

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

Sekarang ini fokus pengembangan alternatif mengenai sumber daya energi dan bahan kimia yang tidak berbasis petroleum. Meningkatnya permintaan sumber daya energi dan bahan kimia yang dibutuhkan oleh masyarakat industri tidak sebanding dengan dengan cadangan sumber daya seperti minyak bumi yang berkurang.

Salah satu senyawa sintesis dari *biomassa* yang menjanjikan adalah 5-*hydroxymethyl-furfural* (5-HMF). Di *United State*, 5-HMF termasuk 10 besar *valuable chemical* yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber daya terbarukan yang dapat disintesis menjadi prekursor bahan bakar (*diesel fuel*) dan plastik yang biasanya berbasis minyak bumi. Selain itu, pengaplikasian sintesa 5-HMF juga dapat dibuat menjadi produk *fine chemical*, farmasi, solvent, dan resin.

Jagung adalah salah satu komoditi tanaman pangan terbesar selain padi di Indonesia. Sehingga ketersediaan tongkol jagung menjadi potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan 5-HMF. Kebaharuan dari perancangan pabrik ini terletak pada pemanfaatan tongkol jagung dan pengembangannya menjadi *multi-platform product* yang bernilai komersial dengan berbasiskan teknologi hijau yaitu teknologi hidrolisis *subcritical water* (SCW).

Prarencana pabrik ini di harapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumsi 5-HMF di Indonesia yang selama ini bergantung pada luar negri. Kelayakan pabrik 5-HMF dari tongkol jagung dapat dilihat dari beberapa faktor seperti dijelaskan di bawah ini.

XII.1.1. Proses

Proses produksi 5-HMF terdiri dari dua tahap utama yaitu proses hidrolisis dan proses dehidrasi. Proses hidrolisis polisakarida pada tongkol jagung menggunakan metode *subcritical water* (SCW) memiliki banyak keunggulan daripada metode hidrolisis metode asam dan enzimatis. Salah satu kelebihan yang utama dari proses ini yaitu efisien pada proses karena dengan metode SCW, *yield* yang dihasilkan tinggi dan berjalan dalam waktu singkat. Metode SCW menekan biaya operasional dan ramah lingkungan karena tidak memerlukan bahan-bahan kimia tambahan. Sedangkan proses dehidrasi menggunakan radiasi *microwave-assisted* sebagai pemanas dan katalis

heterogen yaitu TiO_2 dan ZrO_2 . Dengan. Dengan *microwave-assisted* sebagai pemanas, hasil reaksi dehidrasi dengan konversi 5-HMF tinggi dalam waktu yang singkat. Sedangkan keunggulan dari penggunaan kombinasi kedua katalis tersebut sangat baik, ZrO_2 mereaksikan isomerisasi glukosa dan TiO_2 dapat mereaksikan hasil isomerisasi serta dapat mendehidrasi menjadi produk 5-HMF. Selain itu penggunaan katalis heterogen karena *yield* yang dihasilkan tinggi dan *recovery* produk sederhana, sehingga tidak perlu menambahkan serangkaian proses untuk pemisahan antara produk dengan katalis. Proses dehidrasi monosakarida pada umumnya menggunakan suhu relatif tinggi 120-240°C, katalis heterogen dapat digunakan pada kisaran suhu tersebut.

XII.1.2. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pabrik ini adalah tongkol jagung. Kebutuhan tongkol jagung diperoleh dari pengepul tongkol jagung yang ada di Jawa timur. Jawa timur merupakan daerah penghasil tanaman jagung terbesar di Indonesia sehingga kebutuhan bahan baku dapat tercukupi dan tidak memerlukan import tongkol jagung.

XII.1.3. Limbah

Limbah dari pabrik 5-HMF dari tongkol jagung ini terdiri dari limbah padat, gas dan limbah cair. Limbah padat residu padatan dari proses hidrolisis SCW dapat dimanfaatkan oleh petani sebagai pupuk karena masih mengandung senyawa organik dan tidak mengandung senyawa kimia berbahaya. Untuk limbah katalis serta limbah padat dari unit utilitas tidak berbahaya terhadap lingkungan sehingga dapat dibuang ke tempat pembuangan akhir atau ditanam dalam tanah. Untuk limbah gas dapat langsung dibuang ke udara karena tidak berbahaya bagi lingkungan. Sedangkan limbah cair memiliki nilai COD yang masih memenuhi syarat baku mutu limbah cair Indonesia sehingga dapat langsung dikembalikan ke sungai.

