



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia mengalami peningkatan, terlebih saat ini sudah memasuki era revolusi industri 4.0. Perkembangan industri diikuti dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang juga meningkat. Hal tersebut tentu berhubungan dengan kebutuhan pangan di Indonesia. Negara Indonesia dikenal sebagai negara agraris. Salah satu hal yang mendukung bahwa Indonesia merupakan negara agraris adalah produksi komoditi pertanian yang melimpah. Seperti produksi komoditi singkong di Indonesia yang merupakan penghasil komoditi singkong terbesar nomer 4 di dunia. Di Indonesia, ubi kayu tersebar di berbagai kawasan dengan pusat perkembangan di Lampung dan Jawa. Lima besar provinsi penghasil singkong adalah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Yogyakarta. Daerah penghasil ubi kayu di pulau Jawa meliputi Jawa Timur (Pacitan, Jember, Kediri, Madiun), Jawa Tengah (Banyumas, Yogyakarta, Wonogiri) dan Jawa Barat (Bogor, Tasikmalaya).

Produksi ubi kayu di Indonesia cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai suatu produk industri olahan berbasis ubi kayu seperti tapioka. Penggunaan tapioka sebagai bahan baku pembuatan glukosa kristal (dekstrosa monohidrat) merupakan cara untuk meningkatkan nilai ekonomi dari ubi kayu. Selain itu juga sebagai salah satu bentuk diversifikasi produk olahan berbahan ubi kayu serta memenuhi kebutuhan gula di Indonesia yang semakin meningkat. Gula merupakan salah satu kebutuhan pangan pokok yang penting dalam kehidupan sebagai pemanis makanan. Pada umumnya kita mengenal gula yang dihasilkan dari tebu sehingga disebut dengan gula tebu. Namun gula juga dapat di buat dari bahan yang mengandung pati seperti umbi-umbian dan jagung. Tingkat kemanisan gula yang terbuat dari pati juga hampir sama dengan gula dari tebu. Salah satu metode dalam pengolahan pati menjadi gula yakni dengan proses hidrolisis enzim yang menghasilkan larutan glukosa kental. Dengan adanya proses pengeringan larutan



tersebut dapat diubah menjadi bentuk kristal yang sering disebut dengan glukosa kristal atau dekstrosa monohidrat.

Glukosa atau dekstrosa adalah sejenis gula yang termasuk monosakarida dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_6$. Glukosa banyak digunakan dalam industri permen, ice cream, sirup. Selain itu glukosa juga banyak digunakan di dalam pabrik-pabrik farmasi antara lain untuk pembuatan larutan infus, serta pembuatan tablet-tablet sebagai lapisan luar sehingga berasa manis. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kegunaan dekstrosa sangatlah kompleks. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan semakin meningkatnya kesejahteraan penduduk tersebut mengakibatkan semakin tingginya konsumsi masyarakat terhadap barang-barang kebutuhan pokok seperti makanan dan minuman. Hal ini juga mendorong semakin berkembangnya industri makanan dan minuman di dalam negeri dimana industri ini sering membutuhkan dekstrosa sebagai bahan pemanis, maka menyebabkan kebutuhan akan glukosa semakin meningkat

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Alasan pendirian pabrik glukosa kristal (dekstrosa monohidrat) ini dikarenakan semakin meningkatnya kebutuhan glukosa. Semakin banyaknya jenis makanan dan minuman manis khususnya permen dan ice, yang juga akan menyebabkan kebutuhan bahan baku seperti glukosa semakin meningkat. Untuk itu dibutuhkan peningkatan produksi glukosa dalam negeri guna mengurangi kebutuhan impor glukosa. Selain itu juga untuk memanfaatkan bahan baku yaitu pati singkong yang mungkin saat ini belum di manfaatkan secara maksimal. Dengan demikian dapat mendorong pertumbuhan industri-industri gula, menciptakan lapangan pekerjaan, mengurangi pengangguran serta dapat menumbuhkan dan memperkuat perekonomian di Indonesia.

Hasil survey dan trend market glukosa (dekstrosa) yang dipublikasikan oleh Mordor Intelligence, permintaan pasar akan glukosa atau dekstrosa semakin meningkat dengan nilai CAGR 3,5%. Glukosa yang banyak diaplikasikan sebagai

pemanis dalam industri makanan dan minuman mengalami peningkatan permintaan yang signifikan.



