

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang merupakan usaha untuk jangka panjang yang akan merombak struktur perekonomian nasional. Menuju era globalisasi yang lebih menitikberatkan pada sub agroindustri sesuai dengan kekayaan alam yang dimiliki. Pembangunan agroindustri ditingkatkan agar mampu menjamin pemanfaatan hasil pertanian yang optimal dengan memberikan nilai tambah yang tinggi melalui pengembangan dan penguasaan teknologi pengolahan, melalui keterkaitan yang menguntungkan antara petani, produsen dengan pihak industri. Salah satu Upaya peningkatan nilai tambah pada sub sektor agroindustri adalah pemanfaatan pati dari ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan glukosa. Glukosa merupakan sejenis gula yang termasuk dalam monosakarida dengan rumus molekul  $C_6H_{12}O_6$ . Glukosa digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan industri farmasi. Diantara kegunaannya adalah sebagai campuran industri makanan dan minuman. Di Indonesia hingga kini sudah banyak produksi akan glukosa. Hal ini disebabkan karena melimpahnya bahan baku, yakni ubi kayu.

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah jagung dan padi. Ubi kayu ditanam untuk dikumpulkan umbinya dan digunakan sebagai bahan pangan, namun seiring berjalannya waktu singkong digunakan sebagai pakan dan industry, dapat dimakan secara langsung, seperti kolak, keripik, opak, dan tape. Ubi kayu juga dapat diolah menjadi produk antara (*intermediate product*), seperti gaplek dan tepung tapioka. Daerah yang memproduksi ubi kayu tertinggi di Indonesia adalah Lampung dengan produksi 6,6 juta ton/tahun, kemudian Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

## 1.2.Kapasitas Rancangan

Kapasitas pabrik sirup glukosa ditentukan berdasarkan pada pertimbangan berikut ini :

1. Prediksi kebutuhan sirup glukosa di Indonesia,
2. Ketersediaan bahan baku,

3. Kapasitas komersial (minimal) pabrik sirup glukosa,

### 1.3.1. Ketersediaan Bahan Baku

Faktor yang sangat penting di dalam keberlangsungan suatu pabrik yaitu tersedianya bahan baku. Untuk menjamin kelangsungan produksi pabrik, maka perlu adanya perhatian secara serius, jumlah bahan baku yang tersedia secara teratur dalam jumlah yang cukup. Salah satu bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan glukosa adalah pati yang berasal dari ubi kayu. Berikut ini merupakan nama pabrik yang memproduksi sirup glukosa.

**Tabel 1. 1.** Pabrik Sirup Glukosa (*kemenperin.go.id*)

No.	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Budi Acid Jaya Tbk	Jawa Timur	18.000
2	PT. Suba Indah	Cilegon	82.500
3	PT. Associated British	Jawa Barat	72.500
		Jumlah	173.000

### 1.3.2. Kebutuhan Glukosa di Indonesia

Semakin besarnya kebutuhan glukosa di Indonesia, membuat pabrik glukosa yang ada di Indonesia tidak mampu memenuhi kebutuhan glukosa yang cukup besar di Indonesia. Sehingga Indonesia melakukan impor glukosa dari berbagai negara di dunia sebagai salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan glukosa yang cukup besar. Berikut data impor dan ekspor sirup glukosa di Indonesia pada tahun 2016-2021.

**Tabel 1. 2.** Data Impor Glukosa di Indonesia Tahun 2016-2021 (BPS, 2022)

Tahun	Impor (Ton)
2016	71.825,76

2017	59.868
2018	118.134
2019	99.497
2020	103.894
2021	108.291

**Tabel 1. 3.** Data Ekspor Glukosa di Indonesia Tahun 2016-2021 (BPS, 2022)

<b>Tahun</b>	<b>Ekspor (Ton)</b>
2016	4.628,18
2017	6.165,74
2018	5.681,11
2019	5.877,17
2020	6.073,23
2021	6.269,29