XII.1.4. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi dari pabrik yang didirikan di daerah Wedra- Surabaya, Jawa Timur didasarkan atas kemudahan dalam penyediaan bahan baku dan pemasaran produk karena lokasi pendirian pabrik ini adalah di daerah Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya sehingga akan mempermudah dalam proses penyediaan bahan baku tongkol jagung dan pemasarannya.

XII.1.5. Ekonomi

Kelayakan dari pabrik 5-HMF dari tongkol jagun ini dapat ditinjau dari segi ekonominya, maka dilakukan analisa ekonomi dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Hasil analisa tersebut menyatakan bahwa:

- Waktu pengembalian modal (POT) sebelum pajak adalah selama 3 tahun 5 bulan
- Waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah selama 4 tahun 5 bulan
- Break even point* adalah sebesar 24,13%.

XII.2. Kesimpulan

Dari hasil Prarencana Pabrik 5-HMF dari tongkol jagung menggunakan proses hidrolisis air subkritis didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Produksi : 5-HMF
Status Perusahaan : Swasta
Kapasitas produksi : 1.414.329 kg 5-HMF/tahun
Hari Kerja Efektif : 300 hari/tahun
Sistem Operasi : Semi kontinyu
Masa Konstruksi : 2 tahun
Waktu mulai beroperasi: Tahun 2016
Bahan baku

- Tongkol Jagung : 5.250.000 kg per tahun
- Katalis TiO_2 : 46 kg per tahun
- Katalis ZrO_2 : 46 kg per tahun
- Gas N_2 : 86.328,96 kg/ tahun
- Sec-butylphenol : 32.472 kg/tahun

Produk

- 5-HMF : 1.414.329 kg per tahun
- Furfural : 966.414 kg per tahun

Utilitas

- Air : 58,47 m³ per hari

- Koagulan : 1.948,61kg per tahun
- Kaporit 60% : 5,64 kg per tahun
- Zeolite : 3.659,60 kg per tahun
- NaCl : 16.007,08 kg per tahun
- *Acrylic based amine* : 1.874,93 kg per tahun
- NaOH : 1.891,04 kg per tahun
- Pasir : 805,93 kg per tahun
- Karbon : 385,49 kg per tahun
- *Industrial Diesel Oil* : 22.180 L per tahun
- Listrik terpasang : 2.272,52 kW
- *Natural Gas* : 3.169,55 MMBTU/tahun
- Jumlah tenaga kerja : 73 orang
- Lokasi pabrik : di daerah Wedra, Surabaya, Jawa Timur
- Luas pabrik : 8.720 m²
- Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan :
 - Fixed Capital Investment (FCI)* : Rp 73.952.581.090,00
 - Working Capital Investment (WCI)* : Rp 1.184.229.764,00
 - Total Production Cost (TPC)* : Rp 23.232.378.692,00
 - Penjualan per tahun : Rp. 61.256.758.192,00
- Metode *Discounted Cash Flow*
 - Rate of Equity* sebelum pajak : 49,61%
 - Rate of Equity* sesudah pajak : 35,57 %
 - Rate of Return* sebelum pajak : 28,19%
 - Rate of Return* sesudah pajak : 20,12%
 - Pay Out Time* sebelum pajak : 3 tahun 5 bulan
 - Pay Out Time* sesudah pajak : 4 tahun 5 bulan
 - Break Even Point (BEP)* : 24,13%

Dari hasil ROR dan ROE setelah pajak di atas didapatkan bahwa hasil persentasenya di atas bunga Bank (bunga Bank = 10%/tahun). Pada umumnya, pabrik harus mampu mengembalikan modal investasinya dalam waktu sekitar 5 tahun. Dari hasil perhitungan POT, ternyata modal dapat kembali dalam waktu paling lama 4 tahun 5 bulan. Selain itu, harga BEP yang didapat juga kurang dari 60%. Hal ini sangat

menguntungkan karena pihak bank hanya memberikan pinjaman modal bagi perusahaan yang memiliki harga BEP di bawah 60%. Dengan harga BEP 24,13% (*discounted*), maka perusahaan akan lebih mudah memperoleh pinjaman dari bank sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Dari aspek-aspek di atas dan dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik 5-HMF dari tongkol jagung ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

A. Chareonlimkuna, V. Champredab, dkk. (2010). "Catalytic conversion of sugarcane bagasse, rice husk, and corncob in the presence of TiO_2 , ZrO_2 and mixed-oxide TiO_2 – ZrO_2 under hot compressed water (HCW) condition." *Bioresource Technology* 101(11): 4179–4186.

