



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia adalah negara berkembang dan harus meningkatkan pembangunan di segala bidang termasuk sektor industri. Pembangunan di bidang industri ini dilakukan untuk meningkatkan produksi dalam negeri, meningkatkan devisa negara dan memperbanyak kesempatan kerja. Perkembangan industri di Indonesia mengalami peningkatan pada era revolusi industri 4.0. Perkembangan ini 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. Dalam industri pangan, tapioka biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa. Industri sirup glukosa di Indonesia mulai berkembang pada tahun 1980-an. Terdapat beberapa perusahaan sirup glukosa di Indonesia yang mempunyai kapasitas produksi yang besar antara lain, PT. Suba Indah, Cilegon, Banten (82.500 ton/tahun), PT. BAJ, Jawa Timur (58.000 ton/tahun), PT. Sari Pati Idaman, Pati, Jawa Tengah (72.500 ton/tahun), PT. Budi Starch and Sweetener, Jawa Timur (90.000 ton/tahun) dan PT. Trebor Indonesia, Jakarta, DKI Jakarta (87.500 ton/tahun). Namun, kapasitas produksi beberapa perusahaan glukosa tersebut masih



relative kecil jika dibandingkan dengan jumlah glukosa yang dibutuhkan dalam negeri. Sirup glukosa merupakan salah satu produk bahan pemanis berbentuk cairan, tidak berbau dan tidak berwarna. Glukosa termasuk dalam kelompok monosakarida dengan rumus kimia $C_6H_{12}O_6$. Sirup glukosa atau sering juga disebut gula cair dibuat melalui proses hidrolisis pati. Perbedaannya dengan gula pasir atau sukrosa yaitu sukrosa merupakan gula disakarida, terdiri atas ikatan glukosa dan fruktosa, sedangkan sirup glukosa adalah monosakarida, terdiri atas satu monomer yaitu glukosa. Dalam industri makanan, sirup glukosa (*glucose syrup*) biasanya digunakan sebagai penyedap rasa, pembuatan monosodium glutamat, *Caramels*, *Jelies*, *Pastilles*, *Marsh mallow*, *Maltodextrins*, *Coffee whitener*, *dessert powders* dan lain-lain. Penggunaan tapioka sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa 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 sirup gula di Indonesia yang semakin meningkat. Salah satu metode dalam pengolahan pati menjadi sirup glukosa yakni dengan proses hidrolisis enzim yang menghasilkan larutan glukosa kental yang disebut dengan sirup glukosa.

Glukosa termasuk dalam kelompok monosakarida dengan rumus kimia $C_6H_{12}O_6$. Glukosa banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman. 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 glukosa sangatlah kompleks. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan 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 glukosa sebagai bahan pemanis, maka menyebabkan kebutuhan akan glukosa semakin meningkat.

Dipilihnya tepung tapioka sebagai bahan baku, karena kandungan patinya cukup tinggi dan juga mengandung glukosa. Selain itu produksinya cukup tinggi di



Indonesia. Dapat dilihat dalam data berikut, data ekspor tepung tapioka di Indonesia dari tahun 2018-2022 :

Tabel I. 1 Data Jumlah Ekspor Tepung Tapioka di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	375.589.316
2019	343.002.840
2020	148.720.571
2021	48.501.796
2022	290.099.469

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

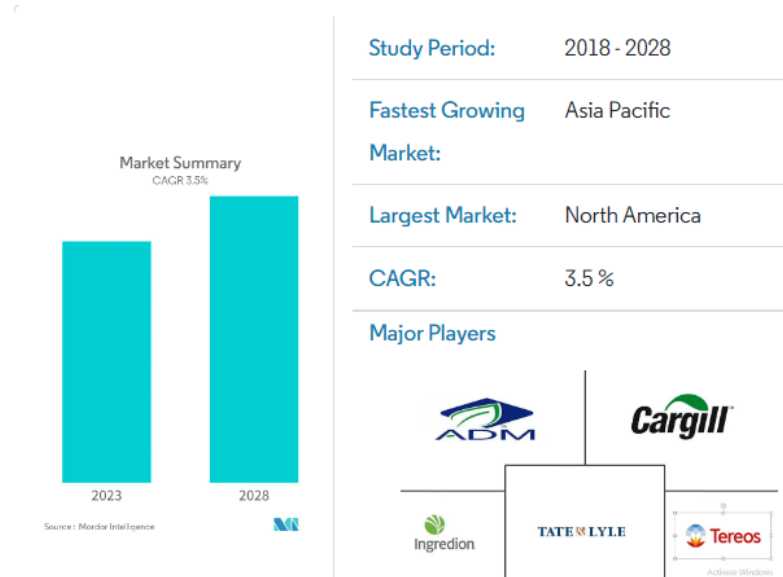
Alasan pendirian pabrik sirup glukosa ini dikarenakan semakin meningkatnya kebutuhan glukosa. Semakin banyaknya jenis makanan dan minuman manis khususnya permen dan ice, yang juga akan menyebabkan kebutuhan bahan baku seperti glukosa semakin meningkat. Untuk itu dibutuhkan peningkatan produksi glukosa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

