

**NASKAH PUBLIKASI
PRARANCANGAN PABRIK
SIRUP GLUKOSA DARI TEPUNG TAPIOKA
DAN AIR KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Farikhah Zahrotus Syamsiyyah

D 500 100 057

Dosen Pembimbing :

1. M. Mujiburohman, Ph.D.
2. Dr. Kusmiyati

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2015**

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/ tugas akhir :

Pembimbing I : M. Mujiburrohman, Ph. D.

NIK : 794

Pembimbing II : Dr. Kusmiyati

NIK : 683

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/ tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : **Farikhah Zahrotus Syamsiyah**

NIM : **D 500 100 057**

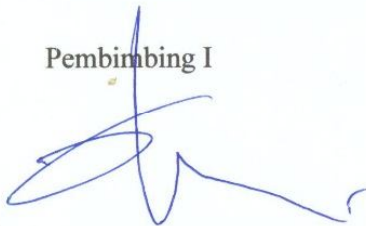
Program Studi : **TEKNIK KIMIA**

Judul Skripsi **PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI
TEPUNG TAPIOKA DAN AIR DENGAN PROSES
HIDROLISIS ENZIM KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Pembimbing I



M. Mujiburrohman, Ph. D.

NIP. 794

Surakarta, 1 April 2015
Pembimbing II



Dr. Kusmiyati

NIK.683

INTISARI

Prarancangan pabrik sirup glukosa dari tepung tapioka dan air dengan proses hidrolisis enzimatis menggunakan katalis *enzym glukoamylase* dengan kapasitas 45.000 ton/tahun. Direncanakan akan didirikan di Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Dipilih lokasi ini dikarenakan sumber bahan baku tepung tapioka disuplai dari PT. Budi Acid Jaya, Lampung Tengah yang memproduksi tepung tapioka sebesar 645.000 ton per tahun. Pabrik akan didirikan pada tahun 2018, akan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 118 orang. Pendirian pabrik sirup glukosa bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yaitu dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peranan bahan import. Sirup glukosa banyak digunakan dalam industri makanan seperti penyedap rasa, pembuatan *mono sodium glutamat*, untuk *Dextrose Monohydrate (D-Glucose)* dan lain-lain.

Ada 3 tahap proses dalam pembuatan sirup glukosa yaitu, tahap awal adalah tahap pensuspensian tepung tapioka dan air, tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan sirup glukosa dengan menambahkan katalis *enzym glukoamylase* pada suhu 70⁰C dan tekanan 1 atm yang direaksikan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), reaksi berlangsung secara eksotermis. Pendingin reaktor berupa air. Setelah terbentuk sirup glukosa maka masuk tahap yang terakhir yaitu tahap pemurnian sirup glukosa dengan *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan sirup glukosa dan pati tergelatinasi. Evaporator digunakan untuk menguapkan kelebihan air pada produk sirup glukosa.

Pabrik sirup glukosa membutuhkan modal tetap sebesar Rp 150.718.645.768,- dan modal kerja sebesar Rp 58.248.123.071,- dari analisa ekonomi pabrik sirup glukosa mengalami keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 39.859.401.556,- pertahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 29.894.551.167,- per tahun. *Percent return on investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 26,45% dan *Percent return on investment (ROI)* setelah pajak sebesar 19,84%. *Pay out time (POT)* sebelum pajak selama 2,74 tahun dan *Pay out time (POT)* setelah pajak selama 3,35 tahun. *Break event point (BEP)* sebesar 44,21% dan *Shut down point (SDP)* sebesar 24,13%. *Discounted cash flow (DCF)* sebesar 29,23%. Berdasarkan data kelayakan pabrik disimpulkan bahwa pabrik sirup glukosa menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci : Sirup glukosa, hidrolisis enzimatis, *enzym glukoamylase*.

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sirup glukosa (*Glucose syrup*) adalah sejenis gula termasuk monosakarida dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_6$. Glukosa digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan industri farmasi. Di antara kegunaannya adalah sebagai campuran industri makanan dan minuman.

