

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

Pendirian pabrik sorbitol dari bonggol jagung dengan metode hidrogenasi katalitik ini didasarkan pada kebutuhan sorbitol yang meningkat setiap tahunnya. Bahan baku utama pembuatan sorbitol adalah glukosa, dimana glukosa dapat diperoleh melalui hidrolisis selulosa dari bahan baku biomassa. Biomassa yang tersedia melimpah di Indonesia salah satunya berupa limbah bonggol jagung. Pembuatan sorbitol dari bonggol jagung dengan metode hidrogenasi katalitik akan menghasilkan konversi reaksi yang tinggi dengan pembentukan produk yang lebih cepat. Selain itu, ditinjau dari segi ekonomi, gas hidrogen yang dibutuhkan serta katalisnya memiliki harga yang relatif ekonomis, sehingga harga jual sorbitol dapat bersaing dan peluang usahanya semakin besar.

Kelayakan pabrik sorbitol dari bonggol jagung dengan metode hidrogenasi katalitik ini dapat dilihat dari beberapa faktor sebagai berikut :

1. Segi proses dan produk yang dihasilkan

Proses produksi sorbitol dari bonggol jagung ini dimulai dengan proses delignifikasi terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lignin pada bonggol jagung. Kemudian bonggol jagung tersebut dihidrolisis dengan asam untuk mengubah selulosa menjadi glukosa, serta hemiselulosa menjadi xilosa. Glukosa yang terbentuk akan diproses dengan metode hidrogenasi katalitik untuk mengubah glukosa menjadi sorbitol dengan menambahkan gas hidrogen dan bantuan katalis Ru/C. Sorbitol yang diperoleh akan dikurangi kadar airnya dengan evaporator hingga kemurnian larutan sorbitol mencapai 70%. Produk samping berupa larutan xilosa juga akan diuapkan kadar airnya hingga kemurniannya mencapai 70%.

2. Segi lokasi

Pabrik sorbitol dari bonggol jagung ini terletak di Kawasan Industri Tuban, Jawa Timur. Daerah ini dekat dengan daerah pengepul di Kabupaten Tuban untuk mendapatkan bahan baku bonggol jagung. Kebutuhan listrik untuk menjalankan alat-alat yang digunakan oleh pabrik dan penerangan pabrik dipenuhi dari PLTU Tanjung Awar-Awar. Untuk kebutuhan bahan bakar diperoleh dari SPBU Pertamina 54.622.09

yang berlokasi tidak jauh dari pabrik. Terdapat pula sumber air yaitu Sungai Pelang untuk memenuhi kebutuhan air utilitas, air pendingin, air proses, dan air sanitasi.

3. Segi Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan sorbitol adalah bonggol jagung. Indonesia adalah negara agraris yang sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai petani. Hal ini menjadikan negara Indonesia kaya akan hasil pertanian. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, tanaman jagung tumbuh paling subur di daerah Jawa Timur. Didapatkan bahwa pengepul bonggol jagung berada di Kabupaten Tuban. Maka dari itu, kebutuhan bonggol jagung untuk memproduksi sorbitol akan diperoleh dari para pengepul yang berada di Kabupaten Tuban, Jawa Timur.

4. Segi Ekonomi

Untuk mengetahui sejauh mana pabrik sorbitol dari bonggol jagung dengan metode hidrogenasi katalitik ini dari sisi ekonomi, maka dilakukan analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*. Hasil analisa tersebut menyatakan :

- Waktu pengembalian modal (POT) sebelum pajak adalah 5,22 tahun atau selama 5 tahun 2 bulan 20 hari.
- Waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah 6,62 tahun atau selama 6 tahun 7 bulan 14 hari.
- Break Even Point sebesar 40,03%.

XII.2. Kesimpulan

Dari hasil Prarencana Pabrik Sorbitol dari Bonggol Jagung dengan Metode Hidrogenasi Katlitik, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Larutan Sorbitol 70%
Kapasitas	: 70.000 ton/tahun
Bahan Baku	: Bonggol Jagung
Sistem operasi	: Semi-Kontinyu
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2025
Utilitas	

- Air sungai saat proses sudah berjalan : 5.088,89 m³/hari
- Air sungai saat *start up* : 20.026,22 m³/hari
- Listrik : 1717,74kW/hari
- LNG : 4.476,38 mmbtu/tahun
- IDO : 20.364,9 m³/tahun
- Solar : 39,25 m³/tahun

Jumlah tenaga kerja : 130 orang

Lokasi pabrik : Kawasan Industri Tuban, Jawa Timur.

Analisa ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*

- *Rate of Return* (ROR) sebelum pajak : 15,26%
- *Rate of Return* (ROR) sesudah pajak : 9,36%
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 37,9%
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 23,27%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 5,21 tahun (5 tahun 2 bulan 16 hari)
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 6,56 tahun (6 tahun 6 bulan 22 hari)
- *Break Even Point* (BEP) : 40,26 %

