

## BAB XII

### DISKUSI DAN KESIMPULAN

#### XII.1. Diskusi

Prarencana pabrik biodiesel dari LTW dengan katalis CaO dari limbah CKS didasarkan pada kebutuhan bahan bakar biodiesel yang terus meningkat sejalan dengan Program Mandatori Biodiesel dan Program *Sustainable Development Goals (SDG)*. Program SDG mendorong gerakan energi bersih dan industri *zero waste* yang dapat dicapai dengan memproduksi biodiesel dari limbah industri *leather tanning* (LTW) sebagai bahan baku lemak dan limbah akuakultur yaitu cangkang kerang simping (CKS) sebagai katalis.

Kelayakan pabrik biodiesel berbahan baku LTW ini dapat dilihat dari beberapa faktor sebagai berikut:

- Segi bahan baku

Bahan baku yang digunakan dalam memproduksi biodiesel adalah LTW dan CKS. Keduanya merupakan limbah industri yang tidak memiliki nilai jual dan keberadaannya dapat menyebabkan permasalahan lingkungan. Padahal LTW merupakan bahan baku potensial dalam industri biodiesel karena mengandung 60% lemak dengan 14,20% *free fatty acid* (FFA) dan limbah cangkang kerang dapat menghasilkan Kalsium Oksida (CaO) 97,6%. Selain itu, berdasarkan ketersediaan bahan baku, Indonesia menghasilkan lebih dari 203.194,2 ton LTW dan 2.780 ton CKS per tahun.

- Segi proses dan produk yang dihasilkan

Proses produksi biodiesel terbagi menjadi empat tahap, yaitu, pretreatment LTW, pembuatan katalis CaO, transesterifikasi dan purifikasi biodiesel. Dari proses yang dilakukan konversi yang diperoleh mencapai 93,4%. Produk samping lainnya seperti gliserol dapat dipasarkan pada industri terkait.

- Segi lokasi

Pabrik biodiesel ini akan didirikan di Kawasan Industri Piyungan, Yogyakarta dengan mempertimbangkan faktor bahan baku, utilitas, keadaan geografis dan iklim, daerah pemasaran, tenaga kerja, transportasi dan perluasan area pabrik dimasa mendatang.

- Segi ekonomi

Kelayakan pabrik biodiesel dari segi ekonomi ditinjau berdasarkan pada analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*. Hasil analisa ekonomi tersebut menunjukkan:

- Laju pengembalian modal (ROI) sesudah pajak di atas bunga bank (10%) yaitu, 21%
- Waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak antara 2 sampai 5 tahun, yaitu 4,3 tahun
- Titik impas atau *break even point* (BEP) antara 40% sampai 60% yaitu 50%

Berdasarkan hasil analisa tersebut, disimpulkan bahwa Prarencana Pabrik Biodeisel dari LTW dengan Katalis CaO dari Limbah CKS ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan, baik dari segi teknis maupun ekonomis.

## XII.2. Kesimpulan

Pabrik : Biodiesel

Kapasitas : 23.620 Kiloliter/Tahun

Lokasi pabrik : Kawan Industri Piyungan, Provinsi DI Yogyakarta.

Bahan baku : Limbah industri *leather tanning* (LTW) dan cangkang kerang simping (CKS)

Sistem operasi : Semikontinu

Jumlah tenaga kerja : 129 orang

Utilitas :

1. Air : Air sanitasi = 6,138 m<sup>3</sup>/hari  
Air pendingin = 437,3143 m<sup>3</sup>.hari  
Air proses = 179,2982 m<sup>3</sup>/hari  
Air umpan *boiler* = 34,9389 m<sup>3</sup>/hari
2. *Saturated steam* (120°C) = 32.291,8526 kg/hari
3. Listrik = 199,2143kW/hari
4. Bahan bakar : Solar = 2,0927 m<sup>3</sup>/hari (*boiler*);  
2,9167 m<sup>3</sup>/tahun (generator)  
Batu bara = 3.090,4342 kg/hari

Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*:

- *Rate of Return Investment* (ROI) sebelum pajak : 25%

- *Rate of Return Investment* (ROI) setelah pajak : 18%
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 46%
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 32%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 3,8296
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 4,7258
- *Break Even Point* (BEP) : 50%
- *Minimum Acceptable Rate of Return* (MARR) : 20,0%

