 0,076 m
OD	= 3,5 in	= 0,089 m
ID	= 3,068 in	= 0,078 m

$\Delta P$	= 0,00001 psi	= 0,000039 kPa
Panjang pipa	= 0,94 ft	= 0,286 m

#### 4.6 Rotary Vacuum Filter (H-410)

Fungsi	= Memisahkan enzim dan pati dari dekstrin	
Tipe	= Krauss-Maffei TSF 9,2 <i>Drum Filter</i>	
Rate volimetrik	= 0,99990079 m <sup>3</sup> /jam	
Jumlah	= 5 buah	
Tekanan	= 1 atm	
Suhu	= 30 C	
Fraksi perendaman	= 0,30	
Luas area filter	= 0,72 m <sup>2</sup>	
Diameter drum	= 0,92 m	
Panjang drum	= 2,05 m	
Kecepatan putar	= 0,0007 rpm	
Power	= 0,013 hp	
Total power	= 0,063 hp	

#### 4.7 Cation Exchanger (X-412)

Fungsi	= Menghilangkan ion positif yang terlarut	
Jumlah	= 1 buah	
Bahan konstruksi	= Plate Steel SA-167 Grade 3 Type 304	
Bentuk tutup atas dan bawah	= <i>Standard dished</i>	
Volume total	= 509,49 ft <sup>3</sup>	= 14,43 m <sup>3</sup>
Tinggi tutup atas	= 1,22 ft	= 0,37 m
Tinggi tutup bawah	= 1,22 ft	= 0,37 m
Tinggi <i>vessel</i> silinder	= 10,85 ft	= 3,31 m
Tinggi total <i>vessel</i>	= 13,29 ft	= 4,05 m
Diameter dalam	= 89,63 in	= 2,28 m
Diameter luar	= 90,00 in	= 2,29 m
Tebal silinder	= 0,19 in	= 0,005 m

Tebal tutup atas	= 0,19 in	= 0,005 m
Tebal tutup bawah	= 0,19 in	= 0,005 m
Diameter <i>nozzle output</i>	= 2,22 in	= 0,06 m
Diameter <i>nozzle input</i>	= 2,22 in	= 0,06 m

#### 4.8 Anion Exchanger (X-413)

Fungsi	= Menghilangkan ion negatif yang terlarut	
Jumlah	= 1 buah	
Bahan konstruksi	= Plate Steel SA-167 Grade 3 Type 304	
Bentuk tutup atas dan bawah	= <i>Standard dished</i>	
Volume total	= 219,80 ft <sup>3</sup>	= 6,22 m <sup>3</sup>
Tinggi tutup atas	= 0,92 ft	= 0,28 m
Tinggi tutup bawah	= 0,92 ft	= 0,28 m
Tinggi <i>vessel</i> silinder	= 8,20 ft	= 2,50 m
Tinggi total <i>vessel</i>	= 10,04 ft	= 3,06 m
Diameter dalam	= 65,63 in	= 1,67 m
Diameter luar	= 66,00 in	= 1,68 m
Tebal silinder	= 0,19 in	= 0,005 m
Tebal tutup atas	= 0,19 in	= 0,005 m
Tebal tutup bawah	= 0,19 in	= 0,005 m
Diameter <i>nozzle output</i>	= 1,70 in	= 0,04 m
Diameter <i>nozzle input</i>	= 1,70 in	= 0,04 m

#### 4.9 Spray Dryer (D-430)

Fungsi	= Mengubah bentuk dekstrin menjadi serbuk	
Tipe bahan	= <i>Spray Dryer Equipped Wheel atomizer</i>	
Bahan	= Stainless Steel SA 167, Grade 11, Type 316	
Laju alir volumetrik umpan	= 4,97 m <sup>3</sup> /jam	= 0,00 m <sup>3</sup> /s
Laju alir volumetrik udara	= 536,96 m <sup>3</sup> /jam	= 0,15 m <sup>3</sup> /s
Volume <i>spray dryer</i>	= 0,15 m <sup>3</sup>	
Diameter <i>spray dryer</i>	= 0,76 m	

Jari-jari <i>spray dryer</i>	= 0,38 m		
Tinggi <i>spray dryer</i>	= 3 m		
Tebal <i>spray dryer</i>	= 0,16 in	= 0,004 m	= 3/16 in
Jumlah lubang droplet	= 228,36 buah		
Diameter air disperser	= 0,46 m		
Tinggi air disperser	= 0,30 m		

