REVIEW: TEKNOLOGI PEMBUATAN SORBITOL DARI TEPUNG TAPIOKA DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK

REVIEW: SORBITOL MANUFACTURE TECHNOLOGY FROM TAPIOCA FLOUR USING CATALYTIC HYDROGENATION PROCESS

Ifwarisan Defri¹, Aditya Irfansyah², Sukma N. Sudarsono², dan Erwan A. Saputro^{2*}

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

² Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

*Email: erwanadi.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Gula alkohol atau disebut dengan sorbitol merupakan produk turunan karbohidrat, yaitu glukosa melalui proses hidrogenasi dengan gas hidrogen. Glukosa yang digunakan berasal dari tepung, karena kandungan karbohidrat dalam tepung singkong (tapioka) dinilai paling tinggi yaitu 88.20/100g dibandingkan bahan tepung lainnya. Sebelum proses hidrogenasi dilakukan, tepung tapioka di hidrolisis secara enzimatis sehingga pati terpecah menjadi glukosa. Proses pembuatan sorbitol dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu proses reduksi elektrolisis dan proses hidrogenasi dengan bantuan katalis nikel. Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui teknologi pembuatan sorbitol beserta kelebihan dan kekurangannya, baik dari segi produk dan prosesnya, sehingga bisa dijadikan acuan dalam pemilihan proses di pabrik pembuatan sorbitol. Proses hidrogenasi katalitik memiliki kelebihan yaitu rendemen yang dihasilkan lebih besar serta biaya operasi relative lebih murah. Proses hidrogenasi katalitik juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu dibutuhkan penanganan keselamatan (K3) baik karena dalam prosesnya memerlukan tekanan yang tinggi.

Kata Kunci: Hidrogenasi, Katalitik, Sorbitol, Tepung Tapioka

Abstract

Sugar alcohol or sorbitol is a derivative product of carbohydrates, namely glucose through the hydrogenation process with hydrogen gas. The glucose used comes from flour, because the carbohydrate content in tapioca flour is considered the highest compared to other flour ingredients. Before the hydrogenation process is carried out, tapioca flour is enzymatically hydrolyzed so that the starch is broken down into glucose. The process of making sorbitol can be done in two ways, namely the electrolysis reduction process and the hydrogenation process with the help of a nickel catalyst. This literature study aims to determine the technology for making sorbitol and its advantages and disadvantages, both in terms of product and process, so that it can be used as a reference in selecting processes in sorbitol manufacturing plants. The catalytic hydrogenation process has advantages, namely the resulting yield is greater and the operating costs are relatively cheaper. The catalytic hydrogenation process also has several disadvantages, namely that it requires good safety handling because it requires high pressure in the process.

Keywords: Catalytic, Hydrogenation, Sorbitol, Tapioca Flour

Pendahuluan

Sorbitol juga dikenal sebagai glutisol merupakan gula alkohol yang memiliki rasa yang manis dan mudah larut dalam air. Sorbitol dinyatakan aman untuk dikonsumsi dan terjamin oleh FDA (*The Food and Drug Administration*). Pemanis ini telah banyak digunakan sebagai pengganti sukrosa pada berbagai olahan makanan. Sorbitol juga diproduksi dalam jaringan tubuh manusia yang merupakan hasil katalisasi dari D-glukosa oleh enzim aldose reductase, yang mengubah struktur kimia aldehid (CHO) dalam molekul glukosa men- jadi alkohol (CH₂OH).

Kegunaan sorbitol dapat dirasakan di berbagai aspek kehidupan. Sorbitol dapat dijumpai dalam bahan pencuci mulut maupun sikat gigi, karena dengan adanya sorbitol dapat menghambat fermentasi bakteri di dalam mulut, sehingga dapat menurunkan resiko karies gigi. Sorbitol juga berfungsi sebagai humektan (suatu zat higroskopis yang digunakan untuk menjaga kelembapan). Biasanya terdapat pada beberapa produk kosmetika dan pangan [1].

Teori

Bahan Baku Pembuatan

Sorbitol dapat diproduksi dari sirup glukosa yang berasal dari bahan baku alam yang memiliki kandungan karbohidrat cukup tinggi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 [2].

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Gizi Bahan Baku Pembuatan Sorbitol per 100g Bahan

Komposisi Kimia	Tepung Singkong	Tepung Terigu	Tepung Jagung	Tepung Kentang
Karbohidrat (gr)	88.20	77.30	73.70	85.60
Protein (gr)	1.10	8.90	9.20	0.30
Lemak (gr)	0.50	1.30	3.90	0.10
Kalori (cal)	363	365	355	347

Dari Tabel 1 dapat dilihat potensi terbesar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan sorbitol dengan kandungan karbohidrat paling tinggi yaitu tepung singkong (tapioka) yaitu sebesar 88.20/100g singkong. Produksi singkong di Indonesia dapat dilihat dan disajikan secara jelas pada Tabel 2 [3].

