

INTISARI

Polylactic-Acid (PLA) adalah polimer termoplastik biodegradabel dan biokompatibel yang berasal dari sumber daya terbarukan, menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk plastik berbasis minyak bumi. Selain itu, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai limbah agroindustri kelapa sawit yang melimpah di Indonesia, menawarkan potensi besar sebagai sumber biomassa terbarukan. Dengan meningkatnya kesadaran lingkungan dan regulasi yang mendukung produk ramah lingkungan, permintaan untuk PLA tingkat tinggi terus meningkat di berbagai sektor seperti pengemasan, biomedis, tekstil, dan otomotif. Pabrik PLA ini dirancang untuk beroperasi secara kontinu selama 24 jam per hari, 330 hari per tahun, dengan kapasitas produksi yang ditargetkan sebesar 40.000 ton/tahun.

Proses produksi PLA di pabrik ini menunjukkan efisiensi dan kemurnian produk yang tinggi. Produksi dimulai dengan *pre-treatment* (*steam explosion*) TKKS, delignifikasi, hidrolisis, dan fermentasi untuk menghasilkan asam laktat. Proses ini dioptimalkan untuk mencapai *yield* asam laktat sebesar 36,93% dengan kemurnian 99,5% setelah melalui filtrasi, evaporasi, dan distilasi reaktif. Dengan bantuan katalis SnCl_2 , asam laktat kemudian dioligomerisasi untuk membentuk oligomer atau PLA *Low Molecular Weight*. Kemudian, dilanjutkan dengan konversi oligomer menjadi laktida melalui depolimerisasi di reaktor evaporator. Polimerisasi laktida selanjutnya dilakukan melalui polimerisasi pembukaan cincin (*ring-opening polymerization*) menggunakan katalis SnOct_2 , menghasilkan PLA dengan berat molekul tinggi dan sifat mekanik yang unggul. Setelah itu, PLA tersebut dilanjutkan ke area *post-treatment* untuk deaktivasi katalis dan mengubahnya menjadi bentuk *pellet*.

Pabrik PLA ini akan dibangun di Kawasan Industri Bontang, Kalimantan Timur dengan luas 25 hektar dengan jumlah karyawan sebanyak 317 orang. Kebutuhan material utilitas untuk menunjang proses produksi pabrik ini meliputi air sebesar 769.170,88 kg/jam, penyedia udara untuk *boiler* dan menara instrumen sebesar kg/jam 550.020,99, dan listrik sebesar 32,15 MW.

Dalam membangun dan menjalankan proses produksi pabrik, dibutuhkan modal tetap (*fixed capital*) sebesar \$65.968.676,73 dan Rp 595.401.118.942,29 serta modal kerja (*working capital*) sebesar \$99.996.510,51. Berdasarkan jenis pabrik dan kondisi operasi, pabrik ini tergolong beresiko tinggi dengan nilai ROI sebelum pajak sebesar 69,60%, ROI setelah pajak sebesar 52,20%, POT sebelum pajak sebesar 1,15 tahun, POT setelah pajak sebesar 1,47 tahun, BEP sebesar 38,53%, SDP sebesar 27,94%, Faktor Lang sebesar 3,575 dan DCFRR sebesar 36,53%. Berdasarkan parameter-parameter evaluasi ekonomi tersebut, pabrik ini menarik dari segi ekonomi dan layak dikaji lebih lanjut.

Kata kunci: *Polylactic-Acid*, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Asam Laktat, *Ring Opening*, *Steam Explosione*

ABSTRACT

PolyLactic Acid (PLA) is a biodegradable and biocompatible thermoplastic polymer derived from renewable resources, making it a promising alternative to petroleum-based plastics. Additionally, Oil Palm Empty Fruit Bunches (EFB), an abundant agro-industrial waste in Indonesia, offer great potential as a renewable biomass source. With increasing environmental awareness and supportive regulations for eco-friendly products, the demand for high-grade PLA continues to rise across various sectors such as packaging, biomedical, textile, and automotive industries. This PLA plant is designed to operate continuously for 24 hours a day, 330 days a year, with a targeted production capacity of 40,000 tons per year.

The PLA production process in this plant demonstrates high efficiency and product purity. Production begins with the pre-treatment (steam explosion) of EFB, followed by delignification, hydrolysis, and fermentation to produce lactic acid. This process is optimized to achieve a lactic acid yield of 36.93% with a purity of 99.5% after undergoing filtration, evaporation, and reactive distillation. With the aid of SnCl_2 catalyst, the lactic acid is oligomerized to form low molecular weight PLA (oligomers). These oligomers are then converted into lactide through depolymerization in an evaporator reactor. Subsequent polymerization of lactide is carried out via ring-opening polymerization using a SnOct_2 catalyst, producing high molecular weight PLA with excellent mechanical properties. The final PLA product then undergoes post-treatment for catalyst deactivation and is converted into pellet form.

The PolyLactic Acid plant will be established in the Bontang Industrial Area, East Kalimantan, covering an area of 25 hectares with 317 employees. The utility material requirements to support the plant's production process include water at a rate of 769.170,88 kg/h, air supply for boilers and instrument towers at 550.020,99 kg/h, and electricity amounting to 32,15 MW.

To construct and operate this plant, a fixed capital investment of \$65,968,676.73 and IDR 595,401,118,942.29 is required, along with a working capital of \$99,996,510.51. Based on the plant type and operating conditions, this facility is classified as high-risk, with a pre-tax ROI of 69.60%, post-tax ROI of 52.20%, pre-tax POT of 1.15 years, post-tax POT of 1.47 years, BEP of 38.53%, SDP of 27.94%, Lang Factor of 3.575, and DCFRR of 36.53%. According to these economic evaluation parameters, the plant is economically attractive and warrants further consideration.

Keywords: *PolyLactic Acid, Oil Palm Empty Fruit Bunches, Lactic Acid, Ring-Opening Polymerization, Steam Explosion*