### **XII.3. Saran**

Berdasarkan perancangan yang dilakukan biodiesel yang dihasilkan memiliki kadar biodiesel, etanol dan *unreacted* LTW memenuhi standar SNI 7182:2015, EN 14214 dan ASTM D6751 namun kadar gliserol pada biodiesel belum memenuhi standar tersebut. Hal ini terjadi karena proses pemisahan fase biodiesel dan gliserol menggunakan *single-step bowl centrifuge* kurang efektif. Untuk menghasilkan biodiesel dengan kadar gliserol sesuai dengan standar adalah memaksimalkan proses pemisahan fase biodiesel dan gliserol. Proses pemisahan dapat menggunakan *double-step centrifuge* dimana pada sistem tersebut pemisahan akan dilakukan sebagai bertingkat sehingga terjadi pemisahan gliserol secara bertahap agar diperoleh biodiesel dengan kadar gliserol memenuhi standar.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abbaszaadeh, A., Ghobadian, B., Omidkhah, M. R. and Najafi, G. (2012) 'Current biodiesel production technologies: A comparative review', *Energy Conversion and Management*, 63, pp. 138-148.
- Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (2019) *Data Biodiesel*. Available at: <https://aprobi.or.id/project/> (Accessed: 24 Mei 2020).
- ASHRAE (1997) *1997 ASHRAE handbook : Fundamentals*. Atlanta, GA: ASHRAE.
- Bioenergy Consult (2020) *Wastes Generation in Tanneries*. Available at: <https://www.bioenergyconsult.com/waste-from-tanneries/> (Accessed: 10 Juni 2020).
- Badan Pusat Statistika (2013) *Statistika Industri Manufaktur*. Available at: <https://bps.go.id/> (Accessed: 22 Mei 2020).
- Brownell, L. E. and Young, E. H. (1959) *Process equipment design: vessel design*. New York: Wiley.
- Chase, M. W., Jr., Davies, C. A., Downey, J. R., Jr, Frurip, D. J., McDonald, R. A. and Syverud, A. N. (1985) 'JANAF Thermochemical Tables (Third Edition)', pp. 1-1856.
- Chen, M., Chen, X., Liu, T. and Zhang, W. (2011) 'Subcritical ethanol extraction of lipid from wet microalgae paste of *Nannochloropsis* sp', *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 5(3), pp. 385-389.
- Colak, S., Zengin, G., Ozgunay, H., Sarikahya, H., Sari, O. and Yuceer, L. (2005) 'Utilization of leather industry prefleshings in biodiesel production', *Journal of the American Leather Chemists Association*, 100(4), pp. 137-141.
- Corro, G., Tellez, N., Ayala, E. and Martinez-Ayala, A. (2010) 'Two-step biodiesel production from *Jatropha curcas* crude oil using SiO<sub>2</sub>·HF solid catalyst for FFA esterification step', *Fuel*, 89(10), pp. 2815-2821.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (2017) *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2017*. Available at: <https://www.esdm.go.id/> (Accessed: 20 Maret 2020).
- Gui, M. M., Lee, K. T. and Bhatia, S. (2009) 'Supercritical ethanol technology for the production of biodiesel: process optimization studies', *The Journal of Supercritical Fluids*, 49(2), pp. 286-292.
- Gunawan, F., Kurniawan, A., Gunawan, I., Ju, Y.-H., Ayucitra, A., Soetaredjo, F. E. and Ismadji, S. (2014) 'Synthesis of biodiesel from vegetable oils wastewater sludge by in-situ subcritical methanol transesterification: Process evaluation and optimization', *biomass and bioenergy*, 69, pp. 28-38.
- Gutiérrez, A. S., Martínez, J. B. C. and Vandecasteele, C. J. A. T. E. (2013) 'Energy and exergy assessments of a lime shaft kiln', 51(1-2), pp. 273-280.
- Hamester, M. R. R., Balzer, P. S. and Becker, D. (2012) 'Characterization of calcium carbonate obtained from oyster and mussel shells and incorporation in polypropylene', *Materials Research*, 15(2), pp. 204-208.