Tabel 2. Data Produksi Singkong di Indonesia

Indikator (Tahun)	Luas Panen (Hektar)	Produksi (ton)	Produktifitas (Kuintal/ha)
2014	1.003.494	23.436.384	233.55
2015	949.916	21.801.415	229.51
2016	822.743,9	20.260.675	246.26
2017	772.975	19.053.748	246.50
2018	792.952	19.341.233	243.91

Berdasarkan data produksi singkong di Indonesia tahun 2018 mengalami sedikit kenaikan dari tahun 2017 dari segi luas panen dan produksinya, hal ini dapat digunakan sebagai acuan ketersediaan bahan baku pembuatan tepung tapioka yang nanti nya akan di sintesa menjadi sorbitol.

Kebutuhan Sorbitol di Dunia

Beberapa negara maju maupun berkembang sangat memerlukan sorbitol untuk beberapa keperluan seperti farmasi, kosmetik, pangan, dan lainnya. Konsumsi sorbitol di dunia tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 1 [4].

Gambar 1. Konsumsi Sorbitol Dunia Tahun 2019

Cina merupakan Negara konsumen sorbitol terbesar dengan kebutuhan sekitar 43% dari total konsumsi dunia pada tahun 2019. Sebagian besar sorbitol di Cina digunakan sebagai bahan baku pembuatan vitamin C, dimana produksinya mencapai 90-95% kapasitas global. Negara-negara lain dengan kebutuhan Sorbitol terbesar di dunia adalah Amerika Serikat, kawasan Eropa Barat, dan Jepang [4]. Berikut data ekspor dan impor produk sorbitol di Indonesia dari tahun 2015-2019 dapat dilihat pada Tabel 3 [5].

Tabel 3. Data Ekspor dan Impor Produk Sorbitol di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton)	
	Ekspor	Impor
2015	439000	2997200
2016	449000	4735000
2017	464600	4772000
2018	527200	4251000
2019	563000	3359000

Pertumbuhan konsumsi masyarakat Indonesia dari tahun ke tahun meningkat. Rata-rata pengeluaran perkapita masyarakat Indonesia baik dalam bentuk makanan maupun non-makanan cenderung meningkat tiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat konsumsi masyarakat Indonesia memiliki kecenderungan kenaikan setiap tahunnya. Selain itu menurut data yang diperoleh dari Kementerian Perdagangan [5] seperti yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah impor sorbitol di tahun 2019 secara kumulatif sebesar 3.359.000 ton. Dikarenakan selisih yang cukup signifikan antara ekspor dan impor maka pengembangan produksi sorbitol diharapkan mampu membantu untuk menekan jumlah impor sorbitol serta membantu menstabilkan keadaan ekonomi Indonesia saat ini dengan meningkatkan jumlah ekspor. Beberapa produsen sorbitol yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4 [6].

Tabel 4. Produsen Sorbitol di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi
Sorini Agro Asia Corporindo	Jl. Raya Surabaya Malang, Ngerong
PT. Sorini Agro Asia Corporation TBK	Jl. Raya Gempol- Pandaan, Pasuruan
PT. Sorini Towa Berlian Corporindo	Desa Cangkring, Malang, Pasuruan

Berdasarkan jumlah industri Sorbitol di Indonesia yang tertera pada Tabel 3 dan 4, potensi persaingan untuk industri ini cukup kecil karena hanya ada 1 perusahaan yang memproduksi Sorbitol di Indonesia yaitu PT. Sorini Grup yang berkawasan di Pasuruan, Jawa Timur. Perusahaan perodusen sorbitol di Indonesia masih sangat sedikit sekali yaitu satu grup perusahaan PT. Sorini dan anak perusahaannya.

Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melalui wawancara secara langsung. Segala hal yang dilakukan dari perumusan masalah hingga pengambilan keputusan dimodelkan dalam bentuk diagram alir yang diharapkan mampu menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan. Hal ini secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Blok Diagram Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

A. Proses Hidrolisa Pati menjadi Glukosa

1. Hidrolisa Asam

Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air dari kadar asam yang encer. Pada hidrolisa asam, umumnya digunakan senyawa – senyawa seperti H_2SO_4 , HCl , dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Senyawa $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ jarang dipakai karena harganya mahal, serta HCl lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan H_2SO_4 dan lebih volatil [7].

Menurut Whistler dan Miller [8], bahan baku berupa tepung dicampur dengan air ke dalam tangki dengan penambahan CaCl_2 sebagai aktivator. Selanjutnya larutan dipanaskan dengan suhu $140^\circ - 160^\circ\text{C}$ dan tekanan operasi 5.4 atm yang ditentukan hingga konversi yang diharapkan tercapai ($>50\%$), hal ini secara

jelas dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil proses hidrolisa ditampung dalam tangki neutralizer dengan menambahkan neutralizing agent (umumnya Na_2CO_3) untuk menaikkan pH sampai 4.5 – 5.

