

INTISARI

Additive manufacturing (AM) merupakan proses manufaktur dengan menambahkan lapisan satu per satu untuk membangun suatu komponen. *Fused deposition modeling* (FDM) merupakan teknik AM yang paling sering ditemui karena menawarkan biaya yang murah, kemudahan pencetakan, fleksibilitas bahan, ketersediaan bahan, dan kemudahan penerapannya. Polimer yang populer digunakan dalam metode FDM adalah *polylactic acid* (PLA). Proses FDM menimbulkan limbah sampingan seperti *support*, hasil eksperimen, dan sisa filamen. Namun, ketika diekstrusi kembali material PLA mengalami penurunan terhadap sifat mekanisnya. *Coir fibers* (CF) merupakan serat alami yang terdapat pada sabut kelapa. Bahan ini dipilih untuk penelitian karena memiliki banyak sifat menguntungkan yang dapat meningkatkan sifat mekanis PLA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat tarik dan objek 3D printing dari filamen rPLA yang diperkuat CF.

Material limbah rPLA yang didapatkan dari toko 3D printing dicacah dan dipanaskan dengan oven terlebih dahulu. Bahan penguat *coir fibers* diolah melalui tahapan pencacahan dan *bleaching* untuk memperkuat kekuatan ikat dengan matriks rPLA. Selanjutnya, *coir fibers* dicampur dengan cacahan rPLA dan PLA virgin dengan variasi kadar 0%, 1%, dan 3%. Filamen diekstrusi dengan berbagai variasi *melt temperature* dan *extrusion speed* menggunakan desain metode Taguchi. Variasi *melt temperature* yang digunakan adalah 160 °C, 170 °C, dan 180 °C sedangkan variasi *extrusion speed* yang digunakan adalah 300 mm/min, 475 mm/min, dan 650 mm/min. Analisis hasil uji tarik filamen menggunakan metode *Grey Relational Analysis* dan uji ANOVA untuk mengetahui parameter optimal dan melihat perbedaan respon tiap level berbeda.

Berdasarkan data uji tarik didapatkan respon *ultimate tensile strength* (UTS) dan *elongation at break*. Hasil analisis nilai optimal tiap parameter, yaitu *coir fibers* 0%, *melt temperature* 170 °C, dan *extrusion speed* 650 mm/min. Namun parameter-parameter tersebut ternyata tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik filamen rPLA. Hal ini diakibatkan karena penurunan aliran rPLA akibat penambahan *coir fiber* dan adanya aglomerasi. Berdasarkan eksperimen ini filamen rPLA dapat menahan kekuatan hingga 17 MPa dan mampu digunakan dalam aplikasi praktis FDM. Berdasarkan uji morfologi diketahui bahwa penurunan sifat tarik filamen rPLA diakibatkan karena filamen mengalami deformasi plastis dan porositas yang tinggi.

Kata kunci: *coir fibers*, *melt temperature*, *extrusion speed*, PLA, filamen

ABSTRACT

Additive manufacturing (AM) is a manufacturing process by adding layers one by one to build a component. Fused Deposition Modeling (FDM) is the most frequently encountered AM technique because it offers low cost, ease of printing, crushing of materials, availability of materials, and ease of application. A popular polymer used in the FDM method is polylactic acid (PLA). The FDM process generates side waste such as supports, experimental results, and filament waste. However, when re-extruded the PLA material experiences a decrease in its mechanical properties. Coir fiber (CF) is a natural fiber found in coconut fiber. This material was chosen for research because it has many beneficial properties that can improve the mechanical properties of PLA. This research aims to determine the tensile properties and 3D printing of CF-reinforced rPLA filaments.

The rPLA waste material obtained from the 3D printing shop is chopped and heated in an oven first. The reinforcing material for coir fibers is processed through shredding and bleaching stages to strengthen the bond strength with the rPLA matrix. Next, the coir fibers are mixed with chopped rPLA and virgin PLA with varying levels of 0%, 1% and 3%. The filament is extruded with various melt temperatures and extrusion speeds using the Taguchi method design. The melt temperature variations used are 160 °C, 170 °C, and 180 °C, while the extrusion speed variations used are 300 mm/min, 475 mm/min, and 650 mm/min. Analysis of the results of the filament tensile test using the Grey Relational Analysis method and ANOVA test to determine the optimal parameters and see the differences in response for each different level.

Based on the tensile test data, the ultimate tensile strength (UTS) and elongation at break responses were obtained. The results of the analysis of the optimal values for each parameter, namely coir fibers 0%, melt temperature 170 °C, and extrusion speed 650 mm/min. However, these parameters apparently do not have a significant influence on the tensile strength of rPLA filaments. This is caused by a decrease in rPLA flow due to the addition of coir fiber and agglomeration. Based on these experiments, rPLA filaments can withstand forces up to 17 MPa and are capable of being used in practical FDM applications. Based on morphological tests, it is known that the decrease in the tensile properties of rPLA filaments is caused by the filaments experiencing plastic deformation and high porosity.

Keywords: coir fibers, melt temperature, extrusion speed, PLA, filament