

# PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA MELALUI PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS DENGAN KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN

Akhmad Rosadi<sup>\*1</sup>, Dony Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jalan Ahmad Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: [ahmadrosadi133@gmail.com](mailto:ahmadrosadi133@gmail.com)

## ABSTRAK

Glukosa merupakan kelompok monosakarida dengan rumus kimia  $C_6H_{12}O_6$ . Sirup glukosa biasanya pada industri makanan digunakan sebagai pembuatan monosodium glutamate, penyedap rasa, *jelies*, *caramels*, *coffee whitener*, *pastilles*, *dessert power*, *maltodextrins*, dan lain-lain. Pabrik Sirup glukosa direncanakan pada tahun 2025 yang beroperasi selama 330 hari dalam setahun bertempat di Lampung Tengah, Lampung dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Proses yang digunakan pabrik sirup glukosa ini adalah proses hidrolisis enzimatis dengan bahan baku dari tepung tapioka dan didukung oleh enzim  $\alpha$ -amilase dan enzim glukamilase. Secara umum, tahapan dalam produksi sirup glukosa adalah likuifikasi dan sakarifikasi. Tahapan likuifikasi beroperasi pada kondisi suhu  $95\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang dilengkapi jaket pendingin. Kemudian, tahapan sakarifikasi beroperasi pada kondisi operasi suhu  $60\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dengan menggunakan reaktor batch yang dilengkapi jaket pendingin. Hasil dari reaktor batch dipompa ke dalam filter press untuk menyaring padatan serat pati. Selanjutnya glukosa dari filter press akan dipompa ke dalam kation exchanger dan anion exchanger untuk menghilangkan kandungan kation dan anion yang terkandung dalam larutan. Kemudian sirup glukosa dimasukkan ke dalam evaporator untuk menguapkan sebagian besar kandungan air dengan kondisi suhu operasi  $102\text{ }^\circ\text{C}$  dan 1 atm. Kemudian, produk sirup glukosa disimpan pada tangka penyimpanan. Bentuk pabrik sirup glukosa yaitu perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line dan staf. Sirup glukosa dipasarkan untuk kebutuhan permintaan dalam negeri serta dipasarkan ke luar negeri. Total dari tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 134 orang pekerja dengan sistem shift dan non shift. Menurut hasil dari analisa ekonomi didapatkan hasil investasi modal total (TCI) sebesar Rp 936.261.755.480,00 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp 2.142.749.955.204. Return of Investment (ROI) sebelum dikenakan pajak adalah sebesar 45% dan Return of Investment (ROI) sesudah dikenakan pajak adalah sebesar 29%. Pay Out Time (POT) sebelum dikenakan pajak adalah sebesar 1,9 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah dikenakan pajak adalah sebesar 2,7 tahun. Break Event Point (BEP) adalah sebesar 44% dan Shut down point (SDP) adalah sebesar 25%. Sehingga dari hasil analisa ekonomi tersebut, disimpulkan bahwa pabrik sirup glukosa dari tepung tapioka melalui proses enzimatis dengan kapasitas 150.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan di Indonesia.

**Kata kunci:** Sirup glukosa, hidrolisis enzimatis, likuifikasi, sakarifikasi,  $\alpha$ -amilase, glukamilase.

## 1. Pendahuluan

Tepung Tapioka atau sering disebut dengan pati ubi kayu merupakan hasil industri dari ubi kayu. Nilai konversi dari hasil tapioka sebesar 93.56% membuat tapioka banyak digunakan pada proses industri kimia, industri tekstil, industri kertas, dan industri pangan. Selain itu, hal tersebut juga didasari oleh proses ekstraksi yang cukup mudah (Johnson dan Padmaja, 2013). Sirup glukosa adalah hasil aproduk berupa bahan pemanis yang berbentuk cairan, tidak berwarna serta tidak berbau.  $C_6H_{12}O_6$  merupakan rumus kimia dari glukosa yang termasuk dalam kelompok

monosakarida. Sirup glukosa pada industri makanan digunakan sebagai pembuatan monosodium glutamate, penyedap rasa, *jelies*, *caramels*, *coffee whitener*, *pastilles*, *dessert power*, *maltodextrins*, dan lain-lain.

Sirup glukosa dari tepung tapioka didapatkan dari proses hidrolisis. Hidrolisis merupakan proses pemisahan ikatan kimia dengan substansinya dengan menggunakan air agar terjadi perubahan bentuk menjadi yang lebih sederhana. Hidrolisis pati yaitu proses pembentukan bagian-bagian penyusun yang lebih sederhana seperti dekstrin, maltosa dan



glukosa dari pemecahan pati atau molekul amilum.