Hasil survey dan trend market glukosa yang dipublikasikan oleh Mordor Intelligence, permintaan pasar akan glukosa semakin meningkat dengan nilai CAGR 3,5%. Glukosa yang banyak diaplikasikan sebagai pemanis dalam industri makanan dan minuman mengalami peningkatan permintaan yang signifikan.

https://s3.mordorintelligence.com/glucose-market/1677840092627_glucose-market_Glucose_Dextrose_Market_Non-



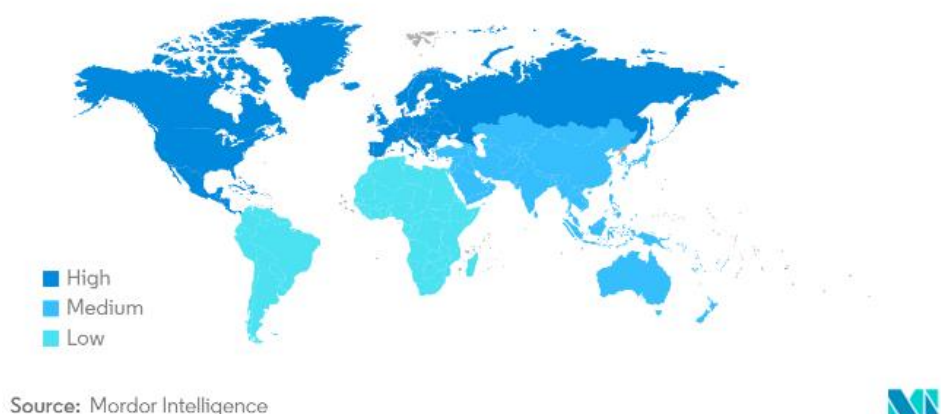
alcoholic Drink Monthly Production in Million Metric Tons China 2022.png



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.

Glucose (Dextrose) Market: Market CAGR (in %), by Region, Global, 2022



Gambar I.2. Pertumbuhan Pasar Glukosa Berdasarkan Wilayah



I.1.2 Bahan Baku Pembuatan Sirup Glukosa

Pati singkong (Tepung tapioka) digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa. 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.2. Perbandingan Kandungan Gizi Tepung Tapioka dengan Tepung Lainnya

Komposisi Kimia	Tepung Singkong	Tepung Terigu	Tepung Jagung	Tepung Kentang	Tepung Beras
Karbohidrat (gr)	87,95	77,3	73,7	85,6	80
Protein (gr)	0,27	8,9	9,2	0,3	7
Lemak (gr)	0,1	1,3	3,9	0,1	0,5
Kalori (cal)	360	333	355	347	353

(Direktorat Gizi Depkes RI, 2018)

Dari Tabel tersebut dapat dilihat potensi terbesar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan sirup glukosa dengan kandungan karbohidrat paling tinggi yaitu tepung singkong (tapioka) yaitu sebesar 87,95/100 gram singkong. Produksi singkong di Indonesia dapat dilihat dan disajikan pada tabel I.2 berikut.

Tabel I. 3. 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 tapioka) yang nantinya akan di hidrolisis menjadi sirup glukosa.

