



BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam-macam Proses

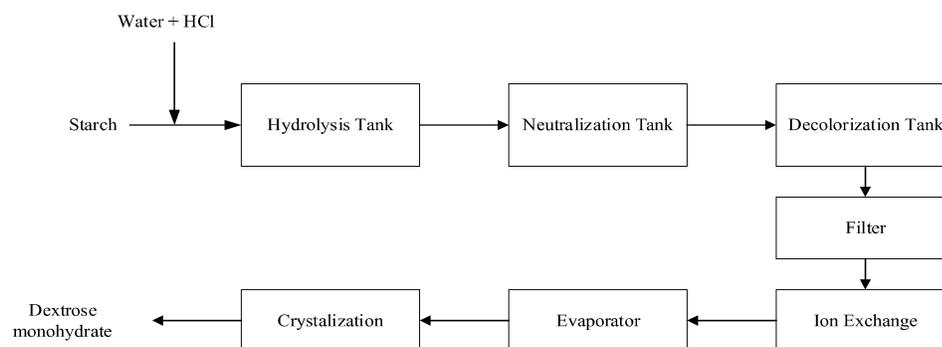
Terdapat tiga proses yang dapat dilakukan untuk menghidrolisa pati sehingga menghasilkan glukosa, yaitu:

1. Hidrolisa asam
2. Hidrolisa asam-enzim
3. Hidrolisa enzim

1. Hidrolisa Asam

Hidrolisa pati dengan asam memerlukan suhu yang tinggi yaitu 140-160 °C. Asam akan memecah molekul pati secara acak dan gula yang dihasilkan sebagian besar adalah gula pereduksi. Hidrolisis pati dengan asam hanya akan memperoleh sirup glukosa dengan ekuivalen dekstrosa (DE) sebesar 55. jika nilai DE diatas 55 maka akan terbentuk warna dan komponen yang rasanya pahit. Hal ini terjadi pada saat pemecahan tersebut gula yang terbentuk berubah menjadi bahan yang menyebabkan warna dan rasa yang pahit. Dengan kristalisasi akan diperoleh dekstrosa monohidrat dengan ekuivalen dekstrosa 85 – 95 (Be Miller,2009).

Berikut skema hidrolisis dengan menggunakan asam :



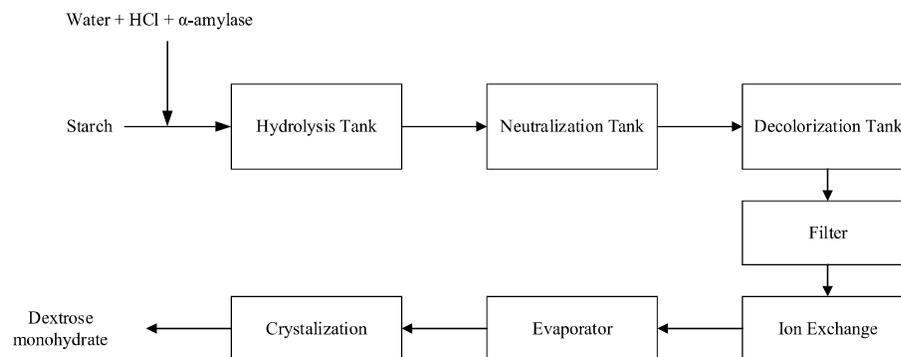
Gambar II.1 Mekanisme Hidrolisis Pati dengan menggunakan asam



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

2. Hidrolisa asam-enzim

Hidrolisa pati dengan menggunakan katalis kombinasi asam dengan enzim, pada tahap pertama hidrolisa dilakukan dengan bubur pati dengan konsentrasi 35-40% diasidifikasi hingga pH 2.0 dengan asam klorida atau katalis asam pada suhu 140-160°C dan tekanan 5.4 atm sampai mencapai nilai ekivalen dekstroza sekitar 25-45%. Setelah mencapai nilai DE yang diharapkan, reaksi dihentikan dengan penetralan menggunakan soda abu untuk menaikkan pH hingga 5.0. Pada pH tersebut, tidak hanya untuk optimasi penghilangan lemak dan protein tetapi juga untuk mengurangi resiko perubahan warna yang tak diinginkan. Selanjutnya dihidrolisa dengan enzim sampai mencapai nilai dekstroza yang dikehendaki, difiltrasi, didekolorasi serta dievaporasi (Be Miller, 2009).



