



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Dalam produksi sorbitol secara optimal, diperlukan pemilihan proses yang sesuai secara teknis dan ekonomis. Sorbitol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku menggunakan metode dan kondisi operasi yang berbeda. Ada dua langkah utama dalam produksi sorbitol dari bahan baku pati yaitu :

- a) Terdapat dua macam proses hidrolisis *starch* (pati) menjadi dekstrosa yaitu :
 1. Hidrolisis menggunakan katalis asam
 2. Hidrolisis menggunakan katalis enzim
- b) Terdapat dua macam proses untuk mengubah dekstrosa menjadi sorbitol yaitu :
 1. Proses reduksi elektrokatalitik
 2. Proses hidrogenasi katalitik

II.1.1 Proses Hidrolisis *Starch* (Pati) menjadi Dekstrosa

Hidrolisis pati merupakan proses yang melibatkan interaksi antara pati dan air, di mana reaksi ini bertujuan untuk memutus ikatan polimer sakarida dalam pati dengan bantuan senyawa tertentu sebagai katalis (Rosida, 2021). Proses hidrolisis pada pati dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

II.1.1.1 Hidrolisis menggunakan Katalis Asam

Hidrolisis asam merupakan proses pemecahan polisakarida seperti pati dan selulosa menjadi gula dengan menggunakan asam. Umumnya, proses ini melibatkan penggunaan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4) dalam konsentrasi tertentu. Proses hidrolisis ini umumnya berlangsung dalam tangki khusus yang terbuat dari baja tahan karat atau tembaga yang dilengkapi dengan pipa saluran pemanas dan pipa saluran udara untuk mengontrol tekanan udara (Sari, 2022). Hidrolisis asam dimanfaatkan dalam pembuatan sirup dengan tingkat dekstrosa ekuivalen (DE) 35 atau 42. Proses hidrolisis asam ini tergolong cukup sederhana. Tahapan produksi sirup glukosa melalui metode hidrolisis asam adalah sebagai berikut :



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Maizena dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Katalis Raney
Nickel

1. Pati dicampur dengan air hingga membentuk *slurry* pada suhu sekitar 20–30°C. *Slurry* ini memiliki kandungan padatan sebesar 30–40% serta mengandung sulfur dioksida sekitar 200 ppm.
2. Asam ditambahkan ke *slurry* untuk menurunkan pH hingga menjadi 1,65.
3. Pada tahap hidrolisis, pati mengalami gelatinisasi dan dipecah oleh asam kemudian dikonversi menjadi sirup glukosa pada suhu dan tekanan tinggi. Bubur pati yang telah diasamkan dipompa ke *heater* dan dipanaskan hingga 143°C membentuk pasta kental. Sekitar 90% pasta ini didaur ulang dan dicampur dengan 10% *slurry* yang belum tergelatinisasi, lalu dipanaskan kembali hingga suhu yang sama. Sisa pati yang telah diproses dialirkan ke *heat exchanger* kedua dengan suhu 135°C untuk memastikan seluruh pati berubah menjadi sirup konversi asam 42 DE.
4. Tahap berikutnya adalah netralisasi. Selain mengonversi pati menjadi sirup glukosa, proses ini juga melarutkan sejumlah kecil protein dalam pati. Oleh karena itu, pH disesuaikan menjadi 4,5 dengan natrium karbonat untuk menghentikan konversi. Kondisi pH 4,5 merupakan titik isoelektrik untuk protein dalam pati sehingga dapat mengendap dari larutan.
5. Filtrasi dan sentrifugasi dilakukan untuk membersihkan sirup dari protein yang mengendap, serat halus, lemak, dan minyak. Proses ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah sentrifugal kontinu menghilangkan sebagian besar zat tidak larut. Tahap kedua adalah menyaring sirup untuk memastikan semuanya telah dihilangkan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa permukaan karbon aktif atau resin penukar ion tidak dilapisi dengan bahan yang tidak larut.
6. Tahap berikutnya adalah dekolorisasi menggunakan karbon aktif untuk menghilangkan warna sirup. Proses ini dilakukan dengan karbon aktif (karbon murni), resin penukar ion, atau kombinasi keduanya. Secara umum, karbon aktif digunakan untuk menghilangkan zat organik seperti protein dan prekursor warna sementara resin penukar ion berfungsi menghilangkan ion logam, garam, dan mineral. Kedua metode ini dapat digunakan bersamaan



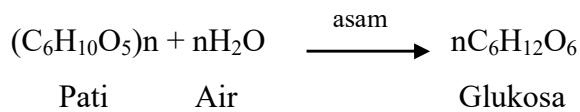
untuk hasil yang lebih efektif. Suhu sirup saat pertukaran ion biasanya sekitar 50°C.

