

## PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA MELALUI PROSES HIDROLISIS ASAM PEKAT DENGAN KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN

Aldani Aprianti<sup>1</sup>, Sulistiana Husaeni Tendri<sup>1,\*</sup>

Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas  
Lambung Mangkurat Jalan A. Yani KM 35, Kampus ULM  
Banjarbaru, Kalimantan Selatan

\*Corresponding Author: sulistendri@gmail.com

### Abstrak

Sirup glukosa adalah sirup pekat dan bening yang bahan utamanya adalah glukosa yang diperoleh dari hidrolisis pati dengan hidrolisis asam. Sirup glukosa sering digunakan sebagai penguat rasa dalam pembuatan monosodium glutamat (MSG), permen, jeli, pelega tenggorokan, maltodekstrin, pembuat krim kopi, bubuk pencuci mulut, dan lainnya. Pabrik sirup glukosa yang akan dibangun pada tahun 2027 ini berkapasitas 64.000 ton per tahun dan berlokasi di Kecamatan Bandar Mataram, Lampung Tengah, Provinsi Lampung dan beroperasi selama 330 hari dalam setahun.

Tepung tapioka yang diperoleh dari PT digunakan sebagai bahan baku. Pati Budi dan pemanis. Glukosa cair dibuat dengan hidrolisis asam dalam reaktor batch berpengaduk yang dilengkapi dengan mantel pemanas pada 80°C di bawah tekanan 1 atm dan reaksinya bersifat endotermik. Produk yang keluar dari reaktor setelah proses hidrolisis berupa larutan glukosa, setelah itu dialirkan ke evaporator untuk menghilangkan pengotor dengan cara penguapan, konsentrasi larutan glukosa yang dihasilkan lebih pekat dan lebih bersih. Larutan sirup glukosa kemudian didinginkan dalam cooler, kemudian diisikan ke dalam wadah penyimpanan dan siap untuk dijual.

Target penjualan sirup glukosa terutama untuk konsumsi dalam negeri tetapi tidak mencakup negara lain. Bentuk perusahaan yang direncanakan adalah PT atau GmbH, dengan sistem lini dan personalia sebagai sistem organisasi. Pekerja dibagi menjadi pekerja shift dan pekerja non-shift. Ini mempekerjakan hingga 123 orang. Menurut hasil analisis keuntungan, tercapai titik potong sebesar 41,19 dan titik impas sebesar 20,05%, sehingga pabrik ini dapat dibangun.

**Kata Kunci:** Hidrolisis asam pekat, reactor batch, sirup glukosa, tepung tapioka

### 1. Pendahuluan

Gula pasir (sukrosa) saat ini merupakan pemanis alami yang dominan, namun gula pasir ini tidak dapat memenuhi konsumsi dalam negeri. Maka, muncullah beberapa pemanis alternatif bersamaan dengan gula pasir, seperti aspartam, siklamat, stevia, dan gula hasil hidrolisis pati. Contoh gula hasil hidrolisis pati adalah sirup glukosa, maltosa dan fruktosa. Saat ini industri makanan dan minuman masih menggunakan sirup glukosa.

Sirup glukosa merupakan sirup yang pekat dan jernih. Pada industri makanan, sirup glukosa sering digunakan sebagai penyedap rasa, pembuatan *caramel*, *coffee whitener*, *dessert powder*, *dried glucose syrup*, *dextrose monohydrate (D-glucose)*, *fondants creams*, *frozen dessert*, *gums*, *jellies*, *high boiled sweet*, *maltodextrins (dried starch hydrolysates)*, *marsh mallow*, *monosodium glutamat*, *nougat*, *pastilles*, *pie fillings*, *soup sauce mixes*, *sugar confectionery*, *toffee*, *topping*, dan lain-lain. Berbeda dengan sukrosa, sirup glukosa ini tidak

mengkristal jika dipanaskan pada suhu yang tinggi dan inti dari kristal tidak akan terbentuk hingga larutan sirup glukosa mencapai titik jenuhnya sebesar 75% (Yulis, 2011). Salah satu alternatif pembuatan sirup glukosa adalah menggunakan tepung tapioka dari singkong (ubi kayu).

