

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu bahan baku yang digunakan sebagai pemanis banyak pada makanan maupun minuman. Sirup glukosa atau yang biasa disebut dengan gula cair merupakan produk bahan pemanis yang berwujud cair, tidak berwarna, tidak berbau, kental, tidak mudah mengkristal dan mudah larut dalam air. Dalam industri makanan, sirup glukosa (glucose syrup) biasa digunakan untuk pembuatan monosodium glutamat, penyedap rasa, caramels, jelly, pastilles, marshmallow, maltodextrins, coffee whitener, dessert powders dan lain-lain.

Seiring pertumbuhan penduduk di Indonesia, kebutuhan gula juga mengalami peningkatan. Dikarenakan terus meningkatnya kebutuhan gula di Indonesia perlu adanya alternatif dalam memenuhi kebutuhan gula, salah satunya dengan menggunakan sirup glukosa. Sirup glukosa atau biasa disebut gula cair merupakan monosakarida dengan rumus $C_6H_{12}O_6$ yang diproduksi dengan proses hidrolisis. Pada Industri makanan dan minuman banyak menggunakan sirup glukosa dibandingkan sukrosa dikarenakan tidak mudah mengkristal pada temperature tinggi

Di Indonesia terdapat beberapa pabrik gula yaitu PT. Suba Indah Cilegon, PT.BAJ , PT.Associated British, dan PT. Trebor Indonesia. Dari pabrik sirup glukosa yang ada di Indonesia masih belum bisa mencukupi kebutuhan gula nasional, sehingga dari data Badan Pusat Statistik 2022 pada **Tabel 1.2** dapat dilihat bahwa data Impor dari tahun ke tahun mengalami tren peningkatan sehingga perlu pengurangan ketergantungan terhadap impor. Maka merupakan keputusan yang tepat jika untuk mendirikan pabrik sirup glukosa di Indonesia.

Sirup glukosa diproduksi dari bahan yang mengandung pati melalui proses hidrolisis. Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia yang menggunakan air untuk memutuskan ikatan kimia dari suatu zat. Ketika pati dihidrolisis, molekul pati dipecah menjadi komponen yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa, dan glukosa.

Indonesia yang sejatinya adalah negara agraris dengan sumber pati seperti beras, jagung, ubi, singkong dan masih banyak lagi. Salah satu bahan pati yang menjanjikan salah satunya adalah Singkong. Daerah yang memproduksi singkong tertinggi di

Indonesia adalah Jawa Tengah dengan produksi 32.567,6 ton/tahun dalam rata-rata produksi 5 tahun terakhir diikuti Provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur.

1.2 Kapasaitas Rancangan

Kapasitas pabrik sirup glukosa ditentukan berdasarkan pada pertimbangan berikut ini:

- a. Prediksi kebutuhan sirup glukosa di Indonesia,
- b. Ketersediaan bahan baku,
- c. Kapasitas komersial (minimal) pabrik sirup glukosa.

1.2.1 Alasan Pendirian Pabrik

Tingkat konsumsi masyarakat semakin tinggi sehingga berdampak pada meningkatnya permintaan produk sirup glukosa. Hal ini dapat dilihat dari hasil pendapatan Indonesia yang diperoleh dari kegiatan ekspor sirup glukosa dalam rentang tahun 2017 – 2021. Hal ini menunjukkan produk sirup glukosa ini memiliki prospek yang sangat baik untuk ditingkatkan produksinya di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Tahun	Pendapatan Ekspor (US\$)
2017	3138445
2018	3208802
2019	4212344
2020	3026690
2021	4101643
Rata-rata	3537584.8

Tabel 1. 1. Kegiatan ekspor sirup glukosa tahun 2017-2021

Sumber :

<https://www.bps.go.id/publication/2021/07/06/2b991428b760a3a6b801a2ae/statistik-perdagangan-luar-negeri-indonesia-ekspor-2020-jilid-ii.html>