Sirup glukosa saat ini telah banyak diproduksi di Indonesia karena ubi kayu yang menjadi bahan baku sangat melimpah. Perkembangan industri makanan dan farmasi begitu pesat seiringnya waktu berjalan. Berbanding lurus juga dengan kebutuhan sirup glukosa dengan meningkat perkembangan industri tersebut. Hal ini menyebabkan Indonesia mengimpor sirup glukosa untuk menutupi banyaknya permintaan dalam negeri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah impor sirup glukosa ke Indonesia pada tahun 2015 hingga 2019 dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Data *Import* Sirup Glukosa Indonesia

Tahun	Jumlah
2015	64.390,664
2016	71.825,758
2017	59.867,71
2018	118.134,397
2019	99.497,293

Dari data tersebut, maka jumlah kebutuhan sirup glukosa pada tahun 2025 dapat diperkirakan, dimana dari hasil perhitungan *discounted method*, diperoleh peluang kapasitas produksi sirup glukosa di Indonesia pada tahun 2025 adalah sebesar 150.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

Beberapa macam proses pembuatan sirup glukosa melalui hidrolisis pati (Tjokroadikeosomeso, 1993) sebagai berikut.

Tabel 2. Perbandingan Jenis Proses Hidrolisis pati Pembuatan Sirup Glukosa

Parameter	Asam	Enzim-Asam	Enzimatis
Tekanan	3 kg/cm <sup>2</sup>	1 - 3 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>
Suhu (°C)	140 – 160	60 – 140	60 – 105
pH	2,3	1,8 – 2	4,5 – 6
Konversi	30% – 55%	63% – 80%	95% – 98%
Korosi	Tinggi	Tinggi	Rendah
Katalis	asam sulfat, asam klorida dan asam fosfat	Asam dan enzim	$\alpha$ -amilase dan gluokoamilase

Berdasarkan Tabel 2, bahwa proses yang dipilih dalam pembuatan sirup glukosa yaitu proses hidrolisis enzimatis hal tersebut disebabkan karena memiliki keunggulan antaralain:

1. Tekanan dan kondisi operasi yang rendah menunjukkan energi yang dibutuhkan lebih sedikit.
2. Nilai DE (*dextrose equivalent*) yang didapatkan tinggi, yaitu antara 95 – 98%,
3. Kemungkinan korosi kecil

### 2.2 Proses Hidrolisis Enzimatis Pembuatan Sirup Glukosa

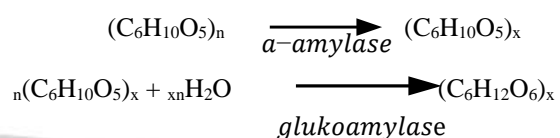
Proses hidrolisis secara enzimatis dalam pembuatan sirup glukosa dibagi menjadi beberapa sub proses sebagai berikut.

#### 1. Proses Persiapan

Bahan baku pada sirup glukosa ini adalah tepung tapioka. Gudang penyimpanan bahan baku (F-110) dengan kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk tepung tapioka. Proses sirup glukosa menggunakan air proses dari unit utilitas dengan kondisi 30°C dan tekanan 1 atm. Bahan pendukung pada sirup glukosa ini adalah enzim  $\alpha$ -amilase, enzim gluokoamilase CaCl<sub>2</sub> dan HCl. Bahan pendukung tersebut disimpan di dalam tangki penyimpanan dalam keadaan steril pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm.

#### 2. Tahap Reaksi

Dari gudang bahan baku (F-110) tepung tapioka diangkut menggunakan belt conveyor (J-111) menuju mixer tank (M-130). Pati yang telah dicampur dengan air, kemudian dari tangki penyimpanan (F-130) ditambahkan CaCl<sub>2</sub> konsentrasi 200 ppm. Pati yang telah tergelatinisasi dialirkan ke reaktor untuk memecah rantai molekul amilum menjadi dekstrin. Enzim  $\alpha$ -amilase ditambahkan pada proses ini dengan dosis 0,7 L/ton pati. Hasil dari proses ini yaitu larutan dekstrin. Proses ini dinamakan proses *liquififikasi* dengan reaksi yang berjalan pada suhu 95°C dengan pH = 6 (Budiarti, 2016). Proses *liquififikasi* menggunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-210) yang dilengkapi dengan pendingin berupa jaket. Konversi dekstrin menjadi glukosa terjadi dari proses sakarifikasi dengan bantuan enzim gluokoamilase. Proses sakarifikasi menggunakan reaktor batch (R-250) dengan kondisi operasi suhu 60°C yang dilengkapi jaket pendingin. Dari tangki penyimpanan (F-160) ditambahkan HCl 0,1 M agar menurunkan pH dari 6 menjadi 4,2. Suhu reaktor dijaga pada suhu 60°C (Budiarti, 2016). Dalam proses hidrolisis pati harus terdapat reaksi kimia berikut jika menggunakan katalis enzim:



3. Tahap Permurnian Produk

Dari proses sakarifikasi, hasil produk diumpankan ke dalam *filter press* (H-310) yang beroperasi pada suhu 60 °C serta tekanan 1 atm. Selanjutnya setelah melalui *filter press* (H-310) hasil keluarannya yaitu air, CaCl<sub>2</sub>, glukosa dan HCl. Untuk memurnikan produk sebelumnya akan dialirkan ke *Ion Exchanger*, yaitu Kation Exchanger (KE-320) dan Anion Exchanger (AE-330) dengan kondisi operasi di dalam kation exchanger (KE-320) dan anion exchanger (AE-330) pada suhu 60 °C.. Selanjutnya, hasil keluaran dari *ion exchanger* tersisa air dan sirup glukosa. Kemudian diumpankan ke evaporator (V-340) dengan kondisi operasi pada suhu 102 °C dan tekanan 1 atm. Dalam evaporator (V-340) terjadi proses evaporasi agar kadar glukosa mencapai 85%. Sebelum disimpan di tangki penyimpanan produk (F-350), sirup glukosa didinginkan dalam *cooler* (E-342) untuk menurunkan suhu hingga 30 °C.

