

10. Kesimpulan dan Saran

Food waste (FW) merupakan limbah yang dihasilkan selama proses pengolahan bahan pangan termasuk sisa makanan yang tidak dikonsumsi. Jumlah FW yang terus meningkat karena berasal dari aktivitas primer manusia memiliki dampak buruk bagi lingkungan antara lain berkontribusi terhadap pemanasan global sebesar 15,7%, eutrofikasi sebesar 15,2% dan asidifikasi sebesar 15,1% akibat gas emisi yang dihasilkannya. FW mengandung 60,78% karbohidrat sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. FW membentuk bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan bakteri *Escherichia coli* strain KO11 karena memiliki kemampuan untuk mengkonversi range substrat yang luas dan optimal dalam memproduksi bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan pada proses fermentasi akan dimurnikan agar diperoleh bioetanol *fuel grade* dengan konsentrasi bioetanol 99,5%.

Berdasarkan rancangan proses produksi bioetanol dari FW berikut beberapa saran yang dapat kami berikan:

1. Keseragaman dan kestabilan bahan baku pada rancangan ini sulit untuk dilakukan karena FW berasal dari berbagai sumber. Dengan demikian untuk memastikan komposisi bahan baku dilakukan proses analisa FW yang terkumpul pada proses *collecting* dengan menggunakan metode *smart tech* yang telah disebutkan. Selanjutnya, adanya analisa kadar gula sebelum proses fermentasi diharapkan dapat memastikan kestabilan bahan baku. Solusi yang disarankan untuk keterbatasan tersebut adalah menspesifikasikan sumber FW yang digunakan sebagai bahan baku produksi dengan demikian keseragaman bahan baku terpenuhi. Misalnya, vendor supply FW terpusat pada industri roti.
2. Tantangan penggunaan FW sebagai bahan baku adalah terdapat kemungkinan FW mengalami pembusukan. Untuk memastikan kesegaran bahan baku maka hasil proses *collecting* harus diproses pada hari yang sama. Jika kapasitas produksi telah ditetapkan maka kapasitas bahan baku diketahui dengan demikian proses *collecting* akan terbatas pada kapasitas bahan baku yang diketahui. Pengembangan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pabrik terkait permasalahan ini adalah dengan menyediakan ruang penyimpanan bahan baku FW yang berada pada suhu 4°C. Pada suhu tersebut FW tidak akan mengalami pembusukan dan dapat bertahan selama 1 sampai 2 hari (Cekmecelioglu and Uncu, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Alterthum, F. and Ingram, L. O. (1989) 'Efficient ethanol production from glucose, lactose, and xylose by recombinant *Escherichia coli*', 55(8), pp. 1943-1948.
- Andriani, D. and Atmaja, T. (2019) 'The potentials of landfill gas production: a review on municipal solid waste management in Indonesia', 21(6), pp. 1572-1586.
- Bettiga, M., Hahn-Hägerdal, B. and Gorwa-Grauslund, M. F. (2008) 'Comparing the xylose reductase/xylytol dehydrogenase and xylose isomerase pathways in arabinose and xylose fermenting *Saccharomyces cerevisiae* strains', 1(1), pp. 1-8.
- Brownell, L. E. and Young, E. H. (1959) *Process equipment design: vessel design*. New York: Wiley.
- Cekmecelioglu, D. and Uncu, O. N. J. W. m. (2013) 'Kinetic modeling of enzymatic hydrolysis of pretreated kitchen wastes for enhancing bioethanol production', 33(3), pp. 735-739.
- MONGABAY (2019) "*Open Dumping*" *Sampah Harus Segera Ditinggalkan, Bagaimana Langkahnya?* Available at: <https://www.mongabay.co.id/2019/02/22/open-dumping-sampah-harus-segera-ditinggalkan-bagaimana-langkahnya/> (Accessed: 30 September 2020).
- Dien, B., Cotta, M. and Jeffries, T. (2003) 'Bacteria engineered for fuel ethanol production: current status', 63(3), pp. 258-266.
- FAO (2011) *Global Food Losses and Food Waste - Extent, Causes and Prevention*. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations
- Geankoplis, C. (2003) *Transport processes and separation process principles (includes unit operations) fourth edition*. Prentice Hall Press.
- Hafid, H. S., Nor'Aini, A. R., Mokhtar, M. N., Talib, A. T., Baharuddin, A. S. and Kalsom, M. S. U. (2017a) 'Over production of fermentable sugar for bioethanol production from carbohydrate-rich Malaysian food waste via sequential acid-enzymatic hydrolysis pretreatment', 67, pp. 95-105.
- Hafid, H. S., Shah, U. K. M., Baharuddin, A. S. and Ariff, A. B. (2017b) 'Feasibility of using kitchen waste as future substrate for bioethanol production: a review', 74, pp. 671-686.
- (2016) *13 Juta Ton Makanan Terbuang Percuma di RI Setiap Tahun*. Available at: <https://finance.detik.com/wawancara-khusus/d-3317570/13-juta-ton-makanan-terbuang-percuma-di-ri-setiap-tahun> (Accessed: 29 September 2020).
- Ingram, L., Conway, T., Clark, D., Sewell, G. and Preston, J. (1987) 'Genetic engineering of ethanol production in *Escherichia coli*', 53(10), pp. 2420-2425.
- Kiran, E. U. and Liu, Y. (2015) 'Bioethanol production from mixed food waste by an effective enzymatic pretreatment', 159, pp. 463-469.
- Koppolu, V. and Vasigala, V. (2016) 'Role of *Escherichia coli* in biofuel production', 9, pp. MBI. S10878.
- Olsson, L. and Hahn-Hägerdal, B. (1996) 'Fermentation of lignocellulosic hydrolysates for ethanol production', 18(5), pp. 312-331.
- Parfitt, J., Barthel, M. and Macnaughton, S. (2010) 'Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050', 365(1554), pp. 3065-3081.
- Perry, R. H. and Green, D. W. (2008) *Perry's chemical engineers' handbook*. New York: McGraw-Hill.