Tepung tapioka banyak mengandung pati, pati ini diperoleh dari proses ekstraksi singkong (ubi kayu) dimana ampasnya dibuang. Di Indonesia, ubi kayu (*cassava*) merupakan salah satu tanaman yang banyak dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia. Penghasil singkong terbesar adalah provinsi Lampung, Jawa Timur dan Jawa Tengah. Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia, luas lahan ubi kayu yang dibudidayakan di Indonesia adalah 1,4 juta hektar pada tahun 2018, dan rata-rata produksi ubi kayu yang diolah menjadi tepung tapioka adalah 24,56 ton. Tepung tapioka yang diolah dalam sirup glukosa diolah baik secara kimia maupun enzimatis dengan cara hidrolisis pati, kemudian dinetralkan dan dipekatkan (dimurnikan) sampai kadar tertentu (SNI 01-2978-1992).



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.

Kebutuhan akan konsumsi nasional sirup glukosa selalu mengalami perubahan dari tahun ke tahun. Berikut data komoditas sirup glukosa menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2017-2021 disajikan dalam **Tabel.1** berikut ini:

**Tabel.1** Tabel Data Impor dan Ekspor Sirup Glukosa di Negara Indonesia

Tahun	Import (ton/tahun)	Export (ton/tahun)
2016	71.825,758	3.340,747
2017	59.867,71	4.668,859
2018	118.134,397	4.143,021
2019	99.497,293	5.076,225
2020	56.566,355	3.999,512
2021	103.894,008	5.107,957
	<b>Rata-Rata</b>	<b>Rata-Rata</b>

(Badan Pusat Statistik, 2021)

Berdasarkan **Tabel 1**, sehingga dapat diperkirakan kebutuhan konsumsi dan produksi sirup glukosa di Indonesia yang rencananya didirikan pada tahun 2027 menggunakan *discounted method* dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Ulrich, 1984):

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

Keterangan:

F = Besar kebutuhan sirup glukosa saat tahun-2027

P = Besarnya data *import* atau *export* pada tahun perancangan (ton/tahun)

I = Nilai kenaikan data *import* atau *export* rata-rata

n = Nilai selisih antara tahun perancangan dan tahun rencana berdirinya pabrik (tahun ke-n)

Dapat diketahui berdasarkan perhitungan di atas bahwa kapasitas pabrik sirup glukosa yang akan dibangun pada tahun 2027 sebesar 64.000 ton/tahun.

## 2. Pemilihan Proses

### 2.1 Macam-macam Proses

Ada 3 jenis macam proses yang sering dipakai untuk menghasilkan sirup glukosa seperti hidrolisis asam, enzimatis dan hidrolisis asam-enzimatis.

**Tabel 2.1** merupakan perbandingan antara ke-3 jenis proses tersebut.

**Tabel 2.1** Perbandingan Proses Pada Hidrolisis pati

Parameter	Hidrolisis Asam	Enzimatis	Hidrolisis Asam - Enzimatis
<b>Aspek Teknis</b> Kondisi proses : -Konversi (%)* -Yield (%)* -Waktu (menit)* -Kemurnian(%)*	98 75.13 80 55	97.3 96 180 85	- 71,9 90
Kondisi operasi: -Suhu (°C)* -Tekanan (atm)*	70-80 1	80-90 1	60-85 1
<b>Aspek Ekonomi</b> **	Lebih ekonomi karena peralatan yang digunakan lebih sedikit dan investasi awal dengan bahan baku 150 kg tepung tapioka adalah sekitar US\$34.27	Peralatan yang digunakan lebih banyak serta investasi awal dengan bahan baku 150 kg tepung tapioka adalah sekitar US\$2470.99	-
<b>Aspek Dampak Lingkungan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Polutan HCl yang dilepas ke udara</li> <li>➢ Padatan berupa pati, protein, lemak, serat, dan air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Polutan HCl yang dilepas ke udara</li> <li>➢ Cairan dari filter press</li> <li>➢ Padatan berupa pati, protein, lemak, serat, dan air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Polutan HCl yang dilepas ke udara</li> <li>➢ Cairan dari filter press</li> <li>➢ Padatan berupa pati, protein, lemak, serat dan air,</li> </ul>

