



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam – Macam Proses

Dalam memproduksi sorbitol dari bahan organik dapat dilakukan melalui 2 tahap utama, yaitu

- a. Proses hidrolisis pati (*starch*) menjadi dekstrosa, melalui proses:
 - 1) Hidrolisis dengan asam
 - 2) Hidrolisis dengan enzim.
- b. Proses perubahan dekstrosa menjadi sorbitol, melalui proses:
 - 1) Reduksi elektrolitik
 - 2) Hidrogenasi katalitik

Hidrolisis merupakan proses pemutusan ikatan-ikatan glikosidik pada struktur amilosa dan amilopektin, sehingga terbentuk rantai yang lebih pendek yaitu glukosa dan maltodekstrin. Perbedaan hidrolisis asam dan enzim terletak pada bahan dan proses yang digunakan. Hidrolisis dengan asam umumnya menggunakan senyawa seperti H_2SO_4 , HCl , $H_2C_2O_4$, sedangkan hidrolisis dengan enzim menggunakan bantuan enzim α -amilase dan enzim glukamilase (Kusnandar, 2019). Tahap kedua dilanjutkan dengan mengubah dekstrosa menjadi sorbitol melalui proses reduksi elektrolitik maupun hidrogenasi katalitik. Reduksi elektrolitik merupakan tempat reduksi D-glukosa menjadi sorbitol dengan H_2 sebagai hasil elektrolisisnya. Hidrogenasi katalitik merupakan proses pembuatan sorbitol dengan mereaksikan glukosa dengan gas hidrogen bertekanan tinggi menggunakan katalis raney nikel (Kusuma, 2021).

II.1.1 Proses Hidrolisis Pati Menjadi Dekstrosa

Hidrolisis merupakan proses untuk mendapatkan sirup glukosa dalam pati melalui reaksi antara reaktan dengan air sehingga terjadi penguraian pada senyawa penyusunnya. Hidrolisis pada pati dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :



A. Hidrolisis dengan Asam

Hidrolisis asam merupakan proses penggantian atom H ke dalam gugus OH pada pati sehingga membentuk rantai yang cenderung lebih panjang. Bahan yang umum digunakan pada proses hidrolisis asam yaitu asam sulfat, asam klorida, asam asetat. Hasil hidrolisis yang didapatkan berdasarkan bahan yang digunakan pada konsentrasi yang sama yaitu 11,97% untuk asam sulfat (H_2SO_4), 10,53% untuk asam asetat (CH_3COOH) dan 9,11% untuk asam klorida (HCl). Konsentrasi asam yang digunakan untuk proses hidrolisis tergantung dari macam proses hidrolisis asam yang dilakukan. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer.

1. Hidrolisis asam pekat dapat dilakukan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) pada suhu rendah, namun konsentrasi yang digunakan sangat tinggi (30-70%). Proses ini juga sangat korosif dikarenakan adanya pengenceran dan pemanasan asam. Hidrolisis asam membutuhkan biaya dan pemeliharaan yang cukup tinggi. Proses hidrolisis yang menggunakan asam pekat memiliki peralatan mahal dan khusus, selain itu proses ini dapat menghasilkan limbah yang sangat banyak sehingga dapat berdampak yang buruk terhadap lingkungan.
2. Hidrolisis asam encer atau dikenal sebagai hidrolisis asam dua tahap merupakan metode yang pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Umumnya asam yang digunakan yaitu asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl) pada range konsentrasi 2-5%. Hidrolisis asam encer atau yang dikenal asam dua tahap melakukan proses hidrolisis sebanyak dua kali, hidrolisis pertama bertujuan untuk memecah hemiselulosa pada kondisi (170-190°C) dilanjutkan hidrolisis kedua untuk selulosa pada kondisi (200-230°C). Keuntungan utama hidrolisis dengan asam encer yaitu tidak diperlukan *recovery* asam dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses. Kelemahan hidrolisis asam encer dapat terjadi degradasi gula dalam reaksi dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan.