7. Sirup yang telah bersih dari pengotor diuapkan dalam kondisi vakum dengan tekanan sekitar 65 cmHg hingga mencapai sekitar 70% padatan.

(Hull, 2010)

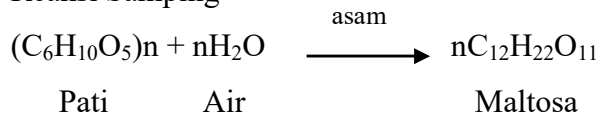
Reaksi yang terjadi :

1. Reaksi Utama



(Sari, 2022)

2. Reaksi Samping



(Dalal, 2019)

Keuntungan proses hidrolisis asam ini antara lain :

- a) Bahan pembantu yaitu berupa asam mudah didapatkan dan harganya yang relatif murah.
- b) Proses berlangsung cepat dan sederhana.

Kerugian proses hidrolisis asam ini antara lain :

- a) Peralatan akan lebih mahal untuk diproduksi karena harus tahan korosi.
- b) Penggunaan asam sebagai bahan pembantu memiliki resiko besar karena sifatnya yang eksplosif dan berbahaya bagi kesehatan pekerja serta lingkungan.

II.1.1.2 Hidrolisis menggunakan Katalis Enzim

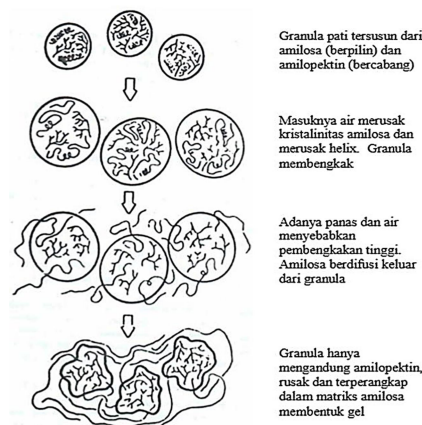
Hidrolisis pati dengan metode enzimatis terdiri dari beberapa tahap yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Hidrolisis enzimatis dapat menghasilkan berbagai produk pati dengan karakteristik tertentu berdasarkan nilai *dekstrosa ekuivalen* (DE). Nilai DE 100 menunjukkan dekstrosa murni, sedangkan DE 0 mengacu pada pati alami. Produk dengan DE 50 dikenal sebagai maltosa, sementara DE di bawah 20 disebut maltodekstrin. Hidrolisis dengan nilai DE 20-

100 menghasilkan sirup glukosa. Beberapa enzim yang umum digunakan dalam hidrolisis pati meliputi α -amilase, β -amilase, pullulanase, amiloglukosidase (AMG), dan glukoamilase yang memiliki komposisi yang berbeda-beda satu sama lainnya. Tahapan dalam proses hidrolisis enzimatis adalah sebagai berikut :

1. Gelatinisasi

Gelatinisasi adalah proses yang bertujuan untuk mengubah pati berbentuk granular menjadi suspensi kental. Pada tahap ini, granula pati menyerap air dan membesar, mengalami perubahan permanen yang tidak dapat kembali ke bentuk semula. Proses ini dikenal sebagai gelatinisasi dan suhu ketika granula pecah disebut suhu gelatinisasi. Gelatinisasi terjadi dengan adanya panas dan umumnya berlangsung dalam tiga tahap utama, yaitu :

- Granula pati menyerap air hingga mencapai batas maksimal pertumbuhannya secara perlahan. Proses ini berlangsung secara bertahap, di mana air masuk dan keluar dari granula secara bergantian menyebabkan pemutusan ikatan hidrogen antar molekul dalam granula.
- Granula mengalami pengembangan yang cepat akibat penyerapan air secara intensif hingga kehilangan sifat birefringensinya.
- Granula akan pecah ketika terdapat cukup air dan suhu terus meningkat, sehingga molekul amilosa keluar dari dalam granula.