#### 4.10 Silo (F-436)

Fungsi	= Tempat menyimpan produk dekstrin		
Jumlah	= 1 buah		
Bahan konstruksi	= Carbon Steel SA-285 Grade A		
Bentuk tutup atas	= Tutup atas datar ( <i>flat bottom</i> )		
Bentuk tutup bawah	= Tutup bawah conical		
Volume total	= 74,46 ft <sup>3</sup>	= 2,11 m <sup>3</sup>	
Tinggi tutup atas	= 0,72 ft	= 0,22 m	
Tinggi tutup bawah	= 5,77 ft	= 1,76 m	
Tinggi vessel silinder	= 86,15 ft	= 2,19 m	
Tinggi total <i>vessel</i>	= 313,35 in	= 7,96 m	
Diameter dalam	= 47,50 in	= 1,21 m	
Diameter luar	= 48,00 in	= 1,22 m	
Tebal silinder	= 0,25 in	= 0,01 m	
Tebal tutup atas	= 0,25 in	= 0,006 m	
Tebal tutup bawah	= 0,19 in	= 0,005 m	

## BAB 5 EVALUASI EKONOMI

### 5.1 Total Modal

*Total Capital Investment* (TCI) adalah sejumlah dana yang diperlukan dalam mendirikan sebuah pabrik. TCI dalam hal ini meliputi *Fixed Capital Investment* (FCI) dan *Working Capital Investment* (WCI). Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.1** Total Modal

No.	Komponen	Nilai
1.	Total Modal	Rp. 1.644.082.069.797,20

### 5.2 Ongkos Produksi

*Total Production Cost* (TPC) adalah sejumlah biaya yang diperlukan dalam operasional pabrik. TPC dalam hal ini meliputi Biaya Produksi Langsung, Biaya Produksi Tetap (FC), Biaya Overhead, dan Biaya umum (*General Expenses*). Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.2** Ongkos Produksi

No.	Komponen	Nilai
1.	Ongkos Produksi	Rp. 1.065.253.510.267,83

### 5.3 Keuntungan

Menurut KBBI, keuntungan di definisikan sebagai mendapatkan untung (laba). Keuntungan yang diperoleh dari sebuah pabrik dapat diketahui dengan menghitung laba kotor dan laba bersih yang diperoleh. Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.3** Keuntungan

No.	Komponen	Nilai
1.	Keuntungan (Laba bersih)	Rp. 138.320.001.229,73
2.	Keuntungan (Laba kotor)	Rp. 153.688.890.255,25

#### 5.4 Lama Waktu Pengembalian

Lama waktu pengembalian atau *Pay Out Time* di definisikan sebagai waktu yang diperlukan suatu pabrik dalam mengembalikan sejumlah modal yang digunakan. Dalam perancangan ini maksimal waktu yang digunakan yaitu setengah dari umur pabrik (10 tahun). Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.4** Lama Waktu Pengembalian

No.	Komponen	Nilai
1.	POT sebelum pajak	3,49 tahun
2.	POT setelah pajak	3,83 tahun

#### 5.5 Laju Pengembalian Modal

Laju pengembalian modal atau *Rate On Investement* adalah rasio untung dan rugi dari suatu investasi yang dibandingkan dengan jumlah uang yang diinvestasikan. Nilai ROI harus lebih besar dari pada bunga bank untuk dapat dikatakan pabrik layak didirikan. Bunga bank yang ada pada perhitungan ini adalah 9% yang berasal dari Bank Central Asia (BCA). Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.5** Laju Pengembalian Modal

No.	Komponen	Nilai
1.	ROI sebelum pajak	8,38%
2.	ROI setelah pajak	7,54%

#### 5.5 Break Event Point

Break event point adalah posisi dimana sebuah pabrik tidak mengalami keuntungan maupun tidak mengalami kerugian. Nilai BEP harus diantara range 40% s/d 60% untuk dapat dikatakan pabrik layak didirikan. Detail perhitungan tertera pada Appendix D.

**Tabel 5.6** Break Event Point

No.	Komponen	Nilai
1.	<i>Break Event Point</i>	41,78%

## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang terdapat pada 5 (lima) bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Lokasi pabrik dekstrin berada di Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur dengan total luas lahan sebesar 53 hektar.
- 2) Pabrik dekstrin ini memiliki kapasitas produksi sebesar 12.000 Ton/tahun.
- 3) Bahan baku berupa bonggol pisang kepok yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan produksi pada pabrik ini adalah 17.695,45 ton/tahun.
- 4) Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari
- 5) Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 184 orang
- 6) Evaluasi ekonomi diperoleh:
  - TCI Total Modal = Rp. 1.644.082.069.797,20
  - TPC Ongkos Produksi = Rp. 1.065.253.510.267,83
  - Keuntungan (Laba bersih) = Rp. 121.271.840.757,87
  - Lama Waktu Pengembalian = 4,32 tahun
  - Laju Pengembalian Modal = 8,20%
  - *Break Event Point* = 41,78%
- 7) Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Dekstrin dari bonggol pisang dengan kapasitas 12.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