Berdasarkan proses hidrolisis asam yang dapat dilakukan untuk membentuk dekstrosa dapat dilakukan perbandingan sebagai berikut :

Tabel II.1 Perbandingan Hidrolisis Berdasarkan Jenis Asam

Metode Hidrolisis	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
Proses dengan asam pekat	Kondisi proses pada temperatur rendah	Konsumsi asam tinggi	Konsentrasi asam 10-30%
	Perolehan monomer gula tinggi	Terjadi korosi pada peralatan	
		Konsumsi energi tinggi untuk pengambilan kembali asam	
Proses dengan asam encer	Konsumsi asam rendah	Kondisi proses pada temperatur tinggi	Konsentrasi asam 2-5%
		Perolehan monomer gula rendah	
		Terbentuk korosi pada peralatan	
		Terbentuk produk samping yang tidak diinginkan seperti furfural dan 5-hidroksimetil furfural (HMF)	

(Sudiyani, 2019)

Mekanisme proses hidrolisis pati dengan asam yakni sebagai berikut :

- (1) Bahan baku berupa slurry yang mengandung 45 – 55% padatan pati dipompa ke dalam tangki *converter* dan ditambahkan larutan asam klorida untuk menjaga pH sampai 2 agar terjadi proses hidrolisis.
- (2) Larutan dipanaskan di dalam tangki *converter* hingga mencapai suhu operasi 140 – 160 °C dengan tekanan sebesar 5.4 atm. Untuk memperoleh angka DE yang tinggi, waktu tinggal dalam tangki selama 15 – 20 menit
- (3) Setelah mencapai konversi yang sesuai, hasil proses hidrolisis ditampung dalam tangki *neutralizer* dengan menambahkan *neutralizing agent* (umumnya Na_2CO_3) untuk menaikkan pH sampai 4.5 – 5.
- (4) Larutan kemudian dipompa ke dalam unit filtrasi untuk memisahkan produk dengan *impurities*. Setelah itu, larutan diumpankan ke dalam kolom berisi karbon aktif dan kolom *ion exchanger* untuk menghilangkan warna



serta menyerap ion – ion yang berbahaya. Kemudian larutan dievaporasi untuk menguapkan sisa – sisa kandungan air di dalam larutan dekstrosa

(Whistler and Miller, 2009)

Hidrolisis asam sangat dihindari oleh banyak industri karena menghasilkan produk dengan *flavor* yang kurang baik dan produk yang dihasilkan kurang terjamin bagi kesehatan karena adanya produk kontaminan karsinogenik yang terbentuk selama proses produksi yaitu 3-MCPD (Astawan, 2020).

B. Hidrolisis dengan Enzim

Hidrolisis menggunakan enzim dapat memutus rantai pati secara spesifik. Proses hidrolisis enzim dapat dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu gelatinisasi, likuifikasi dan sakarifikasi. Keuntungan pada hidrolisis enzim yaitu prosesnya dapat dikontrol dan biaya pemurnian lebih murah. Enzim yang dapat digunakan yaitu *High temperature bacterial* α -amilase, α -amilase, fungal maltose α -amilase, fungal α -amilase, glucoamilase, B-amilase, glukosa isomerase. Pada masing-masing enzim memiliki kondisi dan hasil yang berbeda dalam prosesnya. Nilai *Dextrosa Equivalen* yang terbentuk berpengaruh pada hasil yang didapatkan, semakin tinggi nilai *Dextrosa Equivalen* yang terbentuk, maka semakin baik produk glukosa yang didapatkan. Berikut merupakan perbandingan enzim yang dapat digunakan untuk proses hidrolisis enzim.



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik

Tabel II.2 Perbandingan jenis enzim yang digunakan dalam hidrolisis enzimatis

Enzim	Dosis (%)	% Dry Substance	Temperatur (°C)	Thype Enzyme Reaction Condition									
				pH	Time (hours)	Start DE	Final DE	Activators	Inactivated by	Notes			
High Temp Bacterial Alpha Amylase	0.03	30-35	105	6-6.5	0.1	0	2	CaCl 50-70 ppm	PH < 4.5	Starch liquefaction			
	0.12		1.5		2	12							
Bacterial Alpha Amylase	0.15	30-40			85	5.8-6.2	6				15	22	Destarching Acid Conversion
	0.04	35-45	76.67	4.9-5.3	48			22	48	-			
Fungal Maltose Alpha Amylase	0.01		55			4.9-5.3	22			48	-	48-DE syrup	
	0.02			15				95	98		-	Dextrose syrup	
Glucoamylase	0.175		330-35			58	4-5			22	48		-
Malt Beta Amylase	0.01		35-45	55		4.9-5.3	48	-	48-DE syrup				
	0.02	-						62 DE acid enzyme					
Fungal Alpha Amylase	0.0075	60					7.8-8.5	95	Magnesium Calcium 0.0004M			Daerated < 1 ppm	Demineralized
Glucose Isomerase	0.01												