Gambar I.1. Trend Market Glukosa

Wilayah Asia Pasifik diperkirakan menjadi pasar utama konsumsi glukosa atau dekstrosa. Meningkatnya permintaan industri makanan dan minuman yang mengandung glukosa, industri farmasi, serta terjangkaunya sumber dari glukosa dalam skala besar di negara China, India, Jepang, serta Indonesia akan mendorong permintaan glukosa di negara-negara tersebut.



Gambar I.2. Pertumbuhan Pasar Glukosa Berdasarkan Wilayah



I.1.2 Bahan Baku Pembuatan Glukosa Kristal

Pati singkong (Tepung tapioka) digunakan sebagai bahan baku pembuatan glukosa kristal (dekstrosa monohidrat). Alasan dipilihnya tepung tapioka karena mengandung kadar karbohidrat cukup tinggi yang nantinya akan dikonversi menjadi glukosa. Berikut disajikan tabel perbandingan kandungan gizi tepung tapioka dengan tepung lainnya.

Tabel I.1. Perbandingan Kandungan Gizi Tepung Tapioka dengan Tepung Lainnya

Komposisi Kimia	Tepung Singkong	Tepung Terigu	Tepung Jagung	Tepung Kentang	Tepung Beras
Karbohidrat (gr)	88,2	77,3	73,7	85,6	80
Protein (gr)	1,1	8,9	9,2	0,3	7
Lemak (gr)	0,5	1,3	3,9	0,1	0,5
Kalori (cal)	363	333	355	347	353

(Direktorat Gizi Depkes RI, 2018)

Dari Tabel tersebut dapat dilihat potensi terbesar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan glukosa kristal (dekstrosa monohidrat) dengan kandungan karbohidrat paling tinggi yaitu tepung singkong (tapioka) yaitu sebesar 88,2/100 gram singkong. Produksi singkong di Indonesia dapat dilihat dan disajikan pada tabel I.2 berikut.

Tabel I. 2. Produksi Singkong di Indonesia

Indikator (Tahun)	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)	Produktivitas (Kuintal/Ha)
2014	157.111	3.635.454	231,39
2015	146.787	3.161.573	215,39
2016	120.208	2.924.933	243,32
2017	118.409	2.908.417	245,62
2018	100.221	2.551.840	254,62

(Sumber: Kementerian Pertanian, 2018)



Berdasarkan data produksi singkong di Indonesia tahun 2018 mengalami sedikit kenaikan dari tahun 2017 dari segi luas panen dan produksinya, hal ini dapat digunakan sebagai acuan ketersediaan bahan baku pembuatan pati singkong (tepung tapioca) yang nantinya akan di hidrolisis menjadi glukosa kristal (dekstrosa monohidrat).

I.2 Kapasitas Produksi

Kapasitas produk dapat diartikan sebagai jumlah maksimum produk keluar yang dapat di produksi dalam satuan massa tertentu. Penentuan kapasitas produksi dapat dilihat berdasarkan data kebutuhan impor glukosa di Indonesia. Industri pemanis, terutama dekstrosa atau glukosa di Indonesia mempunyai perkembangan yang cukup baik, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri makanan, minuman, maupun industri farmasi yang membutuhkan glukosa di Indonesia. Namun produk glukosa yang dihasilkan oleh industri penghasil gula belum mencukupi kebutuhan di Indonesia. Sehingga menyebabkan Indonesia mengimpor glukosa dari negara-negara penghasil glukosa. Berikut merupakan data impor glukosa di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir tertulis pada tabel berikut