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Faktor yang sangat penting di dalam keberlangsungan suatu pabrik yaitu tersedianya bahan baku. Bahan baku utama yaitu Singkong yang diperoleh dari seluruh wilayah Jawa Tengah.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Jawa Tengah berada di peringkat pertama sebagai Provinsi produksi buah singkong sebesar 32.567,6 ton/tahun dalam rata-rata produksi 5 tahun terakhir. Yang kemudian disusul oleh Provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur

	Kapabilitas Produksi Singkong Per Tahun (Ton/Tahun)					
	2022	2021	2020	2019	2018	Rata-rata
Jawa Tengah	36.783	44.258	28.159	30.004	23.635	32.568
Jawa Barat	28.076	24.251	21.853	18.519	19.204	22.381
Jawa Timur	25.542	10.070	15.466	14.964	14.064	17.821

Tabel 1. 2. Produksi Singkong Terbesar di Indonesia

Sumber : <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>

1.2.3 Kebutuhan

Menurut Badan Pusat Statistik hingga tahun 2019 industri yang memproduksi sirup glukosa belum bisa memenuhi kebutuhan gula dalam negeri secara maksimal sehingga untuk memenuhi kebutuhannya Indonesia melakukan impor dari negara lain.

Tahun	Impor (Ton)
2017	64390.66
2018	71825.76
2019	59867.71
2020	118134.50
2021	99497.29

Tabel 1. 3 Data Impor Sirup Glukosa Tahun 2017-2021 (Badan Pusat Statistik, 2022)

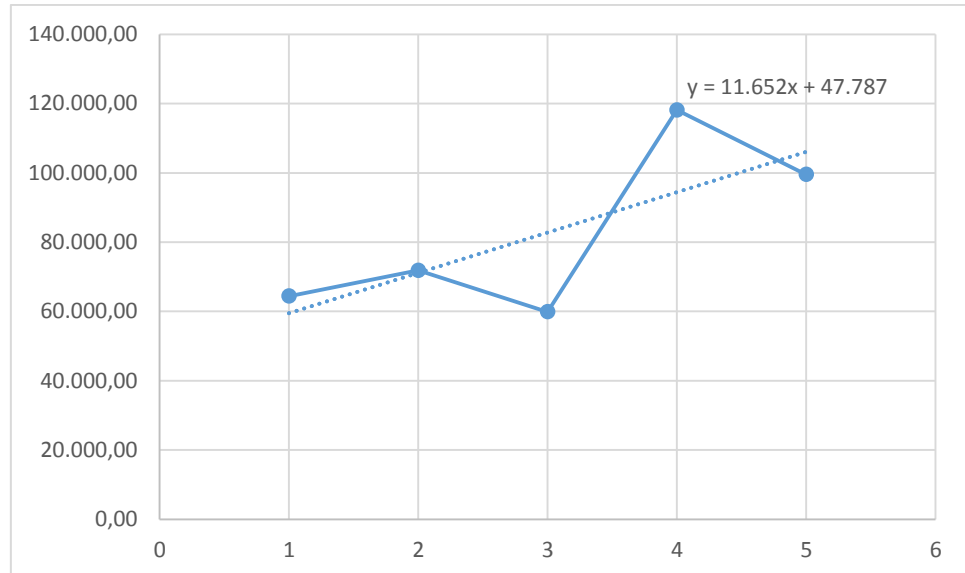
Tahun	Ekspor (Ton)
2017	4074.54
2018	4628.18
2019	6165.74
2020	5681.11
2021	5877.17

Tabel 1. 4 Data Ekspor Sirup Glukosa Tahun 2017-2021 (Badan Pusat Statistik, 2021)