Gambar II.2 Mekanisme Hidrolisis Pati dengan menggunakan Asam dan Enzim

3. Hidrolisa Enzim

Hidrolisa pati dengan menggunakan katalis kombinasi enzim dengan enzim menghasilkan sirup dengan nilai DE sangat tinggi, yaitu lebih dari 95 % dan sirup bersifat “high fermentability”. Disamping itu penggunaan katalis enzim dapat mencegah adanya reaksi samping karena sifat katalis enzim sangat spesifik, sehingga dapat mempertahankan flavor dan aroma bahan dasar. Penggunaan jenis enzim yang berbeda akan menghasilkan sirup dengan komposisi sakarida yang berbeda pula. Pada hidrolisa dengan menggunakan enzim, enzim yang dipakai yaitu α-amilase dan glukamilase. α-amilase dalam bentuk termamil, secara garis besar pengolahan dekstroza terdiri dari liquifikasi dan sakarifikasi.

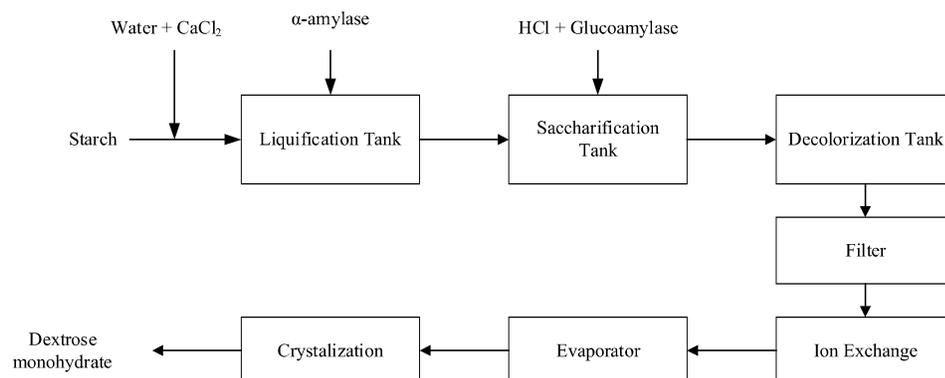


Pra Rencana Pabrik “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

Hasil dari proses sakarifikasi menghasilkan larutan dekstroza sebesar 94%, yang mana dapat diperoleh dari berbagai cara. Untuk mendapatkan sirup dekstroza, lemak dan protein dipisahkan dari larutan dengan melewatkannya pada proses filtrasi sebelum di karbon aktif. Setelah dijernihkan dengan karbon aktif, hidrosilat di demineralisasi dengan resin anion dan kation serta dievaporasi hingga terbentuk 71% padatan. Larutan dekstroza 94% juga dapat ditingkatkan hingga 99% oleh proses penjernihan, demineralisasi dan evaporasi.

Dekstroza monohydrate dapat dicapai dengan proses kristalisasi. Selama kristalisasi, sirup (75% padatan, 94% dekstroza) didinginkan perlahan dan dikontrol dibawah 50°C . Karena kristalisasi dekstroza merupakan reaksi eksotermis, pendinginan yang konstan dibutuhkan untuk menjaga tingkat yang tepat dari lewat jenuh. Saat kristal dekstroza monohidrat mulai terbentuk, komponen dicuci dan disentrifugasi untuk menghilangkan mother liquor (first green). Green awal ini dapat diproses kembali untuk memanen kristal selanjutnya. Mother liquor dari langkah ini dinamakan hydrol (second green). Kedua aliran hydrol dikombinasikan untuk meningkatkan yield. Kristal monohidrat yang terbentuk lalu dipanaskan pada aliran udara panas dan dikemas. Pada dekstroza anhidrat, diproduksi dengan melarutkan monohidrat pada air panas murni dan disuling ulang.

Berikut ini skema hidrolisis dengan menggunakan enzim :



Gambar II.3 Mekanisme Hidrolisis Pati dengan menggunakan Enzim

II.2. Pemilihan Proses



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

Untuk menentukan proses yang akan digunakan harus diperhatikan beberapa aspek terutama aspek teknis dan ekonomis. Aspek teknis meliputi kondisi proses dan kondisi oprasi. Proses terbaik yang akan dipilih didapatkan dari hasil perbandingan empat macam proses seperti yang akan ditunjukkan pada table dibawah ini.