(Whistler and Miller, 2009)



Berdasarkan tabel II.2, maka dipilih enzim α -amilase dan glukoamilase dikarenakan dapat dilakukan untuk proses berkelanjutan. Nilai *Dextrosa Equivalen* yang diperoleh pada enzim α -amilase pada dosis 0,15%, PH 6-6,5, suhu 85°C selama 1,5 jam sebesar 15 dengan nilai *Dextrosa Equivalen* awal 0. Proses tersebut dapat dilanjutkan dengan memanfaatkan enzim glukoamilase dosis 0,175%, PH 4-5, suhu 58°C selama 48 jam dengan nilai *Dextrosa Equivalen* awal sebesar 15 dan didapatkan nilai *Dextrosa Equivalen* sebesar 98. Berikut tahap-tahap proses hidrolisis enzim.

1. Gelatinisasi

Proses awal yaitu gelatinisasi pada suhu 85°C yang berfungsi sebagai pembengkakan granula pati akibat pemanasan yang memutus ikatan hidrogen pada ikatan glikosida pati. Pembengkakan granula tersebut bersifat tidak bisa kembali lagi ke bentuk semula. Proses gelatinisasi akan mengakibatkan proses likuifikasi berjalan lebih cepat.

2. Likuifikasi

Likuifikasi merupakan proses hidrolisis pati menjadi molekul-molekul penyusunnya. Likuifikasi umumnya dilakukan hingga nilai *dekstrosa equivalen* mencapai 15-20%. Enzim yang digunakan dalam proses ini yaitu enzim α -amilase. Enzim α -amilase akan bekerja lebih cepat jika menggunakan substrat yang berbentuk gel. Enzim α -amilase memecah ikatan α -(1,4) glikosidik pada bagian substrat dan menghasilkan gula reduksi dan dekstrin. Pada proses ini ditambahkan CaCl_2 sebanyak 50-70 ppm yang digunakan untuk activator enzim.

3. Sakarifikasi

Sakarifikasi merupakan tahap hidrolisis lanjutan tahap likuifikasi dengan menggunakan enzim glukoamilase. Enzim glukoamilase merupakan salah satu eksoenzim yang mampu menghidrolisis ikatan α -1,4 dan α -1,6 pada titik percabangan. Enzim ini menghidrolisis pati menjadi maltosa dan menghidrolisis maltosa menjadi glukosa.

(Rohman, 2021)



Mekanisme proses hidrolisis pati dengan enzim yakni sebagai berikut:

- (1) Larutan pati dengan kandungan sebesar 45 – 55% padatan dicampur dengan CaCl_2 . Penambahan CaCl_2 bertujuan sebagai aktivator.
- (2) Hasil pencampuran diumpankan ke dalam *jet cooker* untuk dilakukan pemanasan sampai 85°C selama 3 – 5 menit Setelah itu larutan pati dialirkan ke dalam reaktor likuifikasi untuk mengalami proses hidrolisis selama 90 menit dengan penambahan enzim α -amilase sebanyak 0,15%.. Pada proses ini, diperoleh larutan dengan angka Dextrose Equivalen sekitar 15%.
- (3) Larutan pati dari reaktor likuifikasi dialirkan ke dalam tangki sakarifikasi dengan penambahan enzim glukamilase sebanyak 0,175%. Proses ini membutuhkan waktu 48 jam dan menghasilkan larutan dengan kandungan Dextrose Equivalen 98%.
- (4) Larutan hasil proses sakarifikasi difiltrasi untuk memisahkan sisa – sisa protein dan lemak. Larutan yang sudah difiltrasi dilakukan proses demineralisasi melalui kolom *ion exchanger* sebelum dilakukan pemurnian sirup glukosa menggunakan evaporator

(Whistler and Miller, 2009)