Tabel I.3. Data Jumlah Impor Glukosa di Indonesia

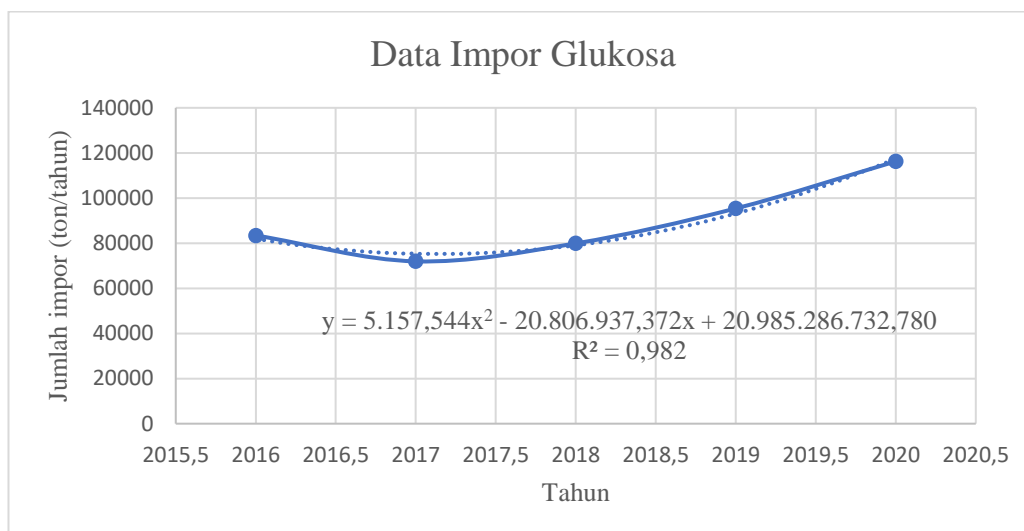
Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2016	83427,372
2017	71946,988
2018	79911,355
2019	95400,288
2020	116260,432

(Sumber : Biro Pusat Statistika Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor, 2020)

Berdasarkan data jumlah impor glukosa di atas, maka produksi glukosa perlu ditingkatkan untuk mengurangi adanya impor glukosa sekaligus memenuhi kebutuhan glukosa di Indonesia. Jika data jumlah impor diatas dibuat grafik untuk memperkirakan jumlah impor glukosa tersaji pada gambar I.3 berikut ini



PRA PERANCANGAN PABRIK
“GLUKOSA KRISTAL DARI PATI SINGKONG DENGAN PROSES
HIDROLISIS ENZIM KAPASITAS 41.000 TON/TAHUN”



Gambar I. 3. Grafik Impor Glukosa

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai regresi sebesar 0,982 yang menandakan bahwa persamaan ini dapat diterima dan digunakan untuk menentukan kapasitas produksi glukosa kristal yang akan mendatang. Pabrik Glukosa Kristal ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2025, maka $X = 2025$.

$$\begin{aligned}y &= 5,157.544x^2 - 20,806,937.372x + 20,985,286,732.780 \\&= 5,157.544(2025)^2 - 20,806,937.372(2025) + 20,985,286,732.780 \\&= 392.419,48\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperkirakan jumlah impor Glukosa pada tahun 2025 sebesar 392.419,48 ton/tahun. Dari total impor tersebut, pabrik Glukosa Kristal dari Pati Singkong dibuat dengan kapasitas 10% dari total impor, sehingga kapasitas pabrik dibuat sebesar 40.000 ton/tahun.

I.3 Kegunaan Produk

Glukosa berfungsi sebagai sumber energi atau sumber karbon pada proses fermentasi yang bertujuan untuk menghasilkan produk dengan nilai ekonomi tinggi dan kemurnian tinggi. Penyediaan senyawa glukosa untuk skala industri akan dihasilkan dari bahan-bahan dasar yang mengandung kadar polisakarida tinggi seperti kentang dan singkong. Bentuk glukosa yang dapat diperoleh di pasaran



mempunyai bentuk yang bermacam-macam antara lain dalam bentuk cairan, padat, maupun kristal. Salah satu bahan derivat glukosa yang terdapat di pasaran adalah senyawa dekstroza monohidrat. Senyawa tersebut biasanya digunakan sebagai sumber karbon atau energi dalam proses fermentasi dengan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi seperti senyawa antibiotik, asam amino, asam butirat, asam tartat, dan berbagai senyawa polisakarida.