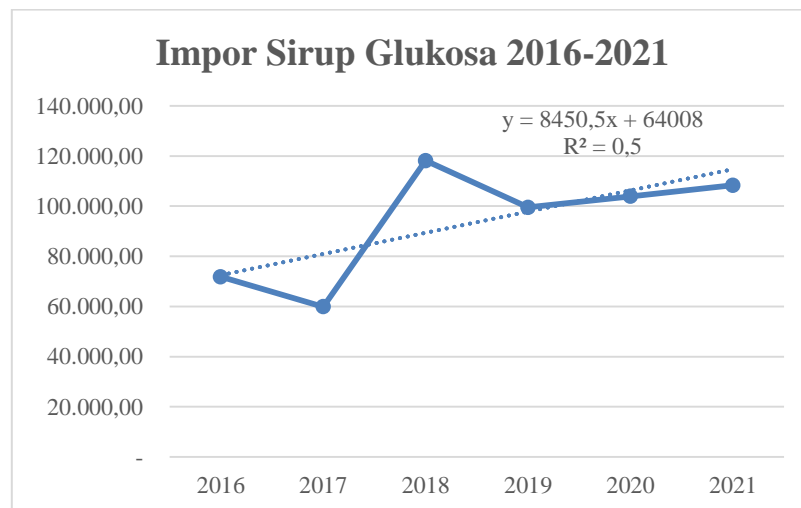
### **1.3.3. Penentuan Kapasitas Pabrik**

Penentuan kapasitas pabrik perlu dipertimbangkan berbagai hal untuk memenuhi kebutuhan akan glukosa dalam negeri dan meningkatkan ekspor di negara tersebut. Peningkatan ekspor bisa membuat kenaikan perolehan devisa negara sehingga dapat dimanfaatkan untuk membayar utang luar negeri Indonesia. Kesimpulan yang dapat diambil bahwa kapasitas produksi yang direncanakan untuk pabrik baru yang akan

didirikan paling tidak bisa memenuhi 20% dari kebutuhan glukosa dalam negeri pada tahun 2026.

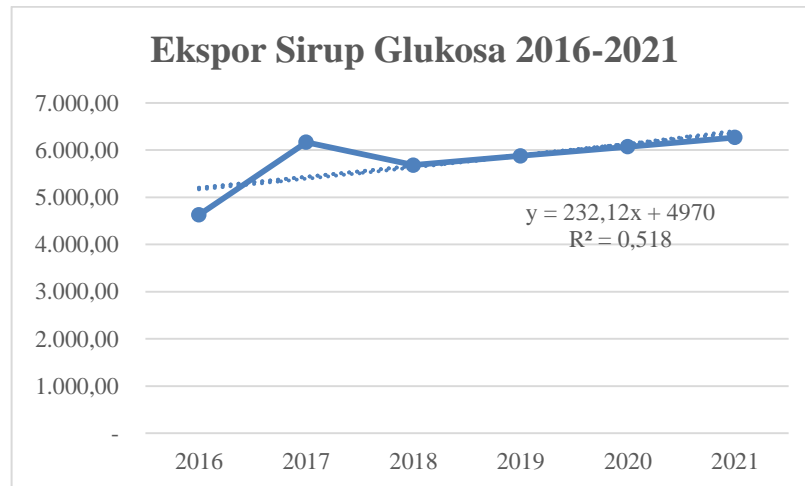
Pabrik Glukosa ini direncanakan akan mulai dibangun pada tahun 2025 dan sudah mulai beroperasi pada tahun 2026. Kegunaan glukosa ini diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang. Dilihat dari Gambar 1.1. Data Impor Glukosa dan Gambar 1.2. Data Ekspor Glukosa di Indonesia dan pertumbuhannya yang datanya diperoleh dari data impor dan ekspor glukosa pada Tabel 1.2. dan Tabel 1.3.

**Gambar 1. 1.** Data Impor Sirup Glukosa di Indonesia Tahun 2016-2021



Dari Gambar 1.1. didapatkan persamaan linier kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia adalah  $y = 8.450,5x - 64.008$ , sehingga dari persamaan di atas dapat diperkirakan bahwa kebutuhan impor Glukosa di Indonesia tidak menentu, kadang meningkat dan kadang menurun. Pada tahun 2026 diperkirakan kebutuhan Sirup Glukosa mencapai 130.276,00 ton/tahun.

**Gambar 1. 2.** Data Ekspor Sirup Glukosa di Indonesia Tahun 2016-2021



Dari Gambar 1.2. didapatkan persamaan linier kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia adalah  $y = 232,12x + 4.970$  sehingga dari persamaan tersebut dapat diperkirakan bahwa kebutuhan Ekspor Glukosa di Indonesia tiap tahun meningkat. Pada tahun 2026 diperkirakan kebutuhan Sirup Glukosa mencapai 7.249,59 ton/tahun.