Sumber: \*) (CN Patent 2012)

\*\*) Woiciechowski A, L. dkk., 2002





Pemilihan proses ditinjau dari kelebihan dan kekurangan masing-masing proses. Ketiga proses di atas telah dibandingkan untuk memilih proses produksi glukosa cair dari tepung tapioka yang paling efisien dan ekonomis. Adapun kelebihan dan kekurangan dari ketiga proses tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.2**:

**Tabel 2.2** Kekurangan serta Kelebihan dari Jenis Proses Hidrolisis Pati

Tinjauan	Jenis Proses		
	Hidrolisis Asam	Enzim	Hidrolisis Asam & Enzim
Kelebihan	Bahan baku mudah diperoleh	Bahan baku mudah diperoleh	Bahan baku mudah diperoleh
	Tidak memakai enzim sehingga dapat menghemat biaya.	Proses yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan proses menggunakan asam.	Proses yang lebih sederhana jika dibanding dengan proses menggunakan asam.
	Peralatan sederhana	Peralatan sederhana	Dalam penggunaan enzim lebih sedikit.
	Cocok untuk kondisi kritis saat ini karena seluruh bahan tersedia di dalam negeri.	Akan di dapat hasil sirup glukosa yang lebih murni, jernih dan bersih.	Peralatan tidak rumit sehingga tidak membutuhkan tenaga kerja banyak.
	Waktu operasi tidak terlalu lama.	-	Glukosa yang dihasilkan lebih murni dan jernih
Kekurangan	Penggunaan asam dapat menyebabkan korosi peralatan tetapi kekurangan ini dapat diminimalisir dengan mengganti bahan baja menjadi aluminium pada reaktor.	Menggunakan enzim yang banyak. Enzim yang digunakan masih <i>import</i> , harganya relatif mahal dan waktu operasi yang sangat lama.	Enzim yang digunakan dalam proses masih <i>import</i> sehingga harganya yang relatif mahal dan penggunaan asam sebagai katalis dapat menyebabkan korosi

Akan tetapi, proses hidrolisis menggunakan katalis enzim harganya cukup mahal dan masih impor serta waktu hidrolisis yang cukup lama daripada hidrolisis asam. Sedangkan pada hidrolisis asam dan enzim, juga memerlukan katalis enzim yang harganya mahal dan impor serta bersifat korosif pada alat walaupun kadar asam sudah dikurangi. Sehingga berdasarkan pertimbangan tersebut maka dalam perancangan pabrik glukosa cair ini menggunakan proses hidrolisis asam pekat karena dinilai efisien dan ekonomis serta bahan yang mudah didapat.

## 2.2 Uraian Proses Hidrolisis

Proses pengolahan larutan sirup glukosa dari tepung tapioka melalui proses hidrolisis asam dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

- 1) Persiapan bahan baku
- 2) Proses hidrolisis pati
- 3) Tahap pemurnian dan pemekatan produk

### 2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tepung tapioka yang disimpan dalam Gudang diangkut ke *mixer* menggunakan *pneumatic conveyor* pada kondisi 30°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya tepung tapioka dicampur dengan air hingga menjadi larutan. Kemudian larutan diangkut menggunakan pompa *mixer* menuju reaktor hidrolisis

### 2.2.2 Tahap Hidrolisis Pati

Larutan dimasukkan ke dalam reaktor hidrolisis lalu ditambahkan HCl dari tangki penyimpanan sebagai katalis untuk mempercepat proses reaksi kimia menggunakan pompa sentrifugal dengan waktu reaksi 80 menit. Reaktor hidrolisis berlangsung selama 80 menit pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor hidrolisis, pati yang terkandung dalam tepung tapioka akan dikonversi menjadi larutan glukosa, dengan konversi sebesar 98%. Reaksi yang terjadi saat pati terkonversi menjadi sirup glukosa adalah