1.2.4 Penentuan Kapasitas Pabrik

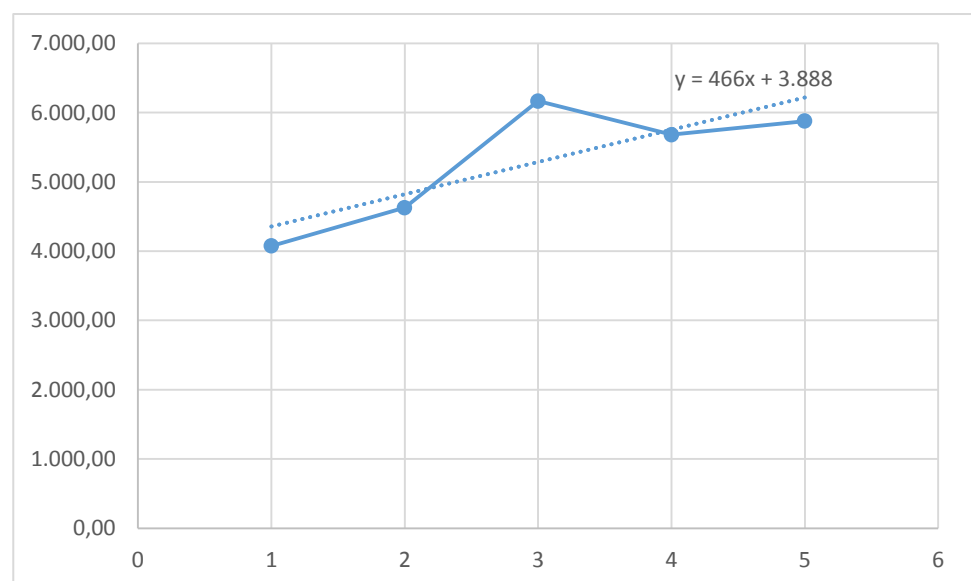
Pabrik Sirup Glukosa di rencanakan mulai dibangun pada tahun 2024 dan sudah mulai beroperasi pada tahun 2027.

Kapasitas produksi direncanakan dapat memenuhi 20% dari kebutuhan sirup glukosa dalam negeri pada tahun 2027.



Grafik 1. 1 Kebutuhan Impor Sirup Glukosa di Indonesia Tahun 2017-2021

Dari grafik 1.1 didapatkan persamaan linier kebutuhan sirup glukosa di Indonesia adalah $y = 11.652x + 47.787$ Sehingga dari persamaan diatas dapat diperkirakan bahwa kebutuhan impor Sirup Glukosa di Indonesia tiap tahun meningkat. Pada tahun 2027 diperkirakan kebutuhan Sirup Glukosa mencapai 199. 263 ton/tahun.



Grafik 1. 2 Kebutuhan Ekspor Sirup Glukosa Tahun 2015-2019

Dari grafik 1.2 didapatkan persamaan linier kebutuhan Sirup Glukosa di Indonesia adalah $y = 466x + 3.888$ sehingga dari persamaan tersebut dapat diperkirakan bahwa kebutuhan Ekspor Sirup Glukosa di Indonesia tiap tahun meningkat. Pada tahun 2027 diperkirakan kebutuhan Sirup Glukosa mencapai 9.946 ton/tahun.

Berdasarkan data-data diatas, dapat dihitung kebutuhan sirup glukosa dalam negeri pada tahun 2027 sebagai berikut :

Kebutuhan sirup glukosa dalam negeri

$$\begin{aligned}
 &= [F(\text{Produksi}) + F(\text{Impor}) - F(\text{Ekspor})] \text{ ton} \\
 &= [173.000 + 199.263 - 9.946] \text{ ton} \\
 &= 362.317 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik yang masih dibutuhkan:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kebutuhan sirup glukosa} - \text{Produksi sirup glukosa} \\
 &= 362.317 - 173.000,00 \\
 &= 189.317 \text{ ton/tahun} \quad \textbf{(52\% dari kebutuhan sirup glukosa di Indonesia)}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi untuk pabrik yang akan didirikan direncanakan akan memenuhi 40 % dari total kebutuhan glukosa di Indonesia yang belum terpenuhi, sehingga dapat dihitung sebagai berikut :

Kapasitas pabrik yang direncanakan:

$$\begin{aligned}
 &= 20\% \times 189.317 \text{ ton} \\
 &= \textbf{37.863,42 ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan yang didapat kapasitas produksi yang direncanakan untuk pabrik baru yang akan didirikan ini berkemampuan memenuhi **20%** kebutuhan sirup glukosa dalam negeri pada tahun 2027 sebesar **35.000 Ton/Tahun** dimana pabrik akan beroperasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun.