- Helwani, Z., Othman, M., Aziz, N., Kim, J. and Fernando, W. (2009) 'Solid heterogeneous catalysts for transesterification of triglycerides with methanol: a review', *Applied Catalysis A: General*, 363(1-2), pp. 1-10.
- Hou, X., Qi, Y., Qiao, X., Wang, G., Qin, Z. and Wang, J. (2007) 'Lewis acid-catalyzed transesterification and esterification of high free fatty acid oil in subcritical methanol', *Korean Journal of Chemical Engineering*, 24(2), pp. 311-313.
- Kasim, N. S., Tsai, T.-H., Gunawan, S. and Ju, Y.-H. (2009) 'Biodiesel production from rice bran oil and supercritical methanol', *Bioresource Technology*, 100(8), pp. 2399-2403.
- Kinnarinen, T., Häkkinen, A. and Ekberg, B. (2013) 'Steam dewatering of filter cakes in a vertical filter press', *Drying Technology*, 31(10), pp. 1160-1169.
- Leung, D. Y. C., Wu, X. and Leung, M. K. H. (2010) 'A review on biodiesel production using catalyzed transesterification', *Applied Energy*, 87(4), pp. 1083-1095.
- Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D. E., Suwannakarn, K., Bruce, D. A. and Goodwin, J. G. (2005) 'Synthesis of biodiesel via acid catalysis', *Industrial & engineering chemistry research*, 44(14), pp. 5353-5363.
- LTS Research Laboratories, I. (2015) 'Safety Data Sheet Calciu Oxide'.
- Ma, F. and Hanna, M. A. (1999) 'Biodiesel production: a review1Journal Series #12109, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska–Lincoln.1', *Bioresource Technology*, 70(1), pp. 1-15.
- McCabe, W. L., Smith, J. C. and Harriott, P. (1993) *Unit operations of chemical engineering*. McGraw-hill New York.
- Merck (2006) 'Lembaran Data Keselamatan Bahan: Glycerol'.
- Merck (2018) 'Lembaran Data Keselamatan Bahan: Ethanol 96%'.
- Mobley, R. K. (2001) *Plant engineer's handbook*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Badan Standar Nasional (2015) *SNI 7182:2015 Syarat Mutu Biodiesel*. Nasional: Badan Standar Nasional
- Nurdina, A. (2016) *Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomateroal Cangkang Kerang Simping (Amusium pleutonectes) Dari Daerah Teluk Lampung Sebagai Bahan Dasar Biokeramik*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Oliveira, M. B., Barbedo, S., Soletti, J. I., Carvalho, S. H., Queimada, A. J. and Coutinho, J. A. (2011) 'Liquid–liquid equilibria for the canola oil biodiesel+ ethanol+ glycerol system', *Fuel*, 90(8), pp. 2738-2745.
- Ong, L., Kurniawan, A., Suwandi, A., Lin, C., Zhao, X. and Ismadji, S. (2013) 'Transesterification of leather tanning waste to biodiesel at supercritical condition: Kinetics and thermodynamics studies', *The Journal of Supercritical Fluids*, 75, pp. 11-20.
- Perry, R., Green, D. and Maloney, J. 1998. Perry's chemical engineers handbook. 7th International Ed. New York: Mc Graw Hill.
- Perry, R. H. and Green, D. W. (2008) *Perry's chemical engineers' handbook*. New York: McGraw-Hill.

- Pertamina (2017) 'Safety Data Sheet: Biosolar'.
- Rao, J. R., Chandrababu, N., Muralidharan, C., Nair, B. U., Rao, P. and Ramasami, T. (2003) 'Recouping the wastewater: a way forward for cleaner leather processing', *Journal of Cleaner Production*, 11(5), pp. 591-599.
- Rosari, T. and Indarjanto, H. W. (2010) 'Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM Legundi Gresik Unit III (50 Liter/detik)', *Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya*.
- Sakthivel, R., Ramesh, K., Purnachandran, R. and Shameer, P. M. (2018) 'A review on the properties, performance and emission aspects of the third generation biodiesels', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, pp. 2970-2992.
- Sawangkeaw, R., Bunyakiat, K. and Ngamprasertsith, S. (2010) 'A review of laboratory-scale research on lipid conversion to biodiesel with supercritical methanol (2001–2009)', *The Journal of Supercritical Fluids*, 55(1), pp. 1-13.
- Suryaputra, W., Winata, I., Indraswati, N. and Ismadji, S. (2013) 'Waste capiz (Amusium cristatum) shell as a new heterogeneous catalyst for biodiesel production', *Renewable Energy*, 50, pp. 795-799.
- Taufiq-Yap, Y. and Lee, H. (2013) 'Higher grade biodiesel production by using solid heterogeneous catalysts', *Advances in Biofuels*: Springer, pp. 153-176.
- Walas, S. M. (1990) 'Chemical process equipment : selection and design'.
- Wang, Y., Ou, S., Liu, P., Xue, F. and Tang, S. (2006) 'Comparison of two different processes to synthesize biodiesel by waste cooking oil', *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 252(1-2), pp. 107-112.
- Wong, N. H., Law, P. L. and Lai, S. H. (2007) 'Field tests on a grease trap effluent filter', *International Journal of Environmental Science & Technology*, 4(3), pp. 345-350.
- Yaws, C. L. (1999) *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill Education.
- Yin, J.-Z., Xiao, M., Wang, A.-Q. and Xiu, Z.-L. (2008) 'Synthesis of biodiesel from soybean oil by coupling catalysis with subcritical methanol', *Energy Conversion and Management*, 49(12), pp. 3512-3516.
- Yuliana, M., Santoso, S. P., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., Angkawijaya, A. E., Irawaty, W., Ju, Y.-H., Tran-Nguyen, P. L. and Hartono, S. B. (2020) 'Utilization of waste capiz shell-based catalyst for the conversion of leather tanning waste into biodiesel', *Journal of Environmental Chemical Engineering*, pp. 104012.