

INTISARI

Stent polimer *bioresorbable* (BRS) merupakan perkembangan *stent* terbaru untuk revaskularisasi pada penyempitan pembuluh darah dengan menggunakan material *biodegradable*. Disatu sisi, permasalahan BRS memiliki ukuran *strut* yang tebal karena sifat mekanisnya lebih rendah dari metal, sehingga mengurangi kemampuan bermanuver di dalam pembuluh. Hal tersebut dapat meningkatkan resiko diseksi dan restenosis. Disisi lain, BRS diproduksi dengan metode *laser-cutting* yang membutuhkan intensitas energi yang tinggi dan proses yang mahal. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan material berbasis *graphene* untuk meningkatkan sifat mekanis BRS, dan sekaligus dapat diaplikasikan dengan 3D *printing* (3DP) sebagai metode alternatif manufaktur *stent*.

Penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan: melakukan simulasi elemen hingga untuk mengetahui potensi *graphene* sebagai material *stent*, mempelajari keamanan *graphene* yang disintesis dari grafit, mempersiapkan nanokomposit *graphene*, mengembangkan resin fotopolimer *graphene* disertai dengan pengujian sifat fisis, mekanis, dan deposisi pada 3DP teknik *digital light processing* (DLP). Terakhir, fabrikasi prototipe *stent* dengan metode 3DP.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa *stent* dengan model material *graphene* memiliki kekuatan 60% lebih besar dibandingkan *stent* dengan model material tanpa *graphene*. Hasil uji tarik pada spesimen dengan material *graphene* yang dipreparasi dengan metode *solvent casting* dan 3DP menunjukkan perbedaan peningkatan kuat tarik, masing-masing sebesar 69% dan 400%. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan resin fotopolimer terdiri dari *poly(ethylene glycol) diacrylate*, *graphene*, dan fotoinisiator *diphenyl (2,4,6-trimethylbenzoyl) phosphine oxide* untuk pembuatan prototipe *stent*. Hasil uji tarik pada spesimen material tersebut menunjukkan modulus ~15 MPa, kuat tarik ~3,32 MPa. Karakteristik mekanikal material tersebut telah memenuhi syarat sebagai material *stent*.

Kata kunci: 3D *printing*, *stent*, fotopolimer, nanokomposit, *graphene*

ABSTRACT

Polymeric bioresorbable stent (BRS) is the latest development in the revascularization of the narrowed blood vessels. BRS material is biodegradable but it has lower mechanical properties. On the one hand, BRS has thicker struts and less maneuverability within the blood vessels. It increases the risk of dissection and restenosis. On the other hand, BRS is made by laser-cutting method which requires high energy intensity and expensive processes. This research was conducted to develop a new graphene-based material to increase the mechanical properties of BRS and applicable for 3D printing (3DP) using digital light processing (DLP) as an alternative method for stent fabrication.

The research was carried out in five stages, namely: performing finite element simulations to map the stress distribution conditions of the stents with the graphene material model, arranging the graphene structure synthesized from graphite using the exfoliation method, preparation of graphene nanocomposites, developing graphene photopolymer resins, accompanied by testing the properties of physical, mechanical, and deposition on 3DP using digital light processing (DLP) technique. Lastly, fabrication of 3D printed stent prototype.

The simulation results showed that the stent with the graphene material model was 60% stronger than its counterpart. The tensile test results on the graphene-based specimens prepared by solvent casting and 3DP methods showed increased tensile strength, respectively 69% and 400%. The 3D printed stent prototype has been made from the photopolymer resin, consisted of poly (ethylene glycol) diacrylate, graphene, and photoinitiator diphenyl (2,4,6-trimethyl benzoyl) phosphine oxide. The material was photocurable at the 405 nm UV-wavelength. The cured photopolymer has Young's modulus of ~ 15 MPa, tensile strength of ~ 3.32 MPa, and meet the requirements as a stent material.

Keywords: 3D printing, stent, photopolymer, nanocomposite, graphene