1.2.5 Kapasitas Komersial (Minimal) Pabrik

Kapasitas suatu pabrik disebut komersial apabila kapasitas produksi berada di atas kapasitas minimum pabrik yang telah beroperasi.

Nama Pabrik	Asal Kota	Jumlah Produksi (Ton)
PT. Budi Acid Jaya Tbk	Jawa Timur	18.000
PT. Suba Indah	Cilegon	82.500

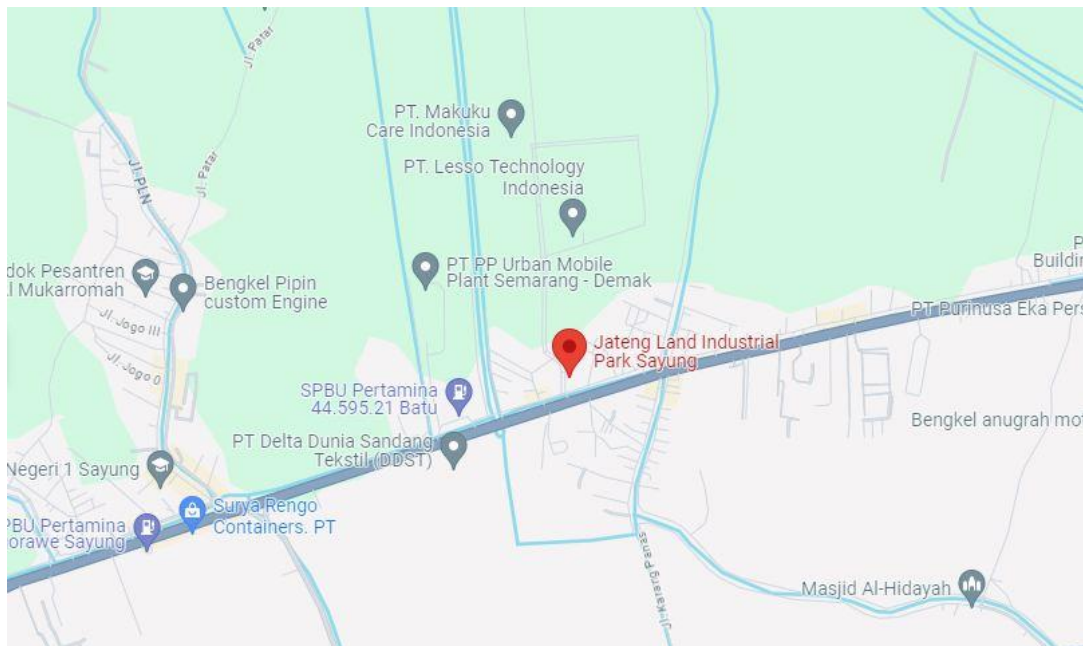
PT. Associated British	Jawa Barat	72.500
	Jumlah	173.000

Tabel 1. 5 Pabrik Sirup Glukosa (Wiyata, 2021)

Berdasarkan Tabel 1.5 dapat diketahui bahwa 18.000 ton/tahun merupakan kapasitas minimal komersil pabrik sirup glukosa, sehingga penentuan kapasitas pabrik sirup glukosa sebesar 35.000 ton/tahun dalam pra rancangan pabrik ini dinyatakan layak untuk didirikan.

1.2 Penentuan Lokasi Pabrik

Pendirian pabrik akan dibangun di kawasan industri Jatengland Industrial Park Sayung (JIPS) yang terletak di Jl. Raya Semarang-Demak KM 14,7 desa Batu, kecamatan Karangtengah, kabupaten Demak, Jawa Tengah, Indonesia.