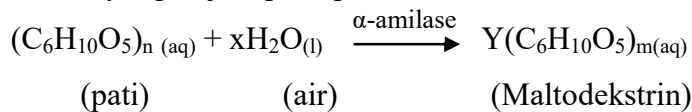
Gambar II.1 Mekanisme Gelatinisasi



2. Likuifikasi

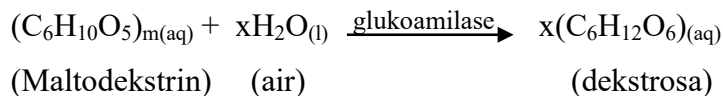
Likuifikasi adalah proses pencairan gel pati untuk menurunkan viskositasnya dengan menghidrolisis pati menjadi molekul-molekul sederhana seperti oligosakarida atau dekstrin menggunakan enzim α -amilase. Proses ini diawali dengan gelatinisasi, yaitu pemanasan granula pati dalam air hingga mengembang dan pecah. Likuifikasi berakhir ketika larutan menjadi encer.

Reaksi yang terjadi pada proses likuifikasi :



3. Sakarifikasi

Tahap sakarifikasi adalah proses pemecahan gula kompleks yang dihasilkan dari likuifikasi menjadi dekstrosa (glukosa) dengan bantuan enzim glukamilase. Pada tahap ini, dekstrin dikonversi menjadi dekstrosa (glukosa) (Rosida, 2021). Reaksi yang terjadi pada proses sakarifikasi :



(Meirani, 2015)

Keuntungan proses hidrolisis enzim ini antara lain :

- Dextrosa ekivalen mencapai 97-98% yang dihasilkan lebih tinggi dari hidrolisa asam.
- Kemurnian produk yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan yang diperoleh melalui hidrolisis asam.
- Sirup yang dihasilkan memiliki komposisi yang lebih stabil
- Tidak menyebabkan korosi pada peralatan.
- Proses lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam.
- Peralatan tidak rumit sehingga operasi tidak butuh tenaga banyak.

Kerugian dari proses hidrolisis enzim ini antara lain :

- Membutuhkan kondisi operasi yang berbeda untuk setiap enzim agar tercapai konversi produk yang diinginkan.



- b) Enzim yang digunakan harus diimpor karena produsennya berasal dari negara-negara seperti Jepang, Amerika, Jerman, Denmark, Inggris, dan lainnya

II.1.2 Proses Perubahan Dekstrosa menjadi Sorbitol

II.1.2.1 Proses Reduksi Elektrokatalitik

Industri sorbitol pertama kali didirikan pada tahun 1937 menggunakan proses elektrolitik. Dalam metode ini, larutan D-glukosa (atau dekstrosa) yang mengandung natrium sulfat diproses secara elektrolisis. Hidrogen pada katoda amalgam berperan mereduksi dekstrosa menjadi sorbitol. Proses pemurnian dan pemulihan larutan sorbitol dilakukan dengan teknik yang serupa dengan yang masih digunakan hingga saat ini (Faith, 1957). Dalam proses reduksi elektrolitik, gula dapat mengalami reduksi dalam larutan berair dengan menambahkan senyawa sulfit anorganik yang larut dalam air yang kemudian dimasukkan ke dalam reduksi katodik pada sel elektrolitik sederhana. Proses alkalisasi elektrolit dapat didukung dengan menambahkan NaOH. Dalam proses ini, elektroda yang digunakan adalah amalgam atau merkuri sebagai katoda sementara timbal berperan sebagai anoda. Melalui metode ini, sulfit dikonversi menjadi sulfat sedangkan hidrogen (H_2) yang dihasilkan di katoda akan mereduksi dekstrosa membentuk senyawa sorbitol. Proses reduksi elektrolitik memerlukan investasi modal yang tinggi serta tenaga ahli dengan pemahaman mendalam dalam elektrokimia. Selain itu, tingkat konversi produk yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan proses hidrogenasi katalitik yaitu sekitar $\pm 55\%$ (Hefti, 1950).

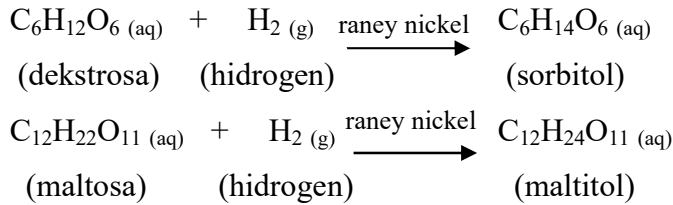
II.1.2.2 Proses Hidrogenasi Katalitik

Pembuatan sorbitol melalui hidrogenasi katalitik dilakukan dengan mereaksikan larutan dekstrosa dan gas hidrogen bertekanan tinggi di dalam reaktor hidrogenasi menggunakan katalis nikel. Gas hidrogen dialirkan dari bagian bawah reaktor secara bubbling sementara larutan dekstrosa dimasukkan



