

Hanan, Annisa. 2020. **Karakterisasi 3D-Printed Scaffold PLA Mandibula Terlapisi Hidroksiapatit-Kitosan-AgNPs**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Ir. Aminatun, M.Si dan Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio, CCD, Program Studi S-1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Osteomyelitis merupakan inflamasi tulang yang terjadi setelah infeksi kronis dan disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* atau bakteri anaerob lain. Osteomyelitis yang terjadi pada mandibula menyebabkan tulang menjadi rapuh dan memiliki lubang-lubang yang apabila tidak ditangani dengan baik dapat terjadi fraktur patologis yang mengganggu fungsi mandibula dan estetika wajah. Penelitian bertujuan membahas pengaruh hidroksiapatit, kitosan, dan AgNPs dari berbagai jurnal terhadap struktur morfologi, porositas, kuat tekan, hidrofilisitas, sifat antibakteri, tingkat proliferasi, dan diferensiasi sel yang berpotensi sebagai pelapis *scaffold* PLA 3D-printed mandibula yang mengalami osteomyelitis. Metode yang digunakan adalah studi terhadap artikel jurnal bereputasi internasional yang didapat dari *Scencedirect* maupun *National Center for Biotechnology Information*. Hasil review menunjukkan bahwa *scaffold* PLA terlapisi kitosan dan hidroksiapatit memiliki struktur berpori yang terinterkoneksi dengan permukaan dinding pori kasar. Porositas PLA yang dimodifikasi dengan kitosan dan hidroksiapatit bervariasi antara 26% hingga 96%. Pelapisan *scaffold* dengan hidroksiapatit dan kitosan dapat menurunkan porositas. Nilai modulus tekan *scaffold* PLA dari berbagai metode sintesis berada dalam rentang nilai modulus tekan mandibula asli. Modifikasi permukaan dengan hidroksiapatit dan kitosan terbukti mampu meningkatkan hidrofilisitas PLA. Penambahan AgNPs lebih dari 1% sebagai pelapis terbukti dapat meningkatkan sifat antibakteri dan menghambat pembentukan biofilm. PLA yang dimodifikasi dengan hidroksiapatit dan kitosan terbukti mampu meningkatkan proliferasi *human bone marrow stem cells* dan sel MG-63 mirip osteoblas manusia serta menunjukkan performa yang sangat baik dalam meningkatkan kemampuan diferensiasi sel tulang setelah diuji secara *in vitro* dan *in vivo*. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa hidroksiapatit, kitosan, dan AgNPs berpotensi besar digunakan sebagai pelapis *scaffold* PLA 3D-printed untuk rekonstruksi mandibula yang mengalami osteomyelitis.

Kata kunci: *Scaffold, 3D-printing, Polylactic acid (PLA), hidroksiapatit, kitosan, AgNPs, osteomyelitis.*

Hanan, Annisa. 2020. *Characterization of 3D-Printed Scaffold PLA Mandibular Coated with Hydroxyapatite-Chitosan-AgNPs*. Undergraduate research paper, supervised by Dr. Ir. Aminatun, M.Si and Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio, CCD. Undergraduate Study of Biomedical Engineering, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga.

ABSTRACT

Osteomyelitis is bone inflammation that occurs after chronic infection and caused by *Staphylococcus aureus* or other anaerobic bacteria. Osteomyelitis in mandible cause bones become brittle and have holes that if not handled properly can lead to pathological fractures that disrupt mandibular functions and facial aesthetics. This research aims to discuss the effect of hydroxyapatite, chitosan, and AgNPs from various journals on morphological structure, porosity, compressive strength, hydrophilicity, antibacterial properties, degree of proliferation, and cell differentiation which have potential as a coating of 3D-printed mandibular *scaffold* with osteomyelitis. The method used is a study of internationally reputed journal articles obtained from Scencedirect and the National Center for Biotechnology Information. The results of the review indicate that chitosan and hydroxyapatite coated PLA *scaffolds* have porous structures that are interconnected with rough pore wall surfaces. Porosity of PLA modified with chitosan and hydroxyapatite varies between 26% to 96%. *Scaffold* coating with hydroxyapatite and chitosan can reduce porosity. Compressive modulus of PLA *scaffolds* from various synthesis methods are in range of compressive modulus values of mandible. Surface modification with hydroxyapatite and chitosan are proven to be able to increase the hydrophilicity of PLA. Addition of AgNPs more than 1% as a coating is proven to increase antibacterial properties and inhibit the formation of biofilms. PLA modified with hydroxyapatite and chitosan are proven to increase proliferation of human bone marrow stem cells and MG-63 cells similar to human osteoblasts and show excellent performance in increasing the ability of bone cell differentiation after being tested *in vitro* and *in vivo*. Thus, it can be stated that hydroxyapatite, chitosan, and AgNPs have great potential to be used as 3D-printed PLA *scaffold* coatings for reconstruction of mandible undergoing osteomyelitis.

Keywords: *Scaffold, 3D-printing, Polylactic acid (PLA), hydroxyapatite, chitosan, AgNPs, osteomyelitis.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Karakterisasi 3D-Printed Scaffold PLA Mandibula Terlapisi Hidroksiapatit-Kitosan-AgNPs”. Penyusunan skripsi bertujuan memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Bidang Teknik Biomedis pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, terutama kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Ponang Bihananto dan Ibu Widyana Kusumawardhani, yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis dari berbagai segi.
2. Prof. Dr. Moh. Yasin, M.Si selaku Ketua Departemen Fisika, Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si selaku Kepala Program Studi S-1 Teknik Biomedis, dan Drs. Siswanto, M.Si selaku Kepala KBK Biomaterial Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
3. Dr. Ir. Aminatun, M.Si selaku Pembimbing I yang senantiasa memberi ilmu, waktu, nasihat, serta membimbing penulis dengan luar biasa.
4. Dr. Prihartini Widiyanti, drg., M.Kes., S.Bio, CCD selaku Pembimbing II yang senantiasa memberi ilmu, waktu, nasihat, serta membimbing penulis dengan luar biasa.
5. Jan Ady, S.Si., M.Si selaku Penguji I yang telah memberi saran yang membangun bagi penulis.
6. Dr. Nuril Ukhrowiyah, S.Si., M.Si selaku Penguji II yang telah memberi saran yang membangun bagi penulis.
7. Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T selaku dosen wali yang senantiasa memotivasi penulis selama menempuh perkuliahan.
8. Keluarga besar Teknik Biomedis, Sapriti, Cicil, Chintya, teman-teman dekat, seperbimbingan, dan angkatan 2016 atas segala bentuk *support* yang luar biasa pada penulis.

Kritik dan saran yang membangun penulis harapkan menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat umum, khususnya kalangan mahasiswa Teknik Biomedis.

Surabaya, Juli 2020

Penulis