

INTISARI

Pandemi COVID-19 masih menjadi perhatian para ilmuwan karena virus terus mengalami mutasi. Proses manufaktur *nasopharyngeal swab* menggunakan *additive manufacturing* (AM) merupakan solusi alternatif untuk mengatasi kekurangan *flock nasopharyngeal swab*. *Vat photopolymerization* (VP) merupakan teknologi AM yang banyak digunakan untuk proses manufaktur *3D-printed nasopharyngeal swab*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa parameter cetak dan *curing time* memiliki pengaruh pada karakteristik hasil cetak VP, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta pengaruh parameter cetak dan *curing time* terhadap sifat mekanis, keakuratan dimensi dan kekasaran permukaan *3D-printed nasopharyngeal swab* yang dimanufaktur menggunakan material fotopolimer resin PLA PRO dan *dental non castable*.

Desain *nasopharyngeal swab* yang terdiri dari komponen *multi-part* disajikan pada penelitian ini. Variasi parameter cetak yang akan digunakan adalah *layer thickness* (0.05, 0.075 dan 0.1 mm), *normal exposure time* (3, 4 dan 5 detik) dan *curing time* (10, 20 dan 30 menit). Beberapa pengujian dilakukan untuk mengevaluasi *3D-printed nasopharyngeal swab* terkait kekuatan tarik, kekuatan bending, akurasi dimensi, kekasaran permukaan dan kemampuan pengambilan sampel. Analisis *buckling* dan defleksi menggunakan FEM serta analisis biaya yang dibutuhkan untuk produksi *3D-printed nasopharyngeal swab* juga akan disajikan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai beban tarik tertinggi yang mampu ditahan oleh *3D-printed nasopharyngeal swab* yang terbuat dari material PLA PRO dan *dental non castable* masing-masing adalah 37.6 N dan 32 N, yang diperoleh pada parameter NET 5 detik, LT 0.05 mm dengan CT 30 menit dan parameter NET 4 detik, LT 0.05 mm dengan CT 30 menit. Nilai kekuatan bending tertinggi spesimen yang terbuat dari material PLA PRO dan *dental non castable* masing-masing adalah 82.1 MPa dan 33.8 MPa, yang diperoleh pada parameter NET 5 detik, LT 0.05 mm dengan CT 30 menit dan parameter NET 4 detik, LT 0.1 mm dengan CT 30 menit. Hasil simulasi FEA menunjukkan sebagian besar deformasi dan distribusi tegangan terletak pada bagian *swab neck* serta tidak terdapat deformasi berlebih pada bagian *breaking point*. Nilai kekasaran permukaan terendah *3D-printed nasopharyngeal swab* yang terbuat dari material PLA PRO dan *dental non castable* masing-masing adalah 1.280 μm dan 1.701 μm , yang diperoleh pada parameter NET 5 detik, LT 0.05 mm dengan CT 20 menit dan parameter NET 3 detik, LT 0.05 mm dengan CT 10 menit. Akurasi dimensi terbaik *3D-printed nasopharyngeal swab* diperoleh pada penggunaan parameter LT 0.1 mm. *3D-printed nasopharyngeal swab* yang disajikan dalam penelitian ini mampu membawa sejumlah sampel cairan hingga 141.6 mg. Biaya produksi *3D-printed nasopharyngeal swab* diperkirakan antara Rp745.8-Rp835 per *swab*.

Kata Kunci: *Additive Manufacturing, COVID-19, Curing Time, Nasopharyngeal Swab, Parameter Cetak, Vat Photopolymerization*

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic is still becoming a concern for scientists because the virus continues to mutate. The manufacturing process of nasopharyngeal swab via additive manufacturing (AM) is an alternative solution to address the shortage problem of standard flock nasopharyngeal swabs. Vat photopolymerization is an AM technology that is widely used for manufacturing 3DP nasopharyngeal swab. Previous studies have shown that printing parameters and curing time have an effect on the characteristics of VP printed part, therefore this study aims to determine the characteristics and influence of printing parameters and curing time on mechanical properties, dimensional accuracy and surface roughness of 3D-printed nasopharyngeal swabs manufactured using PLA PRO and dental non castable photopolymer resin.

The nasopharyngeal swab design consisting of multi-part components will be presented in this study. The printing process parameter variations that will be used in this study are layer thickness (0.05, 0.075 and 0.1 mm), normal exposure time (3, 4 and 5 seconds), and curing time (10, 20 and 30 minutes). Several tests were performed to evaluate 3D-printed nasopharyngeal swabs regarding tensile strength, flexural strength, dimensional accuracy, surface roughness and sample collection ability. Buckling and deflection analysis using FEM as well as the cost analysis required for nasopharyngeal swab production will also be presented.

The results showed that the highest tensile load value that can be withstand by 3D-printed nasopharyngeal swabs made of PLA PRO and dental non castable material are 37.6 N and 32 N respectively, which obtained at the parameters NET of 5 s, LT of 0.05 mm with a CT of 30 min and the parameters NET of 4 s, LT of 0.05 mm with a CT of 30 min. The highest flexural strength of the specimen made of PLA PRO and dental non castable material are 82.1 MPa and 33.8 MPa respectively, which obtained at the parameters NET of 5 s, LT of 0.05 mm with a CT of 30 min and the parameters NET of 4 s, LT of 0.1 mm with a CT of 30 min. The FEA simulation results showed that the most deformations and stresses were located in the swab neck section and there was no excessive deformation in the breaking point section. The lowest surface roughness value of 3D-printed nasopharyngeal swab made of PLA PRO and dental non castable material are 1.280 μm and 1.701 μm respectively, which obtained at the parameters NET of 5 s, LT of 0.05 mm with a CT of 20 min and the parameters NET of 3 s, LT of 0.05 mm with a CT of 10 min. The best dimensional accuracy of 3D-printed nasopharyngeal swab was obtained by using the LT parameter of 0.1 mm. The 3D-printed nasopharyngeal swab presented in this study was able to carry a number of liquid samples up to 141.6 mg. The cost production of 3D-printed nasopharyngeal swab was estimated to be between Rp745.8-Rp835 per swab.

Keywords: Additive Manufacturing, COVID-19, Curing Time, Nasopharyngeal Swab, Printing Parameter, Vat Photopolymerization