Sumber : Google Maps, 2024

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan ketika merancang suatu pabrik. Hal ini karena lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi persaingan dan kelangsungan hidup pabrik tersebut. Pertimbangan pemilihan lokasi berdasarkan faktor :

- a. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku dalam pembangunan pabrik sirup glukosa ini adalah singkong. Daerah dengan produksi singkong terbesar adalah di Jawa Tengah di wilayah sekitaran Demak, Pati, dan Rembang

b. Transportasi

Sarana transportasi sangat penting sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Lokasi pendirian pabrik berada di wilayah strategis berjarak 14 KM dari ibukota kabupaten Demak dan 20 KM dari kota Semarang sehingga dekat dengan pusat perekonomian. Lokasi kawasan industri JIPS dilalui jalan nasional rute 1 (pantura) yang menghubungkan Jakarta-Semarang-Surabaya-Banyuwangi dan saat ini pemerintah sedang membangun jalan tol Semarang-Demak sehingga jaringan transportasi menjadi lebih mudah. Sedangkan jalur laut, lokasi ini dekat dengan pelabuhan Tanjung Emas yaitu berjarak 15 KM.

c. Pemasaran

Pemasaran produksi pabrik akan difokuskan untuk memenuhi pasar dalam negeri, yang sebagian besar digunakan dalam industri pembuatan permen, biskuit, ice cream, sirup, kecap, dan sebagainya

No	Nama Perusahaan	Komoditi	Lokasi
1	PT Indofood CBP "Sukses Makmur" FS	Kecap Dan Syrup	Jl. Tugurejo Km. 10,2, Semarang, Jawa Tengah
2	PT Boga Indomakmur Abadi	Permen Lolipop	Boga Indomakmur Abadi Jalan Adiyaksa No 88, Bekasi, Jawa Barat
3	PT Indo Van Houten	Ice cream	Jl. Kayu Besar 9 Blok H No. 4, Jakarta Barat, DKI Jakarta
4	PT Maju Jaya Pohon Pinang	Sirup Pohon Pinang	Jl. Tanjung Morawa Km. 17,7, Deli Serdang, Sumatera Utara
5	PT Suka Sari Mitra Mandiri	Sirup Dan Kecap	Terboyo Industri 2 No. 2, Semarang, Jawa Tengah
6	PT Buana Tirta Adijaya	Permen	Jl. Kabupaten Ds Cangkring MIng, Pasuruan, Jawa Timur
7	PT Agel Langgeng	Permen dan biskuit	Jl. Raya Sultan Agung KM 27, Pondok Ungu Medan Satria, Bekasi Barat

Tabel 1. 6 Pabrik yang Membutuhkan Sirup Glukosa (kemenperin.go.id)

d. Tenaga Kerja

Pendirian suatu pabrik harus mempertimbangkan tenaga kerja yang meliputi tenaga kerja lokal maupun tenaga kerja ahli yang berpengalaman di bidangnya. Tenaga kerja adalah sumber daya yang sangat penting dalam proses produksi. Proses produksi akan berjalan lancar dengan adanya tenaga kerja yang terdidik dan terampil. Pabrik sirup glukosa ini akan membutuhkan banyak tenaga kerja. Sebagian besar tenaga kerja diambil dari daerah sekitar pabrik yang bertujuan untuk mengurangi pengangguran di wilayah Semarang dan sekitarnya.

e. Utilitas

Utilitas pabrik juga merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Dalam operasinya, pabrik membutuhkan air, energi (listrik), steam, dan kebutuhan utilitas lainnya untuk keperluan proses, pendingin, pemadam kebakaran, maupun keperluan rumah tangga pabrik. Berdasarkan hal tersebut, lokasi pabrik berdekatan dengan sumber air laut Jawa sehingga ketersediaan air terjamin dan biaya produksi menjadi lebih ekonomis. Untuk sumber energi terutama energi listrik dapat dipenuhi dengan instalasi listrik bekerjasama dengan Perusahaan Listrik Negara (PLN)

1.3 Tinjauan Proses

Pembuatan sirup glukosa pertama kali didirikan pada tahun 1811 oleh ilmuwan Jerman yaitu Gottlieb Sigismund Constantine Krichhoff. Bahan baku sirup glukosa ada beberapa macam, antara lain tepung maizena, beras, kentang, tapioka, akar-akaran, dan sagu. Glukosa dibuat dari pati melalui proses hidrolisis yang mengubah pati menjadi dextrin atau sirup glukosa tergantung dari derajat pemecahannya (*Dziedzic S Z, 1995*)