3. Utilitas

Sungai Way Seputih merupakan sumber air yang digunakan pada pabrik sirup glukosa yang berada di daerah Lampung dengan panjang 190 km. DAS Sungai Way seputih sebesar 7149,26 km<sup>2</sup> dan anak-anak sungai memiliki panjang lebih dari 50 km. PLN dan generator adalah sumber tenaga listrik yang digunakan pabrik sirup glukosa ini, dengan bahan bakar diperoleh dari Pertamina. Kebutuhan utilitas secara menyeluruh yang dibutuhkan dalam pengoperasian pabrik sirup glukosa dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas pada Pabrik Sirup Glukosa

Kebutuhan	Jumlah
Steam	10101,8231 kg/jam
Air	27002,6770 m <sup>3</sup> /hari
Listrik	1919,4359 kW
Bahan Bakar	661,1419 L/jam

4. Analisa Ekonomi

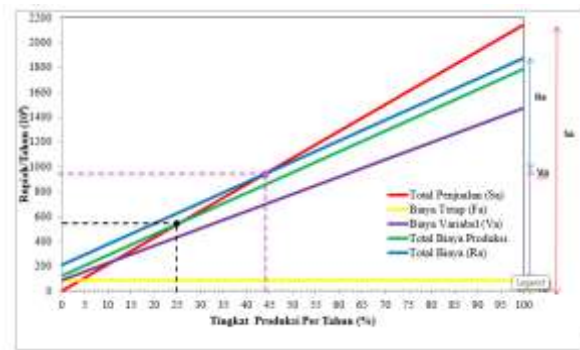
Analisa ekonomi merupakan analisa yang dilakukan untuk mengetahui berapa besar

keuntungan yang didapatkan oleh pabrik ini sehingga bisa dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Hasil analisa kelayakan ekonomi pada pabrik sirup glukosa dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	29%	Min. 11%	Layak
POT	2,7 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	44%	40-60%	Layak
SDP	25%	20-40%	Layak

*Return on Investment* (ROI) didefinisikan sebagai tingkat laba yang didapatkan dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. Sementara *Pay Out Time* (POT) yaitu *payback period* atau waktu yang dibutuhkan dalam proses pengembalian modal (uang investasi). *Break Even Point* (BEP) didefinisikan sebagai titik yang memperlihatkan tingkat biaya dan penghasilan pada titik yang sama. Sementara *Shut Down Point* (SDP) merupakan waktu penentuan untuk menghentikan semua aktivitas produksi dalam pabrik. SDP pada umumnya terjadi karena *variable cost* yang terlalu tinggi. Selain itu, keputusan manajemen juga memungkinkan menjadi penyebab terjadinya SDP karena suatu aktivitas produksi yang tidak ekonomis (tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik sirup glukosa dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP







## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada prarancangan pabrik sirup glukosa dari tepung tapioka melalui proses hidrolisis enzimatis dengan kapasitas 150.000 ton/tahun maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di daerah Kec. Bandar Mataram, Lampung Tengah, Lampung. Bentuk hukum perusahaan yang berbentuk PT atau Perseroan Terbatas sedangkan bentuk organisasi berupa *line* dan *staff*. Adapun total tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 134 pekerja. Kelayakan pabrik dapat dilihat dari evaluasi ekonomi yang telah dilakukan yaitu nilai ROI sebesar 29% dan nilai POT sebesar 2,7 tahun. Kemudian diperoleh nilai BEP sebesar 44% dan nilai SDP sebesar 25% sehingga berdasarkan hasil analisa yang didapat bahwa pendirian pabrik sirup glukosa ini layak untuk didirikan .

## Daftar Pustaka

- BPS. (2020): *Data Impor-Ekspor Sirup Glukosa..*
- Budiarti, G. (2016): *Studi Konversi Pati Ubi Kayu (Cassava Starch) menjadi Glukosa secara Enzimatis*. CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia.
- Johnson, R. dan Padmaja, G. (2013): *Comparative Studies on the Production of Glucose and High Fructose Syrup from Tuber Starches*. International Research Journal of Biological Sciences.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc. Graw Hill.
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4th ed., Mc. Graw-Hill Book Co., New York.
- Tjokroadiekoesomo, P. S. (1993): *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. PT Gramedia. Jakarta.

