

Yuliatin, Eka. 2021. **Kajian Sifat Mekanik Scaffold 3D Printing Desain Truncated Hexahedron dengan Variasi Ukuran Pori**. Skripsi ini dibawah bimbingan Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si., dan Dr. Ir. Aminatun, M.Si, Program Studi S-1 Fisika, Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Sifat mekanik merupakan faktor yang harus diperhatikan pada *scaffold* sebagai implan dalam rekayasa jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran pori terhadap sifat mekanik *scaffold* 3D printing serta mengetahui ukuran pori optimum yang memiliki sifat mekanik paling baik untuk tulang manusia. Lima variasi ukuran pori *scaffold* (600, 800, 1.000, 1.200, dan 1.400 μm) dicetak menggunakan 3D printer metode *Fused Deposition Modelling* (FDM) dengan filamen PLA dan desain geometri satuan *truncated hexahedron*. *Scaffold* diisi dengan pasta *Injectable Bone Substitute* (IBS) yang disintesis dari hidroksiapatit (HA), gelatin, *hydroxypropyl methylcellulose* (HPMC), dan streptomisin. Hasil uji *digital microscope* membuktikan bahwa terbentuk mikropori dengan ukuran 130-230 μm setelah pasta IBS diinjeksi dalam *scaffold*. Uji kuat tekan menunjukkan hubungan trend negatif antara ukuran pori terhadap nilai *compressive strength*, serta penambahan nilai kuat tekan pada *scaffold* yang telah diisi dengan pasta IBS yakni dari 1,49-3,97 MPa menjadi 3,45-4,77 MPa. Berdasarkan uji tarik menunjukkan adanya hubungan trend negatif antara ukuran pori terhadap nilai *tensile strength*, dan *elongation*, serta menunjukkan penambahan nilai *tensile strength* pada *scaffold* yang telah diinjeksi pasta IBS yakni dari 5,18-11,94 MPa menjadi 7,05-13,99 MPa. Uji *bending strength* menunjukkan penurunan nilai sebanding dengan penambahan ukuran pori, dimana nilai terbesar pada ukuran pori 600 μm yakni sebesar 36,09 MPa untuk *scaffold* tanpa pasta IBS, dan 40,36 MPa untuk *scaffold* yang telah diinjeksi IBS. Uji pelepasan obat membuktikan bahwa *scaffold* dapat berperan dalam proses *drug carrier* dengan kadar pelepasan streptomisin sebesar 4,944-6,547 %. Nilai porositas menunjukkan bahwa *scaffold* dapat mendukung rekayasa jaringan. Berdasarkan uji sudut kontak, menunjukkan bahwa *scaffold* PLA bersifat hidrofilik. Dengan demikian, *scaffold* tulang memenuhi kriteria sebagai pengganti tulang, dengan ukuran pori optimum 600 μm .

Kata kunci: scaffold 3D printing, compressive strength, tensile strength, bending strength, Injectable Bone Substitute (IBS).

Yuliatin, Eka. 2021. **Study of Mechanical Properties of 3D-Printed Scaffold with Truncated Hexahedron Design with Variation of Pore Size.** This bachelor thesis was under guidances of Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si., and Dr. Ir. Aminatun, M.Si, Physics Bachelor Study Program, Physics Department Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Mechanical properties are factors that must be considered on the scaffold as an implant in tissue engineering. This study aims to determine the effect of pore size variations on the mechanical properties of 3D printing scaffold and to determine the optimum pore size which has the best mechanical properties for human bones. Five variations of the scaffold pore sizes (600, 800, 1,000, 1,200, and 1,400 μm) were printed using the Fused Deposition Modeling (FDM) 3D printer method with PLA filaments and a truncated hexahedron unit geometric design. The scaffold has combined with Injectable Bone Substitute (IBS) paste synthesized from hydroxyapatite (HA), gelatin, hydroxypropyl methylcellulose (HPMC), and streptomycin. Digital microscope test results have proven that micropores with a size of 130-230 μm are formed after IBS paste is injected into the scaffold. The compressive strength test has shown a negative trend relationship between pore size and the compressive strength and has shown an increase in the compressive strength value of a scaffold that has been filled with IBS paste about 1,49-3,97 MPa to 3,45-4,77 MPa. Based on the tensile test, it has shown a negative trend relationship between the value of pore size on tensile strength, elongation, and modulus of elasticity, and it has shown the increase in the tensile strength value of the scaffold injected with IBS paste from 5,18-11,94 MPa to 7,05-13,99 MPa. The bending strength test has shown a decrease in value proportional to the increase in pore size, where the largest value is at 600 μm pore size, about 36,09 MPa for scaffolds without IBS paste, and 40,36 MPa for scaffolds that have been injected with IBS. The drug release test has proven that scaffold could be a medium of the drug carrier process with streptomycin release concentration of 4,944-6,547%. The porosity value has shown that the scaffold can support tissue engineering. Based on the contact angle test, it has shown that the PLA scaffold is hydrophilic. Thus, the bone scaffold can be used as a bone substitute, with an optimum pore size of 600 μm .

Keywords: scaffold 3D printing, compressive strength, tensile strength, bending strength, Injectable Bone Substitute (IBS).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Kajian Sifat Mekanik *Scaffold 3D Printing* Desain *Truncated Hexahedron* dengan Variasi Ukuran Pori**” untuk memenuhi persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat lepas dari dukungan, doa, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah menyediakan waktu dan ilmunya untuk membantu terutama kepada:

1. Ibu Tasri, ibu penulis yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta kasih sayang yang tiada pernah berhenti kepada penulis.
2. Bapak Tariman, ayah penulis yang selalu bekerja keras tanpa ada rasa mengeluh dan memberikan motivasi serta doa kepada penulis.
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
4. Ibu Dyah Hikmawati, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta senantiasa membimbing dengan penuh kesabaran selama pengerjaan penelitian skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ir. Aminatun, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan dukungan dan masukannya hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Bapak Mintorogo, suami Bu Dyah Hikmawati yang secara tidak langsung menjadi pembimbing III yang senantiasa membantu penulis dalam proses pelaksanaan penelitian.
7. Bapak Drs. Siswanto, M.Si. selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan penelitian ini.
8. Bu Dr. Nuril Ukhrowiyah, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dalam melengkapi skripsi penelitian ini.

9. Ibu Prof. Dr. Ir. Suhariningsih selaku dosen wali yang selalu memberikan membimbing penulis untuk menempuh semester demi semester dengan baik.
10. Seluruh ustadz-ustadzah, dosen-dosen, guru yang telah tanpa pamrih membagikan ilmunya kepada penulis, semoga Allah membalas segala jasa-jasa semuanya.
11. Seluruh keluarga besar Fisika Universitas Airlangga yang selalu memberikan perhatian dan dukungan selama pengerjaan skripsi.
12. Seluruh keluarga besar Fisika Material yang telah saling membantu dan berbagi ilmu hingga terselesaikannya skripsi ini.
13. Seluruh keluarga besar JIMM yang telah memberikan pengalaman non akademik kepada penulis selama proses studi.
14. Para sahabat seperjuangan Rika, Frazna, Suliya, Elin, Amila, Mei yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi selama proses pengerjaan skripsi ini.
15. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Skripsi ini tidak terlepas dari arahan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari kekurangan, untuk itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat benar-benar memberikan manfaat bagi masyarakat umum dan kalangan mahasiswa fisika pada khususnya.

Surabaya, 21 Mei 2021

Penulis

Eka Yuliatin