DAFTAR PUSTAKA

- Archtoolbox.com. 2020. "Standard Pipe Dimensions". Diperoleh dari <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/plumbing/standard-pipe-dimensions.html>
- Alva Laval. 2020. "CHQX 520B - Large Capacity Nozzle Centrifuge, with Solids Recirculation System for Chemical and Mining Applications"
- Badan Pusat Statistik. 2015 "Produksi Jagung Menurut Provinsi (Ton)" Diperoleh dari <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/09/09/868/produksi-jagung-menurut-provinsi-ton-1993-2015.html>
- Badan Pusat Statistik. 2020. "Ekspor-Impor Sorbitol". Diperoleh dari <https://www.bps.go.id/exim>
- Brownell, L. E. dan Young, E. H., 1959. "Process Equipment Design", Wiley Eastern, Ltd : New Delhi.
- D. Ulrich, G., 1984. "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley & Sons, Inc : Canada.
- El-Zawawy, Waleed K., Maha M. Ibrahim, Yasser R. Abdel-Fattah, Nadia A. Soliman, and Morsi M. Mahmoud. 2011. "Acid and Enzyme Hydrolysis to Convert Pretreated Lignocellulosic Materials into Glucose for Ethanol Production." *Carbohydrate Polymers* 84(3):865–71.
- Fei, S., Chen, J., Yao, S., Deng, G., Nie, L., & Kuang, Y. (2005). "Electroreduction of α -glucose on CNT/graphite electrode modified by Zn and Zn–Fe alloy. *Journal of Solid State Electrochemistry*", 9(7), 498–503. doi: 10.1007/s10008-004-0585-y
- Geankoplis, C.J., 2003, "Transport Processes and Separation Process Principles", Prentice Hall : New Jersey, USA.
- Grembecka, M. 2015. "Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review. *Eur Food Res Technol*" **241**, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2437-7>
- Kaliyan, N., & Morey, R. V. 2010. Densification characteristics of corn cobs. *Fuel Processing Technology*, 91(5), 559–565. doi: 10.1016/j.fuproc.2010.01.001

- Kapanji, K. K., Haigh, K. F., & Görgens, J. F. 2019. Techno-economic analysis of chemically catalysed lignocellulose biorefineries at a typical sugar mill: Sorbitol or glucaric acid and electricity co-production. *Bioresource Technology*, 289, 121635. doi: 10.1016/j.biortech.2019.121635
- Kassim, A. B., Rice, C. L., & Kuhn, A. T. 1981. Formation of sorbitol by cathodic reduction of glucose. *Journal of Applied Electrochemistry*, 11(2), 261–267. doi: 10.1007/bf00610988
- Kern, D.Q., 1965, “Process Heat Transfer”, Internasional Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co : Kogakusha, Tokyo.
- Koswara, J. 1991. Budidaya Jagung. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kusserow, Burkhard, Sabine Schimpf, and Peter Claus. 2003. “Hydrogenation of Glucose to Sorbitol over Nickel and Ruthenium Catalysts.” *Advanced Synthesis and Catalysis* 345(1–2):289–99.
- Verdermix. 2020. “Static Mixers.” Retrieved January 15, 2021 (<https://www.verderliquids.com/int/en/purchasing-static-and-dynamic-mixers-verdermix/static-mixers/>).
- McCabe, W.L, Smith, J. C, Harriot, P. 1985. Unit Operation of Chemical Engineering. 4th ed. New York: Mc.Graw-Hill.
- Perry, R.H., "Perry Chemical Engineer's Handbook", 7 ed, D.W. Green, The Mc.Graw-Hill Companies, Singapore, 1999.
- Perry , R.H. dan Green, D.W., 2008, “Perry's Chemical Engineers Handbook”, 8th ed., McGraw-Hill : New York, USA.
- Peters, M. S. Dan Timmerhaus,K.D., 1991, “Plant Design and Economics For Chemical Engineers”, 4th ed., The McGraw-Hill Companies : USA.
- Pubchem. 2020. “Hydrogen“. Diperoleh dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrogen>
- Pubchem. 2020. “Sulfuric acid” Diperoleh dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sulfuric-acid>
- Pubchem. 2020. “Sorbitol”. Diperoleh dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sorbitol>

- Roli, N. F. M., H. W. Yussof, M. N. A. Seman, S. M. Saufi, and A. W. Mohammad. 2016. "Separating Xylose from Glucose Using Spiral Wound Nanofiltration Membrane: Effect of Cross-Flow Parameters on Sugar Rejection." P. 012035 in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 162. Institute of Physics Publishing.
- Ruppert, A. M., Weinberg, K., & Palkovits, R. 2012. Hydrogenolysis Goes Bio: From Carbohydrates and Sugar Alcohols to Platform Chemicals. *Angewandte Chemie International Edition*, 51(11), 2564–2601. doi: 10.1002/anie.201105125
- Schell, Daniel J., Jody Farmer, Millie Newman, and James D. McMillan. 2003. "Dilute-Sulfuric Acid Pretreatment of Corn Stover in Pilot-Scale Reactor: Investigation of Yields, Kinetics, and Enzymatic Digestibilities of Solids." Pp. 69–86 in Applied Biochemistry and Biotechnology - Part A Enzyme Engineering and Biotechnology. Vol. 108. Springer.
- Silva-Martinez, M., Haltrich, D., Novalic, S., Kulbe, K. D., & Nidetzky, B. 1998. "Simultaneous enzymatic synthesis of gluconic acid and sorbitol". *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 70-72(1), 863–868. doi: 10.1007/bf02920196
- Srinivasan, K., Gundekari, S. 2017. India Patent WO2017/60922
- Verdermix Static Mixer. 2020. "Static Mixers."
- Vignoli, J., Celligoi, M., & Silva, R. 2006. Development of a statistical model for sorbitol production by free and immobilized *Zymomonas mobilis* in loofa sponge *Luffa cylindrica*. *Process Biochemistry*, 41(1), 240–243. doi: 10.1016/j.procbio.2005.06.017