

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu cara untuk menambah nilai produk pertanian adalah dengan mengubah pati jagung menjadi glukosa. Monosakarida dengan rumus molekul ($C_6H_{12}O_6$) (Wahyudiati, 2017). Contoh yang dapat diberikan adalah Glukosa. Industri makanan dan industri farmasi merupakan dua sektor yang paling banyak menggunakan glukosa sebagai bahan dasar atau sebagai komponen dalam proses produksi di pabrik mereka. Glukosa di Indonesia dihasilkan oleh sejumlah perusahaan. Sumber pati yang melimpah, seperti jagung, padi, dan singkong, menjadi pertimbangan utama.

Indonesia mempunyai banyak sumber bahan baku untuk pembuatan sirup glukosa, antara lain: jagung, singkong, ubi jalar dan lain sebagainya, sehingga ketika diolah menjadi sirup glukosa akan memperoleh nilai tambah, import sirup glukosa dapat kita kurangi, menciptakan lapangan pekerjaan, dan petani mendapatkan tempat untuk menjual hasil pertanian secara terus menerus (Fiqriansyah, 2021).

Selain padi dan gandum, jagung (*Zea mays*.) merupakan salah satu sumber makanan yang sangat penting (Kementerian Pertanian, 2020). Makanan utama masyarakat Indonesia sangat bervariasi (contohnya di Madura dan Nusa Tenggara). Di kedua wilayah tersebut, jagung berfungsi sebagai sumber makanan utama. Makanan ternak juga menggunakan jagung, sehingga warga Indonesia menanamnya. Jagung yang diproses menjadi tepung (dikenal sebagai tepung maizena) dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk industri lainnya. Menurut informasi dari BPS, rata-rata kenaikan produksi jagung di Indonesia adalah 0,38% per tahun selama lima tahun terakhir. (BPS, 2023).

Industri makanan dan obat-obatan di Indonesia menunjukkan perkembangan yang sangat positif. Glukosa yang digunakan sebagai bahan baku juga mengalami peningkatan. Negara-negara seperti Jepang, Singapura, Zimbabwe, Amerika Serikat, Belanda, Prancis, Jerman, dan lain-lain merupakan negara yang mengekspor

sirup glukosa ke Indonesia. Tingginya kebutuhan di dalam negeri Indonesia masih tergantung pada impor dari negara-negara tersebut. Agar mengurangi ketergantungan bahan baku dari luar negeri, sangatlah tepat jika pemerintah menerapkan kebijakan untuk mengurangi impor sirup glukosa guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Industri yang berhubungan dengan impor perlu dikembangkan di Indonesia supaya Indonesia tidak tergantung pada barang impor. Terbentuknya kesempatan kerja baru merupakan salah satu manfaat positif dari pembangunan pabrik sirup glukosa. Industri permen, industri kecap, industri farmasi, dan industri jeli juga memiliki potensi untuk berkembang dengan cepat di Indonesia. (Muhsin, 2020).

Di Indonesia, terdapat tiga pabrik yang memproduksi sirup glukosa, yaitu PT. Suba Indah Cilegon memiliki kapasitas sebesar 82. 500 ton per tahun, PT. BAJ memiliki kapasitas produksi sebesar 18. 000 ton per tahun dan PT. Associated British memiliki kapasitas sebesar 72. 500 ton per tahun, sementara pertumbuhan kebutuhan impor sirup glukosa mencapai rata-rata 102. 489 ton per tahun dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 14,21% per tahun. (<https://jatim.bps.go.id/id/exim>).

Berdasarkan latar belakang yang ada, peneliti memiliki minat untuk melaksanakan penelitian lebih lanjut dalam tugas akhir yang berjudul “Pra Rancang Pabrik Sirup Glukosa dari Pati Jagung dengan Proses Hidrolisis Enzim Kapasitas 100. 000 Ton/Tahun”.