### 6.2 Saran

Saran yang dapat kami berikan yakni diharapkan nantinya Perancangan Pabrik Dekstrin dapat mengembangkan metode yang lain. Seperti menggunakan katalis yang berbeda yakni katalis asam, menggunakan teknologi yang lebih efisien serta diharapkan juga mampu mengurangi biaya modal yang akan digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, A., Syaiful, A.Z., Ridwan, R. and Hermawati, H., 2020. *Sakarifikasi Pati Ubi Jalar Putih Menjadi Gula Dekstrosa Secara Enzimatis*. Jurnal Saintis, 1(1), pp.1-12.
- Aswandi, A. 2016. *Pemanfaatan Bonggol Pisang Batu Dan Kepok Terhadap Performance Ayam Ras Pedaging*. Jurnal Triton, 7(1), 1-10.
- Aziz, G.D.A., Marwa, U.A. and Widjaja, A., 2021. *Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Pati Sagu dengan Proses Hidrogenasi Katalitik*. *Journal of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering (JFACHE)*, 2(1), pp.19-24.
- Badai, M., Thahir, R., and Damayanti, J.D., 2020. *The Dextrin Production as a Modified Starch from Cassava through Hydrolysis of  $\alpha$ -Amylase Enzyme*. Indonesian Journal of Chemical Technology, 1(1), pp.14-19.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Statistic Indonesia*. URL: <https://www.bps.go.id/id>. Diakses pada 1 Oktober 2023.
- Brandam, C., Meyer, X.M., Proth, J., Strehaiano, P. and Pingaud, H., 2003. *An original kinetic model for the enzymatic hydrolysis of starch during mashing*. *Biochemical Engineering Journal*, 13(1), pp.43-52.
- Carlroth. 2019. *Safety Data Sheet Dextrin*. URL: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6777-GBEN.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyMjg4MzV8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMzUvaGRILzkwNzA3MDY0NTg2NTQucGRmfGY4NjhkMTExNWl0MmZhNmY5N2Y2ZGEzY2RkNWZiMWI3MWQzNjI4NzIwMzM5N2Y1OGY5M2I1MTE1YzMwN2RkOWM>. Diakses pada 5 Oktober 2023.
- Defrizal, R. P. 2020. *Dekstri Dari Pati Ubi Ketela Dengan Proses Hidrolisis Enzim Dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun Perancangan Alat Utama Reaktor Liquefikasi*. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Nasional Malang.

- Dewi, H.K., Puspasari, D.A. and Widjaja, A., 2014. *Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka dengan Hidrogenasi Katalitik*. Jurnal Teknik ITS, 3(1), pp.F33-F38.
- Fadillah, M.F., Hariadi, H., Rezaldi, F. and Setyaji, D.Y., 2022. *Karakteristik biokimia dan mikrobiologi pada larutan fermentasi kedua kombucha bunga telang (Clitoria Ternatea L) sebagai inovasi produk bioteknologi terkini*. Jurnal Biogenerasi, 7(2), pp.19-34.
- GBiosciences. 2017. *Safety Data Sheet Enzim  $\alpha$ -Amilase*. URL: [https://cdn.gbiosciences.com/pdfs/msds/BTNM-0010\\_msds.pdf](https://cdn.gbiosciences.com/pdfs/msds/BTNM-0010_msds.pdf). Diakses pada 5 Oktober 2023.
- Hakim, A.N., Halawa, D.N., Perdhana, D.P., Novita, N.I. and Telaumbanua, O., (2022). Peran Struktur Organisasi Terhadap Produktivitas Perusahaan pada CV. Kreasi Mandiri. *Jurnal Peradaban Masyarakat*, 2(3), pp.69-72.
- Handoko, T.H., 2018. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi* (Edisi 1, Cetakan ke-12). Yogyakarta: Batu Pusaka.
- Kupai, K., Mandey, J.S., Kowel, Y.H. and Regar, M.N., 2020. Pemanfaatan bonggol pisang (*Musa paradisiaca* L.) dalam ransum terhadap performa ayam broiler. *Zootec*, 40(2), pp.636-645.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: Erlangga.
- Marwati, S., 2013. *Pemanfaatan Limbah Bonggol Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Jurnal Sains Dasar, 2(1).
- Nofalina, Y. 2013. Pengaruh Penambahan Tepung Terigu terhadap Daya Terima, Kadar Karbohidrat dan Kadar Serat Kue Prol Bonggol Pisang. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Jember.
- Pangan News. 2022. Pisang Kepok Tanjung, Pisang Kepok Tanpa Jantung. URL : <https://pangannews.id/berita/1670819125/pisang-kepok-tanjung-pisang-kepok-tanpa-jantung>. Diakses pada 13 Januari 2024.
- Pertanian, K., 2019. Statistik Lahan Pertanian Tahun 2015-2019. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Jakarta: Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian*.