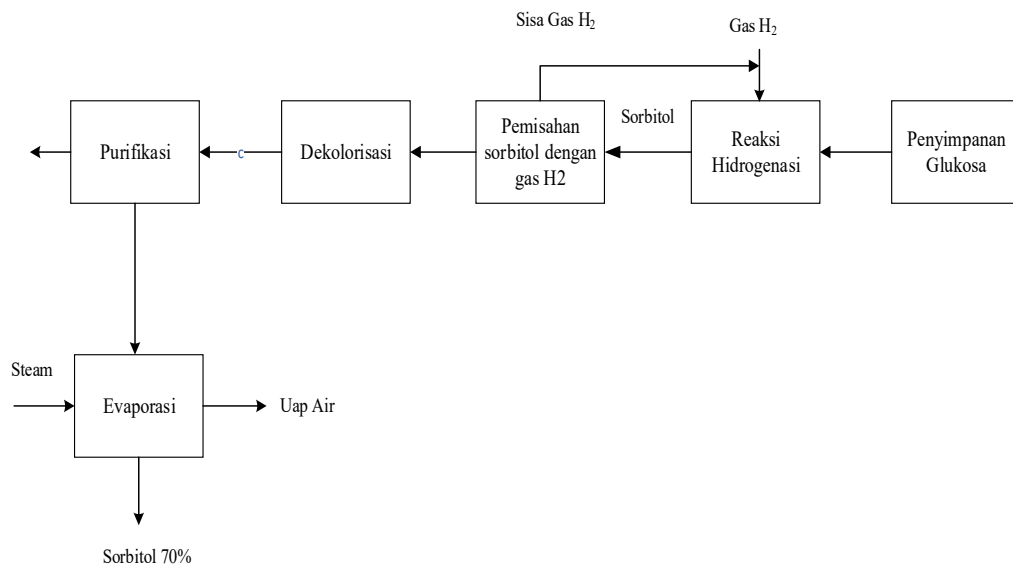
Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Maizena dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Katalis Raney
Nickel

dari bagian atas memungkinkan kontak yang lebih optimal antara keduanya (Faith, 1957). Reaksi yang terjadi yaitu :



(Meirani, 2015)

Proses ini menghasilkan overall *yield* sebesar 95-99%. Secara umum, diagram alir proses produksi sorbitol menggunakan metode hidrogenasi katalitik dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar II.2 Proses Pembuatan Sorbitol dengan Proses Hidrogenasi Katalitik

(Patent, 1982)

II.2 Seleksi Proses

II.2.1 Seleksi Proses Hidrolisis Starch (Pati) menjadi Dekstrosa

Dari proses hidrolisis pati menjadi dekstrosa yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat perbedaan signifikan antara masing-masing proses baik dari aspek teknis maupun ekonomi yaitu :



Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Dekstrosa

Parameter	Proses Produksi Dekstrosa	
	Asam	Enzim
Aspek : 1. Operasi - Tekanan - Suhu - pH	5,4 kg/cm ² 80 – 145°C 2,3	1-2,5 kg/cm ² 30 – 140°C 4,5 – 6
2. Proses - <i>Dextrose Equivalent</i> (DE) - Waktu reaksi - Reaksi Samping - Daya Korosi	30 – 55 % 48 jam Ada Tinggi	66,08 – 98% 48-72 jam - Rendah
3. Ekonomi - Kebutuhan asam - Biaya peralatan - Energi - Investasi	Banyak Mahal Besar Tinggi	Tidak ada Murah Kecil Rendah

(Rosadi, 2022)

Berdasarkan data perbandingan pada Tabel II.1, proses hidrolisis enzim menunjukkan keunggulan dibandingkan dengan proses hidrolisis asam. Dari sisi ekonomi dan biaya yang diperlukan untuk hidrolisis enzim lebih rendah dibandingkan hidrolisis asam. Selain itu dari segi teknis, hidrolisis enzim mampu menghasilkan *yield dextrose* yang lebih tinggi yakni sekitar 66,08-98% dengan tingkat korosi yang rendah dan tanpa adanya reaksi samping. Oleh karena itu, proses hidrolisis enzim lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam baik dari aspek teknis maupun ekonomis.