$$(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$$

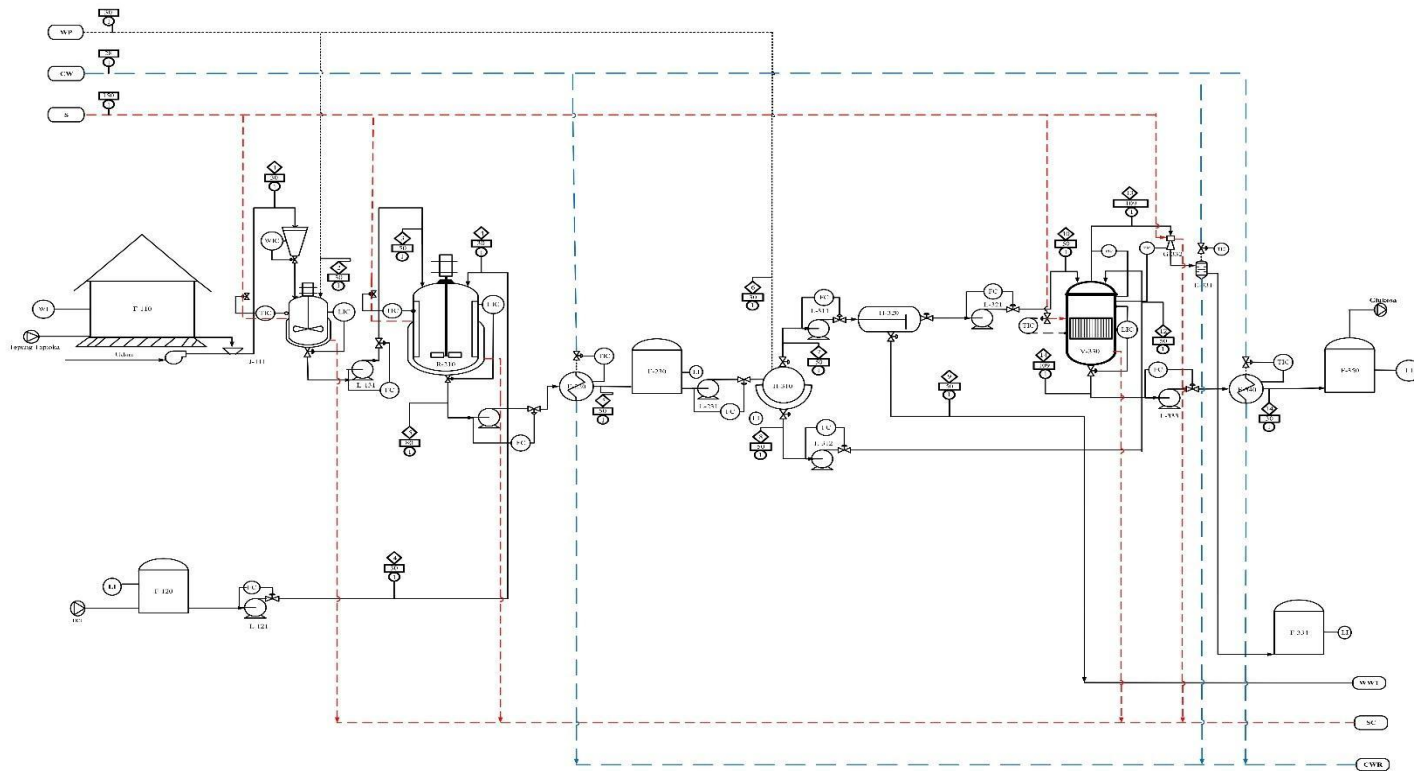
### 2.2.3 Tahap Pemekatan Produk

Larutan glukosa yang keluar dari reaktor hidrolisis dialirkan ke dalam *cooler* menggunakan suatu pompa untuk didinginkan dan dialirkan lagi ke dalam *rotary vacuum-drum filter*. Dalam *rotary vacuum-drum filter* ini bagian *slurry* akan masuk ke dalam dekanter untuk mengambil sirup glukosa yang terbuang dan bagian *liquid* yang berisi sirup glukosa akan dialirkan ke dalam *evaporator* untuk menghilangkan impuritasnya dengan cara penguapan sehingga sirup glukosa yang dihasilkan lebih murni dan pekat. Larutan sirup glukosa kemudian didinginkan dalam *cooler*, selanjutnya dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan dan siap untuk di jual.

Dari perbandingan kelebihan dan kekurangan seleksi proses pembuatan glukosa cair di atas, proses enzimatik sebenarnya memiliki beberapa keuntungan seperti prosesnya yang agak mudah daripada hidrolisis asam serta tidak menyebabkan korosi pada peralatan.



PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA  
 MELALUI PROSES HIDROLISIS ASAM PEKAT DENGAN KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN



Komponen	Massa Aliran (Kg/Jam)											
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
Pati	3339.0943	-	3339.0943	-	66.7819	-	66.7819	-	66.7819	-	-	-
Serat	3.4762	-	3.4762	-	3.4762	-	3.4762	-	3.4762	-	-	-
Abu	6.5662	-	6.5662	-	6.5662	-	6.5662	-	6.5662	-	-	-
Air	513.3206	7724.9145	8238.2350	-	7874.6448	15.3649	315.6004	7574.4092	12.6240	302.9764	3426.6627	4450.7229
HCl	-	-	-	2317.4743	2317.4743	-	92.6990	2224.7754	3.7080	88.9910	2313.7664	-
Glukosa	-	-	-	-	3635.9027	-	145.4361	3490.4666	5.8174	139.6187	-	3630.0852
<b>Total</b>	<b>3862.4572</b>	<b>7724.9145</b>	<b>11587.3717</b>	<b>2317.4743</b>	<b>13904.8460</b>	<b>15,3649</b>	<b>630.5597</b>	<b>13289.6512</b>	<b>98.9737</b>	<b>531.5860</b>	<b>5740.4291</b>	<b>8080.8081</b>



Keterangan			
Aliran Proses			
CW	Cooling Water		Nonasi Aliran
CWR	Cooling Water Return		Temperatur °C
S	Steam		Tahanan (aktu)
SC	Steam Condensat		Mutan HCl-u
WP	Water Process		Produk
WWI	Waste Water Treatment		
FC	Flow Controller		TIC Temperature Indicator Controller
WL	Weight Indicator		LIC Level Indicator Controller
WIC	Weight Indicator Controller		LI Level Indicator
PIC	Pressure Indicator Controller		

23	F-350	Tangki Produk Glukosa Cair	1
22	E-340	Cooler Evaporator	1
21	F-334	Tangki Penyaringan II	1
20	L-333	Pompa Evaporator	1
19	G-332	Ejector Evaporator	1
18	F-331	Barometric Evaporator	1
17	V-330	Evaporator	1
16	L-321	Pompa Dekanter	1
15	H-320	Dekanter	1
14	L-312	Pompa Rotary Drum Vacuum Filter II	1
13	L-311	Pompa Rotary Drum Vacuum Filter I	1
12	H-310	Rotary Drum Vacuum Filter	1
11	L-222	Pompa Tangki Penyaringan I	1
10	F-221	Tangki Penyaringan	1
9	E-220	Cooler Reaktor	1
8	L-211	Pompa Reaktor	1
7	R-210	Reaktor	1
6	L-131	Pompa Mixer	1
5	M-130	Mixer	1
4	L-121	Pompa HCl	1
3	F-120	Tangki HCl	1
2	J-111	Pneumatic Conveyor	1
1	F-110	Cudang Tepung Tapioka	1
No.	Kode	Nama Alat	Jumlah

Dikopioka Oleh:  
 ALDANI APRIANI (15101122809)  
 SULISTIANA LUSAENI LEBURI (131011225086)

Dosen Pembimbing:  
 DR. ABULKAR TUBUQUA, ST., MT  
 NIP. 07032632000101

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS IAIN PANGKALJAYA  
 BANGKALARA

KELOMPOK 1  
 PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA MELALUI PROSES  
 HIDROLISIS ASAM PEKAT DENGAN KAPASITAS 64.000 TON/TAHUN

Gambar 1 Diagram Alir Proses Perancangan Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka Melalui Proses Hidrolisis Asam Pekat dengan Kapasitas 64.000 Ton/Tahun

### 3. Utilitas

Pabrik sirup glukosa ini menggunakan air yang bersumber dari Sungai Way Seputih. Kebutuhan unit utilitas dapat dilihat pada **Tabel 3**, sebagai berikut.