Advendi, S. (2008). *Hukum Dalam Ekonomi*. Jakarta, Grasindo.

Alibaba (2013). "Equipment Price." diakses pada 2 Desember, 2013, from www.alibaba.com.

Amelia (2012). "Ion Exchanger of Technology by BMD Street Consulting." diakses pada 23 Desember, 2013, from http://www.slideshare.net/sky26_amelia/ion-exchanger-of-technology-by-bmd-street-consulting#btnNext.

Andreia, dkk (2011). "Critical Review 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) as a building block platform: Biological Properties, Synthesis and Synthetic Applications." *Green Chem* 13 (754).

Andrew A. Peterson, Frederic Vogel, dkk. (2008). "Thermochemical biofuel production in hydrothermal media: A review of sub- and supercritical water technologies." *Energy & Environmental Science* 1: 32-65.

Asghari, F. S., dkk (2006). "Dehydration of fructose to 5-hydroxymethylfurfural in sub-critical water over heterogeneous zirconium phosphate catalysts." *Carbohydrate Research* 341: 2379-2387.

BPS (2011). *Statistik Industri Besar dan Sedang. Bahan Baku A Jakarta*, BPS RI.

BPS (2013). "Tanaman Pangan." from http://bps.go.id/tnmn_pgn.php?kat=3.

Brown, G. N., dkk (1992). "Development and Characterization of a Titanium-Dioxide Based Semiconductors Photoelectrochemical Detector." *Journal Analysis Chemistry* 64.

Brownell, L. E., Young, E.H. (1959). *Process Equipment Design*. New Delhi, Wiley Eastern, Ltd.

- Chandel, A. K.,dkk (2007). "Economics and Environmental Impact of Bioethanol Production Technologies : An Appraisal." *Biotechnology and Molecular Biology Review* 2(1): 14-32.
- Cotton,dkk (1988). *Advance Inorganic Chemistry*. New York, John Wiley and Sons.
- Cox, J. D.,dkk (1989). *CODATA Key Values for Thermodynamics*. New York, Hemisphere Publishing Corp.
- D.Ulrich, G. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. Canada, John Wiley & Sons, Inc.
- Do, D. (1998). *Adsorption Analysis : Equilibria and Kinetics*. London, Imperial College Press.
- Eremeeva, T.,dkk (2001). "Fractionation and Molecular Characteristics of Cellulose during Enzymatic Hydrolysis." *Cellulose* 8: 69-79.
- Fan, L. T.,dkk (1987). *Hydrolysis Cellulose*. In *Cellulose Hydrolysis*. S. Aibadkk. Berlin, Springer-Verlag. 3: 197.
- Fang, L. (2012). *Separation and purification of valuable chemicals from simulated hydrothermal conversion product solution* Mechanical Engineering. Ontario - Canada, The University of Waterloo. Master 6-14.
- Fengel, D.,dkk (1984). *Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions*. . Berlin, Walter de Gruyter & Co.
- Geankoplis (2003). *Transport Processes and Separation Process Principles*. New Jersey, Prentice Hall.
- H. E. Hoydonckx,dkk (2007). *Furfural and Derivatives*. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* Weinheim, Wiley-VCH.
- Hess, "Safety Data Sheet Material Name: Diesel Fuel, All Types", Woodbridge, NJ, 2013.
- IFC (2013). "Physical Properties of Furfural." Diakses pada 6 November 2013, www.furan.com/furfural_physical_properties.html.

