



INTISARI

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah industri kelapa sawit yang memiliki kandungan karbon tinggi dan jumlah melimpah, namun masih belum dimanfaatkan secara optimal. Melalui proses gasifikasi, TKKS dikonversi menjadi syngas, yaitu campuran gas dominan CO dan H₂ yang dapat digunakan sebagai substrat dalam fermentasi secara anaerobik. Pendekatan ini memungkinkan pemanfaatan limbah biomassa dalam proses bioproduksi yang lebih efisien dan mendukung sistem ekonomi sirkular.

Pabrik ini terbagi menjadi tiga proses utama, yakni pembuatan *syngas*, fermentasi *syngas*, dan pemurnian produk. Tandan kosong kelapa sawit sebanyak 565.706,79 ton/tahun diolah menjadi *syngas* melalui proses gasifikasi dalam reaktor *bubbling fluidized bed* yang beroperasi pada tekanan 10 atm dan suhu 888°C. Selanjutnya, *syngas* akan didinginkan dan difermentasikan dalam reaktor fermentasi secara anaerobik. Bakteri yang digunakan, *Clostridium ljungdahlii*, merupakan bakteri mesofilik sehingga reaktor fermentasi beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 55°C. Proses dari fermentasi akan menghasilkan dua produk berupa asam asetat dan etanol sebanyak 79.627,07 ton/tahun dan 69.378,01 ton/tahun. Produk ini akan dilakukan pemurnian lebih lanjut melalui menara ekstraksi dan menara distilasi yang membutuhkan Pabrik ini membutuhkan bahan pendukung berupa solven: 1-heksanol sebanyak 138,6 ton/tahun dan etilen glikol sebanyak 6,15 ton/tahun. Selain itu, pabrik juga membutuhkan utilitas berupa pasokan air laut sebanyak 434.744,17 kg/jam, udara sebanyak 240.896,43 kg/jam, panas sebesar 285,25 MMBTU/jam dan listrik sebesar 18.792,12 kW untuk beroperasi.

Pabrik ini direncanakan untuk mulai dibangun pada 2030 dan beroperasi pada tahun 2033. Pendirian pabrik ini direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Dumai, Kota Dumai, Provinsi Riau dengan luas area 5,51 Ha dan 338 karyawan.

Pabrik dikategorikan sebagai industri *high risk fermentation product* yang membutuhkan modal tetap (*fixed capital*) sebesar \$135.728.037,05 dan Rp 127.475.581.292,70, beserta modal kerja (*working capital*) sebesar \$9.738.423,72 dan Rp 182.221.969.212,68.

Berdasarkan evaluasi ekonomi yang dilakukan, diperoleh nilai *return on investment* (ROI) setelah pajak sebesar 17,94%, nilai *pay out time* (POT) sebelum pajak



sebesar 2,8 tahun, nilai *discounted cash flow rate of return* (DCFRR) sebesar 23,1%, dan kapasitas *break even point* (BEP) pada 43,46%. Berdasarkan analisis ekonomi tersebut, pabrik dinyatakan menarik untuk investasi jangka panjang dan layak dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: TKKS, gasifikasi, fermentasi, asam asetat, etanol

ABSTRACT

Empty fruit bunches (EFB) are a palm oil industry waste product with high carbon content and abundant availability, but they are currently not optimally utilized. Through the gasification process, EFB can be converted into syngas, a gas mixture predominantly composed of CO and H₂, which can be used as a substrate in anaerobic fermentation. This approach enables more efficient utilization of biomass waste in bioproduction processes and supports a circular economy system.

*This plant is divided into three main processes: syngas production, syngas fermentation, and product purification. Approximately 565,706.79 tons/year of empty fruit bunches are processed into syngas through a gasification process in a bubbling fluidized bed reactor operating at a pressure of 10 atm and a temperature of 888°C. Subsequently, the syngas will be cooled and fermented in an anaerobic fermentation reactor. The bacterium used, *Clostridium ljungdahlii*, is a mesophilic bacterium, so the fermentation reactor operates at 1 atm and 55°C. The fermentation process will yield two products: acetic acid and ethanol, at quantities of 79,627.07 tons/year and 69,378.01 tons/year, respectively.*

These products will undergo further purification through an extraction tower and a distillation tower. This plant requires supporting materials in the form of solvents: 1-hexanol at 138.6 tons/year and ethylene glycol at 6.15 tons/year. Additionally, the plant requires utilities including seawater supply of 434,744.17 kg/hour, air at 240,896.43 kg/hour, heat at 285.25 MMBTU/hour, and electricity at 13,469.69 kWh for operation.

This plant is planned to commence construction in 2030 and begin operation in 2033. The plant is planned to be located in the Dumai Industrial Estate, Dumai City, Riau Province, with an area of 5.51 Ha and 338 employees. The plant is categorized as a high-risk fermentation product industry, requiring fixed capital of \$135,728,037.05 and Rp 127,475,581,292.70, along with working capital of \$9,738,423.72 and Rp 182,221,969,212.68.

Based on the economic evaluation conducted, an after-tax return on investment (ROI) of 17.94%, a pre-tax pay out time (POT) of 2.8 years, a discounted cash flow rate of return (DCFRR) of 23.1%, and a break even point (BEP) capacity of 43.46% were obtained.



Based on the economic analysis, the plant was found to be attractive for long-term investment and worthy of further study.

Keywords: PEFB, gasification, fermentation, acetic acid, ethanol