1.2.Tujuan

Pabrik didirikan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Pemenuhan kebutuhan sirup glukosa dalam negeri sekaligus dapat mengurangi impor.
2. Membuka lapangan kerja baru.

1.3.Tinjauan Pustaka

1.3.1. Jagung

Jagung adalah sejenis tumbuhan yang berasal dari benua Amerika, terutama dari negara Meksiko. Tanaman ini merupakan salah satu jenis rumput yang memiliki biji dengan tipe monokotil. Di Indonesia, jagung memiliki berbagai kegunaan, seperti sebagai pakan ternak dan bahan dasar untuk industri makanan dan minuman (komoditas tanaman pangan pertanian). Berikut adalah klasifikasi jagung (Fiqriansyah, 2021):

Regnum	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Class	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Familia	: Poaceae (Graminae)
Genus	: Zea
Species	: Zea mays



Gambar 1.1.Jagung

1.3.2. Air (H₂O)

Sumber daya alam yang krusial bagi keberlangsungan hidup. Air memainkan peran yang sangat penting dalam mempertahankan keberlangsungan hidup. Tidak ada yang dapat menyerupai peran makhluk hidup di dalam ekosistem. Melalui zat-zat yang berbeda. Air memainkan peran yang sangat penting. Air memiliki kemampuan untuk memengaruhi mutu bahan makanan. Tampilan, tekstur, dan rasa dari hidangan kita. Meskipun di dalam. Walau dalam bentuk makanan kering, seperti buah kering, tepung, dan biji-bijian. Air merupakan unsur yang memiliki rumus kimia H₂O (Tarigan, 2019), yang terbentuk oleh dua molekul. Partikel hydrogen yang berikatan kovalen dengan atom oksigen. Cairan yang penting untuk kehidupan. Dari segi fisik, tidak memiliki warna, rasa, atau aroma (Tarigan, 2019).

1.3.3. Alfa amilase

Enzim α -amilase sering dimanfaatkan dalam proses hidrolisis di industri pengolahan pati, enzim α -amilase (Susanti & Febriana, 2017). Alfa amilase merupakan enzim yang memecah ikatan alfa 1,4 secara acak dalam molekul, baik

pada alfa amilosa maupun amilopektin. Karena aktivitasnya, pati akan terurai menjadi dektrin, yaitu glukosa yang memiliki ikatan dengan rantai 6-10 unit. Alfa amilase adalah enzim yang dapat bertahan di suhu tinggi, tetapi tidak dapat bertahan pada pH yang rendah. Suhu terbaik terletak pada 90 OC- 95 OC, stabilitas enzim dilarutan akan meningkat ada penambahan senyawa kalsium.

1.3.4. Glukoamilase

Glukoamilase adalah salah satu katalis yang paling umum digunakan dalam industri pengolahan makanan. Salah satu tugas penting dari enzim glukoamilase adalah menguraikan dektrin menjadi glukosa (Infinitabiotech, 2024). Pati terlebih dahulu dijaga agar tergelatinisasi dan larut pada suhu yang lebih tinggi. Saat proses berlangsung, molekul rantai panjang dipecah menjadi unit yang lebih kecil (Wahyudiati, 2017). Enzim-Enzim yang tergolong didalam kelompok glukoamilase biasanya diperoleh dari *Aspergillus* dan *Rhizopus*. Enzim ini dapat mereduksi pati menjadi molekul glukosa baik ikatan alfa 1,4 maupun alfa 1,6 (Susanti & Febriana, 2017).

1.3.5. Kalsium Hidroksida Ca(OH)_2

Kalsium hidroksida merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus kimia Ca(OH)_2 . Kalsium hidroksida tersedia dalam bentuk kristal yang transparan atau serbuk putih (Hargono, 2022). Kalsium hidroksida sering disebut dengan sebutan slaked lime atau hydrated lime (kapur yang di-airkan). Larutan Ca(OH)_2 biasanya disebut sebagai air kapur dan merupakan basa dengan kekuatan yang cukup moderat. Larutan tersebut menunjukkan reaksi yang kuat dengan berbagai jenis asam, serta bereaksi dengan berbagai jenis logam ketika terdapat air. (Hargono, 2022).