II.2.2 Seleksi Proses Perubahan Dekstrosa menjadi Sorbitol

Dari kedua metode konversi dekstrosa menjadi sorbitol yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat perbedaan signifikan antara keduanya baik dari aspek teknis maupun ekonomi yaitu :



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Maizena dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Katalis Raney
Nickel

Tabel II.2 Perbandingan Proses Pembuatan Sorbitol

Parameter	Proses Produksi Sorbitol		Referensi
	Reduksi Elektrokatalitik	Hidrogenasi Katalitik	
1. Bahan baku	Glukosa	Glukosa dan Hidrogen	(Faith, 1957)
2. Kondisi operasi - Konversi reaksi - Waktu proses - Tekanan - Temperatur - Reaktor	85% Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan produk lama 125 atm 120-140°C Reaktor Elektrokimia	95-99% Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan produk cepat 70-140 atm 120-150°C Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), Fixed Bed Reactor, Trickle Bed Reactor	(Faith, 1957), (Tyas, 2024)
3. Produk - Kualitas produk - Produk sampling	Rendah Fruktosa, mannose, dan mannitol	Tinggi Maltitol	(Faith, 1957)
4. Aspek ekonomi	Harga elektroda relatif mahal serta daya yang dibutuhkan pada elektrolisis besar	Harga bahan baku penunjang mudah didapat dan cukup terjangkau	(Tyas, 2024)

Berdasarkan data perbandingan yang disajikan pada Tabel II.2, proses hidrogenasi katalitik terbukti lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik. Dalam praktiknya, pabrik-pabrik cenderung lebih sering menggunakan proses hidrogenasi katalitik karena dari sisi ekonomi biaya yang diperlukan lebih rendah dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik. Secara umum, semua pabrik sorbitol di Indonesia menggunakan metode hidrogenasi katalitik. Hal ini mengindikasikan bahwa proses reduksi elektrolitik kurang efisien



untuk digunakan dalam produksi sorbitol. Oleh karena itu, proses hidrogenasi katalitik lebih dipilih karena menawarkan keuntungan lebih baik, baik dari segi teknis maupun ekonomis dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik.

II.3 Uraian Proses

Proses produksi sorbitol dapat dilakukan melalui proses hidrogenasi katalitik dengan menggunakan dektrosa sebagai bahan baku langsung. Pada perencanaan ini bahan baku yang digunakan adalah tepung maizena. Oleh karena itu, diperlukan beberapa tahapan sebelum proses hidrogenasi dilakukan. Sehingga proses keseluruhan untuk memproduksi sorbitol dari tepung maizena dibagi menjadi dua tahapan utama yaitu :

1. Tahapan Konversi Tepung Maizena Menjadi Dekstrosa

Tahapan ini merupakan tahapan dalam proses mengubah pati menjadi dektrosa melalui proses hidrolisis enzimatis

2. Tahapan Pembuatan Sorbitol dari Dekstrosa

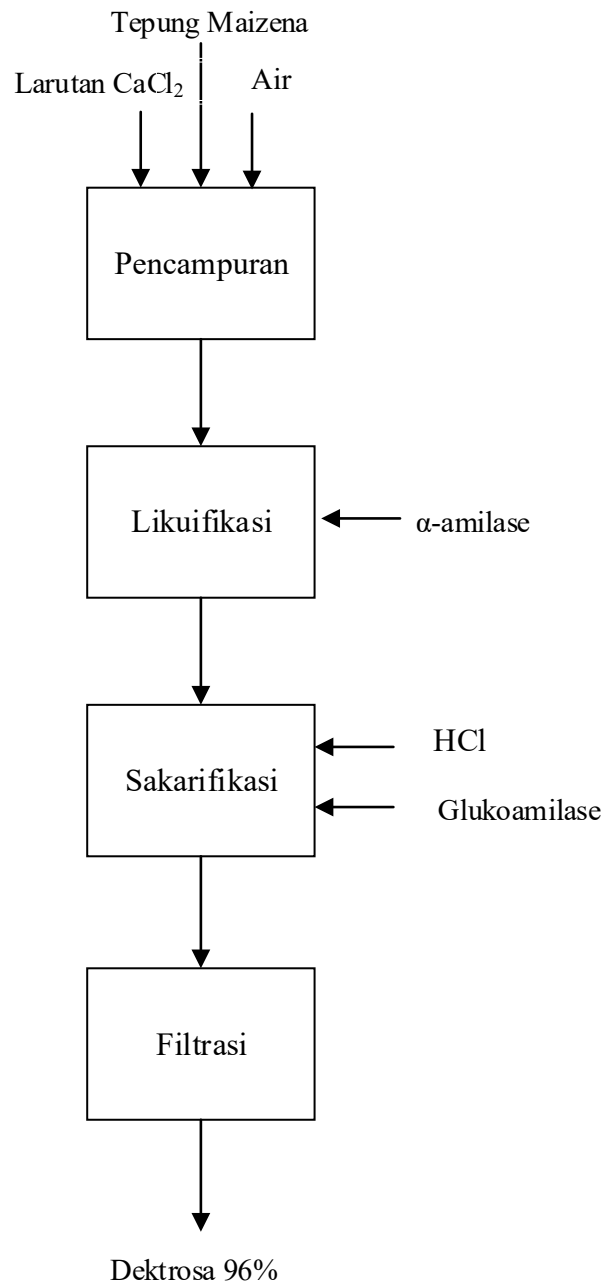
Proses ini mengubah dektrosa menjadi sorbitol melalui hidrogenasi katalitik, yaitu reaksi dengan gas hidrogen yang menggunakan katalis *Raney Nickel*. Sedangkan proses *finishing* meliputi dekolonisasi, purifikasi, dan pemekatan sorbitol hingga menjadi produk akhir.