- Janz, G. J. (1967). *Thermodynamic Properties of Organic Compounds: Estimation Methods* United States of America Academic Press Inc.
- Kearsley, M. W. dan S. Z. Dziedzic (1996). In *Handbook of Starch Hydrolysis Product and their Derivatives*, Blackie Academy and Professional.
- Kemeperin (2013). "Ekspor-Import." diakses pada 14 Agustus 2013, <http://www.kemenperin.go.id/>.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Kogakusha, Tokyo, Internasional Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.
- Kirt. "Density of some common building materials." Diakses pada 3 Desember, 2013, www.rfcafe.com/references/general/density-building-materials.htm.
- Lorenz KJ,dkk (1991). *Handbook of Cereal Science and Technology*. New York, Macel Dekker.
- Ma, H.,dkk (2012). "Conversion of Fructose to 5-Hidroxymethyl-furfural with a Functionalized Ionic Liquid." *BioResources* 7(1): 533-544.
- Microtech, C. (2012). "RF and microwave on-wafer probes: Long-lasting, rugged, ACP series." from <http://www.cmicro.com/products/probes/rf-microwave/acp-probe>.
- MIGAS, D. (2013). *Cadangan Minyak Bumi*. Jakarta.
- Moller, M., F. Harnish, dkk. (2011). "Microwave-assisted hydrothermal degradation of fructose and glucose in subcritical water." *Biomass & Bioenergy*(39): 389-398.
- Moller, M.,dkk (2011). "Microwave-assisted hydrothermal degradation of fructose and glucose in subcritical water." *Biomass & Bioenergy*(39): 389-398.
- Myers, D.,dkk (1992). *Harvesting Corn Residue*. Ohio, Ohio State University Extension.
- Nielsen, R. (2005). *Zirconium and Zirconium Compounds*. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim, Wiley-VCH.

Pavlovic, I., Z. Knez, dkk. (2013). "Subcritical Water – a Perspective Reaction Media for Biomass Processing to Chemicals: Study on Cellulose Conversion as a Model for Biomass." *Chemical Biochemical Engineering* 27(1): 73-82.

Pavlovic, I., dkk (2013). "Subcritical Water – a Perspective Reaction Media for Biomass Processing to Chemicals: Study on Cellulose Conversion as a Model for Biomass." *Chemical Biochemical Engineering* 27(1): 73-82.

Perry, R. H. (2001). *Perry Chemical Engineer's Handbook*. Singapore, The McGraw-Hill Companies.

Perry, R. H., dkk (2008). *Perry's Chemical Engineers Handbook*. New York, McGraw-Hill.

Peters, M. S., dkk (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. United States of America, The McGraw-Hill Companies.

Powell (1965). *Programmed Unit in Chemistry*, Prentice Hall.

Qi, X., M. Wanatabe, dkk. (2009). "Sulfated zirconia as a solid acid catalyst for the dehydration of fructose to 5 -hydroxymethylfurfural " *Catalysis Communications*(10): 1771-1775.

R.Saidur, dkk (2011). "A review on biomass as a fuel for boilers." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 2262-2289.

Rosari, T., dkk (2013). "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Legundi Gresik Unit III (50 Liter/Detik)."

Sasaki, M., dkk (2004). "Kinetics of Cellulose Conversion at 25 MPa in Sub- and Supercritical Water." *AICHE J* 50: 192-202.

Sergey P.Verevkin, dkk (2009). "Biomass-Derived Platform Chemicals: Thermodynamic Studies on the Conversion of 5-Hydroxymethylfurfural into Bulk Intermediates." *American Chemical Society* 48(22).

Stout, P. K. (1988). "Sand." Diakses pada 3 Desember, 2013, dari <http://seagrant.gso.uri.edu/factsheets/sand.html>.

- Susanto, A. (2008). "Cuaca Kota Provinsi Indonesia Hari Ini." Diakses pada 3 Desember, 2013, dari nasional.kompas.com/read/2008/04/25/05462340.
- Taiying, Z. (2008). Glucose Production From Cellulose In Subcritical and Supercritical Water. Chemical and Biochemical Engineering. Iowa, The University of Iowa. Doctor of Philosophy Degree: 12-16.
- Watanabe, M., Y. Aizawa, dkk. (2005). "Glucose reactions with acid and base catalysts in hot compressed water at 473 K." Carbohydrate
- Werdiningtyas, C. K., dkk (2012). "Pemanfaatan Tongkol Jagung." Diakses pada 20 Agustus 2013, from <http://www.scribd.com/doc/87040680/PEMANFAATAN-TONGKOL-JAGUNG>.
- Winkler, dkk (2003). Titanium Dioxide. Hannover, Vincentz Network.
- Xinhua, Q., W. Masaru, dkk. (2008). "Catalytical conversion of fructose and glucose into 5-hydroxymethylfurfural in hot compressed water by microwave heating." Catalysis Communications(9): 2244-2249.
- Zhang, X., H. Yu, H. Huang, Y. Liu. (2007). "Evaluation of Biological Pretreatment With White rot Fungi for The Enzymatic Hydrolysis of Bamboo Culms." International Biodeterioration & Biodegradation 60 159-164.