

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan biomaterial sebagai pengganti tulang terus bertambah. Hal ini terlihat dari meningkatnya kasus defek tulang yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, banyaknya kasus kecelakaan, trauma, tumor, dan penyakit tulang lainnya (Ferdiansyah *et al.*, 2011). Menurut catatan Korps Lalu Lintas Kepolisian RI (Korlantas Polri) pada tahun 2020 di Indonesia terdapat

100.028 kasus kecelakaan, dari data tersebut sebanyak 23.529 korban meninggal dunia, 10.751 korban mengalami luka berat, dan 113.518 korban mengalami luka ringan. Dari peristiwa kecelakaan terdapat korban cedera dan fraktur tulang, yang mana menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI) tahun 2020 fraktur pada ekstremitas bawah akibat kecelakaan memiliki prevalensi yang paling tinggi yaitu sebesar 46,2%. Pada penanganan kondisi tersebut diperlukan biomaterial pengganti tulang (*bone graft*), tetapi selama ini kebutuhan biomaterial di Indonesia mengalami kekurangan sehingga mengandalkan impor dari Swiss. Oleh sebab itu pengembangan material maju untuk aplikasi medis sangat penting dilakukan di Indonesia, agar diperoleh biomaterial pengganti tulang (*bone graft*) yang biokompatibel, murah, dan kuat.

Bone graft merupakan biomaterial untuk pecangkakan tulang yang rusak, materialnya berasal dari bahan sintetik non-logam yang bisa didapatkan dari bahan keramik, komposit, dan polimer (Agbeboh *et al.*, 2020). *Bone graft* yang ideal memiliki sifat osteokonduktif, osteoinduktif, dan osteogenesis yang berguna untuk merangsang pertumbuhan tulang (Cuomo *et al.*, 2009).

Osteokonduktif yaitu kemampuan tulang yang mengalami pertumbuhan melalui permukaan *bone graft* (Matrogiacomo *et al.*, 2006). Osteoinduktif yaitu *bone graft* yang mengandung sitokin guna menstimulasi sel untuk berpoliferasi dan berdiferensiasi menjadi osteoblas yang dapat memproduksi tulang baru. Osteogenesis yaitu *bone graft* yang memiliki kemampuan untuk memproduksi matrik tulang karena mengandung sel osteoblas (Umi, 2019). Selain itu, *bone*

graft juga harus memiliki sifat *bioactive*, *biocompatible* dan *bioresorable* (Muslimatul *et al.*, 2018).

Bahan yang memenuhi persyaratan untuk menjadi *bone graft* yang ideal adalah hidroksiapatit. Hidroksiapatit merupakan biomaterial anorganik yang memiliki kesamaan struktur dan kimia dengan tulang yang asli (Agrawal *et al.*, 2015). Hidroksiapatit dapat berupa serbuk, padatan yang berpori, maupun lapisan tipis sesuai dengan kebutuhan sebagai *bone graft* (Ragu, A *et al.*, 2014). Hal penting dalam pengaplikasian hidroksiapatit yang dapat mempengaruhi perkembangan sel-sel tulang baru yaitu karakteristik dan ukuran partikelnya (Benedicta, 2012). Hidroksiapatit juga bersifat biokompatibel dan memiliki osteokonduktif yang baik (Siswanto *et al.*, 2020).

Hidroksiapatit juga memiliki kekurangan seperti keramik pada umumnya yaitu rapuh (*brittle*) dan memiliki modulus elastik yang terlalu tinggi untuk implan tulang. Guna memperbaiki sifat hidroksiapatit sebagai kandidat *bone graft* dapat dilakukan pembentukan komposit dengan polimer salah satunya kolagen. Pembentukan Hidroksiapatit-Kolagen untuk pengganti tulang (*bone graft*) berguna sebagai serat penguat agar menjaga sifat elastisitas dan kerapuhan. Sifat osteokonduktif dan osteoinduktif perlu didukung dengan memperhatikan ukuran pori, porositas, interkoneksi untuk distribusi nutrisi cairan dan darah pada komposit Hidroksiapatit-Kolagen. Karakteristik tersebut telah dipenuhi pada penelitian sebelumnya, sebagaimana yang telah dilakukan oleh peneliti (Siswanto *et al.*, 2020) dan (Dita, 2017).