1.3.6. Asam Klorida (HCl)

Asam klorida (HCl) merupakan senyawa yang bersifat fleksibel dan dapat dimanfaatkan di berbagai industri seperti dalam proses elektroplating, dan permurnian logam. Penggunaan penghilang kerak pada boiler, sebagai katalis,

sebagai pelarut dalam proses sintesis bahan organik, serta dalam produksi pupuk, Pestisida, bahan baku pewarna, digunakan dalam proses hidrolisis pati, sektor fotografi, tekstil dan karet (Aria, 2021).

1.3.7. Sirup Glukosa

Salah satu monosakarida yang banyak ditemukan di alam adalah glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Cairan yang berwarna jernih dan dengan kekentalan yang tinggi serta mempunyai komponen utamanya glukosa disebut sebagai sirup glukosa. Sirup glukosa banyak dimanfaatkan pada industri pangan dan obat-obatan. Warna sirup, kadar air dan tingkat konversi pati yang dihitung sebagai ekuivalen dekstrosa (DE) merupakan standar acuan mutu yang digunakan. Optimalisasi proses likufikasi dan sakarifikasi dapat meningkatkan nilai ekuivalen dekstrosa (DE) pada sirup glukosa. Untuk kadar padatan kering dan warna pada sirup glukosa agar memenuhi standar (Richana & Budiyanto, 2023).

Sifat Fisik dan kimia :

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1) Bau | : Tidak Berbau |
| 2) Rasa | : Manis |
| 3) Kandungan glukosa | : >60% |
| 4) <i>Specific gravity</i> | : 1,35-1,45 g/cm ³ |
| 5) Titik didih | : 104-115 °C |
| 6) pH | : 4-6,5 |

1.3.8. Macam-Macam Proses Pembuatan Sirup Glukosa

Pada tahun 1811, seorang ahli dari Jerman yang bernama Gottlieb Sigismund Constantin Krichhoff menciptakan sirup glukosa untuk pertama kalinya. Jagung, beras, kentang, tapioka, umbi-umbian, dan sagu dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi sirup glukosa. Glukosa dihasilkan dari pati melalui proses hidrolisis yang mengubah pati menjadi dextrin atau sirup glukosa, sesuai dengan tingkat pemecahannya. (Dwiyono, 2019).

Sirup glukosa dapat dibuat dengan berbagai macam proses, antara lain:

1. Hidrolisis pati dengan enzim

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

b. Hidrolisis Pati dengan Menggunakan Enzim

Likuifikasi, sakarifikasi, penjernihan, dan pemekatan merupakan langkah-langkah dalam proses hidrolisis pati menggunakan enzim. Enzim α -amylase dan glukamylase memiliki peran yang sangat penting dalam proses pemecahan pati melalui hidrolisis. Secara khusus, enzim α -amylase digunakan dalam proses likuifikasi, sedangkan enzim glukamylase digunakan dalam proses sakarifikasi. (Richana & Budiyo, 2023).

Tahapan proses hidrolisis pati dengan menggunakan enzim dibagi menjadi dua tahap, yaitu: tahap likuifikasi dan sakarifikasi. likuifikasi merupakan tahapan terjadinya proses pemutusan rantai polisakarida menjadi dekstrin dengan bantuan enzim alfa amylase yang menggunakan katalisator $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses hidrolisis dekstrin menjadi glukosa dengan bantuan enzim glukamylase dengan katalisator HCl terjadi pada tahap sakarifikasi.