II.1.2 Proses Perubahan Dekstrosa Menjadi Sorbitol

A. Reduksi Elektrolitik

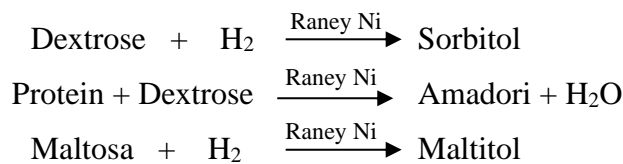
Pada proses reduksi elektrolitik ini, gula dapat direduksi dalam larutan berair dengan penambahan senyawa sulfit anorganik yang larut dalam air dimasukkan ke reduksi katodik dalam sel elektrolitik sederhana. Alkalisasi elektrolit dapat didukung dengan penambahan NaOH . Elektroda yang dipakai dalam proses ini adalah amalgam atau merkuri sebagai katode dan timbal sebagai anode nya. Sulfit diubah menjadi sulfat dan H_2 yang dihasilkan dari katoda akan mereduksi dekstrosa menghasilkan senyawa sorbitol. Reduksi elektrolitik membutuhkan investasi biaya modal yang cukup mahal dan tenaga ahli yang benar – benar menguasai elektrokimia. Selain itu, konversi yield produk yang dihasilkan lebih sedikit dari proses hidrogenasi katalitik, yaitu sebesar $\pm 55\%$ (Hefti, 1950).



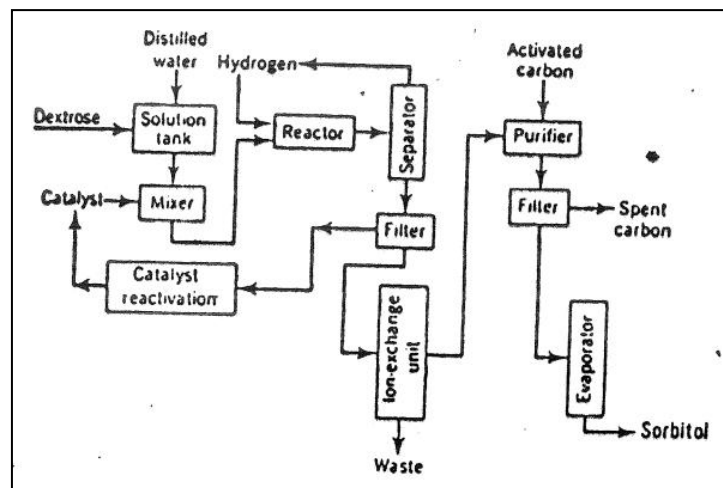
B. Hidrogenasi Katalitik

Proses pembuatan sorbitol dengan hidrogenasi katalitik dilakukan dengan mereaksikan larutan dekstrosa dan gas hidrogen bertekanan tinggi dengan menambahkan katalis nikel dalam reaktor hidrogenasi. Gas hidrogen masuk dari bawah reaktor secara *bubbling* dan larutan dekstrosa diumpankan dari atas reaktor, sehingga kontak yang terjadi semakin baik.

Reaksi yang terjadi:



Proses ini menghasilkan *overall yield* sebesar 95 – 99%. Secara keseluruhan proses pembuatannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar II.1 Proses Pembuatan Sorbitol dengan Proses Hidrogenasi Katalitik

(Faith, Keyes and Clark, 1957)

II.2 Tinjauan Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut.

II.2.1 Seleksi Proses Hidrolisis Pati Menjadi Dekstrosa

Adapun uraian – uraian pertimbangan dalam pemilihan proses yang akan digunakan yaitu :



Tabel II.3 Perbandingan Hidrolisis Tepung Ubi Jalar menggunakan Hidrolisis Asam dengan Hidrolisis Enzim

No	Parameter	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzim	Referensi
1.	Penambahan senyawa pendukung	Senyawa asam yaitu HCl	Enzim (α -amilase dan glukoamilase)	Hidrolisis Asam: (Shitophyta, 2020) Hidrolisis enzim: (Whistler and Miller, 2009)
2.	Suhu operasi	140°C	Likuifikasi: 85 °C Sakarifikasi: 58 °C	Hidrolisis asam: (Shitophyta, 2020) Hidrolisis enzim: (Whistler and Miller, 2009)
3.	Tekanan operasi	5.4 atm	1 atm	(Whistler and Miller, 2009)
4.	Rendemen	Hasil tertinggi yang diperoleh 62.76%	98%	Hidrolisis asam: (Shitophyta, 2020) Hidrolisis enzim: (Whistler and Miller, 2009)

Berdasarkan tabel II.3 dapat disimpulkan bahwa proses hidrolisis ubi jalar menjadi dekstrosa menggunakan metode hidrolisis enzim dengan pertimbangan sebagai berikut.