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, ekspor dan kebutuhan sirup glukosa di Indonesia. Industri pemanis, terutama sirup 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. Permintaan sirup glukosa diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri makanan dan minuman di Indonesia. Saat ini Indonesia masih terus melakukan impor sirup glukosa dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Oleh karena itu perlu dibangun pabrik sirup glukosa untuk memenuhi kebutuhan industri, dan diharapkan dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan perekonomian nasional. Untuk menentukan kapasitas dalam merancang pabrik sirup glukosa ini didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu:

I.2.1 Data Impor Sirup Glukosa di Indonesia

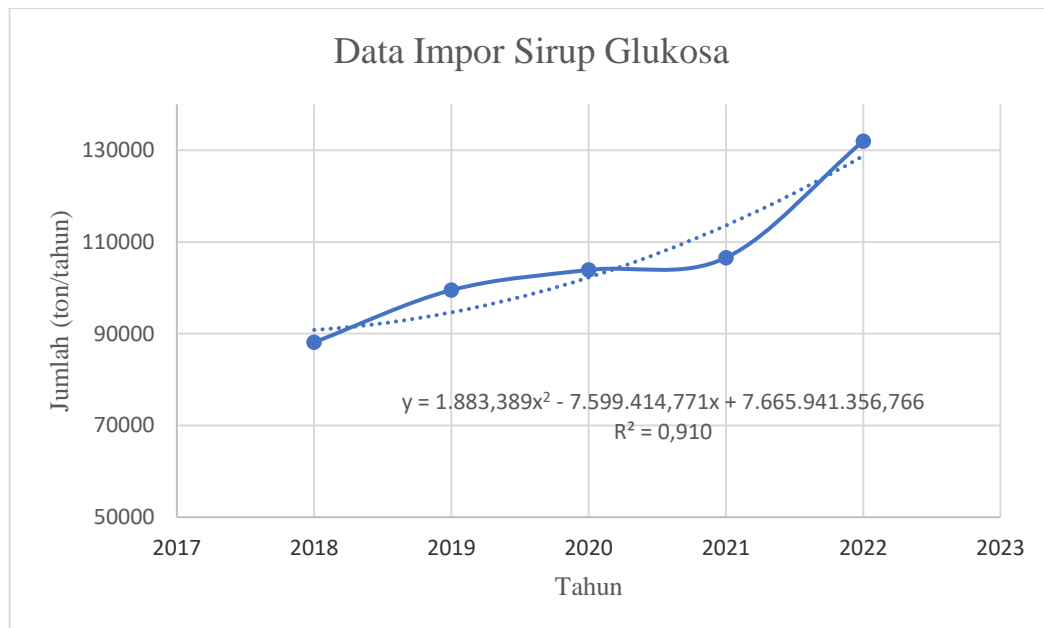
Tabel I.4. Data Jumlah Impor Sirup Glukosa di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	88134,3970
2019	99497,2930
2020	103894,0080
2021	106566,3550
2022	131975,1550

(Badan Pusat Statistik, 2023)



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



Gambar I. 3. Grafik Impor Sirup Glukosa

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai regresi sebesar 0,910 yang menandakan bahwa persamaan ini dapat diterima dan digunakan untuk menentukan kapasitas produksi sirup glukosa yang akan mendatang. Pabrik Sirup Glukosa ini direncanakan beroperasi pada tahun 2027 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2027, maka $X = 2027$.

$$\begin{aligned}y &= 1883389 x^2 - 7699414,771x + 7665941356,766 \\&= 1883389 (2027)^2 - 7699414,771 (2027) + 7665941356,766 \\&= 262618,53\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperkirakan jumlah impor Sirup Glukosa pada tahun 2027 sebesar 262618,53 ton/tahun.