II.3.1 Tahapan Konversi Tepung Maizena Menjadi Dekstrosa

Tahapan ini adalah tahapan penting yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk pembuatan sorbitol. Pati (polisakarida) dari tepung maizena akan dipecah menjadi monomer (monosakarida) dalam bentuk sirup glukosa (dektrosa). Pada tahapan ini terdapat 3 proses yang dapat dilakukan yaitu likuifikasi, sakarifikasi, dan filtrasi.



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Maizena dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Katalis Raney
Nickel



Gambar II.3 Diagram Alir Proses Hidrolisis Pati menjadi Glukosa

Tepung maizena yang disimpan di gudang diangkut ke tangki *mixing* dengan *screw conveyor*. Dalam tangki *mixing*, tepung maizena dicampur dengan air dan CaCl_2 dari penyimpanan CaCl_2 sehingga menghasilkan suspensi tepung maizena 35%. Penambahan CaCl_2 bertujuan untuk mempertahankan stabilitas enzim α -amilase, sehingga diharapkan enzim tetap aktif lebih lama meskipun



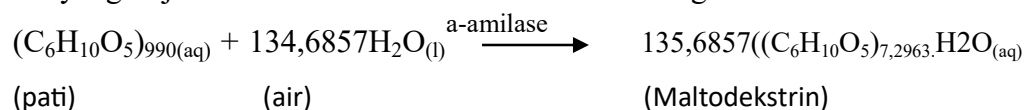
Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Maizena dengan Proses Hidrolisis
Enzimatik dan Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Katalis Raney
Nickel

berada pada suhu tinggi. Tangki *mixing* dilengkapi dengan pengaduk untuk pencampuran merata dengan waktu tinggal 15 menit dan beroperasi pada tekanan 1 atm dengan suhu 30°C.

Suspensi pati yang telah tercampur kemudian dialirkan menuju *jet cooker*. Di dalam *jet cooker*, diinjeksikan *steam* jenuh sehingga suspensi pati menjadi larut sempurna dan mengalir dengan arah turbulen. Selain itu, proses pada *jet cooker* bertujuan untuk meningkatkan suhu suspensi pati sehingga dapat dengan mudah mengalami gelatinisasi dan mengembang karena menyerap air. Pati yang mengalami pengembangan (gelatinisasi) menjadi lebih mudah untuk dihidrolisis. Suspensi pati yang keluar dari *jet cooker* pada suhu 90°C selanjutnya dialirkan ke reaktor likuifikasi.

Selanjutnya, suspensi pati dimasukkan ke dalam reaktor likuifikasi untuk menguraikan rantai pati yang telah mengalami gelatinisasi menjadi maltodekstrin. Dalam reaktor, suspensi pati ditambahkan enzim α -amilase. Jumlah enzim α -amilase yang digunakan dalam reaktor ini adalah 0,15% L/metric ton tepung maizena. Ikatan α -1,4 pada amilosa dan amilopektin dalam pati diuraikan secara acak oleh enzim α -amilase, yang berfungsi menurunkan viskositas dan meningkatkan nilai DE (*Dextrose Equivalent*). Proses dekstrinasi berlangsung selama 3 jam dengan pH 6.