- Konversi atau angka *Dextrose Equivalent* (DE) lebih tinggi, yakni mencapai 98%
- Kondisi operasi yaitu tekanan dan suhu operasi lebih rendah sehingga membutuhkan energi yang lebih sedikit
- Biaya bahan peralatan murah dan perawatan mudah



II.2.2 Seleksi Proses Perubahan Dekstrosa Menjadi Sorbitol

Adapun uraian – uraian pertimbangan dalam pemilihan proses yang akan digunakan yaitu :

Tabel II.4 Perbandingan reduksi elektrolitik dan hidrogenasi katalitik

No.	Parameter	Reduksi elektrolitik	Hidrogenasi Katalitik	Referensi
1.	Konversi	85%	95 - 99%	(Sa'idah, 2019)
2.	Suhu operasi	120 – 140 ^o C	130 ^o C	Reduksi elektrolitik : (Hefti, 1950) Hidrogenasi katalitik : (Faith, Keyes and Clark, 1957)
3.	Tekanan operasi	125 atm	100 atm	
4.	Bahan Pendukung	Amalgam, merkuri, timbal	Raney nickel	

Berdasarkan Tabel II.4 dapat dilihat bahwa proses hidrogenasi katalitik lebih menguntungkan dibanding proses reduksi elektrolitik. Aplikasi di pabrik sendiri lebih banyak menggunakan proses hidrogenasi katalitik biaya yang dikeluarkan lebih sedikit dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik. Hal ini menunjukkan bahwa proses reduksi elektrolitik kurang efisien untuk dipakai sebagai proses dalam pembuatan sorbitol, sehingga dalam pemilihan proses lebih menguntungkan proses hidrogenasi katalitik dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik baik dari segi teknis maupun ekonomis.

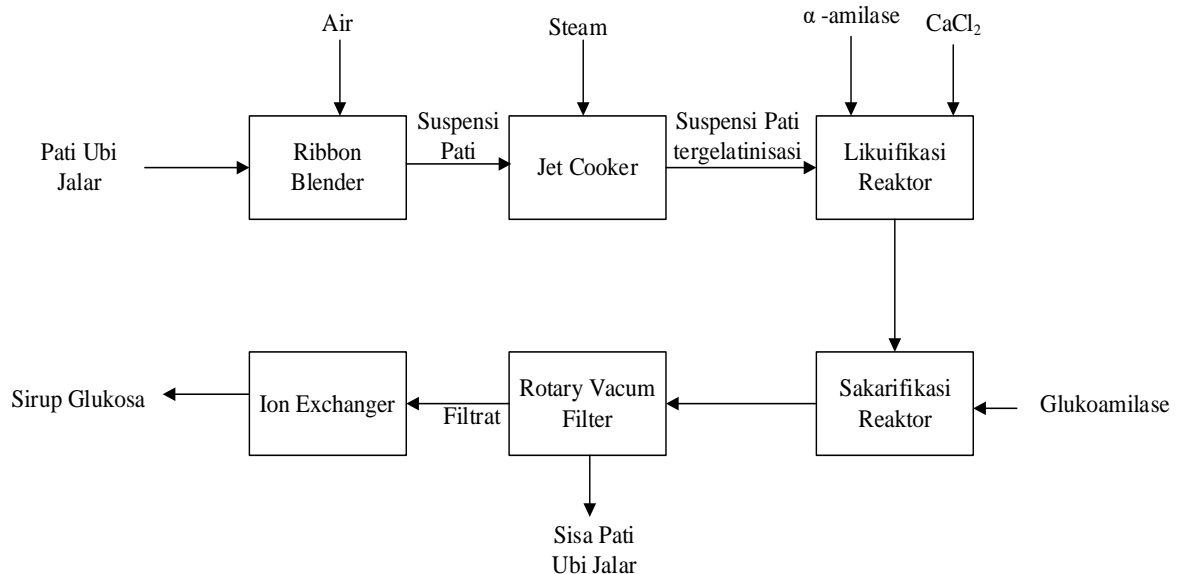
II.3 Uraian Proses

Pembuatan pra rencana pabrik sorbitol dari bahan baku tepung ubi jalar dapat dilihat secara lengkap pada *flowsheet* yang tertera dibawah ini. Tahapan – tahapan pembuatan sorbitol dibagi menjadi 3 tahapan, antara lain:

1. Proses hidrolisis tepung ubi jalar menjadi dekstrosa
2. Proses hidrogenasi katalitik
3. *Finishing*



II.3.1 Proses Hidrolisis Tepung Ubi Jalar Menjadi Dekstrosa



Gambar II.2 Diagram alir proses hidrolisis tepung ubi jalar menjadi dekstrosa

Proses pembuatan sorbitol dari bahan baku tepung ubi jalar diawali dengan mengubah pati ubi jalar menjadi monomer – monomernya (monosakarida) dalam bentuk sirup glukosa (dekstrosa).