2. Hidrolisa Enzimatis

Hidrolisa enzim dilakukan menggunakan bantuan enzim α -amilase dan enzim glukamilase (amiloglukosidase). Enzim α -amilase digunakan pada proses likuifikasi, sedangkan enzim glukamilase digunakan pada proses sakarifikasi [9].

Menurut Whistler dan Miller [8], bahan baku berupa tepung dicampur dengan air ke dalam tangki dengan penambahan CaCl_2 sebagai aktivator. Setelah itu, larutan dipanaskan pada suhu $40^\circ\text{--}60^\circ\text{C}$, tekanan operasi 1 atm ditambahkan dengan enzim α -amilase untuk dilakukan proses likuifikasi selama 2 jam, hal ini secara jelas dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil likuifikasi dialirkan ke dalam tangki sakarifikasi dengan penambahan enzim glukamilase sebagai proses hidrolisa lanjut pati menjadi glukosa selama 1-3 hari.

B. Proses Perubahan Glukosa menjadi Sorbitol

1. 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 katoda dan timbal sebagai anoda nya. Dengan cara ini sulfit diubah menjadi sulfat dan H_2 yang dihasilkan dari katoda akan mereduksi dekstrosa menghasilkan senyawa sorbitol [10].

2. 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 yaitu [11] :

C. Perbandingan Proses Pembuatan Sorbitol

Beberapa proses pembuatan sorbitol yang telah ada dibandingkan berdasarkan pada analisis dari beberapa literatur dan eksperimen yang pernah dilakukan oleh peneliti rujukan. Beberapa data dari literatur dan hasil eksperimen dari berbagai peneliti dikelompokkan, yang selanjutnya dilakukan seleksi proses untuk mendapatkan gambaran yang lengkap mengenai proses hidrolisa pati menjadi glukosa dan proses perubahan glukosa menjadi sorbitol.

1. Proses Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa

Jika ditinjau dari literatur yang ada dan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa proses hidrolisa enzimatis lebih baik dipilih daripada proses hidrolisa asam dalam merubah pati menjadi glukosa. Hal ini ditunjukkan dengan hasil konversi yang cukup tinggi, yakni menghasilkan angka *Dextrose Equivalent* (DE) sebesar 99%. Selain itu, kondisi operasi, seperti tekanan 1 atm, suhu kisaran $60^\circ\text{--}95^\circ\text{C}$ dan pH 4.5–5.0 dalam menjalankan proses hidrolisa enzimatis dinilai lebih aman dan membutuhkan energi yang tidak terlalu banyak. Biaya peralatan yang dibutuhkan juga terhitung murah dan perawatan yang mudah.

Kelebihan dari proses hidrolisa asam yaitu bahan asam yang diperlukan mudah didapatkan dengan harga murah, sedangkan kekurangannya adalah biaya perawatan alat yang cukup mahal dan beresiko lebih berbahaya, dikarenakan sifat dari bahan asam yang korosif dan berbahaya bagi kesehatan pekerja. Selain itu, konversi glukosa yang dihasilkan cukup sedikit, yakni menghasilkan angka DE sebesar 25 – 45% saja. Adapun kelebihan proses hidrolisa enzimatis yaitu, konversi glukosa yang tinggi dan tidak membutuhkan perawatan alat yang cukup mahal [12]. Sedangkan kekurangan dari proses hidrolisa enzimatis yaitu harga enzim yang cukup mahal, sehingga diperlukan perhitungan kebutuhan bahan yang detail. Secara jelas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan dari Beberapa Proses Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa

No.	Parameter	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzim
1.	Penambahan senyawa pendukung	Senyawa asam (HCl, H ₂ SO ₄) Asam terbaik: HCl [12]	Enzim (α -amilase dan glukoami-lase) [9]
2.	Suhu operasi	Membutuhkan suhu lebih tinggi (140 - 160 °C) [13]	Membutuhkan suhu lebih rendah. Likuiifikasi: 95°C Sakarifikasi: 60°C [13]
3.	Tekanan operasi	5.4 atm [8]	1 atm [8]
4.	Rendemen	± 78% [14]	± 90% [14]

2. Proses Perubahan Glukosa Menjadi Sorbitol

Jika ditinjau dari literatur yang ada, didapatkan bahwa proses hidrogenasi katalitik lebih baik dipilih dan digunakan dari pada proses reduksi elektrolitik dalam merubah glukosa menjadi sorbitol karena dinilai menguntungkan.