Ada beberapa macam proses pembuatan sirup glukosa, melalui hidrolisis pati ini yaitu:

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

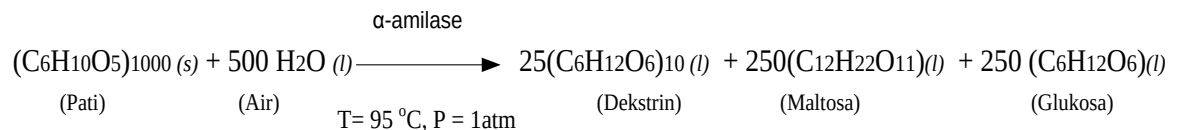
1.3.1 Hidrolisis Pati dengan Enzim

Pembuatan sirup glukosa yang umumnya berbahan dasar dari pati, tahapan prosesnya meliputi likuifikasi, sakarifikasi, penjernihan, dan pemekatan. Hidrolisis pati dengan enzim dilakukan menggunakan bantuan

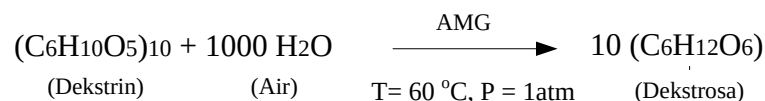
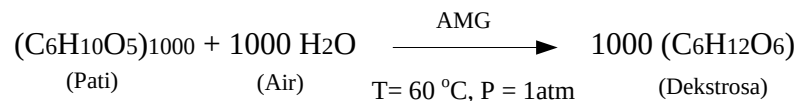
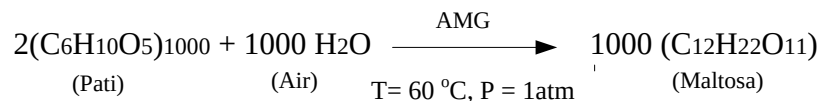
enzim α -amylase dan enzim *glukoamylase* (*amyloglukosidase*). Enzim α -amylase digunakan pada proses likuifikasi, sedangkan *glukoamylase* digunakan pada proses sakarifikasi (Winarno, 1995)

Dalam hidrolisi dengan enzim dua tahapan yaitu tahap liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi merupakan tahapan terjadinya proses pemutusan rantai polisakarida menjadi dekstrin dengan bantuan enzim *alfa amylase* yang menggunakan katalisator CaCl_2 . Sedangkan tahap sakarifikasi merupakan proses hidrolisis dekstrin menjadi glukosa dengan bantuan enzim *glukoamylase* dengan katalisator HCl. Berikut adalah reaksi yang terjadi :

- Reaksi yang terjadi pada proses Likuifikasi:



- Reaksi yang terjadi pada proses Sakarifikasi:



Keuntungan menggunakan hidrolisa enzim :

1. Dekstrosa ekivalen mencapai 98% yang dihasilkan lebih tinggi dari hidrolisa asam
2. Kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi daripada hidrolisa asam.
3. Sirup yang dihasilkan mempunyai komposisi yang lebih stabil
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 dalam menggunakan hidrolisa enzim :

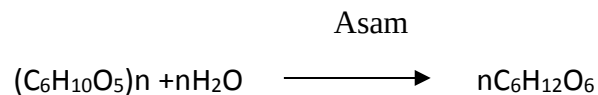
1. Membutuhkan kondisi operasi yang berbeda untuk setiap enzim agar tercapai konversi produk yang diinginkan.
2. Enzim yang digunakan harus diimport karena produsen berasal dari Jepang, Amerika, Jerman, Denmark, Inggris dan lainnya.