**Tabel 1. 4.** Prediksi Impor Sirup Glukosa Tahun 2022-2026

Tahun	Impor (Ton)
2022	112.688
2023	117.085
2024	121.482

2025	125.879
2026	130.276

**Tabel 1. 5.** Prediksi Ekspor Sirup Glukosa Tahun 2022-2026

<b>Tahun</b>	<b>Ekspor (Ton)</b>
2022	6.465,35
2023	6.661,41
2024	6.857,47
2025	7.053,53
2026	7.249,59

Berdasarkan data-data diatas, dapat dihitung kebutuhan glukosa dalam negeri pada tahun 2026 sebagai berikut :

Kebutuhan Sirup Glukosa Dalam Negeri

$$= [ F (\text{Produksi}) + F (\text{Impor}) - F (\text{Ekspor}) ] \text{ ton}$$

$$= [ 173.000 + 607.410 - 34.287,35 ] \text{ ton}$$

$$= 746.122,65 \text{ ton}$$

Kapasitas Pabrik Yang Masih Dibutuhkan

$$= \text{Kebutuhan Sirup Glukosa} - \text{Produksi Sirup Glukosa}$$

$$= [ 746.122,65 - 173.000 ] \text{ ton}$$

$$= 573.122,65 \text{ ton}$$

$$= 573.122,65 \text{ (76,81\% dari kebutuhan sirup glukosa di Indonesia)}$$

Kapasitas produksi untuk pabrik yang akan didirikan direncanakan akan memenuhi 20% dari total kebutuhan glukosa di Indonesia yang belum terpenuhi, maka kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut :

Kapasitas pabrik yang direncanakan:

$$= 20\% \times 573.122,65 \text{ ton}$$

$$= \mathbf{114.624,53 \text{ ton/tahun}}$$

Kapasitas pabrik yang akan digunakan dipertimbangkan menjadi 115.000 ton/tahun, dimana pabrik akan beroperasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Penentuan kapasitas pabrik berdasarkan pada pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan akan sirup glukosa dalam negeri dan meningkatkan ekspor. Kesimpulan yang didapat kapasitas produksi yang direncanakan untuk pabrik baru yang akan didirikan ini berkemampuan memenuhi **20%** kebutuhan sirup glukosa dalam negeri pada tahun 2026 sebesar **115.000 ton/tahun**.

## **1.2. Penentuan Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik. Dikarenakan akan berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Perencanaan penentuan lokasi pabrik yang tepat akan menekan biaya produksi dan distribusi. Jadi dapat disimpulkan bahwa orientasi dalam penentuan lokasi pabrik adalah untuk mendapatkan keuntungan seoptimal mungkin. Pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER) Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur dipertimbangkan berdasarkan faktor ketersediaan bahan baku, transportasi, pemasaran, tenaga kerja, dan sistem utilitas. Beberapa faktor di atas diuraikan lebih lanjut seperti berikut ini:

### **a. Ketersediaan Bahan Baku**

Bahan baku menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan lokasi pabrik. Faktor kedekatan pabrik dengan lokasi bahan baku sangat penting karena dibutuhkan waktu yang cepat, mudah, dan murah. Pada pabrik sirup glukosa, pabrik beroperasi di dekat keberadaan bahan baku lebih mudah dilakukan jika dibandingkan dengan mengangkut bahan baku itu ke lokasi yang lain. Provinsi

Jawa Timur merupakan penghasil singkong terbesar keempat di Indonesia. Provinsi Jawa Timur merupakan penghasil ubi kayu terbesar keempat di Indonesia sebanyak 400.000 ton/tahunnya.

b. Transportasi

Transportasi diperhatikan dengan benar untuk pengangkutan bahan baku dan penyaluran produk ke konsumen. Lokasi pabrik yang berada di PIER (Pasuruan Industrial Estate Rembang) berlokasi di sebelah selatan Jalan Raya Pantura dan berada di dekat Gerbang Tol Rungkut dan Rembang sehingga sangat strategis untuk transportasi dan juga untuk mobilitas dalam menjalankan perusahaan.