- PT. Smart-Lab Indonesia. 2019. *Safety Data Sheet Sodium Karbonat Anhidrat*. URL: [https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS\\_SODIUM\\_CARBOANATE\\_\(INDO\).pdf](https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_SODIUM_CARBOANATE_(INDO).pdf). Diakses pada 12 Januari 2024.
- PT. Smart-Lab Indonesia. 2019. *Safety Data Sheet Sodium Hidroksida*. URL: [https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS\\_SODIUM\\_HYDROXIDE\\_PELLETS\\_\(INDO\).pdf](https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_SODIUM_HYDROXIDE_PELLETS_(INDO).pdf) Diakses pada 25 Maret 2024.
- PT. Smart-Lab Indonesia. 2021. *Safety Data Sheet Aquadest*. URL: [https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS\\_AQUADEST\\_\(INDO\).pdf](https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_AQUADEST_(INDO).pdf). Diakses pada 5 Oktober 2023.
- Radiena, M.S., 2016. *Umur Optimum Panen Pisang Kepok (Musa paradisiaca, L) Terhadap Mutu Tepung Pisang*. Majalah Biam, 12(2), pp.27-33.
- Rakhmawati, R., 2019. *Pemanfaatan Bonggol Pisang Menjadi Stick Nugget Untuk Peningkatan Gizi Masyarakat Desa Soket Laok Tragah Kabupaten Bangkalan*. Jurnal Ilmiah Pangabdhi, 5(1).
- Rahmawati, T.E., Cahyani, I.M. and Munisih, S., 2023. *Karakterisasi Pati Bonggol Pisang Kepok Kuning (Musa paradisiaca L.) sebagai Bahan Tambahan Sediaan Farmasi: Characterization of Sucker Starch of Yellow Kepok Banana (Musa paradisiaca L.) as Pharmaceutical Excipient*. Jurnal Sains dan Kesehatan, 5(2), pp.100-108.
- Risnoyatiningih, S., 2011. *Hydrolysis of Starch Saccharides from Sweet Potatoes Using Enzyme*. Jurnal Teknik Kimia, 5(2), pp.417-424.
- Saputra, B.Y.E., Fahmi, M.F. and Widjaja, T., 2022. *Fraksinasi Lignoselulosa dari TKKS dengan Metode Steam Explosion Pretreatment Disertai Penambahan Asam Formiat*. Jurnal Teknik ITS, 11(2), pp.F67-F72.
- Starch Europe. 2023. The European Starch Industry. URL: <https://starch.eu/the-european-starch-industry/>. Diakses 31 Desember 2023.
- Sumaiyah., Wiliantari, S., & Karsono. 2018. *Preparation and Characterization of Dextrin Obtained from Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott Starch with Acid Catalyst and Enzymatic Methods*. Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 1(2) pp.47 –53.

- Solikhin, N., Prasetyo, A.S. and Buchori, L., 2012. *Pembuatan Bioetanol Hasil Hidrolisa Bonggol Pisang Dengan Fermentasi Menggunakan Saccaromycess cereviceae*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 1(1), pp.124-129.
- Suwardi Surya, N. K., & Santoso, W. 2009. *Laporan Kerja Praktek Di PT. Sorini Agro Asia Corporindo Tbk.* URL: <http://repository.ukwms.ac.id/id/eprint/1982/>. Diakses 31 Desember 2023.
- Wardhani, A. L. A., Arinaldi, Setyawan, B. H., & Hamdani, E. Y. 2011. Tugas Perancangan Pabrik Dekstrin Dengan Proses Hidrolisa Enzimatik Kapasitas 100.000 Ton/Tahun. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Yufidasari, H.S., Nursyam, H. and Ardianti, B.P., 2018. *Penggunaan Bahan Pengemulsi Alginat dan Substitusi Tepung Kentang Pada Pembuatan Bakso Ikan Gabus (Channa striata)*. JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research), 2(3), pp.178-185.

## LAMPIRAN

[https://drive.google.com/drive/folders/149BViub114PA4oBEVz\\_NQATgVvUM0J](https://drive.google.com/drive/folders/149BViub114PA4oBEVz_NQATgVvUM0J)

[zG](#)