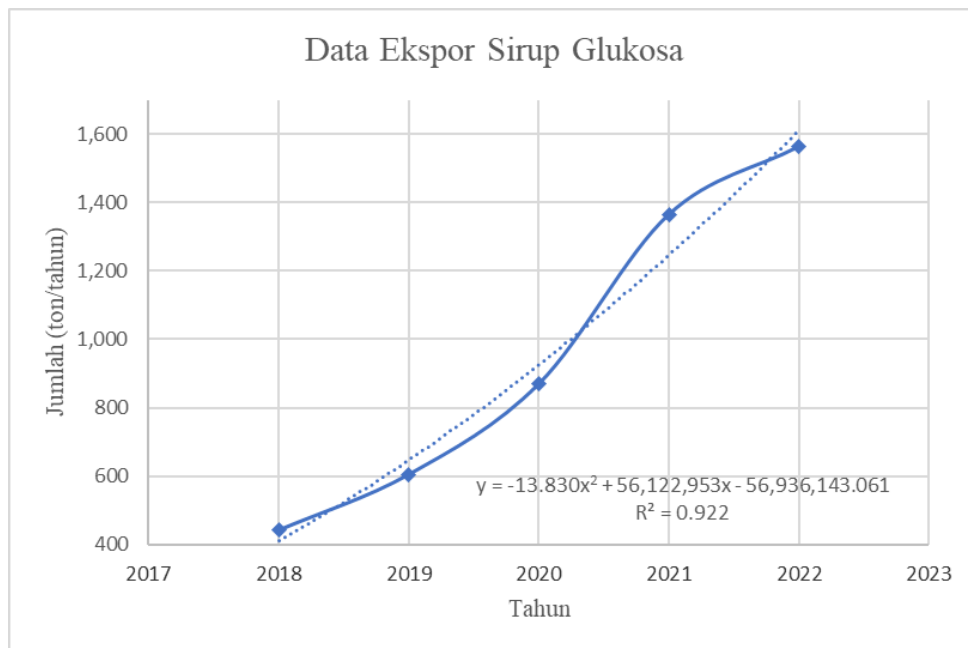
I.2.2 Data Eskpor Sirup Glukosa di Indonesia

Tabel I. 5 Data Jumlah Ekspor Sirup Glukosa di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	442,3289
2019	604,8500
2020	1364,1452
2021	869,5806
2022	1562,2227

(Badan Pusat Statistik, 2023)

Jika data jumlah ekspor diatas dibuat grafik untuk memperkirakan jumlah impor sirup glukosa tersaji pada gambar I.4 berikut ini



Gambar I. 4 Grafik Ekspor Sirup Glukosa

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai regresi sebesar 0,679 yang menandakan bahwa persamaan ini dapat diterima dan digunakan untk menentukan kapasitas produksi sirup glukosa yang akan mendatang. Pabrik Sirup Glukosa ini direncanakan beroperasi pada tahun 2027 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2027, maka $X = 2027$

$$y = -13,83 x^2 + 56122,953x - 56936143,061$$



$$= 1883389 (2027)^2 - 7699414,771 (2027) - 56936143,061$$
$$= 1360,6$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperkirakan jumlah ekspor Sirup Glukosa pada tahun 2027 sebesar 1360,6 ton/tahun

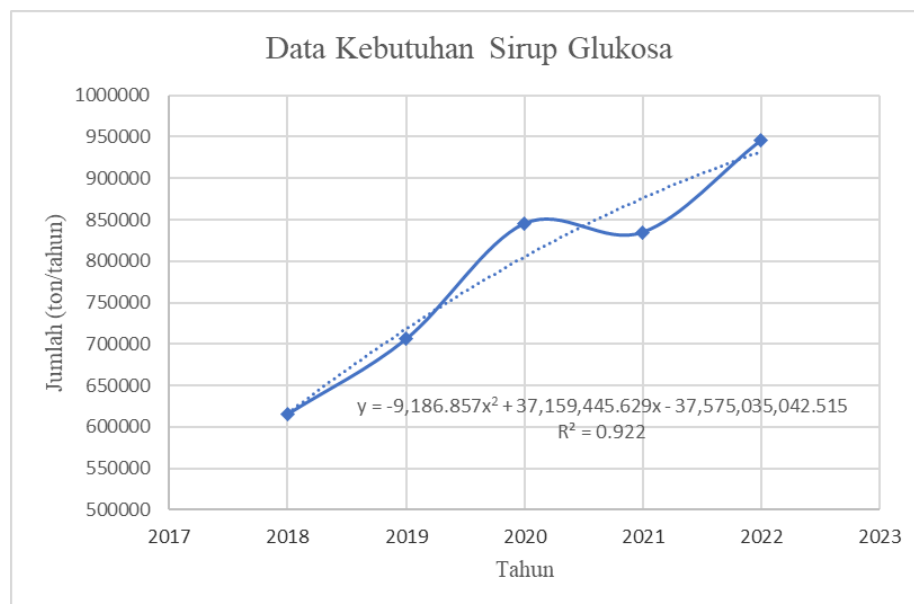
I.2.3 Data Kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia

Tabel I. 6 Data Kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	615349
2019	705971
2020	845410
2021	834937
2022	945962

(Badan Pusat Statistik, 2023)