c. Pemasaran

Faktor pemasaran merupakan hal penting karena menyangkut pendistribusian produk dan keuntungan yang diperoleh pabrik. Dalam pemasaran ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti daerah pemasaran, persaingan dagang, dan sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran. Pemasaran produk dapat menjangkau wilayah Indonesia bagian barat, timur, dan tengah.

d. Tenaga Kerja

Lokasi pabrik sirup glukosa yang akan dibangun di Kawasan Industri PIER dekat dengan pemukiman penduduk. Pada kawasan industri ini sudah ada 90 perusahaan dengan sudah menyerap sekitar 15.000 tenaga kerja yang Sebagian besar berasal dari penduduk sekitar untuk mengurangi jumlah pengangguran di Kabupaten Pasuruan. Tenaga kerja juga akan diambil dari orang-orang yang berkompeten dalam bidang sirup glukosa. Selain itu, lulusan sarjana yang terkait dengan industri sirup glukosa juga akan dimanfaatkan menjadi tenaga kerja.

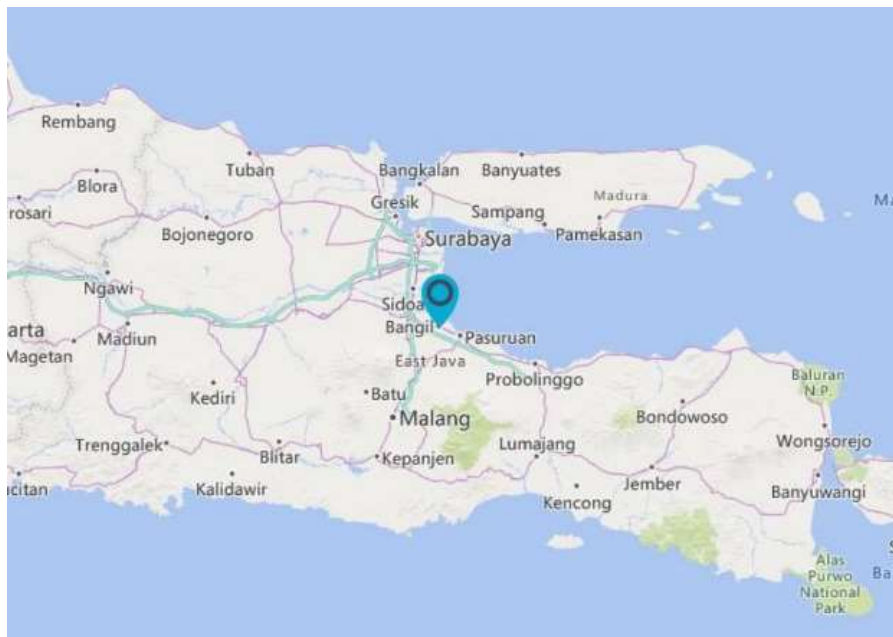
e. Utilitas

Ketersediaan utilitas seperti air dan listrik sangat dibutuhkan untuk mendukung jalannya proses pabrik sirup glukosa. Kawasan Industri Pasuruan Industrial Estate Rembang memiliki fasilitas penunjang seperti SIRE Clinic, Rumah Sakit, Masjid, Café dan Resto, Tim Pemadam Kebakaran, Sport Center dan Gas Station. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. SIER dapat menjadi solusi dalam mengatasi masalah pada pengolahan limbah air anda. Volume air dapat diterima IPAL PT.

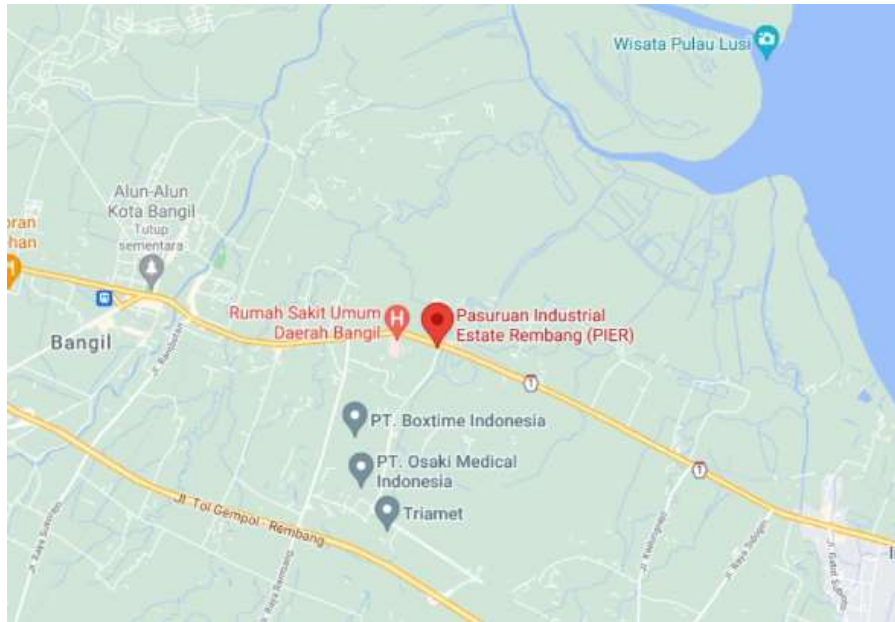
SIER sejumlah 10.000 m<sup>2</sup>/hari di IPAL Surabaya dan 14.000 m<sup>2</sup>/hari di IPAL Pasuruan. PT. SIER memiliki perizinan pengolahan Air Limbah PT. SIER, yakni:

- Izin Lingkungan  
Surabaya: P2T/69/17.05/01/XII/2017  
Pasuruan: P2T/68/17.05/01/XII/2017
- Izin Pembuangan Limbah Cair (IPLC)  
Surabaya: 66.31/652/436.7.12/2019  
Pasuruan: 660.31/0407.1/424.078/2019
- Surat Keterangan Kelayakan Lingkungan (SKKL)  
Surabaya: 660/649/111.2/2017  
Pasuruan: 660/650/111.2/2017

Penyediaan air bersih di Kawasan Industri PIER memiliki kualitas sesuai Permenkes No. 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Kapasitas alat pengolah untuk periode pertama adalah 2.500 m<sup>3</sup>/hari. Sistem distribusi dan pemipaan untuk air bersih dibedakan dengan pemipaan air PDAM yang sudah ada dengan jarak antara bangunan pengolahan dan pengguna air lebih dekat dan jika ada permasalahan lebih cepat diatasi.



**Gambar 1. 3.** Peta Lokasi Pasuruan (*BHUMI.atrbpn.go.id*, 2021)



**Gambar 1. 4.** Lokasi PIER (Pasuruan Industrial Estate Rembang) (*www.google.com*, 2021)



**Gambar 1. 5.** Lahan Industri dan Bangunan Pabrik Siap Pakai di PIER (*sier.co.id*, 2021)

Faktor-faktor sekunder yang menjadi pertimbangan dalam pendirian pabrik :

1. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah Kabupaten Pasuruan dan PT SIER bekerja sama untuk mendirikan daerah pasuruan sebagai kawasan industri bernama Industri Pasuruan Industrial

Estate Rembang dengan fasilitas lahan industri, bangunan siap pakai, sarana utilitas, gudang konvensional, dan perkantoran.

## 2. Iklim dan Lingkungan

Iklim dan lingkungan juga merupakan bahan pertimbangan dan indikator dalam suatu kelancaran dan kesinambungan proses produksi. Pemilihan lokasi pabrik dipilih harus memiliki kualifikasi tertentu seperti kelembaman stabil, aman dari bahaya api, daerah dengan frekuensi gempa yang rendah, bebas banjir dan kekeringan sehingga dapat menjamin stabilisasi proses produksi.

## 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana di kawasan industri PIER menyediakan jalan dan transportasi yang baik dan lengkap sehingga menunjang kelancaran dalam mobilitas pembelian bahan baku dan penjualan produk, sama halnya dengan fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan (Lapangan olahraga/ GOR), bank, ATM, dan juga sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

### **1.3.Tinjauan Proses**

Sirup Glukosa bisa dibuat dari berbagai macam bahan yang mengandung pati seperti kentang, jagung, ketela, ubi, sagu, beras dan masih banyak lagi. Sejarahnya tahun 1811 ilmuwan asal Jerman bernama Gottlieb Sigismund Constantin Krichhoff memprakarsai proses produksi sirup glukosa ini menjadi yang awal dari inovasi pembuatan sirup glukosa sampai. Metode hidrolisis biasanya digunakan untuk memecah pati dari bahan baku menjadi dextrin atau sirup glukosa (Dziedzic, 1995).