1. Proses Gelatinasi

Proses gelatinisasi dilakukan pada tepung ubi jalar agar membentuk gelatin. Proses gelatinisasi dapat menyebabkan pembengkakan pada granula tepung ubi jalar yang bertujuan untuk mempercepat proses dekstrinasi. Tepung ubi jalar ditampung di tangki penampung kemudian dipindahkan dengan menggunakan *screw conveyor* menuju tangki *mixing* menggunakan alat *ribbon blender*. *Ribbon blender* akan mencampurkan tepung ubi jalar dengan air hingga menghasilkan suspensi tepung ubi jalar. *Ribbon blender* dilengkapi dengan pengaduk *helical ribbon* agar pencampuran rata. Campuran tersebut kemudian membentuk suspensi pati dialirkan menggunakan pompa menuju *jet cooker* untuk proses gelatinasi pada suhu 85°C.

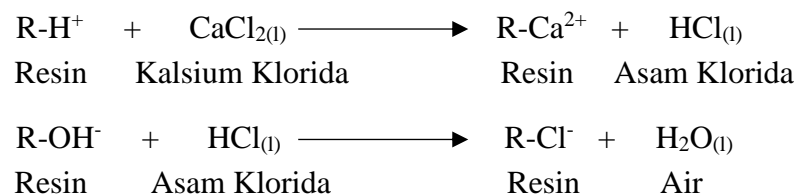
2. Proses Dekstrinasi

Setelah proses gelatinasi selesai, proses selanjutnya yaitu proses dekstrinasi. Proses dekstrinasi dilakukan untuk memecah tepung ubi jalar menjadi dekstrin, maltose dan dekstrosa. Hal ini dilakukan dengan cara



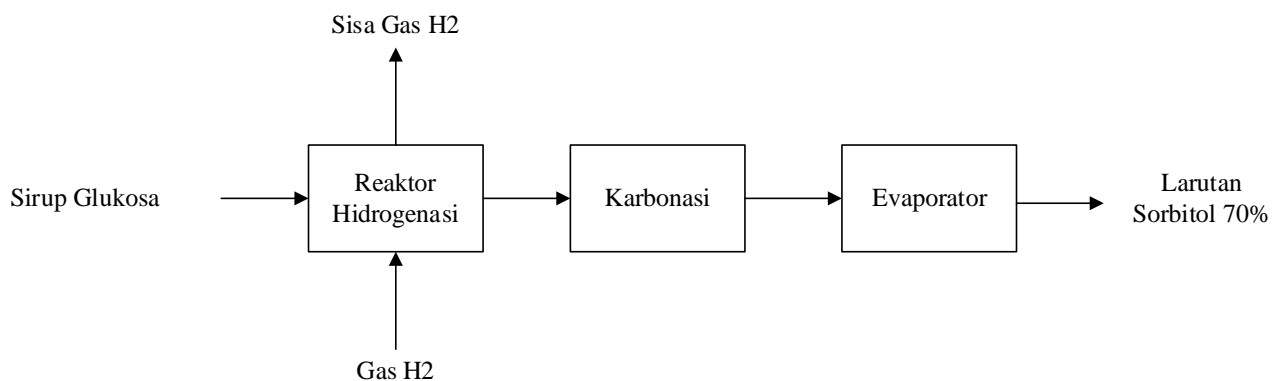
4. Pemurnian sirup glukosa

Pemurnian glukosa dilakukan untuk menghilangkan *impurities* maupun ion-ion yang tidak dimanfaatkan. Larutan dekstrosa yang kemudian disebut sirup glukosa dipompa menuju *rotary drum vacuum filter* untuk proses pemurnian glukosa. Sirup glukosa yang dihasilkan akan dipompa menuju *ion exchanger* untuk menghilangkan pengotor yang terkandung pada larutan sirup glukosa, seperti ion Ca^{2+} dan Cl^- dari CaCl_2 . Bahan yang digunakan yaitu resin *dowex marathon C* pada kation exchange dan resin *dowex marathon A* pada anion exchange. Proses ini dilakukan di dalam *vessel* Kation dan Anion Exchanger.



