

## INTISARI

Indonesia adalah produsen terbesar kelapa sawit di dunia. Salah satu limbah dari produksi Kelapa sawit adalah Tandan Kosong kelapa sawit (TKKS). Sayangnya, hampir seluruh dari limbah tandan kelapa sawit tidak dimanfaatkan dengan baik. Di sisi lain, kebutuhan nasional dan global akan Plastik yang mudah terurai akan diprediksi meningkat hingga 100% sejak 2020 hingga 2025. Namun, belum ada produksi domestik untuk memenuhi kebutuhan ini. Salah satu plastik yang mudah terurai adalah Poly-Lactic Acid (PLA). Salah satu dari gebrakan teknologi yang telah diteliti terkait produksi PLA adalah produksi Glukosa dari TKKS, fermentasi Asam laktat dari glukosa, dan Polimerisasi asam laktat. Dengan demikian, alternatif produksi ini menarik untuk ditinjau.

Proses produksi PLA dari TKKS diawali dengan delignifikasi TKKS sebesar 489.361,25 ton/tahun dan dilanjutkan sintesis Glukosa dengan bantuan Enzim Selulase sebesar 2.738,83 ton/tahun. Glukosa yang dihasilkan kemudian disintesis menjadi asam laktat pada reaktor alir dengan tangki berpengaduk yang dibantu oleh Bakteri *L. Casei* pada suhu 40°C, tekanan 1 atm dan pH 4,5. Untuk menjaga nilai pH, Kalsium hidroksida ditambahkan. Selanjutnya keluaran Fermentor ini lalu dipisahkan bakteri dan sisa dari reaktor sebelumnya. Kalsium laktat kemudian direaksikan dengan asam sulfat menghasilkan asam laktat dan kalsium sulfat. Asam laktat lalu dimurnikan dengan menggunakan metode distilasi reaktif. Untuk memperoleh PLA, asam laktat dipolimerisasi dengan bantuan katalis SSO-86 untuk menjadi Laktida dan dipolimerisasi menjadi PLA dengan bantuan katalis Sn(Oct)<sub>4</sub> dengan reaktor alir tangki berpengaduk. Produk PLA ini kemudian dikristalisasi menggunakan crystallizer.

Pabrik ini memproduksi PLA sebanyak 25.683,42 ton/tahun dengan hasil samping Gips sebanyak 30.452,40 ton/tahun dengan modal tetap sebesar US\$ 85.831.166,04 dan Rp. 1.104.808.429.051,28 dan modal kerja sebesar US\$ 93.984.613,53 dan Rp. 62.338.620.311,59. Pabrik ini memerlukan 174,4267 ton/jam air utiitas dan 6.691,3470 kW listrik. Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2025 di daerah Bontang, Kalimantan Timur, di atas tanah seluas 250.000 m<sup>2</sup> dengan harapan dapat menyerap sedikitnya 337 tenaga kerja. Hasil kajian ekonomi menunjukkan pabrik memiliki nilai nilai *break even point*, *payout time* (POT<sub>b</sub>), dan *retrun on investment* (ROI<sub>b</sub>) sebesar 42,80%, 1,75 tahun, dan 47,08%. Dari hasil analisis selektivitas, parameter yang paling berpengaruh adalah Sales yang ditunjukkan oleh slope kurva yang curam. Nilai DCFRR pabrik adalah 22,83%, atau 6,57 kali bunga BI tahun 2021 sehingga secara ekonomi menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

**Kata Kunci :** *Poly-Lactic Acid; Fermentasi Asam Laktat; delignifikasi; Enzim Selulase*

### ABSTRACT

Indonesia is the largest producer of palm oil in the world. One of the wastes from oil palm production is oil palm empty fruit bunches (EFB). Unfortunately, almost of the waste of oil palm bunches is not utilized properly. On the other side, national and global demand for biodegradable plastics is predicted to increase by 100% from 2020 to 2025. However, there is no domestic production to meet this need. One of the biodegradable plastics is Poly-Lactic Acid (PLA). One of the technological breakthroughs that have been researched related to PLA production is the production of Glucose from EFB, Lactic Acid fermentation from glucose, and Lactic acid polymerization. Thus, this production alternative is interesting to review.

The production process of PLA from EFB begins with the delignification of EFB of 489,361.25 tons/year and continues with the synthesis of Glucose with the help of Cellulase Enzymes of 2,738.83 tons/year. The resulting glucose is then synthesized into lactic acid in a flow reactor with a stirred tank assisted by *L. Casei* bacteria at a temperature of 40°C, a pressure of 1 atm and a pH of 4.5. To maintain the pH value, Calcium hydroxide is added. Furthermore, the output of this fermenter is then separated from bacteria and residue from the previous reactor. Calcium lactate is then reacted with sulfuric acid to produce lactic acid and calcium sulfate. Lactic acid is then purified using the reactive distillation method. To obtain PLA, lactic acid was polymerized with the help of an SSO-86 catalyst to become Lactide and polymerized into PLA with the help of a Sn(Oct)<sub>4</sub> catalyst with a stirred tank flow reactor. This PLA product is then crystallized using a crystallizer.

This factory produces PLA as much as 25,683.42 tons/year with gypsum byproduct of 30,452.40 tons/year with a fixed capital of US\$ 85.831.166,04 and Rp. 1.104.808.429.051,28 and working capital of US\$ 93.984.613,53 and Rp. 62.338.620.311,59. This plant requires 174,4267 tons/hour of utility water and 6.691,3470 kW of electricity. The factory is planned to be established in 2025 in the Bontang, East Kalimantan, on a land area of 250,000 m<sup>2</sup> with the hope of employing at least 337 workers. The results of the economic study show that the factory has a value of break-even point, payout time (POT<sub>b</sub>), and return on investment (ROI<sub>b</sub>) of 42,80%, 1,75 years, and 47,08%. From the results of selectivity analysis, the most influential parameter is Sales which is indicated by the steep slope of the curve. The factory DCFRR value is 22,83% or 6.57 times BI interest in 2021 so that it is economically interesting and worthy of further studies.

**Keywords :** *Poly-Lactic Acid; Lactic Acid Fermentation; delignification; Cellulase Enzyme*