Jika data jumlah kebutuhan sirup glukosa diatas dibuat grafik untuk memperkirakan jumlah impor sirup glukosa tersaji pada gambar I.5 berikut ini



Gambar I. 5 Grafik Kebutuhan Sirup Glukosa

Berdasarkan persamaan di atas diperoleh nilai regresi sebesar 0,922 yang menandakan bahwa persamaan ini dapat diterima dan digunakan untuk menentukan



kapasitas produksi sirup glukosa yang akan mendatang. Pabrik Sirup Glukosa ini direncanakan beroperasi pada tahun 2027 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2027, maka $X = 2027$.

$$\begin{aligned}y &= -9186,857x^2 + 37159445,629 - 37575035042,515 \\ &= -9186,857 (2027)^2 + 37159445,629 (2027) - 37575035042,515 \\ &= 986870,515\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperkirakan jumlah kebutuhan Sirup Glukosa pada tahun 2027 sebesar 986870,515 ton/tahun

I.2.4 Data Produksi Sirup Glukosa di Indonesia

Tabel I. 7 Data Produksi Sirup Glukosa di Indonesia

Pabrik Sirup Glukosa	Kapasitas Produksi
PT. Suba Indah, Cilegon, Banten	85000
PT. BAJ, Jawa Timur	57500
PT. Sari Pati Idaman, Pati, Jawa Tengah	72500
PT. Budi Starch and Sweetener, Jawa Timur	90000
PT. Trebor Indonesia, Jakarta, DKI Jakarta	87500
Total	392500

I.2.5 Penentuan Produksi Sirup Glukosa di Indonesia

Penentuan kapasitas perancangan pabrik di dasarkan kepada data kebutuhan konsumsi, data impor, data ekspor, dan jumlah produksi dalam negeri yang sudah ada. Dengan data yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka peluang kapasitas pendirian pabrik sirup glukosa pada tahun 2027 dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$PKPP = JK + EKS - IMP - PDN$$

Keterangan:

PKPP = Peluang Kapasitas Pabrik Sirup Glukosa Tahun 2027 (Ton)

JK = Jumlah Konsumsi Sirup Glukosa Tahun 2027 (Ton)

EKS = Jumlah Ekspor Sirup Glukosa Tahun 2027 (Ton)

IMP = Jumlah Impor Sirup Glukosa Tahun 2027 (Ton)



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Sirup dari Tepung Tapioka Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis
Kapasitas 40.100 Ton/Tahun ”

PDN = Jumlah Produksi Sirup Glukosa Dalam Negeri Tahun 2027 (Ton)

PKPP = JK + EKS – IMP – PDN

= 986870 Ton +1360 Ton - 262618 Ton - 392500 Ton

PKPP = 333112 Ton

Berdasarkan pertimbangan dari peluang kapasitas produksi pabrik pada tahun 2027, maka direncanakan untuk kapasitas produksi sirup glukosa yaitu sebesar 40.100 ton/tahun atau sebesar 12% dari peluang kapasitas pabrik pada tahun 2027.

I.3 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

I.3.1 Pemilihan Lokasi

Dalam pendirian sebuah pabrik, lokasi yang dikehendaki harus tepat agar kelangsungan operasi pabrik nantinya berlancar lancar. Banyak hal yang harus dipertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik ini, sehingga nantinya pabrik akan mempunyai biaya produksi, distribusi dan hal lainnya yang mendukung kelangsungan pabrik seminimal mungkin. Berdasarkan pertimbangan yang telah dilakukan, maka direncanakan pabrik ini akan didirikan di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur



Gambar I. 6 Peta Lokasi Kawasan Industri Sidoarjo



I.3.1.1 Faktor Utama

Faktor utama ini mempengaruhi dalam hal produksi dan distribusi oleh pabrik, yang meliputi :

1. Sumber Bahan Baku

Ketersediaan 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 di Indonesia sebanyak 3,1 juta ton pada tahun 2022. Bahan baku tepung singkong diperoleh langsung dari PT. Budi Starch & Sweetener yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur. Bahan baku pembantu Enzim α -amilase dan Glukoamilase yang didapat dari PT. Sorini Agro Corpindo tbk, Pasuruan, Jawa Timur dan Asam Klorida yang didapat dari PT. Petrokimia, Gresik, Jawa Timur serta Kalsium Klorida yang didapat dari PT. Wika Intinusa Niagatama, Surabaya, Jawa Timur dikirim melalui darat, dengan via jalan tol jalur selatan.