Di Indonesia sampai saat ini sudah banyak yang memproduksi sirup glukosa. Hal disebabkan karena melimpahnya bahan baku singkong. Tanaman singkong (ketela pohon) adalah tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan merupakan tanaman pokok ketiga setelah padi dan jagung. Namun demikian seiring berjalannya waktu, perkembangan industri makanan dan farmasi begitu pesat. Kebutuhan akan sirup glukosa juga semakin meningkat. Hingga saat ini untuk menutupi kebutuhan dalam negeri Indonesia masih mengimpor dari beberapa negara tetangga seperti, Jepang, Singapura, Zimbabwe, Amerika Serikat, Belanda, Perancis, Jerman dan lain-lain.

Sehubungan dengan hal tersebut sangat sangat tepat jika pemerintah mengambil kebijakan yang pada hakekatnya bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yaitu dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peranan bahan import. Disamping itu dengan didirikannya pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya lapangan kerja baru dan juga dengan adanya pabrik ini akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan bahan dasar sirup glukosa (*glucose syrup*) di Indonesia.

2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Pabrik sirup glukosa direncanakan didirikan tahun 2018. Kapasitas perancangan pabrik ini direncanakan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Impor sirup glukosa Impor sirup glukosa dari tahun ke tahun terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan Impor Sirup Glukosa (*Glucose syrup*) di Indonesia.

| Tahun | Impor, ton/tahun |
|-------|------------------|
| 2001 | 8248 |
| 2002 | 9751 |
| 2003 | 11105 |
| 2004 | 16140 |
| 2005 | 17357 |
| 2006 | 28809 |

Sumber : Biro pusat Statistik

2. Pabrik sirup glukosa yang sudah berdiri

Beberapa pabrik sirup glukosa yang telah berdiri terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nama-nama Pabrik Sirup Glukosa (*Glucose syrup*).

| No | Nama Pabrik | Lokasi | Kapasitas |
|----|------------------------|------------|-----------|
| 1 | PT. Suba Indah | Cilegon | 82.500 |
| 2 | PT. BAJ | Jawa timur | 18.000 |
| 3 | PT. Associated British | Jawa Barat | 72.500 |
| 4 | Global Sweetener Ltd | Cina | 147.000 |
| 5 | RM Food Additive | India | 6.000 |
| 6 | Thai Food PIC Ltd | Thailand | 24.000 |
| No | Nama Pabrik | Lokasi | Kapasitas |
| 7 | Akbar Ali & Co. | Pakistan | 660.000 |
| 8 | AJV Grupe | Lituania | 12.000 |

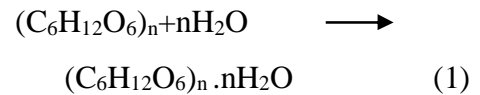
Dari dua pertimbangan di atas maka dipilih kapasitas

pabrik sirup glukosa sebesar 45.000 ton/tahun.

B. DESKRIPSI PROSES

1. Dasar Reaksi

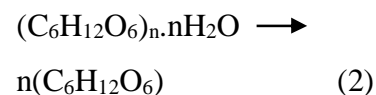
Reaksi gelatinisasi dapat dituliskan sebagai berikut :



Reaksi terjadi bila pati dipanaskan pada suhu 60°C sampai dengan 80°C. Kecepatan reaksi (1) dapat dianggap order 1 semu terhadap pati dengan harga konstanta kecepatan reaksi 23,482188/j.

Reaksi hidrolisis pati dengan enzim dalam pembuatan sirup glikosa (*Glucose syrup*) merupakan reaksi bersifat eksotermis yang terjadi pada temperatur 70°C.