- Keuntungan menggunakan hidrolisa enzim :

1. Konversi reaksi mencapai 98% (lebih tinggi dari hidrolisa asam)
2. Kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi daripada hidrolisa asam
3. Kualitas produk konsisten
4. Tidak menyebabkan korosi pada peralatan
5. Proses lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam
6. Peralatan tidak rumit sehingga operasi tidak butuh tenaga banyak

- Kerugian

Variable proses yang beragam untuk setiap tahapan proses untuk mendapatkan produk yang optimal.

b. Hidrolisis Pati dengan Menggunakan Asam

Hidrolisis pati yang menggunakan asam dilakukan dengan cara mencampurkan pati ke dalam air. Setelah itu, asam ditambahkan ke dalam larutan untuk me-

nyesuaikan pH-nya, sambil diaduk hingga diperoleh larutan yang merata. Pemanasan larutan pati dilakukan pada suhu antara 85-140°C sampai proses hidrolisis pati selesai. Tambahkan larutan basa sampai pH larutan mencapai 4,5-5, dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi netral pada larutan (proses netralisasi). Dalam proses netralisasi, penggunaan jenis basa sangat bergantung pada jenis asam yang dipakai. Zat pemutih (karbon aktif) dimasukkan setelah larutan menjadi netral. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan ko-toran. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan kotoran. Untuk mendapatkan sirup glukosa dengan konsentrasi yang diinginkan, dapat dilakukan melalui proses pemekatan menggunakan evaporator. (Richana & Budiyo, 2023).

Keunggulan dari proses ini adalah bahwa bahan pembantu atau asam dapat diperoleh dengan mudah dan harganya relatif terjangkau. Biaya untuk membuat peralatan yang mahal disebabkan oleh kebutuhan akan peralatan yang tahan terhadap korosi. Selain itu, penggunaan asam sebagai bahan tambahan memiliki risiko signifikan dan berbahaya bagi kesehatan pekerja serta lingkungan. Hal ini merupakan kerugian dari proses hidrolisis pati menggunakan asam..

c. Hidrolisis Pati Menggunakan Enzim dan Asam

Langlois dan Dale pada tahun 1940 memperkenalkan untuk pertama kalinya proses hidrolisis menggunakan katalis campuran. Proses ini terdiri dari dua langkah penting, yaitu: menggunakan asam dan melaksanakan proses sakarifikasi. (Richana & Budiyo, 2023). Suhu dan pH yang sesuai dalam operasionalnya adalah parameter utama dalam proses hidrolisis dengan menggunakan asam dan enzim. Tahap awal dalam proses hidrolisis asam-enzim ini adalah menggunakan asam, kemudian dilanjutkan dengan proses sakarifikasi dengan penambahan enzim glukamilase. Kondisi operasi ideal pada pH 4,5-7 dengan suhu 50-60°C. (Dwiyono, 2019).

Pengaturan kondisi hidrolisis asam mula-mula, dan tipe enzim serta tingkat sakarifikasi enzim sangat berpengaruh terhadap hasil akhir hidrolisis.

Penggunaan katalis asam-enzim mempunyai beberapa keuntungan :

1. Konversi produk 90-92%

2. Proses Hidrolisis lebih optimal karena 2 katalis

Penggunaan asam enzim mempunyai beberapa kerugian:

1. Biaya produksi yang mahal
2. Penyesuaian pH dan suhu optimum dari masing-masing katalis sangat sulit.

1.3.9. Kegunaan sirup glukosa

Sirup glukosa dapat dimanfaatkan dalam industri (Dwiyono, 2019) :

- a) Proses pembuatan produk makanan, seperti dalam pembuatan permen, biskuit, es krim, bumbu masak, sirup, kecap, dan lain-lain.
- b) Sebagai pengganti, karena produk ini mengandung karbohidrat atau gula yang dihasilkan, contohnya dalam industri fermentasi (alkohol).
- c) Penyiapan larutan infus.