(Inamuddin, 2019)

II.3.2 Proses Hidrogenasi Katalitik

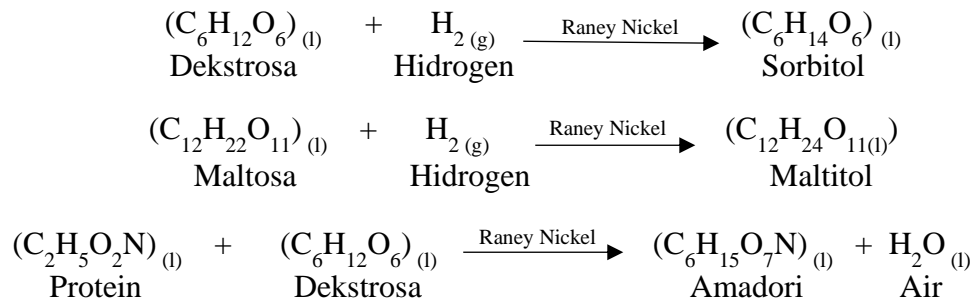


Gambar II.3 Diagram alir proses hidrogenasi katalitik dan *finishing product*

Proses ini adalah proses utama dalam kegiatan produksi pabrik sorbitol. Reaksi hidrogenasi terjadi dengan bantuan katalis Raney Nickel mengubah sirup glukosa dengan gas H_2 menjadi produk utama berupa sorbitol. Sirup glukosa dipompa menuju *preheater* dan diumpankan ke reaktor hidrogenasi



pada suhu 130°C dan 100 atm. Selama waktu reaksi, gas hidrogen dari tangki penampung secara kontinyu dimasukkan ke dalam reaktor.



(Whistler and Miller, 2009)

Sisa gas H_2 yang keluar reaktor dikompresi dengan kompresor untuk dikembalikan ke penampung gas hidrogen. Produk keluaran masuk ke *cooler* untuk menjaga agar suhu produk menjadi 80°C. Larutan sorbitol diumpankan ke dalam tangki karbonasi untuk proses pemurnian sorbitol.

II.3.3 *Finishing*

Proses terakhir yaitu *finishing*, proses ini dilakukan untuk mendapatkan sorbitol sesuai dengan SNI tipe-015. Proses ini dilakukan dengan mengumpankan larutan sorbitol dalam tangki karbonasi untuk menyerap warna yang ditimbulkan dari proses sebelumnya sehingga diperoleh sorbitol yang lebih jernih. Larutan sorbitol di pompa menuju evaporator tipe *horizontal short tube evaporator* untuk dipekatkan menjadi larutan sorbitol 70%. Kemudian produk akan ditampung pada tangki penampung produk dan kemudian disimpan dalam unit penyimpanan (*storage*).



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik

Berikut perbandingan perancangan pabrik sorbitol terdahulu dengan perancangan pabrik dari ubi jalar dengan proses hidrolisis enzimatis dan hidrogenasi katalitik

Penulis	Hellen Kartika dewi	Ihsan Rizki	Alda Febriyanti	Mohamad Amien Rais	Sheila dan Huda
Tahun	2019	2020	2022	2020	2023
Instansi	ITS	USU	UPNVJT	ITS	UPNVJT
Judul	Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka dengan Hidrogenasi Katalitik	Pembuatan Sorbitol dari Sirup Glukosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik Kapasitas 60 Ton/Hari	Pabrik Sorbitol dari Glukosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik Menggunakan Fixed Bed Reactor	Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Tepung Jagung dengan Proses Hidrogenasi Katalitik	Pra Rancangan Pabrik Sorbitol dari Ubi jalar dan Hidrogen dengan proses Hidrogenasi Katalitik Kapasitas 75.000 Ton/Tahun
Tangki Pencampuran	Mixing Tank	Mixer	Mixing Tank	Tangki Mixing	Ribbon Blender
Kelebihan	Dapat digunakan dalam kapasitas besar, bagus digunakan untuk pencampuran cair-cair atau satu fase, perpindahan panas relatif rendah sehingga tidak menimbulkan proses yang lain di dalam tangki				dapat menggerakkan bahan atas bawah bahkan untuk bahan kental
					impeller serbaguna
					mixer bekerja pada cairan kental hingga batas material yang dapat mengalir setinggi 4000000 cP atau lebih
					dapat digunakan untuk bahan berviskos rendah maupun tinggi



