

## PRA RANCANGAN PABRIK GLUKOSA DARI SABUT KELAPA SAWIT

### KAPASITAS 43.000 TON/TAHUN

**Ila Nadila<sup>1)</sup>, Ridwan<sup>2)</sup>, Hermawati<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

Email:

[Ilanadila98@gmail.com](mailto:Ilanadila98@gmail.com)

#### ***Abstrak***

*Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan contoh tanaman yang dibudidaya yang memproduksi minyak nabati crude palm oil (CPO). Kelapa sawit banyak ditanam perkebunan di Indonesia, terutama di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Seiring meningkatnya kawasan kebun kelapa sawit dan industri pengolahannya maka jumlah limbah pabrik akan semakin meningkat. Dari proses pengolahan kelapa sawit limbah tersebut tentu menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dengan mencegahnya limbah yaitu memanfaatkan sabut kelapa sawit sebagai bahan dalam memproduksi glukosa. Pesatnya perkembangan industri makanan, permintaan glukosa di Indonesia terus meningkat. Namun, hingga kini, untuk memenuhi kebutuhan glukosa di Indonesia masih melalui impor negara lain, menurut BPS (2019-2023), impor glukosa di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 74.573,624 ton/tahun. Melihat pesatnya permintaan glukosa pada perkembangan industri makanan, maka pendirian pabrik ini sangat dibutuhkan. Pabrik glukosa dari sabut kelapa sawit direncanakan berdiri pada tahun 2028 yang berlokasi dari Mamuju Tengah, Sulawesi Barat dengan kapasitas 43.000 ton/tahun. Proses yang digunakan yaitu proses hidrolisis dengan katalis asam proses ini terbagi dari beberapa tahap, antara lain persiapan bahan baku yakni sabut kelapa sawit, tahap hidrolisi yang terjadi direaktor kemudian proses penetraran dengan larutan basa NaOH lalu penjernihan produk dan penguapan untuk mendapatkan sirup glukosa lebih pekat dan terakhir pengkristalan glukosa guna membentuk butiran glukosa. Pabrik glukosa ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 24 jam dengan waktu produksi 330 hari/tahun berdasarkan analisa ekonomi yang telah dilakukan diperoleh persentase ROI (Return On Investment) sebelum pajak 19,12% dan setelah pajak 12,43%. Persentase POT (Pay Out Time) sebelum pajak 3,69 tahun dan setelah pajak 4,89 tahun. BEP (Break Event Point) sebesar 45,13 % dan SDP (Shut Down Point) sebesar 24,82%. Ditinjau dari uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan*

*Kata kunci:* glukosa, sabut kelapa sawit, proses hidrolisis

#### **I. PENDAHULUAN**

Di Indonesia perekonomian dipengaruhi oleh agrikultur dan industri. Jika keduanya bekerja sama dengan baik, perekonomian Indonesia dapat berkembang lebih lanjut dan berkembang menjadi sektor agroindustri. Agroindustri juga berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan hasil pertanian yang kurang diterima pasar. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa dalam suatu agroindustri, komoditas pertanian diolah menjadi produk dengan bentuk yang berbeda dari bentuk aslinya (Soekartawi, 2001). Akibatnya, agroindustri memiliki kemampuan dalam menambah nilai produk yang diproduksi dari hasil pertanian.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan contoh tanaman yang dibudidaya yang memproduksi minyak nabati crude palm oil (CPO). Kelapa sawit banyak ditanam

perkebunan di Indonesia, terutama di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Perkebunan sawit tersebar di seluruh Indonesia, luas perkebunan sawit yang ada di Indonesia diketahui pada tabel dibawah ini

**Tabel 1 Data Luas Perkebunan Sawit Di Indonesia**

Tahun	Luas Perkebunan (Ha)
2019	14.456,6
2020	14.858,3
2021	14.663,6
2022	15.338,6
2023	15.435,7

*BPS 2019-2023*

Selain menghasilkan produk industri, proses pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan limbah. Seperti, satu ton kelapa

sawit dapat menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang (Shell) sebanyak 6,5% atau 65 kg, decanter basah solid (lumpur sawit) sebanyak 4% atau 40 kg, serabut (Fiber) sebanyak 13% atau 130 kg, dan limbah cair sebanyak 50%.