2. Letak Pasar

Prospek pasar adalah salah satu hal yang sangat penting bagi pabrik demi pemasaran produknya yang berpengaruh terhadap untung ruginya. Sirup Glukosa digunakan secara luas untuk bidang industri lainnya, terutama dalam bidang industri makanan, sirup glukosa dapat digunakan sebagai bahan pemanis. Di zaman sekarang semakin banyaknya jenis makanan dan minuman manis khususnya permen dan ice, yang akan menyebabkan kebutuhan bahan baku seperti glukosa semakin meningkat. Maka dari itu prospek pasar sirup glukosa ini dinilai sangat menguntungkan. Pabrik ini direncanakan akan melakukan distribusi dan pemasaran di Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Pasuruan, dan kota Surabaya, sebab kota Surabaya merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur sehingga segala fasilitas



telah tersedia dan Mojokerto serta Pasuruan mempunyai wilayah yang strategis mulai dari akses jalan utama maupun penyediaan utilitas lainnya.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan untuk sebuah pabrik terdiri dari air, bahan bakar dan listrik.

a. Air

Dalam sebuah pabrik, air sangat diperlukan untuk kebutuhan proses, air umpan boiler, media pendingin, air sanitasi dan untuk hydrant water (pencegah kebakaran). Hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih sumber air adalah jarak sumber air ke pabrik harus dekat atau tidak terlalu jauh, kualitas yang sesuai standar, dan kemampuan penyediaan air yang selalu ada setiap musim. Berdasarkan hal itu, maka sumber air yang tepat untuk pabrik ini adalah dari sungai Brantas.

b. Bahan bakar dan Listrik

Bahan bakar dan listrik digunakan sebuah pabrik untuk motor penggerak, penerangan, dan untuk kebutuhan lainnya yang mendukung aktivitas di pabrik. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih sumber bahan bakar dan listrik ini adalah mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar, ada atau tidaknya dan jumlah tenaga listrik di daerah tersebut, dan persediaan tenaga listrik serta bahan bakar di masa mendatang. Berdasarkan hal itu, maka sumber listrik dapat diperoleh dari PLN dan unit pembangkit listrik sendiri untuk menghemat biaya. Adapun bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina.

c. Iklim dan Cuaca

Di Indonesia hanya terdapat dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Maka dari itu iklim dan cuaca disini rata-rata adalah tropis sehingga baik untuk kegiatan industri. Iklim tropis mempunyai temperatur udara berkisar 25-33°C. Lokasi yang dipilih merupakan kompleks bebas banjir terintegrasi dengan kawasan industri



I.3.1.2 Faktor Khusus

Faktor khusus ini berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi dari pabrik ini sendiri, yang meliputi :

1. Transportasi

Transportasi perlu diperhatikan dengan benar untuk pengangkutan bahan baku dan penyaluran produk ke konsumen dengan biaya seminimal mungkin tetapi dalam waktu yang singkat. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah adanya stasiun, pelabuhan maupun bandara terdekat dari lokasi pabrik dan Lokasi pabrik harus memperhatikan jalan raya yang dapat dilalui kendaraan bermuatan besar.

2. Buangan Pabrik

Dalam pabrik ini buangan pabrik atau limbah pabrik yang dihasilkan berupa padat, cair ataupun gas, sudah diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Maka diharapkan tidak akan menimbulkan polusi dan membahayakan kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya

3. Tenaga Kerja

Lokasi pabrik sirup glukosa yang akan dibangun di Kabupaten Sidoarjo. Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar yang bertujuan untuk mengurangi jumlah pengangguran di Kabupaten Sidoarjo dan tenaga kerja 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.