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatik dan Hidrogenasi Katalitik

					dapat digunakan untuk pasta maupun bubuk dan slurry
					jika menggunakan single maka diameter 95% dari diameter tangka
					jika ganda maka 90% dari diameter tangka
Kekurangan	sulit digunakan untuk proses yang menggunakan tekanan tinggi				
Pre-Treatment	-	-	-	-	Jet cooker
Kelebihan					pemanas slurry
					digunakan untuk proses tepung
					dapat membuat larutan menjadi gelatin
Kerugian					ada biaya tambahan untuk proses gelatinisasi
Filtrasi padat dan liquid	Filter press	Filter press	Filter press	Filter press	Rotary vacuum filter (Horizon vacuum filter)
Kelebihan	Tekanan mulai dari 100-1000 psig				Penahanan alat lengkap per sector



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatik dan Hidrogenasi Katalitik

	Biaya redah, fleksibilitas				Pembuangan cake yang baik
	Hasil yang diperoleh lebih padat dan kering				Pencucian media filter
					Kontruksi dalam ukuran sangat besar
Kerugian	Kesulitan dalam pencucian				proses yang kompleks
	Umur kain filter relative singkat				
Reaktor Hidrogenasi	Fixed Bed Reactor	Fixed Bed Reactor	Fixed Bed Reactor	RATB	Fluidized Bed Reactor
Kelebihan	Dapat digunakan untuk mereaksikan gas-cair dengan katalis padat Biaya operasi dan perawatan murah Mudah untuk dioperasikan (Nassr,2013)			kapasitas yang besar, maintenance mudah, digunakan untuk feed liquid-liquid atau fase yang sama	Dapat digunakan untuk mereaksikan gas-cair dengan katalis padat
					Suhunya konstan sehingga mudah dikontrol



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatik dan Hidrogenasi Katalitik

					<p>Perpindahan panas yang baik, kemampuan mudah memindahkan padatan seperti cairan, dan kemampuan untuk memproses bahan dengan distribusi ukuran partikel yang luas.</p> <p>(Cocco, 2014)</p>
Kekurangan	<p>Pressure drop tinggi Biaya alat yang mahal Regenerasi bed sulit dilakukan karena cenderung permanen (Nassr, 2013)</p>			regenerasi katalis sulit dilakukan	<p>- Desain alat lebih kompleks</p> <p>(Cocco, 2014)</p>
				diperlukan pengecekan yang sering untuk katalis yang digunakan	
Evaporator	Vertical Tube Evaporator	Long Tube Evaporator	Long Tube Evaporator	Long Tube Evaporator	Short Tube Vertical Evaporator
Kelebihan	<p>Koefisien perpindahan panasnya besar 200-500 Btu/h.ft².F (Geankoplis, 1993), sehingga dapat menguapkan sejumlah besar air</p>	<p>- Waktu pembersihan lebih pendek</p>			<p>Koefisien perpindahan panasnya besar 200-500 Btu/h.ft².F (Geankoplis, 1993), sehingga dapat menguapkan sejumlah besar air untuk membuat larutan pekat dengan kadar yang diinginkan.</p>



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Sorbitol dari Tepung Ubi Jalar dengan Proses Hidrolisis
Enzimatis dan Hidrogenasi Katalitik

	untuk membuat larutan pekat dengan kadar yang diinginkan.		
	Relatif lebih murah serta pengoperasian dan pembersihannya lebih mudah. (Ulrich, 1984)	- Cocok untuk fluida yang sangat viskous hingga 1000 cP. (Tabel 4-7 Ulrich, 1984).	Relatif lebih murah serta pengoperasian dan pembersihannya lebih mudah. (Ulrich, 1984)
	Digunakan untuk fluida dengan viskositas < 10 cP (Tabel 4-7 Ulrich, 1984)	- Koefisien perpindahan panas pada steam sangat tinggi dibandingkan dengan cairan yang diuapkan (Geankoplis., 1993)	Digunakan untuk fluida dengan viskositas < 10 cP (Tabel 4-7 Ulrich, 1984)
Kerugian	Tidak cocok untuk memekatkan larutan yang sangat viskous dan mudah memebentuk busa	- Biaya tinggi	Tidak cocok untuk memekatkan larutan yang sangat viskous dan mudah memebentuk busa