

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bone graft memiliki sifat osteogenesis, osteoinduksi, osteokonduksi dan osteointegrasi. *Bone graft* dibedakan menjadi empat jenis berdasarkan sumber bahannya, yaitu: autograft, allograft, xenograft, dan alloplast (Souliisa & Nathania, 2018). *Autograft* dan *alloplast* merupakan bahan yang sering digunakan untuk *bone graft*. Kelemahan *autograft* memiliki bioavailabilitas yang rendah sehingga membutuhkan alternatif lain yaitu *alloplast*. *Alloplast* merupakan senyawa *Calcium Phosphate* sintetik yang memiliki biokompatibilitas dan osteoinduktif yang baik (Ma *et al.*, 2017). Golongan *Calcium Phosphate* yang sering digunakan adalah *Hydroxyapatite* (HA), β -*Tricalcium Phosphate* (β -TCP), dan *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP).

Hydroxyapatite (HA) merupakan material *bone graft* yang sering digunakan. HA memiliki sifat biokompatibilitas, karakteristik kimia yang stabil, osteokonduktif, dan *mechanical strength* yang tinggi (Yoo *et al.*, 2017). Kelemahan HA dalam penggunaannya memiliki kelarutan yang rendah (Yoo *et al.*, 2017), sifat mekanik yang lebih rendah dibandingkan dengan tulang (Hengky, 2011), dan memiliki *tensile strength* yang kurang baik sehingga kurang cocok digunakan pada area dengan beban besar (Gheisari *et al.*, 2015).

β -*Tricalcium Phosphate* (β -TCP) memiliki karakteristik larut dengan cepat oleh cairan tubuh sehingga dapat membentuk struktur porous pada ceramic scaffold dan merupakan osteokonduktif yang baik (de Grado *et al.*, 2018). Kelemahan β -TCP adalah pada porositas tertentu akan cepat terdegradasi dan mengakibatkan hilangnya integritas

scaffold, mengurangi potensi osteoinduktif sehingga akan mengganggu pembentukan tulang (de Grado *et al.*, 2018). Hal tersebut mengakibatkan β -TCP memiliki kekuatan mekanik yang rendah sehingga kurang efektif jika digunakan tanpa kombinasi material lainnya (Yoo *et al.*, 2017; Ruiz-Aguilar *et al.*, 2018).

Biphasic Calcium Phosphate (BCP) merupakan *bioceramic* penggabungan dari β -TCP dan HA. BCP memiliki sifat osteokonduktif dan biokompatibel serta memiliki struktur dan ikatan kimia yang mirip dengan bahan inorganik dari tulang (Yoo *et al.*, 2017). *Mechanical property* dan *biological property* pada BCP dipengaruhi oleh perbandingan rasio HA dan β -TCP (Kim *et al.*, 2015) sehingga memerlukan penggabungan dengan material lain menjadi *bioceramic* komposit (Shim *et al.*, 2017).

Optimasi *bioceramic* dapat dilakukan melalui doping. Doping dilakukan dengan menambahkan material yang bersifat ionik sehingga tidak mengakibatkan large aggregate (Shim *et al.*, 2017). Single layer doping menggunakan material ionik yang dapat meningkatkan kemampuan induksi osteogenic yaitu Strontium (Shim *et al.*, 2017). Multi-layer doping dengan menambahkan material ionik antibakteri yang diperlukan terutama pada kasus infeksi (Croes, van der Wal and Vogely, 2019) yaitu Ag^+ (Silver) (Khan *et al.*, 2021).

Ion Sr^{2+} dapat meningkatkan aktivitas osteoblas, menurunkan aktivitas osteoklas, osteointegrasi yang baik, menurunkan produksi sitokin (Yuan *et al.*, 2018; Lan *et al.*, 2019), mencegah karies, menggantikan kandungan Ca^{2+} pada HA serta β -TCP (Kanchana, *et al.*, 2010), meminimalisir fraktur dan meningkatkan osteogenic differentiation (Deng *et al.*, 2018). Swe *et al.* dalam penelitiannya mengatakan, bahwa dosis ion Sr^{2+} pada konsentrasi 3 mol% memiliki osteokonduktifitas yang lebih baik

dengan menstimulasi proliferasi sel dan aktivitas ALP pada pembentukan bone nodules (Swe *et al.*, 2020).

Ion Ag^+ memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri (Khan *et al.*, 2021). Bakteri yang dapat dihambat oleh ion Ag^+ adalah bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Bakteri *Staphylococcus aureus* berhubungan dengan penyakit infeksi pada tulang disebut osteomyelitis yang dapat mengganggu proses osteogenesis/pembentukan tulang. Ion Ag^+ dapat bekerja secara lokal (Mohiti-Asli *et al.*, 2016) dengan konsentrasi 1 mol% (Hofstee *et al.*, 2020; Swe *et al.*, 2020).

Adanya penambahan material dapat memperbaiki karakteristik *bone graft* namun juga dapat mempengaruhi susunan atom pada senyawa yang terbentuk. Setiap senyawa memiliki susunan komposisi atom berulang yang membentuk bidang tertentu dan jarak teratur yang dapat dilihat melalui pengukuran pada kisi kristal melalui pola pembiasan cahaya atau foton. Karakteristik dari bentuk Kristal tersebut didapatkan dari hasil Kristal yang memiliki rentang panjang pada koordinasi atom-atom atau ion dalam pola tiga dimensi. Penambahan material akan mengakibatkan perubahan kimia. Perubahan kimia dapat mengakibatkan perubahan struktur atom dan menghasilkan suatu zat baru dan tidak dapat dikembalikan. Hasil dari perubahan akan menghasilkan zat dan sifat serta jenis materi yang baru dari zat yang semula. Penataan ulang atom dalam sifat atau komposisinya yang melibatkan satu zat atau lebih disebut dengan perubahan kimia. Perubahan kimia dapat mengakibatkan perubahan fisik pula dimana susuna molekul kimia juga akan berubah. (Fahri A., 2017; Ida Z., 2019).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai karakterisasi stuktur kristal dari penambahan Sr^{2+} dan Ag^+ pada BCP. Untuk melihat struktur kristal dari Sr^{2+} dan Ag^+ pada BCP diperlukan adanya uji properti. Uji properti merupakan uji untuk melihat suatu karakteristik pada suatu bahan atau material. Pada peneliitian ini uji properti yang dilakukan menggunakan metode *X-Ray Diffractometer* (XRD) untuk mengetahui stuktur kristal.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ pada BCP merubah karakterisasi struktur kristalinitas BCP sebagai *bone graft*?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk menjelaskan karakterisasi stuktur kristal pada BCP dengan *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ sebagai *bone graft*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mendapatkan grafik *peak* dan *lambda* stuktur kristal pada BCP dengan *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ sebagai *bone graft*.
2. Untuk mendapatkan ukuran kristal pada BCP *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ sebagai *bone graft*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai sumber rujukan untuk penelitian pengembangan dan optimasi *bone graft* dari BCP *doping* Sr^{2+} dan Ag^+ .

2. Menjadi inovasi produk bioceramic BCP dengan optimasi doping Sr^{2+} dan Ag^{+} yang dapat digunakan pada pasien yang memerlukan aplikasi bone graft untuk meningkatkan regenerasi dan perbaikan tulang.