Hal ini ditunjukkan dengan kebutuhan bahan penunjang proses yang murah, seperti gas hidrogen dan katalis nikel dan mudah didapatkan. Jika dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik, biaya peralatan yang dibutuhkan mahal dan cukup rumit, serta daya yang diperlukan lebih besar. Selain itu, hidrogenasi katalitik memiliki konversi yang lebih tinggi yaitu 95-99% jika dibandingkan dengan Reduksi Elektrolitik yaitu 85%.

Dalam aplikasi di pabrik sendiri lebih banyak menggunakan proses hidrogenasi katalitik dibandingkan reduksi elektrolitik karena dilihat dari segi ekonomi dan teknis. Hal ini menunjukkan bahwa proses reduksi elektrolitik kurang efisien untuk dipakai sebagai proses dalam pembuatan sorbitol. Secara jelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan dari Beberapa Proses Perubahan Glukosa menjadi Sorbitol

No.	Parameter	Reduksi Elektrolitik	Hidrogenasi Katalitik
1.	Konversi	85% [11]	95 - 99% [11]
2.	Harga operasi	Mahal (relatif terhadap harga dari elektroda dan membutuhkan daya lebih besar [10].	Murah (gas hidrogen dan katalis nikel mudah dijangkau dan mudah didapatkan) [15].

Kesimpulan

Berdasarkan review ini, secara garis besar dapat disimpulkan bahwa menggunakan enzim untuk menghidrolisa pati menjadi glukosa memiliki banyak keunggulan daripada proses hidrolisa asam, seperti konversi yang tinggi, biaya peralatan dan perawatannya yang relatif murah serta tekanan dan suhu operasi yang tidak terlalu tinggi.

Selanjutnya proses hidrogenasi katalitik lebih menguntungkan dibanding proses reduksi elektrolitik baik dari segi teknis maupun ekonomis. Selain itu, proses reduksi elektrolitik telah ditinggalkan, dikarenakan proses hidrogenasi katalitik membutuhkan biaya operasi yang jauh lebih murah dan lebih sederhana.

Daftar Pustaka

- [1] J. I. Halid, Pengaruh Konsumsi Permen Yang Mengandung Bahan Sorbitol Terhadap Indeks Plak Gigi Pada Mahasiswa Jurusan Keperawatan Gigi Jambi Tahun 2018, 2, 2, (2018) 147–150.
- [2] Direktorat Gizi Depkes RI, *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, Bhratara Karya Aksara, Jakarta, 2018.
- [3] Kementerian Pertanian, Data Produksi Ubi Kayu di Indonesia, <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>, 2018, diakses 29 September 2021.
- [4] IHS Markit, *Sorbitol - Chemical Economics Handbook*. IHS Markit, California, 2020.
- [5] Kementerian Perdagangan RI, Data Ekspor dan Impor Sorbitol di Indonesia, <https://statistik.kemendag.go.id/indonesia-export-import>, 2020, diakses 29 September 2021.
- [6] Kementerian Perindustrian, Daftar Produsen Sorbitol di Indonesia, <https://kemenperin.go.id/direktori-eksportir?what=chemical&prov=&hal=3>, 2020, diakses 29 September 2021.
- [7] E. Mastuti, Hidrolisa Pati Dari Kulit Singkong (Variabel Ratio Bahan Dan Konsentrasi Asam), *Ekuilibrium*, 12, 1, (2013) 5–10 <https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v12i1.2168>.
- [8] R. Whistler dan J. B. Miller, *Starch: Chemistry and Technology 3rd Edition*. Academic Press, New York, 2009.
- [9] S. Risoyatiningsih, Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzima, *Jurnal Teknik Kimia*, 5, 2, (2011) 417–424.
- [10] H. R Hefti dan W. Kolb, Electrolytic Reduction of Sugars, US Patent 2507973A, 1950.
- [11] H. K. Dewi, D. A. Puspasari, dan A. Widjaja, Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka dengan Hidrogenasi Katalitik, 3, 1, (2014) 1–6.
- [12] A. Hartiarti, B. Admadi, dan N.K. A. Dewi, Pengaruh Suhu dan Jenis Asam Pada Hidrolisis Pati Ubi Talas (*Colocasia esculenta L. Schott*) Terhadap Karakteristik Glukosa, 6, 4, (2018) 307–315.
- [13] G. I. Budiarti, dan S. Sumardiono, Studi Konversi Pati Ubi Kayu (*Cassava Starch*) menjadi Glukosa secara Enzimatis, 3, (2016) 7–16.
- [14] R. Sutamihardja, M. Azizah, dan B. D. Mafiana, Perbandingan Hidrolisis Enzimatis dan Asam Terhadap Pati Jagung Manis (*Zea Mays L.*) dalam Pembuatan Gula Cair, *Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 7, 2, (2017) 58–67.
- [15] W. L. Faith, D. B. Keyes, dan R. L. Clark, *Industrial Chemicals 2nd Edition*. John Wiley & Sons, New York, 1957.