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

Table II.1 Perbandingan proses – proses pembuatan Dextrose Monohydrate

No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Hidrolisis Asam	<ul style="list-style-type: none">- Bahan baku mudah di dapat- Tidak menggunakan enzim sehingga menghemat biaya- Peralatan tidak rumit sehingga operasi tidak butuh tenaga banyak- Waktu operasi tidak terlalu lama	<ul style="list-style-type: none">- Sirup glukosa yang dihasilkan agak berwarna coklat
2	Hidrolisis Enzim	<ul style="list-style-type: none">- Bahan baku mudah di dapat- Proses lebih sederhana dibanding menggunakan asam- Peralatan tidak rumit sehingga oprasi tidak buutuh tenaga banyak- Akan di dapat sirup yang lebih bersih dan jernih	<ul style="list-style-type: none">- Pemakaian enzim banyak- Enzim yang dipakai masih import dan harganya relatif mahal
3	Hidrolisis Asam dan Enzim	<ul style="list-style-type: none">- Bahan baku mudah didapat- Proses lebih sederhana dibandingkan dengan menggunakan asam- Pemakaian enzim sedikit- Peralatan tidak rumit sehingga oprasi tidak butuh tenaga banyak- Akan didapatkan hasil sirup glukosa yang lebih jernih dan bersih	<ul style="list-style-type: none">- Enzim yang dipakai masih import dan harganya relatif mahal

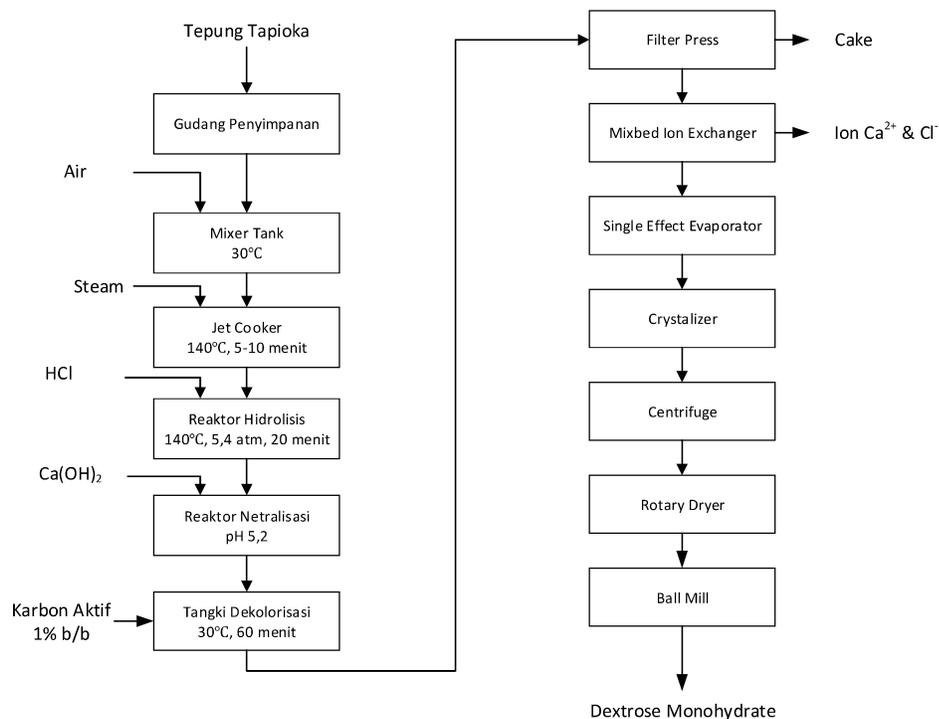


Pra Rencana Pabrik “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

Dari data perbandingan diatas, proses yang akan dipilih dalam pembuatan Dextrose Monohydrate ini adalah proses hidrolisis Asam. Dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan mudah di dapat
2. Tidak menggunakan enzim sehingga menghemat biaya
3. Peralatan tidak rumit sehingga operasi tidak membutuhkan tenaga banyak