Reaksi yang terjadi dalam reaktor likuifikasi adalah sebagai berikut :



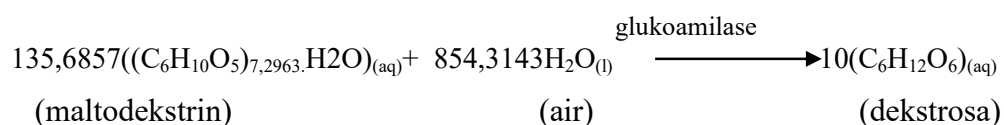
Reaktor dilengkapi dengan pengaduk untuk memastikan suhu di dalam reaktor merata, serta dilengkapi dengan jacket pendingin yang berfungsi menjaga suhu reaktor. Suhu reaksi dijaga pada 90°C.

Dekstrin dari reaktor likuifikasi dipompa ke reaktor sakarifikasi melalui *cooler* untuk menurunkan suhu hingga mencapai 60°C. Hal ini dikarenakan pada proses sakarifikasi, suhu optimum yang diperbolehkan adalah 60°C. Proses sakarifikasi merupakan proses lanjutan likuifikasi yang digunakan untuk memecah tepung maizena menjadi dekstrosa. Proses sakarifikasi menggunakan



enzim *glukoamilase* sebesar 0,7 L/metric ton tepung maizena yang ditambahkan ke dalam reaktor. Selain enzim *glukoamilase*, larutan HCl 32% dari tangki penampung juga ditambahkan ke dalam reaktor sakarifikasi untuk menurunkan pH menjadi 4,5. Reaktor sakarifikasi dilengkapi dengan pengaduk dan jacket pemanas karena reaksi berlangsung secara eksotermis dan temperatur operasi dijaga sebesar 60°C. Proses sakarifikasi berlangsung selama 36 jam.

Reaksi yang terjadi pada reaktor sakarifikasi adalah sebagai berikut :

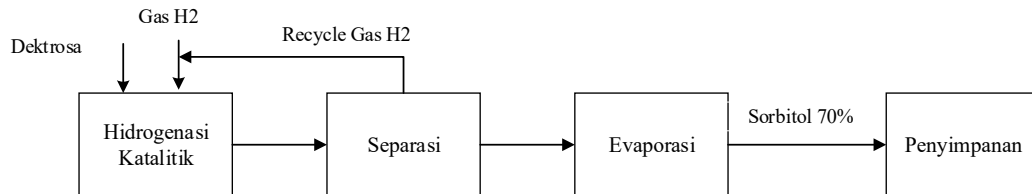


Setelah proses sakarifikasi, dektrosa yang didapatkan dapat dimurnikan terlebih dahulu melalui proses filtrasi sebelum digunakan. Proses filtrasi dilakukan untuk menghilangkan kotoran (*impurities*) pada larutan dektrosa. Larutan dektrosa yang disebut juga sebagai sirup glukosa, dipompa ke *filter press* untuk memisahkan padatan yang ada dalam larutan (sisir starch dan enzim). *Filter press* beroperasi pada suhu 60°C. Sirup glukosa yang sudah terpisah dari *impurities* kemudian masuk ke *ion exchanger* untuk menghilangkan ion positif dan negatif didalamnya. Larutan akan masuk ke *kation exchanger* terlebih dahulu untuk menghilangkan ion positif seperti Ca^{2+} dari bahan CaCl_2 . Resin kation yang digunakan adalah jenis resin Dowex Marathon C. Kemudian larutan dialirkan menuju *anion exchange* yang berfungsi untuk menghilangkan ion negatif seperti Cl^- dari HCl. Resin yang digunakan pada *anion exchange* adalah jenis resin Dowex Marathon A. Ketika resin tersebut telah jenuh, maka perlu dilakukan proses regenerasi (*backwash*). Setelah itu, glukosa yang sudah murni dialirkan pada proses hidrogenasi katalitik.

II.3.2 Tahapan Pembuatan Sorbitol dari Dekstrosa

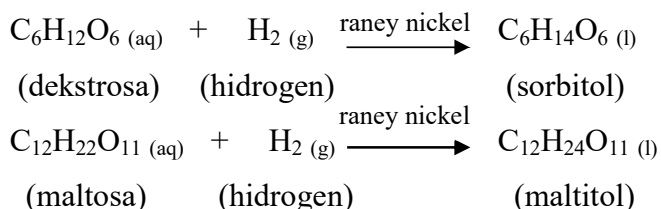
Proses hidrogenasi katalitik merupakan proses utama dalam produksi sorbitol. Sedangkan *finishing* adalah proses terakhir yang dilakukan untuk

menghasilkan sorbitol sesuai dengan SNI tipe-015. Dalam tahap *finishing*, terdapat beberapa proses seperti dekolorisasi, pemurnian, dan pemekatan.