Seiring meningkatnya kawasan kebun kelapa sawit dan industri pengolahannya maka jumlah limbah pabrik akan semakin meningkat. Dari proses pengolahan kelapa sawit limbah tersebut tentu menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dengan mencegahnya limbah yaitu memanfaatkan sabut kelapa sawit sebagai bahan dalam memproduksi glukosa. Hal ini karena sabut itu sendiri memiliki kandungan yang terdiri dari serat panjang halus maupun pendek. Adapun itu sabut juga memiliki komposisi kimia yang terdiri dari sekitar 22 % selulosa, 10% hemiselulosa, 47% lignin, 12% air (moisture), 1,5% abu dan 7,5% ekstrak, kandungan selulosa yang cukup tinggi membuat sabut kelapa berpotensi untuk diolah menjadi glukosa dengan proses hidrolisis bantuan asam atau enzim.

Dengan pesatnya perkembangan industri makanan, permintaan glukosa di Indonesia terus meningkat. Namun,hingga kini, untuk memenuhi kebutuhan glukosa di Indonesia masih melalui impor negara lain. Oleh karena itu, dengan pemanfaatan sabut kelapa sawit adalah salah satu solusi yang baik, tidak hanya dalam mengurangi limbah cara ini akan meningkatkan nilai jual dan juga pendapatan nasional.

## II. SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### A. Seleksi Proses

Berikut ada 2 jenis proses pada pembuatan glukosa yaitu :

#### 1. Proses hidrolisis dengan katalis asam

Pembuatan glukosa menggunakan proses hidrolisis asam pada pemakaian asam klorida (HCl) sebagai katalis. Bahan baku yang telah terbentuk pati ditambah dengan katalis asam .Selanjutnya larutan dinetralisasi dengan Ca(OH)<sub>2</sub>, dengan suhu mencapai 140°C dan tekanan dikonverter mencapai 30 psia dengan pH 4-5. Hasil hidrolisa menjadi glukosa diukur sebagai dekstosa-equivalen (gula pereduksi) yang memberikan hasil 95-96 De dan 92- 94 % dekstosa/dry basis.

Sirup glukosa yang kotor disaring untuk dipisahkan dari inert yang tidak larut, lalu ditambahkan dengan karbon aktif. sirup glukosa jernih diuapkan untuk memperoleh sirup glukosa yang lebih pekat. selanjutnya pengkristalan glukosa untuk memeperoleh sirup glukosa membentuk kristal glukosa. Kristal glukosa ini kemudian disisihkan dari kristal glukosa dengan mother liquor sampai dilakukan penyaringan serta pengemasan.

#### 2. Proses hidrolisis dengan katalis enzim

Pembuatan glukosa dengan hidrolisis enzim menggunakan enzim sebagai katalis yang berfungsi untuk memecah molekul - molekul pati yang lebih besar menjadi molekul yang lebih kecil atau pemecahan ikatan rantainya. maka dilakukan dengan menambahkan enzim  $\alpha$  - amilase dan gluko amilase. Bahan baku dibentuk menjadi pati sehingga slurry mengandung 35% - 40% pati, kemudian dihidrolisis dengan penambahan katalis enzim. Dengan demikian hidrolisis pati dengan katalis enzim dilakukan dengan dua proses, yaitu; penambahan enzim  $\alpha$  - amylase dan penambahan dengan enzim gluko- amylase. Tangki yang memuat pati 35% - 40% disatukan dengan air. Didalam tangki ini diberikan enzim  $\alpha$  - amilase untuk memecahkan ikatan rantai amylase menjadi  $\alpha$  - glukosidic pati, dan juga dinetralkan dengan penambahan Ca(OH)<sub>2</sub>.

Selanjutnya ke tahap liquifikasi yang berlangsung dua proses antara lain pada proses pertama dengan suhu 105°C dan pada proses kedua dengan suhu 95°C. Slurry pati yang telah disediakan dalam tangki, dipompa kedalam tangki liquifikasi I yang dipanasi menggunakan uap panas hingga suhu 105°C, suhu itu dipertahankan selama 5 menit hingga terjadi proses gelatinasi. Lalu suhu diturunkan hingga 95°C dan bahan dialirkan pada alat liquifikasi II. Liquifikasi II berlangsung selama 2 jam dan suhu dipertahankan pada suhu 95°C hingga membentuk dekstrin. Dekstrin yang didapatkan dipompa kedalam tangki sakharifikasi dan suhu diturunkan sampai 60°C, pH juga diturunkan sampai 4,5 dengan ditambahkan HCl 0,1 N, lalu

ditambah dengan enzim gluko - amilase yang memotong ikatan rantai  $\alpha - 1 - 6$  glukosidic pati sampai 72 jam. Hasil hidrolisis mebentuk glukosa diukur sebagai dekstrose - equivalen(gula pereduksi) yang menghasilkan 98- 99 De dan 97- 98,5% dekstrose.