Berikut merupakan beberapa metode hidrolisis pati yang bisa diterapkan untuk menghasilkan sirup glukosa adalah sebagai berikut :

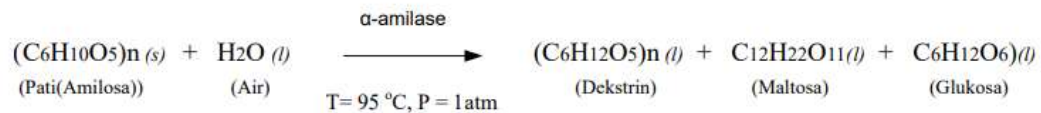
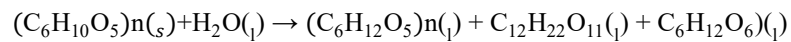
1. Hidrolisis pati dengan enzim
2. Hidrolisis pati dengan asam
3. Hidrolisis pati dengan asam dan enzim

#### **1.3.1.Hidrolisis Pati dengan Enzim**

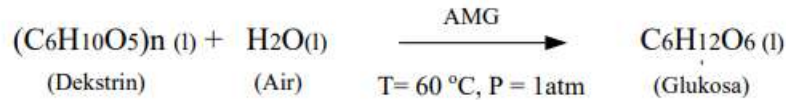
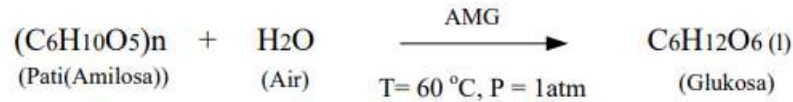
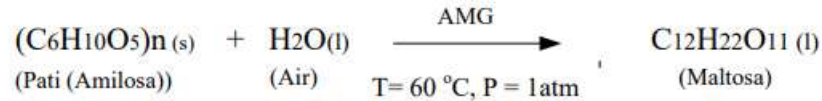
Bahan dasar dari sirup glukosa adalah salah satunya pati. Proses pembuatannya meliputi likuifikasi, sakarifikasi, penjernihan, dan pemekatan. Hidrolisis pati dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan enzim glukoamilase (amyloglukosidase). Enzim  $\alpha$ -amilase digunakan pada proses likuifikasi, sedangkan glukoamilase digunakan pada proses sakarifikasi (Winarno, 2010)

Tahapan proses hidrolisis dengan enzim meliputi tahap liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi adalah proses terjadinya pemutusan rantai polisakarida menjadi dekstrin dengan bantuan enzim alfa amylase yang menggunakan katalisator CaCl<sub>2</sub>. Sedangkan untuk tahap sakarifikasi terjadi proses hidrolisis dekstrin menjadi glukosa dengan bantuan enzim glukoamilase dengan katalisator HCl. Berikut adalah reaksi yang terjadi pada tahap likuifaksi dan sakarifikasi :

Reaksi yang terjadi pada proses Likuifikasi:



Reaksi yang terjadi pada proses Sakarifikasi:



Keuntungan menggunakan hidrolisa enzim :

- Dekstrosa ekivalen yang dihasilkan lebih tinggi daripada hidrolisis asam yaitu mencapai 98%
- Kemurnian produk lebih tinggi daripada hidrolisa asam.
- Sirup yang dihasilkan memiliki komposisi yang lebih stabil
- Tidak menimbulkan korosi pada peralatan.
- Proses sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam
- Peralatan lebih sederhana sehingga operasi tidak butuh tenaga banyak

Kerugian dalam menggunakan hidrolisa enzim :

- Kondisi operasi berbeda untuk setiap enzim agar tercapai konversi produk.
- Enzim yang digunakan harus diimport karena produsen enzim berasal dari Jepang, Amerika, Jerman, Denmark, dan Inggris

### 1.3.2. Hidrolisis Pati dengan Menggunakan Asam

Hidrolisis pati menggunakan asam dilakukan dengan penambahan larutan asam pada larutan pati yang sudah ditambahkan dengan air. Dalam proses hidrolisis ini memerlukan temperatur antara 85-140°C sehingga perlu dipanaskan diantara temperatur tersebut agar terjadi proses hidrolisis secara maksimal. Sebelum dilakukan penjernihan dengan karbon aktif larutan yang telah melalui proses hidrolisis perlu dinetralkan pH nya dengan larutan basa yang sesuai untuk mencapai pH 4.5 - 5 Setelah larutan netral kemudian dilakukan penjernihan dengan

menambahkan larutan bleaching agent yaitu karbon aktif, koalin, dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan untuk memisahkan kotoran. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan untuk memisahkan kotoran. Untuk memperoleh sirup glukosa dengan kepekatan yang diinginkan dapat dilakukan dengan cara pemekatan pada evaporator (Schenck & Hebeda, 1992)

Keuntungan dari proses hidrolisa asam ini ialah :

- Bahan pembantu yaitu berupa asam mudah didapatkan dan harganya yang relatif murah.