4. Karakteristik Lokasi

Lokasi pabrik yang dipilih memiliki struktur tanah yang cukup baik dan mendukung dalam pendirian pondasi bangunan

I.4 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. Penggunaan glukosa yang pokok adalah sebagai bahan pemanis, antara lain pada industri makanan seperti permen atau kembang gula, minuman, biscuit, icecream, dan sebagainya. Pada pembuatan ice cream, glukosa dapat meningkatkan kehalusan tekstur dan menekan titik beku. Untuk kue, dapat menjaga kue tetap segar dalam waktu yang lama dan dapat mengurangi keretakan kue. Untuk permen, glukosa lebih disenangi karena dapat mencegah kerusakan mikrobiologis dan memperbaiki tekstur. Pada saat ini sirup glukosa banyak digunakan dalam industri makanan seperti penyedap rasa, pembuatan mono sodium glutamat, untuk confectionary seperti : high boiled sweet, caramels dan toffee, fondants dan creams, gums, jelies, dan pastilles, marsh mallow, nougat; Untuk preserves : untuk frozen dessert; untuk dried glucose syrup atau maltodextrins (dried starch hydrolisates): soup sauce mixes, coffee whitener, topping, dessert powders, plefillings, sugar confectionery: untuk dextrose Monohydrate (d-glucose), dan lain-lain. (Bachruddin, 2014).

I.5 Sifat Fisika dan Kimia

I.5.1 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



I.5.2 Bahan Baku Pembantu

A. Air

- Rumus Molekul : H_2O
- Massa Molar : 18.0153 g/mol
- Densitas : 0.998 g/cm^3 (cairan pada $20 \text{ }^\circ\text{C}$)
- Titik Lebur : $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (273.15 K) ($32 \text{ }^\circ\text{F}$)
- Titik Didih : $100 \text{ }^\circ\text{C}$ (373.15 K) ($212 \text{ }^\circ\text{F}$)

(Perry, 2008)

B. Kalsium Klorida

1. Sifat Fisika

- Rumus Molekul : $CaCl_2$
- Bentuk : Serbuk putih
- Berat molekul : 110,99 gr/mol
- Specific Gravity : $2,15 \text{ gr/cm}^3$
- Titik lebur : $772 \text{ }^\circ\text{C}$
- Titik Didih : $> 1600^\circ\text{C}$
- Kelarutan ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) : $59,5 \text{ gr/100 gr air}$

(Perry, 2008)

C. Asam Klorida

1. Sifat Fisika

- Rumus Molekul : HCl
- Berat Molekul : 36,458 g/mol
- Bentuk : Cairan bening tidak berwarna
- Densitas : $1,18 \text{ g/cm}^3$
- Kelarutan : $82,3 \text{ gr/ 100 gr air}$
- Titik Leleh : -111°C untuk $HCl \text{ 37\%}$
- Titik Didih : $110 \text{ }^\circ\text{C}$ untuk $HCl \text{ 37\%}$

(Perry, 2008)



D. Enzim α -amilase

Enzim *α -amilase* berupa cairan berwarna coklat dan memiliki densitas sebesar 1,25 g/ml dan mempunyai aktivitas enzim sebesar 60 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 6 dan suhu 37°C (Scharmm, 2021).

- a. Merupakan endoglucanases yang membelah ikatan glukosidik internal dalam pati dan polisakarida untuk menghasilkan dekstrin
- b. Merupakan hasil isolasi dari bakteri (*Bacillus substilis* atau *bacillus licheniformis*)
- c. pH optimum = 5,0 – 6,0
- d. 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 glukoamilase berupa cairan dan memiliki densitas sebesar 1,15 g/ml dan mempunyai aktivitas enzim sebesar 150 KNU (Kilo Novo *α -amilase Unit*)/g. 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 eksoamilase
- b. Merupakan hasil isolasi dari fungi (*Aspergillus niger* atau *Rhizopus delemar*)
- c. pH optimum: 4,0 – 5,0 pada 30 – 35% bahan kering
- d. Temperatur optimum: 60°C
- e. 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 Mahakam Agung Chemical)

I.5.3 Produk

A. Glukosa (Sirup Glukosa)

- Rumus Molekul : $C_6H_{12}O_6$
- Berat Molekul : 180,1714 gr/mol
- Bentuk : Cair
- Warna : Putih
- Rasa : Manis
- Bau : Tak berbau
- Densitas : 1,54 g/mL
- Titik didih : 104 -115 °C
- Titik lebur : 146 °C
- Kadar Air : maks 25%
- Kadar Abu : maks 0,1%
- Kadar Gula Pereduksi : min 75%
- pH : 4-6,5



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Sirup dari Tepung Tapioka Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis
Kapasitas 40.100 Ton/Tahun ”

- Kelarutan pada air 20°C : 0,91%
- Specific gravity : 0,919 g/L
- Kadar : 75%

(SNI 01-2978-1992)