BAB II
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses Pembuatan Glukosa

Ada beberapa macam proses dalam pembuatan glukosa melalui proses hidrolisis pati. Metode-metode yang dimaksud antara lain:

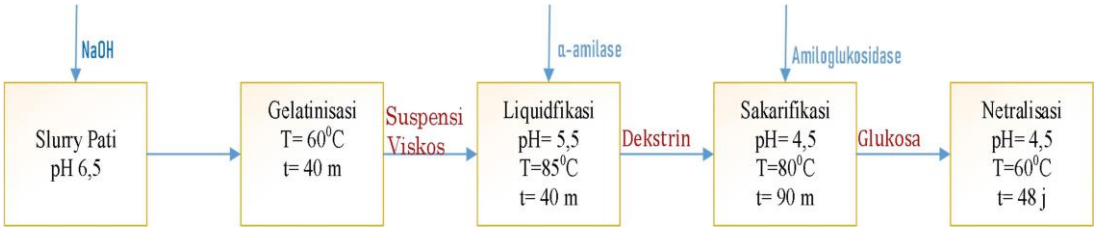
1. Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisis Pati dengan Enzim;
2. Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisis Pati dengan Asam;
3. Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisis Pati dengan Asam dan Enzim.

Penjelasan proses :

II.1.1 Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisis Pati dengan Enzim

Proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Enzim, ukuran partikel, Suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan. Enzim yang dapat digunakan adalah α-amilase, β-amilase, amiloglukosidase, glukosa isomerase, pullulanase, dan isoamilase.

Tahapan pembuatan glukosa melalui hidrolisa pati dengan enzim adalah:



Gambar II.1 Skema Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisa Pati Dengan Enzim

1. Gelatinisasi

Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Granular pati dibuat membengkak akibat peningkatan volume oleh air dan tidak dapat kembali lagi ke kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut gelatinisasi. Suhu pada saat granular pecah disebut suhu gelatiniasi yang dapat dilakukan dengan adanya panas.

2. Liquifikasi

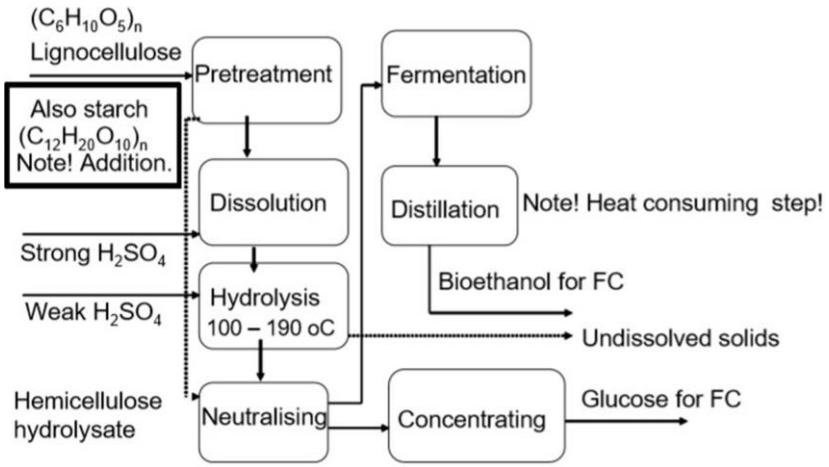
Tahap liquifikasi secara enzimatik merupakan proses hidrolisa pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu diatas suhu gelatinisasi dan pH optimum aktivitas enzim, selama waktu yang telah ditentukan untuk setiap jenis enzim. Proses liquifikasi selesai ditandai dengan parameter dimana larutan menjadi lebih encer seperti sup.

3. Sakarifikasi

Tahap sakarifikasi adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glukoamilase. Pada tahap ini dekstrin diubah menjadi glukosa. Untuk memurnikan sirup glukosa yang dihasilkan dapat dengan proses absorbsi oleh arang aktif. Kelebihan dari hidrolisis pati dengan enzim adalah bahan bakunya mudah didapat, serta proses lebih sederhana dibanding dengan menggunakan asam, peralatan yang digunakan tidak rumit sehingga operasi tidak membutuhkan tenaga kerja banyak, dan akan didapatkan hasil sirup glukosa yang lebih jernih dan bersih. Sedangkan kelemahan dari hidrolisis pati dengan enzim adalah penggunaan enzim yang banyak dan enzim yang digunakan masih impor sehingga harganya relatif mahal.