Sirup glukosa dijernihkan untuk menyisihkan inert yang tidak larut dengan penambahan karbon aktif yang diteruskan pada alat penukar ionuntuk menghilangkan ion-ion. Sirup glukosa bersih diuapkan pada evaporator guna memekatkan larutan glukosa. Hasil dari evaporator yaitu 70-78% sirup glukosa yang siap dikristalkan menjadi butir-butir kristal glukosa. Kemudian larutan glukosa ini dipisahkan dengan mother-liquor yang dikembalikan keevaporator, dan akhirnya dilakukan pengeringan serta pengemasan. Metode Yang diambil pada pra rancangan pabrik glukosa dari sabut kelapa sawit yaitu metode dengan proses hidrolisis katalis asam, pada perbandingan proses pada tabel berikut:

Tabel 2 Perbandingan proses

Proses Hidrolisis Dengan Katalis Asam	Proses Hidrolisis Dengan Katalis Enzim
Waktu operasi tidak terlalu lama	Waktu operasi yang lama
Kemurnian produk yang dihasilkan dari hasil evaporasi 92- 94%	Kemurnian produk yang dihasilkan dari hasil evaporasi 70- 78%
Biaya ekonomis dalam pendistribusian bahan	Mengeluarkan biaya lebih besar dalam pendistribusian bahan

## B. Uraian Proses

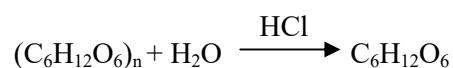
### 1. Tahap Persediaan Bahan Baku

Pada pembuatan glukosa dari bahan baku sabut kelapa sawit diperoleh dari hasil limbah proses pabrik kelapa sawit. Dari gudang bahan baku (GBB-01) sabut kelapa sawit diangkut dengan menggunakan bucket elevator 01 (BE-01) kedalam hammer mill (HM-01) untuk melunakkan bahan baku. Selama proses pelunakan ditambahkan air kedalam hammer mill (HM-01) dengan perbandingan berat antara air : bahan baku (sabut kelapa sawit) sebanyak 1: 2

pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm untuk membentuk slurry pati. Slurry pati yang terbentuk lalu ditampung dengan menggunakan belt conveyor 01 (BC-01) yang kemudian diangkut menggunakan bucket elevator 02 ke reaktor hidrolisa (RH-01).

### 2. Tahap Hidrolisis

Di reaktor hidrolisa (RH-01) ditambahkan katalis asam yaitu HCl 95% dengan perbandingan berat 1 : 10 pada suhu 135°C pada tekanan 1 atm. Tujuan larutan dimasukkan ke dalam reaktor hidrolisa adalah untuk memberi kesempatan semua molekul pati agar dapat terhidrolisis secara optimal. Pada reaktor hidrolisa terjadi reaksi dengan konversi sebesar 95%. Adapun reaksi yang terjadi di dalam reaktor hidrolisa adalah sebagai berikut:



Sirup glukosa dipompa ke cooler (C-01) untuk didinginkan sampai suhu 50°C dan selanjutnya sirup glukosa dimasukkan ke dalam filter press (FP-01) untuk memisahkan sirup glukosa (filtrat) dari sisa pati, protein, lemak, dan impurities yang tidak bereaksi di tumpang di bak penampungan dengan asumsi banyaknya larutan glukosa yang ikut terbuang pada buangan filter press (FP-01) diperkirakan sebanyak 0,1% dari larutan glukosa yang ada dalam umpan.

### 3. Tahap Penetralan

Sirup glukosa kemudian dinetralkalisasi dengan larutan basa, yaitu NaOH 37% sebanyak 1% dari total reaktan di dalam reaktor netralisasi (RN-01). NaOH dengan kondisi 60°C dan 1 atm ini bereaksi dengan HCl untuk membentuk NaCl. Hasil netralisasi kemudian dipisahkan lagi dari NaCl yang terbentuk. Pemisahan ini dilakukan menggunakan Tangki Dekanter (DK-01) pada kondisi 60°C dan 1 atm.

### 4. Tahap Penjernihan

Selanjutnya, Sirup glukosa yang dihasilkan dijernihkan di dalam tangki decolorizing (TDL-01) pada kondisi 80°C dan 1 atm yang berisi karbon aktif sebanyak 2,2% dari bahan baku untuk menyerap zat warna yang timbul saat

hidrolisa. Selanjutnya karbon aktif yang digunakan dipisahkan dari sirup glukosa menggunakan filter press (FP-02) sehingga yang tidak jernih akan dimasukkan kedalam bak penampung bersama dengan karbon aktif sisa. Sedangkan sirup glukosa yang jernih diuapkan di dalam evaporator (EV-01) untuk mendapatkan sirup glukosa yang lebih pekat sampai konsentrasi 78%.