**Tabel 3.** Kebutuhan Unit Utilitas Pabrik Sirup Glukosa

Kebutuhan	Jumlah
Air	4.623.234 kg / jam
Steam	4.629.170 kg / jam
Listrik	26,08 MW
Bahan Bakar	1558,3370 L / jam
Udara	1200 m <sup>3</sup> / jam
WWTP	12.222,84 L / jam

### 4. Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa hasil Kelayakan ekonomi dilakukan untuk mengetahui kelayakan atau profitabilitas suatu pabrik yang akan dibangun. Hasil analisa ekonomi pabrik sirup glukosa disajikan pada **Tabel 4**. Berikut ini:

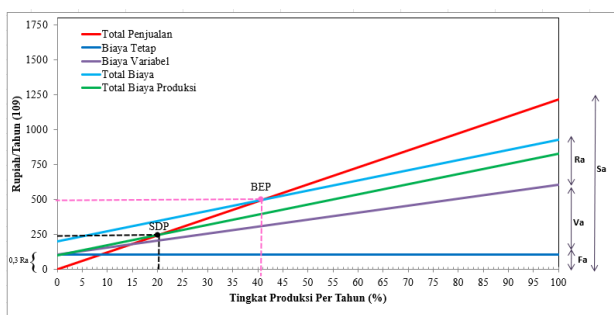
**Tabel 4.** Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	16,06%	Min. 11%	Layak
POT	4,2 tahun	Maks. 5 tahun	Layak
BEP	41,19%	40 - 60%	Layak
SDP	20,05%	20 - 40%	Layak

(Aries dan Newton., 1955)

Keterangan:

- ROI atau *Return on Invested* adalah total pengembalian yang diperoleh dari investasi yang dilakukan.
- POT atau *Payback of Time* adalah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang ditanamkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh.
- BEP atau *Break Even Point* adalah titik atau keadaan yang menunjukkan tingkat dimana biaya dan keuntungan adalah sama.
- SDP atau *Shut Down Point* adalah level atau titik yang menunjukkan bahwa kegiatan produksi dapat dilanjutkan atau dihentikan.



**Gambar 2** Grafik Break Even Point dan Shut Down Point Pabrik Sirup Glukosa

### 5. Kesimpulan

Perkiraan analisa dan perhitungan kelayakan ekonomi pada prarancangan pabrik sirup glukosa dari tepung tapioka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pertimbangan peningkatan kebutuhan konsumsi sirup glukosa di Indonesia maka direncanakan pabrik sirup glukosa berkapasitas 64.000 ton / tahun, yang diharapkan untuk memenuhi kebutuhan nasional.
2. Berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku, penjualan produk dan lingkungan area pabrik maka pabrik direncanakan didirikan pada wilayah Kecamatan Bandar Mataram, Kota Lampung Tengah, Provinsi Lampung.
3. Berdasarkan hasil evaluasi kelayakan ekonomi pabrik sirup glukosa berbahan baku tepung tapioka berkapasitas 64.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:
  - *Profit on Sales Before Tax* : 17,45%
  - *Profit on Sales After Tax* : 11,34%
  - *Return of Investment Before Tax* : 24,71%
  - *Return of Investment After Tax* : 16,06%
  - *Pay Out Time Before Tax*: 3,1 tahun
  - *Pay Out Time After Tax*: 4,2 tahun
  - *Net Present Value Ratio* : 1,366
  - *Interest Rate Of Return* : 11,09%
  - *Break Event Point* : 41,19%
  - *Shut Down Point* : 20,05%

Dari hasil analisis perhitungan kelayakan ekonomi yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik sirup glukosa berbahan baku tepung tapioka ini layak untuk didirikan.

### Daftar Pustaka

- Patent, CN. (2012): *A Acid Degenerative Starch And Preparation Method*.
- Standar Nasional Indonesia, (1992): Sirup Glukosa. SNI 01-2978-1992
- Statistik, B. P. (2018): Statistik Ubi Kayu di Indonesia.
- Statistik, B. P. (2021): Data *Ekspor-Import* Indonesia.
- Ulrich, G.D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons. New York.
- Woiciechowski, A L. Saul N. Ashok P and Carlos R S. (2002): *Acid and Enzymatic Hydrolysis to Recover Reducing Sugars from Cassava Bagasse. an Economic Study*. Brazilian Archives of Biology and Technology.