II.1.2 Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisi Pati dengan Asam

Pembuatan glukosa secara hidrolisis asam tediri dua tahap yaitu tahap gelatinisasi dan hidrolisis. Yang dilakukan dengan melarutkan pati dalam air, selanjutnya didalam larutan ditambahkan zat asam untuk mengatur pHnya sambil diaduk dan didapatkan larutan homogen. Kemudian larutan dipanaskan pada suhu 100^{o}C sampai proses hidrolisis pati selesai. Setelah proses hidrolisis selasai, dilakukan proses netralisasi dengan menambahkan larutan basa sampai pH larutan 4,5. Basa yang digunakan tergantung pada jenis asam yang digunakan. Setelah larutan netral kemudian dilakukan penjernihan dengan menambahkan larutan bleaching agent yaitu karbon aktif, koalin, dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan penyaringan untuk memisahkan kotoran. Untuk memperoleh glukosa dengan kepekatan yang diinginkan dapat dilakukan cara pemekatan pada evaporator.



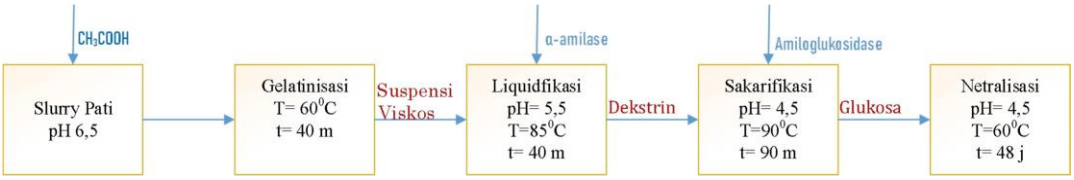
Gambar II.2 Skema Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisa Pati Dengan Asam

Kelebihan dari hidrolisis pati dengan asam adalah bahan baku yang mudah didapat, peralatan tidak rumit sehingga untuk pengopersian alat tidak butuh banyak tenaga dan cocok untuk kondisi kritis saat ini karena seluruh bahan tersedia di dalam negeri. Sedangkan kekurangan dari hidrolisis pati dengan asam adalah pemakaian asam dapat menyebabkan korosi pada peralatan yang digunakan.

II.1.3 Pembuatan Glukosa melalui Hidrolisis Pati dengan Asam dan Enzim

Proses pembuatan glukosa melalui hidrolisis pati dengan asam dan enzim pada hakikatnya sama dengan hidrolisis pati dengan enzim, akan tetapi dalam membuat larutan pati dibuat dalam larutan asam encer dan kemudian ditambahkan dengan enzim.

Kelebihan dari hidrolisis pati dengan asam dan enzim adalah mudahnya mendapatkan bahan baku utama, proses yang lebih sederhana dibanding dengan menggunakan asam, dalam penggunaan enzim lebih sedikit, peralatan tidak rumit sehingga tidak membutuhkan tenaga kerja banyak, didapatkan hasil glukosa yang lebih jernih dan bersih. Sedangkan kelemahan dari hidrolisis pati dengan asam dan enzim adalah enzim yang digunakan masih impor sehingga harganya relatif mahal dan dalam pemakaian katalis asam dapat menyebabkan korosi pada alat walaupun penggunaan katalis asam sudah dikurangi.



Gambar II. 3 Skema Pembuatan Glukosa Melalui Hidrolisa Pati Dengan Asam Dan Enzim

II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses yang telah dijelaskan tersebut, maka dapat disimpulkanperbandingan dari masing-masing proses seperti pada tabel berikut:

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Glukosa Dengan Hidrolisis Pati

Variabel Pembanding	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzimatik
Kondisi hidrolisis yang 'lunak' (mild)	Tidak	Ya
Hasil hidrolisis tinggi	Tidak	Ya
Penghambatan produk selama hidrolisis	Tidak	Ya
Pembentukan produk samping yang menghambat	Ya	Tidak
Katalis yang murah	Ya	Tidak
Waktu hidrolisis yang cepat	Ya	Tidak

Secara umum hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, tetapi hidrolisis enzimatik juga memiliki beberapa masalah. Seringkali hidrolisis enzimatik memerlukan waktu beberapa hari, sedangkan untuk hidrolisis asam hanya memerlukan waktu beberapa menit saja. Harga enzim juga cukup mahal dibandingkan dengan hara asam sulfat dan asam klorida yang murah.

