

INTISARI

3D printing adalah salah satu tipe proses *additive manufacturing*. Diantara jenis-jenis *3D printing*, *Fused Deposition Modelling* (FDM) merupakan jenis dengan kelebihan yang sesuai untuk skala produksi yang relatif kecil dikarenakan biaya yang rendah, kecepatan produksinya yang relatif tinggi, dan proses pengerjaannya yang mudah. Salah satu polimer yang sering dipakai pada metode ini adalah *polylactic acid* (PLA), dikarenakan kelebihannya, salah satunya yang berupa suhu ekstrusi yang rendah. PLA sendiri memiliki sisi lemah pada karakteristiknya, yaitu kekuatan tarik yang lemah. *Nanocrystalline cellulose* (NCC) adalah produk hasil pengolahan selulosa dan memiliki nilai kristalinitas tinggi. Material ini memiliki karakteristik yang menarik untuk digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit. NCC memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi, serta ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jumlah penambahan bahan penguat *nanocrystalline cellulose* terhadap sifat tarik dari filamen komposit PLA/NCC.

Penelitian ini menggunakan serbuk NCC yang sudah diekstrak dari serat rami. Serbuk NCC dan pelet PLA yang sudah dalam keadaan kering dicampur dengan pengadukan dalam wadah plastik dengan variasi konsentrasi NCC: 0, 0,5, 0,75, dan 1 wt%. Filamen diproduksi menggunakan mesin ekstruder dengan satu ulir ekstrusi dan satu pemanas dekat *nozzle*, dengan pemanas berada pada temperatur 155°C. Kecepatan putar ulir maksimum dan konstan, Pendinginan menggunakan kipas yang tertaut pada mesin ekstruder. Karakterisasi filamen komposit dilakukan dengan melakukan pengujian diameter filamen, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), pengujian serap air dan pengujian tarik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan NCC sebesar 0,5 wt% meningkatkan kekuatan tarik filamen sebesar 35,241% (dari 36,154 MPa menjadi 48,895 MPa). Penambahan NCC di atas 0,5 wt% masih meningkatkan kekuatan tarik dari filamen, namun peningkatan kekuatan tarik tidak sebaik peningkatan kekuatan tarik dengan penambahan NCC sebesar 0,5 wt%. Konsentrasi NCC untuk hasil kekuatan tarik terbaik dicapai pada 0,5 wt%. Uji serap air yang dilakukan dalam penelitian menunjukkan bahwa NCC tidak memengaruhi daya serap air dari PLA dan juga menunjukkan bahwa PLA bersifat *hydrophobic*. Dalam penelitian ini juga diamati bahwa filamen hasil ekstrusi memiliki diameter lebih tinggi ketimbang filamen komersial dan *nozzle* dari mesin ekstruder.

Kata kunci: *nanocrystalline cellulose*, *3D printing*, FDM, filamen, karakterisasi

ABSTRACT

3D printing is a type of additive manufacturing process. Among the types of 3D printing, fused deposition modelling (FDM) is the type with advantages that is suited for a relatively small scale production because of low costs, relatively high production speed, and easy working process. One type of polymer that is commonly used with this method is polylactic acid (PLA) due to its advantages which includes low extrusion temperature. PLA alone has its weak side in its characteristics, which is low tensile strength. Nanocrystalline cellulose (NCC) is a product of processed cellulose and has high crystallinity. This material has interesting characteristic which is interesting to be used as reinforcement in composite. NCC has high strength and stiffness, as well as environment friendly. This research is aimed to observe the effect of amount of adding reinforcement material NCC to the tensile characteristics of composite PLA/NCC filament.

This research uses NCC powder extracted from hemp fiber. Dried NCC powder and PLA pellet is mixed by stirring in a plastic container with various concentration of NCC: 0, 0.5, 0.75, and 1 wt%. Filament is produced using an extruder machine with one extrusion screw and one heater near the nozzle with the heater temperature at 155°C. The rotational speed of the screw is maximum and constant. Cooling uses a fan that is embedded to the extruder machine. Characterization of the composite filament is done by testing its diameter and tensile test.

The results of this research shows that an addition of 0.5 wt% of NCC increases the tensile strength of the filament by 35.241% (from 36.154 MPa to 48.895 MPa). Addition of NCC above 0.5 wt% still increases the tensile strength of the filament, but the increase of tensile strength is not as good as the one with 0.5 wt% NCC. The NCC concentration for the best tensile strength result is achieved at 0.5 wt%. The water absorption test that had been done on this research shows that NCC doesn't affect the capability of PLA to absorb water and shows that PLA is hydrophobic. In this research it is also observed that filament produced from extrusion has higher diameter compared to commercial filament and the nozzle of the extrusion machine.

Keywords: nanocrystalline cellulose, 3D printing, FDM, filament, characterization