- Pertamina (2019) *Ethanol Dilemma*. Market Insight. Available at: <https://www.pertamina.com/id/news-room/market-insight/ethanol-dilemma> (Accessed: 01 October 2020).
- Prasoulas, G., Genticis, A., Konti, A., Kalantzi, S., Kekos, D. and Mamma, D. J. F. (2020) 'Bioethanol Production from Food Waste Applying the Multienzyme System Produced On-Site by *Fusarium oxysporum* F3 and Mixed Microbial Cultures', 6(2), pp. 39.
- Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K. and Obersteiner, G. (2018) 'Environmental impacts of food waste in Europe', 77, pp. 98-113.
- Shen, F., Yuan, H., Pang, Y., Chen, S., Zhu, B., Zou, D., Liu, Y., Ma, J., Yu, L. and Li, X. (2013) 'Performances of anaerobic co-digestion of fruit & vegetable waste (FVW) and food waste (FW): single-phase vs. two-phase', 144, pp. 80-85.
- Author (2009) *SNI 3565:2009: Etanol Nabati* SNI.
- Tian, H., Duan, N., Lin, C., Li, X. and Zhong, M. (2015) 'Anaerobic co-digestion of kitchen waste and pig manure with different mixing ratios', 120(1), pp. 51-57.
- Wang, L., Shen, F., Yuan, H., Zou, D., Liu, Y., Zhu, B. and Li, X. (2014) 'Anaerobic co-digestion of kitchen waste and fruit/vegetable waste: Lab-scale and pilot-scale studies', 34(12), pp. 2627-2633.
- Zaldivar, J., Nielsen, J. and Olsson, L. (2001) 'Fuel ethanol production from lignocellulose: a challenge for metabolic engineering and process integration', 56(1-2), pp. 17-34.