(Taherzadeh&Karimi, 2006)

II.3 Deskripsi Proses Terpilih

II.3.1 Proses Pembuatan Glukosa

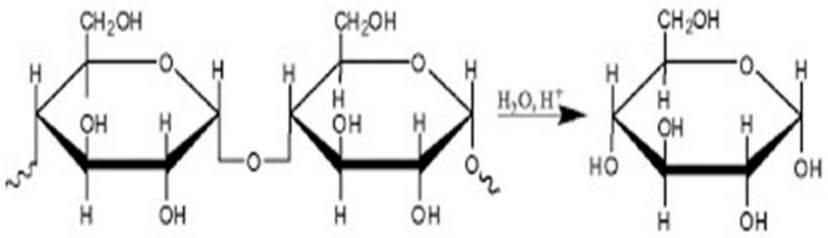
Proses produksi glukosa menggunakan proses hidrolisa asam dengan reaksi hidrolisis asam menggunakan bahan baku pati jagung serta katalis asam kuat yaitu asam sulfat (H_2SO_4).

II.3.2 Seleksi Proses

Proses produksi glukosa dilakukan dengan menggunakan satu macam proses yaitu proses hidrolisa asam dengan reaksi hidrolisis asam menggunakan bahan baku pati jagung serta katalis asam kuat yaitu asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi ini berlangsung pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm secara berkesinambungan (continue).

Hidrolisis adalah reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih dan juga dekomposisi suatu larutan dengan menggunakan air. Proses ini melibatkan pengionan molekul air ataupun penguraian senyawa lain. Hidrolisis diterapkan pada reaksi kimia yang berupa organik atau anorganik dimana air mempengaruhi dekomposisi ganda dengan campuran yang lain, hidrogen akan membentuk satu komponen dan hidroksil ke komponen yang lain

Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang melibatkan air atau asam sebagai reaktan agar suatu persenyawaan dapat terpecah atau terurai. Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang berlangsung lambat karenanya untuk mempercepat laju sering ditambahkan katalis. Katalis yang dapat dipakai pada reaksi hidrolisis pati adalah katalis asam seperti asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi ini merupakan reaksi orde satu karena air yang digunakan berlebih, sehingga perubahan air dapat diabaikan. Dimana sejumlah karbohidrat akan diuraikan oleh air melalui reaksi hidrolisis menghasilkan sejumlah glukosa. Reaksi hidrolisis pati berlangsung menurut persamaan reaksi sebagai berikut :



Gambar II.4 Reaksi Hidrolisis

Proses hidrolisis dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu :

a. Suhu

Semakin tinggi suhu reaksi dalam kinetika reaksi maka semakin cepat pula jalannya reaksi tetapi kalau proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.

b. Waktu

Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang maka pertambahan konversi kecil sekali.

c. Pencampuran pereaksi

Pati tidak larut dalam air maka pengadukan perlu diadakan agar persentuhan butir-butir air dan pati dapat berlangsung dengan baik.