1.4. Pemilihan Proses

Sirup glukosa dapat dibuat dengan menggunakan tiga macam proses yang ada. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada tabel Perbandingan tersebut berdasarkan data teknis maupun ekonomis dari masing – masing proses yang ada:

Tabel 1.1. Perbandingan Proses

Uraian	Hidrolisa		
	Enzim - Enzim	Asam	Asam - Enzim
Aspek Teknis			
Operasi			
Tekanan	1	3	1 - 3
Suhu (° C)	60 - 105	140 - 160	60 - 140
pH	4,5 - 6	2 - 3	1,8 - 2
Proses			
DE	97 – 98 %	30 – 55 %	30- 65 %
Reaksi Samping	-	Ada	Ada
Daya korosi	Rendah	Tinggi	Tinggi

Aspek Ekonomi			
Kebutuhan Asam	Sedikit	Banyak	Banyak
Biaya Peralatan	Murah	Mahal	Mahal
Energi	Kecil	Besar	Besar
Investasi	Rendah	Tinggi	Tinggi

Berdasarkan data di atas dapat di hitung dengan menggunakan metode pembobotan, sehingga pemilihan proses pada pra rancangan pabrik sirup glukosa kapasitas 100.000 Ton/Tahun dapat berjalan dengan optimal.

- a. $\text{Bobot} = 100 / \text{Jumlah Faktor Pertimbangan}$
 $= 100 / 3 = 33,3$
- b. Penggunaan skor = 1 – 5 , Keterangan Skor:
 - 1 = Sangat Kurang
 - 2 = Kurang
 - 3 = Cukup
 - 4 = Baik
 - 5 = Baik Sekali
- c. $\text{Nilai} = \text{Bobot} \times \text{Skor}$

Tabel 1.2.Optimasi Proses dengan Metode Pembobotan

Faktor Pertimbangan	Skor		
	Proses		
	Asam	Asam - Enzim	Enzim - Enzim
Bahan baku	4	4	4
Suhu (° C)	2	3	4
Harga katalis	2	3	4
Yield	2	3	4
Hasil Samping	2	2	5
Total Skor	12	15	21
Skor X Bobot	400	500	700

Berdasarkan Perbandingan proses pembuatan sirup glukosa pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 . Sebagai kesimpulan untuk proses yang paling menguntungkan adalah proses Hidrolisis Enzim. Keunggulan yang diperoleh, antara lain :

1. Konversi reaksi mencapai 98% (lebih tinggi dari hidrolisa asam)
2. Kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi daripada hidrolisa asam
3. Kualitas produk konsisten
4. Tidak menyebabkan korosi pada peralatan
5. Proses lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam
6. Peralatan tidak rumit sehingga operasi
7. Tenaga kerja yang sedikit
8. Energi yang hemat
9. Biaya peralatan lebih murah,
10. Tidak terjadi reaksi samping.