Reaksi sakarifikasi dapat dituliskan sebagai berikut :



Diasumsikan reaksi diatas mengikuti persamaan *Michaelis-Menten*, sehingga persamaan kecepatan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$-r_A = k \frac{C_{EO} C_A}{C_M + C_A} \quad (3)$$

Harga nilai k dan CM dicari dengan interpretasi data percobaan yang terlihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data percobaan fermentasi pati menjadi glukosa dengan enzim glucoamilase.

| waktu reaksi, jam | Konsentrasi enzim kmol/m ³ | Konsentrasi pati, kmol/m ³ | |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| | | mula-mula | akhir |
| 12 | 0,0039 | 1,85 | 0,65 |
| 20 | 0,0039 | 1,85 | 0,08 |

Interpretasi data percobaan reaksi fermentasi dengan enzim secara batch dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Levenspiel, 1999):

$$\frac{C_{A0} - C_A}{\ln \frac{C_{A0}}{C_A}} = -C_M + k C_{E0} \frac{t}{\ln \frac{C_{A0}}{C_A}} \quad (4)$$

$$y = -CM + k x \quad (5)$$

Data pada Tabel 3. dimasukkan ke dalam persamaan (4) mendapatkan hasil sebagai berikut :

$$1,15 = -C_M + k \quad 4,40E-02$$

$$0,57 = -C_M + k \quad 2,48E-02$$

diperoleh :

$$C_M = 1,76E-01 \text{ kmol/m}^2$$

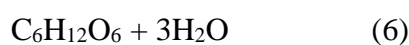
$$k = 3,00E+01 \text{ 1/j}$$

2. Tinjauan Termodinamika

Tabel 4. Data Panas Pembentukan

| Komponen | ΔH_f^0 (Kj/kmol) |
|---|--------------------------|
| (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n | -601,89 |
| H ₂ O | -286,04 |
| C ₆ H ₁₂ O ₆ | -798,88 |

Reaksi :



$$\Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0$$

$$\text{reaktan} \quad (7)$$

$$\Delta H_r^0 = (\Delta H_f^0 C_6H_{12}O_6 + \Delta H_f^0 H_2O) - (\Delta H_f^0 C_6H_{10}O_5 + \Delta H_f^0 H_2O)$$

$$\Delta H_r^0 = (-798,88 + (-286,04)) - (-601,89 + (-286,04))$$

$$\Delta H_r^0 = -196,99 \text{ Kj/kmol}$$

Reaksi yang berlangsung adalah reaksi eksotermis.

3. Langkah-langkah Proses

Proses pembuatan sirup glukosa dengan proses hidrolisis pati terbagi menjadi 3 tahap, yaitu :

a. Tahap persiapan bahan baku

Pati diangkut dari Gudang-01 menggunakan *Belt Conveyor*-01 menuju *Mixer*-01 untuk disuspensikan dengan air.

b. Tahap reaksi

Pati yang disuspensikan dalam *Mixer*-01 dengan kondisi operasi T = 30 °C dan P = 1 atm. Pati disuspensikan keluar dari *Mixer*-01 dipanaskan dalam *Heat Exchanger*-01 sampai dengan 70 °C lalu diumpankan ke dalam Reaktor. Kondisi operasi Reaktor yaitu T = 70 °C dan P = 1 atm. Katalis yang digunakan untuk menghidrolisis pati yaitu enzim glucoamilase. Konversi yang diperoleh 90 %.

c. Tahap pemurnian hasil.

Produk larutan glukosa diumpankan ke dalam *Rotary drum Vacuum Filter*-01 untuk

memisahkan padatan yang terikut. Padatan yang telah terpisah selanjutnya diangkut dengan *Belt Conveyor* untuk disimpan ke dalam Gudang-02. Sementara itu larutan glukosa bebas padatan dipekatkan dengan *Evaporator-01* pada kondisi operasi $T = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $P = 1\text{ atm}$ sampai kadar glukosa menjadi 30%. Larutan pekat glukosa selanjutnya didinginkan dalam *Heat Exchanger-02* sampai $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ lalu disimpan dalam Tangki penyimpanan-04.

C. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. Reaktor

Fungsi : Mereaksikan pati menjadi sirup glukosa

Jenis : Tangki berpengaduk

Bahan konstruksi : *Carbon Steel, food grade*

Kondisi operasi :

P : 1 atm

T : $70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi :

Jumlah : 1 buah

Katalisator : Enzim

Glukoamilase

Volume : $6,78\text{ m}^3$

Tinggi : 2,66 m

Pendingin : Air

Harga : \$ 56.300,00

2. Rotary Drum Vacuum Filter

Fungsi :

Memisahkan sirup glukosa dari pati tergelatinisasi

Bahan konstruksi : *Carbon Steel, food grade*

Kondisi operasi :

P : 1 atm

T : $50\text{ }^{\circ}\text{C}$

Spesifikasi :

Diameter : 1,38 m

Lebar : 0,68 m

Motor Exhauuster : 5 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 33.700,00

D. UTILITAS

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain penyediaan air (air pendingin, air rumah tangga, air umpan boiler, dan air proses), listrik, pengadaan bahan bakar dan pengolahan limbah cair. Unit utilitas ini untuk menyediakan sarana-sarana proses untuk kelancaran operasi pabrik.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik sirup glukosa antara lain :

1. Unit pengadaan dan pengolahan air

Total keseluruhan kebutuhan air sebesar 21.603,45 kg/jam.

2. Unit pengadaan listrik

Total kebutuhan listrik pabrik ini sebesar 802,312 kW

3. Unit pembangkit steam

Total kebutuhan steam yang disupai dari boiler sebesar 1.405,62 kg/jam.

E. MANAJEMEN PERUSAHAAN

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Lokasi perusahaan : Kabupaten Lampung Tengah Propinsi Lampung

Status perusahaan : Swasta

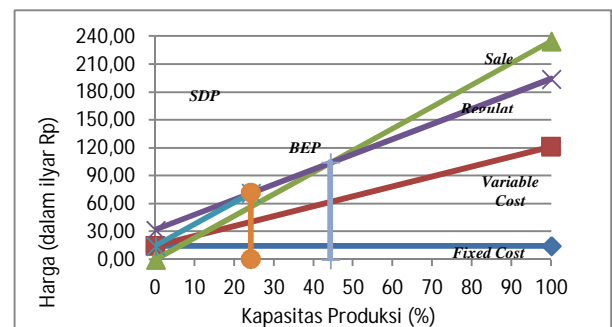
Kapasitas : 45.000 ton/tahun

F. ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak, lamanya modal investasi didapatkan, total biaya produksi sama dengan keuntungan yang didapatkan.

Analisa ekonomi dari pabrik sirup glukosa sebagai berikut pabrik membutuhkan modal tetap sebesar Rp 150.718.645.768,- dan modal kerja sebesar Rp 58.248.123.071,- dari analisa ekonomi pabrik sirup glukosa mengalami keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 39.859.401.556,- pertahun dan keuntungan setelah pajak sebesar

Rp 29.894.551.167,- per tahun. *Percent return on investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 26,45% dan *Percent return on investment (ROI)* setelah pajak sebesar 19,84%. *Pay out time (POT)* sebelum pajak selama 2,74 tahun dan *Pay out time (POT)* setelah pajak selama 3,35 tahun. *Break event point (BEP)* sebesar 44,21% dan *Shut down point (SDP)* sebesar 24,13%. *Discounted cash flow (DCF)* sebesar 29,23%. Berdasarkan data kelayakan pabrik disimpulkan bahwa pabrik sirup glukosa menguntungkan dan layak didirikan.



Gambar 1. Analisa kelayakan ekonomi Pabrik Sirup Glukosa dari Tepung Tapioka dan Air dengan Proses Hidrolisis Enzimatis.

DAFTAR PUSTAKA

Agra, I.B., Warnijati, S., and Indriyani, K., 1987, "Hydrolysis of Dry Cassava Powder", Chemeca'87, the 15th Australian Chemical Engineering Conference, pp.96.1-96.6, Melbourne, Australia

Biro Pusat Statistik, 1995-2006,
“*Statistik Perdagangan Luar Negeri
Indonesia*”, Indonesia foreign, Trade
Statistic Import, Yogyakarta.

Coulson, J.M., 1983, “*Chemical
Engineering*”, Auckland, Mc. Graw Hill,
International Student Edition, Singapore.