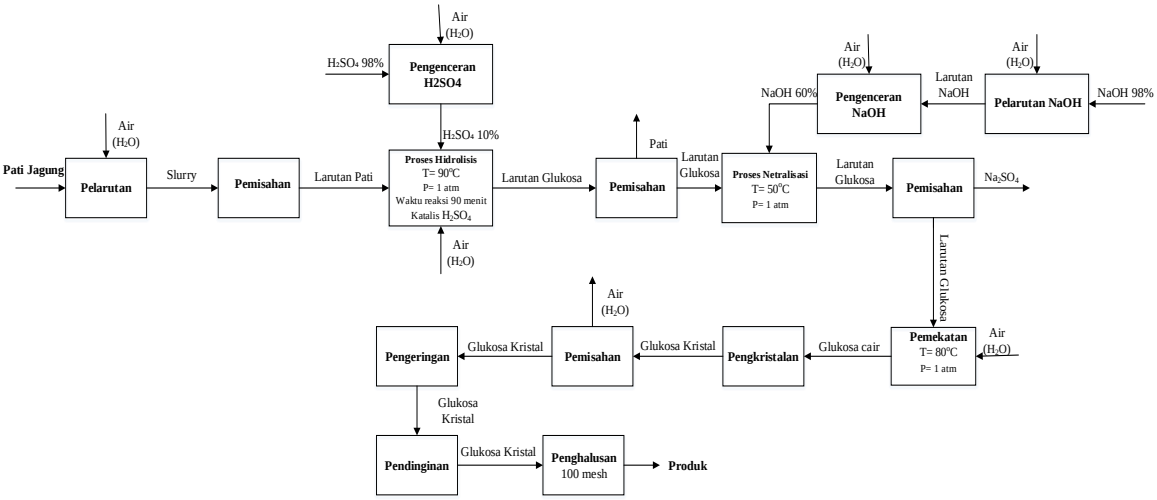
d. Konsentrasi katalisator

Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai maka semakin cepat reaksi hidrolisis terjadi.

e. Kadar suspensi pati

Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan lebih cepat. (Rina Utami,2014)

Blok diagram alir proses pembuatan glukosa dari pati jagung dengan menggunakan proses hidrolisa asam.



Gambar II. 5 Diagram Alir Pembuatan Glukosa Dari Pati Jagung Dengan Proses Hidrolisa Asam

II.3.3 Uraian Proses

Proses produksi glukosa menggunakan proses hidrolisa asam dengan reaksi hidrolisis asam menggunakan bahan baku pati jagung serta katalis asam kuat yaitu asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi ini berlangsung pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm secara berkesinambungan (continue). Secara garis besar, proses pembuatan glukosa terdiri dari 5 tahapan proses, yaitu :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Reaksi
3. Tahap Pemurnian Produk
4. Tahap Pengendalian Produk
5. Tahap Pengemasan (Packaging)

Penjelasan proses :

II.3.3.1 Tahap persiapan bahan baku

Tahap pertama proses, yaitu bahan baku pati jagung yang dipasok dari PT. Tereos FKS Indonesia, Kota Cilegon, Banten. Bahan Baku Pembantu Asam sulfat diperoleh dari PT. Mandiri Setya Chemicalindo, Banten dan Natrium Hidroksida diperoleh dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon. Bahan

Baku pati jagung dari Gudang penyimpanan (F-110) diumpankan ke tangki pelarutan pati jagung menggunakan screw conveyor (SC-111) dan bucket elevator (BE-112) untuk dilakukan proses pelarutan pati jagung menjadi slurry. Kemudian slurry dibawa dengan menggunakan screw conveyor (SC-122) dan bucket elevator (BE-123) menuju rotary vacuum filter (RV-131) untuk memisahkan cake dan Slurry. Slurry yang sudah terpisah dari cake diumpankan ke reaktor hidrolisis (RH-210). Di dalam reaktor hidrolisis terjadi proses hidrolisis asam dimana senyawa kompleks seperti molase atau pati jagung dipecah menjadi monosakarida yaitu glukosa. Proses ini menggunakan asam sebagai katalis, yang membantu memecah ikatan kimia dalam senyawa tersebut. Asam yang digunakan yaitu Asam Sulfat yang didapat dari tangki penyimpanan (F-140) diumpankan ke tangki pengenceran (M-142) dengan bantuan pompa (P-143) untuk dilakukan proses pengenceran dari 98% ke 10%. Setelah dari tangki pengenceran diumpankan menuju reaktor hidrolisis dengan bantuan pompa (P-131).

II.3.3.2 Tahap Reaksi

Pada reaktor hidrolisis terjadi pembentukan antara pati jagung dan air dengan bantuan katalis asam sulfat menjadi glukosa. Reaksi yang terjadi :

$$(C_6H_{10}O_5)_{(aq)} + (H_2O)_{(l)} \longrightarrow (C_6H_{12}O_6)_{(aq)}$$

Pada reaktor hidrolisis (RH-210) berlangsung pada temperature 90°C dengan tekanan 1 atm. Reaksi ini berlangsung secara endotermis, sehingga reaktor dilengkapi dengan jaket pemanas untuk mengontrol suhu pada reaktor agar semua bahan baku yang masuk tercampur dengan sempurna. Di reaktor hidrolisis, amilum yang terkandung dalam jagung diubah menjadi glukosa. Reaktor hidrolisis (RH-210) beroperasi secara kontinyu dengan waktu tinggal selama 90 menit dengan konversi 97%. Larutan glukosa yang terbentuk dari proses hidrolisis diumpankan ke disk bowl centrifuge (DC-220) dengan bantuan pompa (P-221) untuk memisahkan kandungan pati yang masih terdapat pada larutan glukosa.