II.3. Uraian Proses



Gambar II.4 Mekanisme Pembuatan Dextrose Monohydrate

Pembuatan pra rencana pabrik dextrose monohydrate ini dapat dilihat secara lengkap pada flowsheet yang tertera. Tahapan tahapan pembuatan glukosa kristal dibagi menjadi 6 tahapan, antara lain :

1. Proses persiapan bahan baku
2. Proses hidrolisis
3. Proses netralisasi



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

4. Proses pemurnian dan filtrasi
5. Proses pemekatan dan pengkristalan
6. Proses pengeringan

Proses pembuatan dekstrose monohydrate dari bahan baku tepung tapioka diawali dengan mengubah pati (polisakarida) menjadi monomernya (monosakarida) dalam bentuk sirup glukosa (dekstrosa/D-Glucose)

1. Proses persiapan bahan baku

Bahan baku tepung tapioka (pati singkong) dengan kadar pati 87,95%, kadar air 11,10%, kadar protein 0,27%, kadar lemak 0,10%, dan kadar abu 0,58% dari Gudang penyimpanan pati (F-100) kemudian diumpankan dengan menggunakan closed bed conveyor (J-101) menuju tangki mixing (M-120). Dalam tangki mixing, tepung tapioka dicampur dengan air sehingga menghasilkan suspensi pati kadar 35%. Tangki mixing dilengkapi dengan pengaduk agar pencampuran merata dengan waktu operasi diperkirakan selama 30 menit pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C. Campuran tersebut kemudian membentuk suspensi pati dan suspensi pati yang telah tercampur dialirkan menggunakan pompa sentrifugal (L-123) menuju jet cooker (E-122). Jet cooker juga bertujuan untuk menaikkan suhu dari suspensi pati. Aliran keluar dari jet cooker pada suhu 140°C menuju reaktor Hidrolisis (R-200) (BeMiller, 2009).

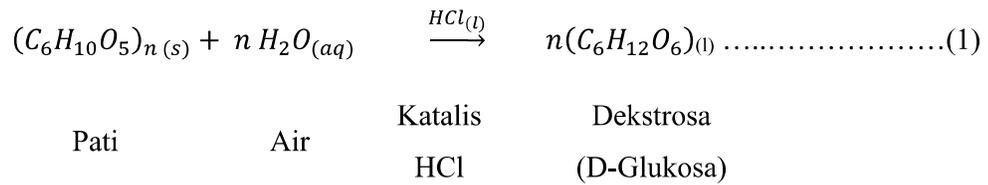
2. Proses Hidrolisis

Tahapan selanjutnya dikenal sebagai tahap konversi atau hidrolisis. Reaktor hidrolisis yang digunakan adalah reactor alir tanki berpengaduk. Reaktor hidrolisis dilengkapi dengan pengaduk agar suhu dalam reaktor tetap merata dan kondisi suhu pada reaktor sebesar 140°C dengan tekanan 5,4 atm. Suhu operasi sebesar 140°C yang mana suhu tersebut merupakan suhu optimal pada proses hidrolisis pati dengan katalis asam. Dalam proses hidrolisis menggunakan asam, terjadi reaksi antara pati dengan air sehingga pati terhidrolisis menjadi dekstrosa dengan bantuan katalis asam klorida (BeMiller, 2009). Asam ditambahkan kedalam bubur pati dengan kadar 100lb per 2200 gallon suspensi atau 45,4kg per 8378 liter suspense



Pra Rencana Pabrik
 “Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

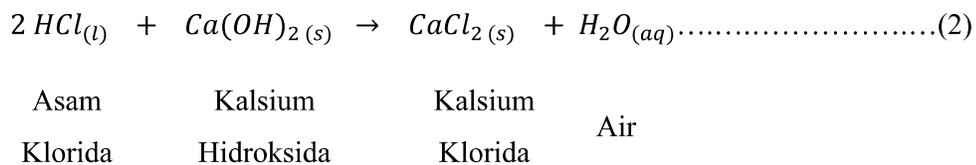
(Fetzer, 1938). Alasan menggunakan HCl adalah asam klorida mudah tersedia dan memiliki kekuatan hidrolitik yang lebih besar dari pada asam nitrat, asam sulfat dan asam fosfat. Serta asam klorida mudah larut sehingga memudahkan proses. Proses hidrolisis asam menghidrolisis pati secara optimum pada pH 2. Waktu tinggal pada proses hidrolisis ini dilakukan selama 20 menit dengan tingkat konversi sebesar 92,1% (Fetzer, 1938). Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis pati adalah