1.3.2 Hidrolisis Pati dengan Asam

Pembuatan glukosa melalui hidrolisis pati dengan asam dilakukan dengan melarutkan pati dalam air, selanjutnya di dalam larutan ditambahkan zat asam untuk mengatur pH-nya sambil diaduk sehingga di dapat larutan yang serba sama. Kemudian larutan dipanaskan pada suhu 85-140⁰C hingga proses hidrolisis pati selesai. Setelah proses hidrolisis selesai maka dilakukan proses netralisasi dengan menambahkan larutan basa sampai pH larutan 4,5-5. Basa yang ditunakan tergantung jenis asam yang digunakan. 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 (Shenck, 1992)

Reaksi yang terjadi :

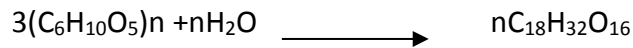
1. Reaksi utama



2. Reaksi samping



Asam



Keuntungan dari proses hidrolisa asam ini ialah :

1. Bahan pembantu (asam) mudah didapatkan dan harganya murah.

Kerugian dalam memakai proses hidrolisa asam :

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

1.3.3 Hidrolisis Pati dengan Enzim dan Asam

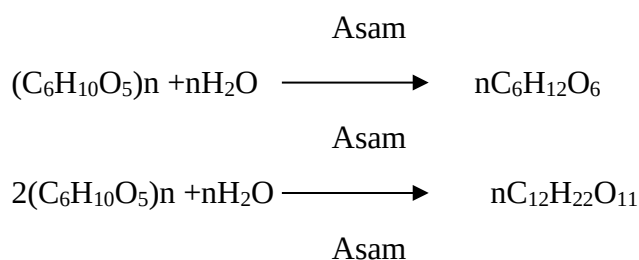
Hidrolisis dengan katalis gabungan ini diperkenalkan pertama kali oleh Langlois & Dale tahun 1940. Dalam proses ini awalnya dilakukan hidrolisa parsial dengan menggunakan asam kemudian dilanjutkan dengan proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim amilolitik (*Tjokroadikoesemo, 1993*)

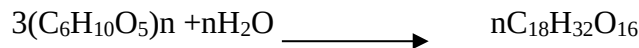
Hidrolisa menggunakan asam dan enzim ini memerlukan suhu dan pH yang sesuai dalam pengoperasiannya. Dalam proses ini, hidrolisa yang terjadi secara parsial yang mana tahap awal menggunakan asam, kemudian dilanjutkan dengan proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim glukamilase. Konversi enzim biasanya dilakukan pada pH 4,5-7 dengan suhu optimum 50-60°C. (*Kirk-Othmer, 1983*)

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

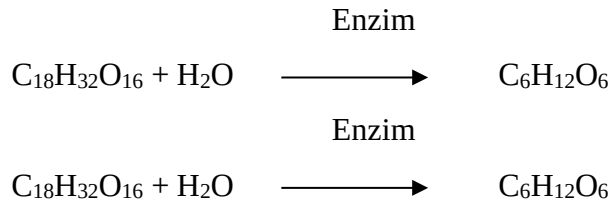
Reaksi yang terjadi :

1. Reaksi yang terjadi dengan menggunakan katalis asam





2. Reaksi yang terjadi dengan menggunakan katalis enzim



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

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

Kerugian dengan menggunakan hidrolisa asam enzim :

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

1.3.4 Seleksi Proses

Berdasarkan jenis proses yang telah diuraikan, adapun perbandingannya dapat dilihat pada tabel 1.6 Perbandingan tersebut berdasarkan dari segi teknis maupun segi ekonomis ketiga proses.

Uraian	Hidrolisis		
	Asam	Asam-Enzim	Enzim-Enzim
Teknis			
1. Operasi			
- Tekanan (kg/cm ²)	3	1 – 3	
- Suhu °C	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

Tabel 1. 7 Perbandingan Kondisi Operasi Pada Proses Hidrolisis (Tjokroadikoeseomo, 1993)

Dapat dilihat dari perbandingan tabel 1.7 di atas, bahwa keuntungan menggunakan proses hidrolisa enzim-enzim daripada yang lainnya ialah :

1. Dekstrosa Ekivalen (DE) yang dihasilkan mencapai 97-98%, dimana hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan hidrolisis yang lain
2. Biaya energi lebih rendah karena suhu operasi yang lebih rendah
3. Terhindar dari korosi, sehingga harga peralatan lebih murah
4. Tidak terjadi reaksi samping.

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