Kerugian dalam memakai proses hidrolisa asam :

- Biaya pembuatan peralatan yang mahal, karena dibutuhkan peralatan yang tahan terhadap korosi.
- Penggunaan asam sebagai bahan pembantu memiliki resiko besar karena sifatnya yang eksplosif dan berbahaya bagi kesehatan pekerja serta lingkungan.

### **1.3.3. Hidrolisis Pati Menggunakan Enzim dan Asam**

Pada tahun 1940 melalui paten yang dipublikasikan berjudul “Syrup and Method of Making Same” Ilmuan Langlois Hidrolisis dengan katalis gabungan ini diperkenalkan pertama kali oleh Langlois & Dale tahun 1940. Dalam proses ini awalnya dilakukan hidrolisa parsial dengan menggunakan asam kemudian dilanjutkan dengan proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim amilolitik (Tjokroadikoesoemo, 1986)

Hidrolisa menggunakan asam dan enzim ini memerlukan suhu dan pH yang sesuai dalam pengoperasiannya. Dalam proses ini, hidrolisa yang terjadi secara parsial yang mana tahap awal menggunakan asam, kemudian dilanjutkan dengan proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim glukoamilase. Konversi enzim biasanya dilakukan pada pH 4,5-7 dengan suhu optimum 50-60oC. (Kirk-Othmer, 2000)

Komposisi akhir dari hidrolisat bergantung pada pengaturan kondisi mula-mula hidrolisa asam mula-mula, dan tipe enzim serta tingkat sakarifikasi enzim.

Keuntungan dari penggunaan katalis asam-enzim dari hidrolisa ini adalah :

- Dextrose ekivalen yang dihasilkan dapat mencapai 90-92% - Hidrolisa dapat berjalan lebih sempurna karena memakai 2 katalis dibanding menggunakan 1 katalis.

Kerugian dengan menggunakan hidrolisa asam enzim :

- Biaya produksi yang tinggi karena penggunaan katalis asam dan enzim
- Kondisi operasi yang sulit tercapai karena penyesuaian pH dan suhu optimum dari masing-masing katalis.

### 1.3.4. Seleksi Proses

Pada proses pembuatan sirup glukosa dapat menggunakan tiga macam proses yang telah diuraikan sebelumnya. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 1.4. Perbandingan tersebut berdasarkan dari segi teknis maupun segi ekonomis ketiga proses.

**Tabel 1. 6.** Perbandingan Kondisi Operasi Pada Proses Hidrolisis (Tjokroadikoesoemo, 1986)

Uraian	Hidrolisis		
	Asam	Asam-Enzim	Enzim-Enzim
Teknis			
1. Operasi			
- Tekanan (atm)	3	1 – 3	1
- Suhu oC	140-160	60-140	60-105
- pH	2,3	1,8 – 2	4,5 – 6
2. Proses			
- DE	30-55%	30-63%	97-98%
- Reaksi Samping	Ada	Ada	Ada
- Daya Korosi	Tinggi	Tinggi	Rendah
3. Aspek Ekonomi			
- Kebutuhan Asam	Banyak	Banyak	Banyak
- Biaya Peralatan	Mahal	Mahal	Murah

---

- Energi	Besar	Besar	Kecil
- Investasi	Tinggi	Tinggi	Rendah

---

Dapat dilihat dari tabel perbandingan di atas, bahwa keuntungan menggunakan proses hidrolisa enzim-enzim daripada yang lainnya ialah :

- Nilai DE (Dekstrosa Ekivalen) sangat tinggi yaitu sekitar 97-98%
- Biaya energi lebih rendah karena suhu operasi yang lebih rendah
- Terhindar dari korosi, sehingga harga peralatan lebih murah
- Tidak terjadi reaksi samping.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka proses yang dipilih ialah hidrolisa pati dengan katalis enzim-enzim.