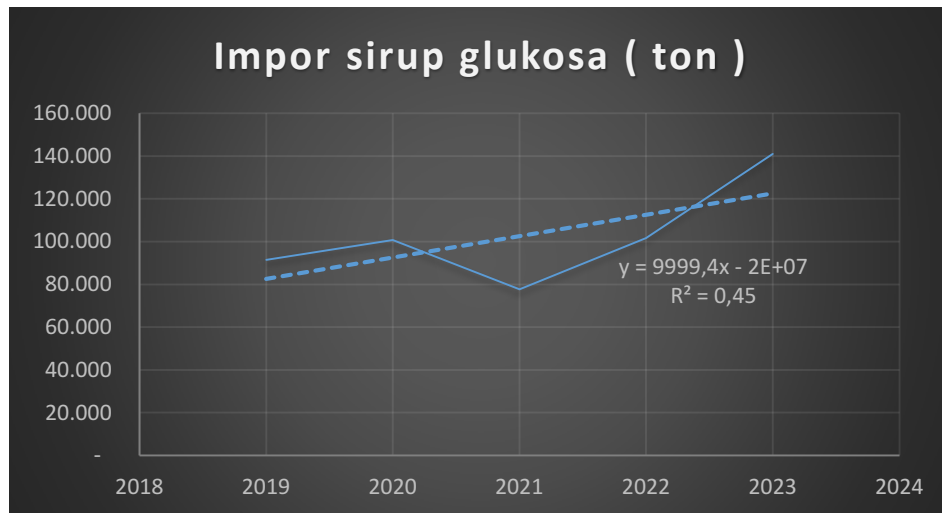
1.5. Kapasitas Perancangan

Pertimbangan yang digunakan dalam menentukan kapasitas produksi pabrik antara lain: prediksi kebutuhan sirup glukosa di Indonesia dan Ketersediaan bahan baku. Berdasarkan data impor sirup glukosa tahun 2019-2023 menunjukkan bahwa impor sirup glukosa tiap tahun mengalami fluktuatif tetapi secara trend mengalami kenaikan, sebagaimana tabel berikut ini.

Tabel 1.3.Data Impor Sirup Glukosa

No	Tahun	Import (Ton)	Pertumbuhan (%)
1	2019	91.401	
2	2020	100.760	10,24
3	2021	77.687	- 22,90
4	2022	101.638	30,83
5	2023	140.959	38,69
Rata - Rata		102.489	14,21

Sumber : <https://jatim.bps.go.id/id/exim>



Gambar 1.2. Grafik Data Impor Sirup Glukosa Tahun 2019 - 2023

Dari data statistik impor sirup glukosa di Indonesia yang mengalami peningkatan setiap tahunnya, Pertumbuhan rata- rata sebesar 14,21 %. Pabrik diproyeksikan untuk tahun 2027 sehingga kebutuhan sirup glukosa pada tahun tersebut dapat dihitung menggunakan (Peters & Timmerhaus, 1991) :

$$F = F_0 (1+i)^n$$

Dengan:

F = Perkiraan kebutuhan sirup glukosa pada tahun 2027 (ton)

F_0 = Jumlah kebutuhan sirup glukosa pada tahun 2023

i = Jumlah % pertumbuhan

n = selisih waktu (tahun)

$$F = F_0(1+i)^n$$

Diketahui :

F_0 = 140.959 ton

N = 2027 - 2023

= 4

I = 0,14

F = 140.959 ton $(1+0,14)^4$

= 140.959 ton $(1.14)^4$

$$= 140.959 \text{ ton (1.70)}$$

$$= 239.871,39 \text{ ton}$$

Rencana produksi 40% dari perkiraan kebutuhan sirup glukosa pada tahun 2027

$$= 40 \% \times 239.871.39 \text{ ton}$$

$$= 95.948.56 \text{ ton}$$

$$= 100.000 \text{ ton}$$

Perkiraan jumlah kebutuhan sirup glukosa sesuai data perhitungan yang ada pada tahun 2027 sebesar 239.871,39 ton. Produksi sirup glukosa direncanakan beroperasi dengan kapasitas sebesar 95.948,56 ton per tahun $\approx$ 100.000 ton per tahun dengan waktu operasi selama 24 jam sehari, 350 hari per tahun.

1.6. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan, untuk pemilihan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan factor – factor yang ada agar mendapatkan tempat yang terbaik adalah sebagai berikut:

1.6.1. Faktor Utama

Agar tujuan berdirinya pabrik dalam proses produksi dan distribusi dapat tercapai, maka faktor yang dapat menunjang tercapainya tujuan pabrik harus terpenuhi. Adapun faktor utama tersebut adalah:

a. Sumber Bahan Baku

Bahan baku merupakan factor utama untuk suatu pabrik untuk beroperasi sehingga proses pengadaan bahan baku menjadi kunci utama terhadap keberlangsungan beroperasinya suatu pabrik. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan. Propinsi Jawa Timur adalah provinsi penghasil jagung terbesar atau sebesar 17,5 % dari total produksi nasional, Jawa Tengah 10,36 % dari total produksi nasional dan ketiga adalah Lampung 9,22 % dari produksi nasional (BSIP, 2024).

Sedangkan di Jawa Timur sendiri terdapat beberapa kabupaten yang menghasilkan jagung, kabupaten Tuban adalah penghasil terbesar di Jawa Timur dengan 9,11 % dari total produksi di Jawa Timur, kabupaten Jember dengan 7,38 % dari total produksi Jawa Timur dan ketiga adalah kabupaten Lamongan dengan 5,68 % dari total produksi Jawa Timur (BPS, 2024).