Sedangkan pati yang sudah terpisah dari larutan glukosa diumpankan ke bin penampung pati. Larutan glukosa yang telah terpisah dengan pati

diumpankan ke reaktor netralisasi (RN-230) untuk menetralkan suasana asam yang terkandung dalam larutan glukosa dengan bantuan Natrium Hidroksida yang didapat dari Gudang Penyimpanan (F-150) dan diumpankan menuju ke tangki pelarutan (M-153) dengan menggunakan screw conveyor (SC-151) dan bucket elevator (BE-152). Larutan natrium hidroksida yang terbentuk diumpankan ke tangki pengenceran (M-155) dengan bantuan pompa (P-154) untuk mengencerkan larutan natrium hidroksida dari 98% ke 60%. Kemudian larutan Natrium hidroksida yang telah diencerkan diumpankan ke reaktor netralisasi (RN-230) untuk dilakukan proses netralisasi dikarenakan setelah melalui proses hidrolisis, campuran yang dihasilkan masih bersifat asam oleh karena itu dilakukan proses netralisasi untuk mengatur pH campuran ke tingkat yang diinginkan. Setelah melalui proses netralisasi, larutan glukosa diumpankan ke centrifuge (CF-241) untuk memisahkan larutan glukosa dengan produk samping yaitu Natrium Sulfat (Na_2SO_4). Natrium sulfat yang terbentuk ditampung pada bin penampung (F-241) sedangkan larutan glukosa masuk ke dalam evaporator (EV-310) untuk dilakukan pemekatan.

II.3.3.3 Tahap Pemurnian Produk

Di dalam evaporator (EV-310), air di uapkan sehingga larutan glukosa yang dihasilkan konsentrasinya lebih pekat dan murni, dan air yang menguap diambil keluar dari evaporator dalam bentuk uap. Uap tersebut dialirkan ke kondensor (G-312) yang mana ia akan didinginkan oleh media pendingin yaitu air dari water process melalui barometrik (E-311) sebagai pengukur tekanan untuk menjaga tekanan rendah yang diperlukan pada penguapan di suhu lebih rendah sehingga dapat mengurangi konsumsi energi dan kerusakan produk. Sedangkan uap hasil dari kondensor yang dingin akan mengembun menjadi cairan yang dapat dikumpulkan pada tangki kondensat (F-313). Kemudian larutan glukosa pekat yang telah melalui tahap evaporasi di umpankan ke kristalizer (CR-320) untuk mengkristalkan larutan glukosa sehingga terbentuk kristal glukosa basah.

Kristal glukosa basah yang terbentuk diumpankan ke centrifuge (CF-330) untuk memisahkan padatan glukosa dari fase cair yang keluar dari kristalizer. Kristal glukosa basah yang sudah terpisah diumpankan ke rotary dryer (RD-340) untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersisa di dalam kristal glukosa. Saat proses pengeringan udara dihembuskan dengan blower (L-341) dan diserap kelembabannya dengan molekular sieve (MS-342) dan dipanaskan pada heater (HE-343) hingga suhu 100^0C kemudian masuk ke rotary dryer B-270 secara counter current. Hasil dari rotary dryer diumpankan ke cyclone (CY-344) untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersisa didalam kristal glukosa setelah proses pengeringan.

II.3.3.4 Tahap Pengendalian Produk

Kemudian produk kristal glukosa yang dihasilkan diumpankan menuju ke cooling conveyor (CC-345) untuk mendinginkan produk kristal glukosa sampai temperature 30^oC. Setelah melalui proses pendinginan, produk kristal glukosa masuk ke dalam ball mill (BM-350) melalui bucket elevator (BE-346) untuk mengubah dan menyeragamkan produk menjadi 100 mesh. Produk oversize akan dikembalikan menuju ball mill (BM-350) untuk diseragamkan kembali ukurannya. Glukosa yang sudah seragam ukurannya kemudian diumpankan pada silo glukosa (F-360) sebagai produk akhir yang terbentuk.

II.3.3.5 Tahap Pengemasan (*Packaging*)

Glukosa yang telah ditampung di tangki produk dikemas dengan menggunakan kantong plastik berlogo dengan keterangan komposisi dan aturan pakai pada kemasan seberat 10 kg.