(Fetzer, 1938)

3. Proses Netralisasi

Setelah proses mengubah pati menjadi sirup glukosa, larutan glukosa dipompa menuju reaktor netralisasi (R-210) dengan menggunakan pompa sentrifugal. Kondisi pH pada tanki penetralan diatur ke 5,2 dengan kalsium hidroksida untuk menghentikan konversi. pH 5,2 kondisi yang optimum dimana protein dan lemak dapat dipisahkan serta untuk mengurangi resiko pembentukan warna yang tidak diinginkan (Fetzer, 1938). Pada reaktor netralisasi terjadi reaksi antara asam klorida dengan kalsium hidroksida yang menghasilkan kalsium klorida dan air. Reaksi yang terjadi pada proses netralisasi dapat ditulis menjadi :



4. Proses pemurnian dan filtrasi

Setelah dari tanki penetralan, sirup glukosa yang disebut juga sebagai larutan dekstrosa dipompa menuju tanki karbonatasi (R-220) dengan tujuan terjadinya proses dekolorisasi atau penyerapan warna dari larutan dekstrosa dengan



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

menggunakan media penyerapan karbon aktif. Karbon aktif memiliki kemampuan untuk membebaskan larutan dekstrosa dari kotoran yang tidak diinginkan. Karbon aktif bentuk serbuk ukuran 60-80 mesh. Ditentukan jumlah karbon aktif yang ditambahkan sebanyak 10 kg/1000 kg larutan dekstrosa. Setelah dijernihkan dengan karbon aktif, larutan dekstrosa dipompa menuju Filter Press (F-230) untuk memisahkan cake dan komponen impuritis yang melekat pada larutan dekstrosa. Setelah proses penyaringan, larutan dekstrosa dipompa menuju Mixedbed Ion Exchanger (F-240) dengan menggunakan pompa untuk menghilangkan pengotor yang terkandung pada larutan dekstrosa, seperti ion Ca^{2+} dan ion Cl^- dari CaCl_2 . CaCl_2 harus dihilangkan sebelum masuk ke-evaporator karena bersifat korosif dan mengganggu proses pemurnian larutan dekstrosa. Proses ini dilakukan di dalam vessel kation exchanger yang berisi resin yang telah diaktivasi, kemudian dialirkan menuju anion exchanger dengan menggunakan pompa (BeMiller, 2009).

5. Proses Pemekatan dan pengkristalan

Larutan dekstrosa yang dihasilkan dipompa menuju evaporator (E-300) untuk dipekatan hingga konsentrasi larutan dekstrosa sebesar 75%. Uap air yang keluar dari evaporator dialirkan kedalam barometric kondensor (E-302) untuk diubah dari fase uap menjadi fase liquid. Uap air yang terkondensasi dialirkan langsung ke unit steam condensate yaitu Hot Well (F-301), sedangkan yang tidak terkondensasi dipompa dengan steam jet ejector (G-303) untuk menurunkan tekanan dalam evaporator sehingga terjadi vacuum. Kemudian larutan dekstrosa pekat dimasukkan ke dalam crystallizer (S-310) untuk mengubah larutan dekstrosa pekat menjadi kristal selama 2-3 jam pada suhu 50°C . Kristal dekstrosa kemudian dipisahkan dengan mother liquor yang berupa filtrat, mother liquor keluar dari produk centrifuge secara overflow dan dipompa lalu ditampung di tanki penampungan mother liquor (F-323) (BeMiller, 2009).

6. Proses Pengeringan

Kristal dekstrosa yang terbentuk selanjutnya dihilangkan moisturenya didalam Rotary Dryer (B-330) dengan suhu operasi 51°C . Dan hasil akhir yang



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Dextrose Monohydrate dari Tepung Tapioka dengan Proses Hidrolisis Asam”

diperoleh adalah dekstrosa dengan kemurnian 95-97%. Hasil pengeringan kemudian disesuaikan ukurannya menggunakan Ball Mill (C-340). Produk dari Ball Mill akan dialirkan menuju tangki penampung produk dekstrosa. (BeMiller, 2009)