(Bachruddin, 2014)

I.4 Sifat Fisika dan Kimia

I.4.1. Bahan Baku Utama

A. Tepung Tapioka

- Rumus molekul : $(C_6H_{10}O_5)_n$
- Bentuk : Serbuk halus
- Starch content : 86 - 90 %
- Moisture content : <14%
- pH : 5 - 7
- Brightness : >93%
- Ash content : <0,1%
- Fibre content : <0,08%
- Solubility (90 °C) : 50 g/l

(PT. Budi Starch & Sweetener)

I.4.2. Bahan Baku Pembantu

A. Air

- Rumus Molekul : H_2O
- Massa Molar : 18.0153 g/mol
- Densitas : 0.998 g/cm³ (cairan pada 20 °C)
- Titik Lebur : 0 °C (273.15 K) (32 °F)
- Titik Didih : 100 °C (373.15 K) (212 °F)

(Perry, 2008)



B. Kalsium Klorida

- Rumus Molekul : CaCl_2
- Bentuk : Serbuk putih
- Berat molekul : 110,99 gr/mol
- Spesific Gravity : 2,15 gr/cm³
- Titik lebur : 772 °C
- Titik Didih : > 1600°C
- Kelarutan (0 °C) : 59,5 gr/100 gr air

(Perry, 2008)

C. Asam Klorida

- Rumus Molekul : HCl
- Berat Molekul : 36,458 g/mol
- Bentuk : Cairan bening tidak berwarna
- Densitas : 1,18 g/cm³
- Kelarutan : 82,3 gr/ 100 gr air
- Titik Leleh : -111°C untuk HCl 36%
- Titik Didih : -85°C untuk HCl 36%

(Perry, 2008)

D. Enzim α -amylase

Enzim *α -amilase* berupa cairan berwarna coklat dan memiliki densitas sebesar 1,25 g/ml dan mempunyai aktivitas enzim sebesar 90 KNU (Kilo Novo *α -amilase* Unit)/g, dimana 1 KNU didefinisikan sebagai jumlah enzim yang dapat menghidrolisis 5,26 gram pati terlarut per jam pada pH 5,6 dan suhu 37°C (Kearsley and Dziedzic, 1995).

- a. Merupakan endoglucanases yang membelah ikatan glukosidik internal dalam pati dan polisakarida untuk menghasilkan dekstrin
- b. pH optimum = 5,0-6,0
- c. Suhu optimum 95°C

(BeMiller, 2009)



E. Enzim Glukoamilase

Enzim glukoamilase merupakan enzim yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan bantuan mikroba *Aspergillus awamori* KT-11. Enzim ini merupakan enzim kelas 15 yang berperan dalam proses sakarifikasi pati (sejenis karbohidrat) dengan memecah struktur pati yang merupakan polisakarida kompleks berukuran besar menjadi lebih kecil olehnya.

- a. Jenis eksoamylase
- b. pH optimum: 4,0 – 5,0, pada 30 – 35% bahan kering
- c. Temperatur optimum: 60°C
- d. Karakteristik reaksi: mampu menghidrolisis oligosakarida menjadi glukosa pada reaksi sakarifikasi

(BeMiller, 2009)

F. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan mineral yang mempunyai pori-pori yang sangat banyak, pori-pori ini berfungsi untuk menyerap zat atau larutan yang melewatinya. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang luas. Karbon aktif ini digunakan sebagai adsorben dalam proses dekolorisasi glukosa. Karbon aktif diperoleh dari PT. Surya Mahakam Agung Chemical yang berada di Mojokerto Jawa Timur dengan spesifikasi produk sebagai berikut

- a. Produk : Karbon aktif SMAC-5
- b. Aplikasi : Dekolorasi glukosa, gula halus, dan molase
- c. Kelembaban : 10 - 50%
- d. Kadar abu : Max 7.0
- e. pH : 4 - 8
- f. Filterability : 50 - 80 sec/ml
- g. Mesh : 150 – 250

(PT Surya Mahkamah Agung Chemical)



I.4.3. Produk

A. Dekstrosa Monohidrat

- Rumus Molekul : $C_6H_{12}O_6 \cdot H_2O$
- Berat Molekul : 198,1714 gr/mol
- Bentuk : Padat serbuk
- Warna : Putih hingga coklat
- Rasa : Manis
- Bau : Tak berbau
- Kadar Air : maks 9%
- Kadar Abu : maks 0,1%
- Kadar Gula Pereduksi : min 99,5%
- Titik Leleh : $86^{\circ}C$
- pH : 5-7
- Kelarutan pada air $20^{\circ}C$: 0.91%

(Msds, 2017 “*Dekstrosa Monohidrat*”)