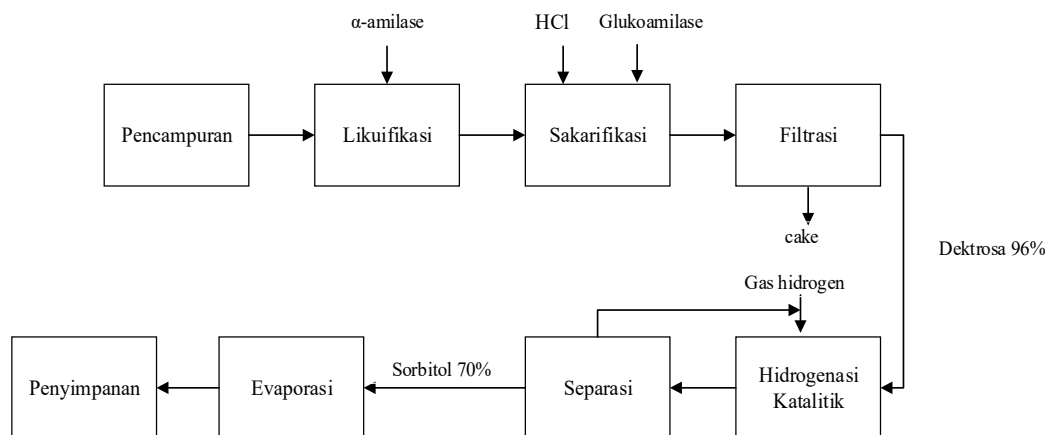
Gambar II.4 Diagram Alir Proses Hidrogenasi Katalitik dan Finishing

Reaksi hidrogenasi berlangsung dengan bantuan katalis Raney Nickel, yang mengubah sirup glukosa dengan gas H₂ menjadi produk utama sorbitol serta produk samping berupa maltitol. Sirup glukosa dipompa ke *heater* untuk menaikkan suhu dari 60°C menjadi 145°C dengan menggunakan *steam* sebagai media pemanas. Selanjutnya, sirup dialirkan ke reaktor hidrogenasi katalitik pada kondisi operasi 145°C, tekanan 89 atm dengan waktu kontak sirup glukosa dan hidrogen selama 1 jam. Proses ini juga melibatkan penambahan H₂ dan katalis Raney nickel sebanyak 2% dari jumlah sirup glukosa yang masuk. Gas hidrogen dari tangki penyimpanan dialirkan menuju ekspander untuk diturunkan tekanannya dari 99 atm menjadi 89 atm menggunakan *expander*. Kemudian dialirkan menuju *heater* untuk dinaikkan suhunya hingga mencapai 145°C. Produk dan sisa gas hydrogen yang tidak bereaksi kemudian dipisahkan dengan Flash drum. Gas hydrogen yang telah terpisah dimurnikan terlebih dahulu dengan adsorber, kemudian di kompres untuk menaikkan tekanan sebelum dikembalikan kedalam reactor hidrogenasi. Sementara itu, sorbitol dialirkan ke *cooler* untuk menurunkan suhu larutan sorbitol dari 130°C menjadi 80°C, kemudian larutan sorbitol dialirkan ke tangki karbon filter. Reaksi yang terjadi adalah :



(Meirani, 2015)

Sorbitol yang telah dihasilkan didinginkan menggunakan *cooler* dan dipompa ke tangki karbon filter untuk menghilangkan zat-zat warna yang terdapat dalam larutan sorbitol. Karbon aktif yang digunakan berbentuk serbuk untuk mendapatkan penyerapan yang lebih baik, sehingga proses penghilangan warna dapat menghasilkan larutan sorbitol yang lebih jernih. Larutan sorbitol akan dialirkan menuju *evaporator* yang bekerja pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Pada proses ini bertujuan untuk memekatkan larutan sorbitol dari 30% menjadi 70%. Sebelum dialirkan pada tangki penyimpanan, larutan sorbitol didinginkan terlebih dahulu dalam *cooler* hingga mencapai suhu ruang dan dapat dilanjutkan ke tahap pengemasan. Secara keseluruhan, tahapan pembuatan sorbitol adalah sebagai berikut :



Gambar II.5 Diagram Alir Pembuatan Sorbitol