Berdasarkan data bahan baku yang ada, maka untuk mendirikan pabrik sirup glukosa yang ideal adalah berada dengan sentra produksi jagung yaitu kabupaten Tuban Jawa timur dan kabupaten Jember Jawa Timur. Untuk lokasi yang sesuai dengan kebutuhan, kami memilih Tuban sebagai lokasi yang paling tepat.

b. Sarana Transportasi

Selain bahan baku, transportasi merupakan faktor yang sangat penting untuk mendukung keberhasilan operasional pabrik tersebut. Hal ini mencakup transportasi bagi pekerja, transportasi untuk penyediaan bahan baku dan peralatan, serta transportasi untuk kegiatan pemasaran. Transportasi ini haruslah nyaman dan efisien, baik melalui jalur darat, laut, maupun udara.

Pendirian pabrik di Tuban dipilih karena kondisi transportasi yang baik. Pengangkutan bahan baku ke pabrik relatif mudah, mengingat fasilitas jalan raya yang sangat lancar. Selain itu, pemasaran produk dari Tuban juga cukup strategis, mengingat lokasi yang dekat dengan kawasan industri. Di Jember, lokasi untuk pembangunan pabrik mengalami kendala dalam hal sarana transportasi, seperti jalan raya, yang tergolong tidak lancar disebabkan oleh akses yang kurang memadai dan jaraknya yang jauh dari kawasan industri.

c. Utilitas

Air, bahan bakar, dan listrik adalah kebutuhan yang diharapkan dapat terpenuhi dengan mudah. Tuban merupakan kawasan industri yang sedang berkembang, sehingga saat ini penyediaan utilitas tidak mengalami masalah. PLN mampu menyediakan listrik yang sesuai dengan kebutuhan operasional pabrik. Sumber bahan bakar juga dapat diperoleh dengan mudah. Di sisi lain, kabupaten Jember masih menghadapi berbagai faktor utilitas yang sangat terbatas akibat kendala dalam akses transportasi dan faktor lainnya.

d. Tenaga Kerja dan Tenaga Ahli

Tuban memiliki keunggulan dalam hal penyediaan tenaga kerja, karena Tuban adalah daerah yang padat penduduk, dekat dengan institusi pendidikan tinggi, serta memiliki komunitas masyarakat yang beragam. Hal ini menciptakan ketersediaan tenaga kerja yang cukup dan memudahkan dalam menyiapkan serta melakukan regenerasi tenaga kerja di masa depan.

Berdasarkan informasi yang didapat dari [gis. dukcapil. kemendagri. go. id](https://gis.dukcapil.kemendagri.go.id) mengenai jumlah penduduk di Kabupaten Tuban pada tahun 2023, sekitar 1,25 juta orang, di mana 72,54% masih berada dalam rentang usia produktif. Pada tahun 2023, jumlah penduduk Kabupaten Jember, Jawa Timur, mencapai 2,58 juta jiwa, di mana 70,34% di antaranya termasuk dalam kelompok usia produktif.

e. Pembuangan Limbah

Tuban adalah wilayah strategis yang berdekatan dengan aliran sungai, memiliki area yang luas, pembuangan limbah dapat dilakukan langsung ke sungai atau dengan membuat tempat khusus untuk limbah, tentunya semua itu dilakukan berdasarkan izin dan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah..

f. Faktor Iklim dan Geografi Lokasi (Keadaan Tanah)

Topologi, drainase, dan kondisi tanah berperan penting dalam menentukan biaya konstruksi. Keberagaman iklim juga bervariasi berdasarkan kedekatannya dengan topologi serta kedekatan dengan badan air yang besar atau area terbuka yang luas. Pilihan yang tersedia adalah sebagai berikut:

1. Kabupaten Tuban, Jawa Timur

Kelembaban rata-rata	:	76,2 %
Suhu udara rata-rata	:	27,7°C
Potensi gempa	:	Berpotensi
Curah hujan	:	1.100-1.500 mm per tahun



Gambar 1.3.Peta Geografis Tuban

2.Kabupaten Jember, Jawa Timur

Kelembaban rata-rata	:	77,7%
Suhu udara rata-rata	:	26,7°C
Potensi gempa	:	Berpotensi
Curah hujan	:	1.311 – 3.401 mm per tahun



Gambar 1.4.Peta Geografis Jember

Berdasarkan perbandingan faktor iklim dan geografi kedua lokasi memiliki kondisi iklim yang sama sehingga diperlukan faktor lain yang lebih signifikan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik.

1.6.2 Faktor Pendukung

Untuk keberlanjutan dalam industri tersebut, faktor-faktor pendukung penentuan lokasi pabrik meliputi:

a. Harga Tanah dan Perluasan Pabrik

Tuban dan Jember merupakan dua kabupaten yang terletak di Jawa Timur. Mengenai rencana pengembangan area industri yang tidak akan memberikan dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan sekitarnya, hal ini akan berpengaruh pada penduduk ketika area pabrik diperluas.

b. Letak Geografis

Untuk mendukung kelancaran operasional perusahaan, penentuan lokasi pabrik memiliki peranan yang sangat krusial. Berdasarkan pertimbangan tersebut, area lahan yang ada dan memenuhi kriteria untuk mendirikan sebuah pabrik.

c. Batasan Hukum dan Pajak

Investasi besar perlu dengan seksama mempertimbangkan izin dan pajak, sementara industri yang baru akan mendapatkan dukungan dari peraturan setempat. Karena itu sangat penting dalam membangun pabrik..

d. Kebijakan Pemerintah

Saat mendirikan pabrik, sangat penting untuk mempertimbangkan pedoman pemerintah yang sesuai. Keterkaitan antara kebijakan pengembangan industri dengan distribusi pekerjaan dan hasil dari pembangunan..

1.6.3 Perbandingan Lokasi Pabrik

Berdasarkan analisis sejumlah faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pendirian pabrik, dilakukan pengoptimalan dengan metode pembobotan untuk menentukan bobot tertinggi dari kedua lokasi yang telah ditetapkan. Bahan baku yang sesuai dengan kebutuhan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi sebuah pabrik. Langkah ini diambil untuk mempermudah transportasi, mengurangi biaya bahan baku, serta meningkatkan kualitas proses produksi. Hasil analisis pembobotan dapat dilihat pada Tabel 1. 4 di bawah ini.

A. Bobot ditentukan berdasarkan factor yang paling penting (kelipatan 5):

- Ketersediaan bahan baku = 5 – 25

- Lokasi pemasaran = 5 – 25
- Penyediaan air = 5 – 25
- Sarana transportasi = 5 – 25
- Utilitas = 5 – 25
- Sumber tenaga kerja = 5 – 25
- Geografis lokasi pabrik = 5 – 25

B. Penggunaan skor= 1-5 Keterangan skor:

- 1 : Sangat kurang
- 2 : Kurang
- 3 : Cukup
- 4 : Baik
- 5 : Baik sekali

C. Nilai= Bobot x Skor

Tabel 1.4.Faktor Rating Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor	Bobot	Skor	
		Lokasi	
		Tuban	Jember
Bahan Baku	25	5	4
Lokasi Pemasaran	10	5	4
Tenaga Kerja	10	4	4
Penyediaan Air	25	5	5
Sarana Transportasi	10	5	2
Utilitas	10	5	5
Geografis Pabrik	10	4	4
Jumlah	100	33	28
Nilai = Skor X Bobot	400	480	415

Berdasarkan hasil analisa tersebut diperoleh hasil untuk lokasi pendirian pabrik Sirup glukosa yang paling ideal adalah di kabupaten Tuban, Jawa Timur.