Menurut Maria Canillas *et al.*, 2017 hidroksiapatit juga memiliki fase kristal yang stabil secara termodinamik dan secara mikroskopis hidroksiapatit memiliki struktur kristal heksagonal atau monoklinik (Wasim *et al.*, 2018). Struktur hidroksiapatit monoklinik diperoleh hanya pada kondisi murni dengan komposisi stoikiometrik dengan rasio Ca/P adalah 1.67, sedangkan struktur heksagonal umumnya diperoleh dari sintesis hidroksiapatit yang tidak stoikiometrik (Quoc-Phong Ho *et al.*, 2020). Menurut Quoc-Phong Ho *et al.* (2020) hidroksiapatit juga memiliki derajat kristalinitas yang cukup tinggi yakni sekitar 70-80%, hal tersebut berpengaruh pada laju degradasi yang rendah. Derajat kristalinitas bergantung pada bahan dasar dan metode sintesisnya

(White, 2019). Derajat kristalinitas suatu material implan mempengaruhi laju degradasinya, yang mana secara ideal harus sama dengan rentang waktu proses penyembuhan defek tulang yaitu 2 – 8 bulan (Ferdiansyah *et al.*, 2011).

Guna meningkatkan laju degradasinya, dibutuhkan transformasi struktur kristal menjadi amorf agar mudah terurai, karena energi ikat antar atomnya akan relatif lebih kecil. Karena transformasi struktur kristal hidroksiapatit menjadi amorf sangat sulit dilakukan, maka penambahan material amorf merupakan solusi paling realistis. Salah satu material amorf yang dapat digunakan adalah silika. Peran silika dalam metabolisme mamalia dipelajari secara intensif pada penelitian yang dilakukan oleh (Carlisle, 2018) dan (Schwarz, 2018). Mereka menemukan bahwa penurunan jumlah silika di bawah nilai ambang dapat menyebabkan penyakit tulang dan tulang rawan yang signifikan. Menurut Ehrlich, *et al* (2016) silika merupakan gelas bioaktif yang bersifat biokompatibel dan dapat menyusun jaringan dengan material berbasis kalsium fosfat, sehingga diharapkan dapat meningkatkan bioaktivitas komposit Hidroksiapatit-Kolagen sebagai *bone graft* dengan metode *freeze-drying*.

Metode *freeze drying* digunakan pada penelitian ini karena pengendalian pertumbuhan kristal es yang sangat penting guna mendapatkan diameter dan bentuk pori yang sesuai, karena struktur pori adalah replikasi dari jeratan dendrit kristal es (Rahmawati, 2021). Metode ini menggunakan prinsip sublimasi, dimana proses tersebut memanfaatkan perubahan es dari beku langsung menjadi uap tanpa proses pencairan terlebih dahulu sehingga tetap menjadikan komposit berupa padatan. Penelitian ini menggunakan variasi komposisi sampel yang mengacu pada komposisi tulang murni. Diharapkan pada penelitian ini penggunaan metode *freeze-drying* dapat menghasilkan diameter dan ukuran pori yang sesuai yakni sekitar 100-300 μm , sehingga hal tersebut berpengaruh pada peningkatan bioaktivitas dan biodegradabilitas komposit Hidroksiapatit-Kolagen-Silika untuk aplikasi *bone graft*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penambahan silika amorf terhadap karakteristik komposit Hidroksiapatit-Kolagen untuk aplikasi *bone graft*?
2. Berapakah nilai komposisi optimum pada komposit Hidroksiapatit-Kolagen-Silika Amorf yang memberikan sifat paduan terbaik untuk aplikasi *bone graft*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Material yang digunakan sebagai *bone graft* adalah hidroksiapatit, kolagen, dan silika amorf.
2. Metode yang digunakan yaitu metode *freeze-drying*.
3. Pembekuan sampel dilakukan pada suhu -80°C selama 5 jam.
4. Variasi komposisi sampel komposit Hidroksiapatit-Kolagen-Silika yaitu 7:3:0 (%w/v); 7:2,5:0,5 (%w/v); 7:2:1 (%w/v); 6,5:2:1,5 (%w/v); dan 6,5:1,5:2 (%w/v).

1.4 Tujuan Penelitian

Ditinjau dari rumusan masalah, didapatkan tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan silika amorf terhadap karakteristik komposit Hidroksiapatit-Kolagen untuk aplikasi *bone graft*.
2. Mengetahui nilai komposisi optimum pada komposit Hidroksiapatit-Kolagen-Silika Amorf yang memberikan sifat paduan terbaik untuk aplikasi *bone graft*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu membentuk biomaterial pengganti tulang (*bone graft*) menggunakan komposit Hidroksiapatit-Kolagen-Silika yang bertujuan untuk memenuhi sifat osteokonduktif dan biokompatibilitas sampel, dengan ditandai adanya peningkatan bioaktivitas dan biodegradabilitas yang diharapkan dapat memenuhi standar untuk aplikasi medis.