## 5. Tahap Pengkristalan Glukosa

Kemudian dilakukan pengkristalan untuk membentuk sirup glukosa menjadi kristal glukosa dengan mendinginkan sirup glukosa di dalam tangki cristalizer (CR-01) pada suhu 30°C. Butiran kristal yang terbentuk kemudian dimasukkan kedalam screw conveyor (SC-01) untuk mendapatkan ukuran Kristal yang seragam. Butiran kristal glukosa kemudian dikeringkan dalam rotary dryer dengan temperatur 110°C dan tekanan 1 atm hingga kandungan air dalam kristal glukosa berkurang hingga 86% dari kristal glukosa di crystallizer (CR-01). Lalu dimasukkan lagi kedalam screw conveyor (SC-02) untuk mendapatkan ukuran kristal yang seragam. Kristal glukosa yang telah dikeringkan didinginkan lagi dengan rotary cooler (RC-01) dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm dan dimasukkan ke dalam screw conveyor (SC-03) untuk mendapat ukuran kristal yang seragam.

Setelah ukuran kristal telah setara, glukosa ditampung menggunakan belt conveyor 02 (BC-02) menuju ke storage tank (ST-01)

## III. MATERIAL BALANCE

Dari perhitungan material balance dengan operasi pabrik 330 hari, kebutuhan sabut kelapa sawit adalah sebesar 8510,15 kg/jam dan glukosa yang dihasilkan sebesar 5194,80 kg/jam

## IV. ANALISIS EKONOMI

Pabrik glukosa direncanakan memiliki 96 orang pekerja dengan komposisi modal 70% modal sendiri dan 30% modal pinjaman 5% dari perhitungan ekonomi maka diperoleh persentase ROI (Return On Investment) sebelum pajak 19,12% dan setelah pajak 12,43%. Persentase POT (Pay Out Time) sebelum pajak 3,69% dan setelah pajak 4,89%. BEP (Break Event Point) sebesar

45,13 % dan SDP (Shut Down Point) sebesar 24,82%.

## V. KESIMPULAN/SARAN

Pabrik glukosa dari sabut kelapa sawit dengan kapasitas 43.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di JL.Kakullasan kec Tommo, Kab Mamuju Tengah, Sulawesi Barat. Sesuai perhitungan analisa ekonomi dapat diketahui:

- Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp27.656.408.833 dan sesudah pajak yaitu dan Rp17.976.665.741
- Return on Investmen (ROI) untuk pabrik ini 19,12 % sebelum pajak dan 12,43 % sesudah pajak.
- Pay Out Time (POT) untuk pabrik ini adalah 3,69 tahun sebelum pajak dan 4,89 tahun sesudah pajak.
- Break Event Point (BEP) adalah 45,13%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40-60%.
- Shut Down Point (SDP) adalah 24,82%

Berdasarkan perhitungan analisis diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik glukosa ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Ridwan, S.T., Msi dan Ibu Hermawati,S.Si., M.T selaku dosen pembimbing dan staff prodi Teknik Kimia Universitas Bosowa

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. (1954). Chemical engineering cost estimation. New York : mc graw hill book co. inc.
- Badan Pusat Statistik, Data Ekspor Impor Nasional;  
<https://www.bps.go.id/id/exim>;  
*Diakses pada Minggu, 5 mei 2024*
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. Process Equipment Design. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Geankoplis, C.J., 1993, “Transport Processes and Unit Operations”, 3 ed., New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Juniandy Fitry., dan Arief Widjaja.(2022). *Produksi Gula Reduksi Dari Sabut Kelapa Melalui Pretreatment*

- Autoclave, 1(1): 6- 9. Jurnal Teknologi Kimia Mineral*
- Kern, D.Q., 1965, "Process Heat Transfer", Kogakusha: Mc. Graw Hill Book Company.
- Levenspiel, O., 1976, Chemical Reaction Engineering, 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Nata Iryanti,F, Norlina dan Mira Pangesti.(2016). *Biokonversi Serat Kelapa Sawit Menjadi Glukosa dengan Diluted-Acid Hydrothermal Treatment. Jurnal Bahan Alam Terbarukan*
- Perry, R.H., and green, d. w. (1984). Perry's chemical engineers handbook. New York: mvGraw- Hill book company.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, 1980, Plant Design and Economy for Chemical Engineer's, 3rd Edition, Mc Graw Hill Book Company Inc., Singapore.
- Yaws, C.L., 1999, "Chemical Properties Handbook", New York: Mc. Graw Hill Book Company