

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tulang adalah alat gerak pasif manusia. Tulang juga menopang tubuh, melindungi organ dalam tubuh, membentuk postur, berfungsi sebagai tempat metabolisme kalsium dan mineral, dan berfungsi sebagai organ hematopoietic (Bella, et al. 2021). Jika terjadi kerusakan tulang maka akan berdampak serius pada fungsi tubuh manusia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017, selama tahun 2010 hingga 2017 telah terjadi kecelakaan sebanyak 103.228 kasus dengan korban luka berat mencapai 14.395 jiwa atau kasus fraktur tulang sebesar 62,6% (Pusparasmi, et al. 2021).

Data yang telah dipublikasi oleh Kementrian Kesehatan menyebutkan, setidaknya terdapat 8 juta orang yang mengalami patah tulang dengan berbagai sebab. Kerusakan tulang umumnya disebabkan oleh kecelakaan, kekurangan gizi, penyakit, usia, atau keturunan. Dari jumlah cedera dan kerusakan tulang yang meningkat seiring bergantinya tahun, maka semakin dibutuhkan juga alternatif penanganan kerusakan tulang untuk mengurangi resiko masalah kompatibilitas dan potensi transfer penyakit. Salah satu alternatif penanganan kerusakan tulang yakni menggunakan rekayasa jaringan tulang (Pusparasmi, et al. 2021).

Perbaikan terhadap kerusakan tulang dapat berupa fiksasi dan cangkok tulang yang bergantung pada besar kecilnya defek yang terjadi akibat penyakit, cedera, trauma, dan lain sebagainya. Defek kecil tulang membutuhkan fiksasi dari logam atau gips, sedangkan defek besar dapat menggunakan cangkok tulang. Cangkok tulang dapat berasal dari berbagai sumber yaitu *allografts*, *autologous* dan *xenografts* (Cucu, 2014).

Dalam rekayasa jaringan tulang terdapat tiga komponen utama yaitu sel, *growth factors*, dan *scaffold*. *Scaffold* tulang merupakan struktur tiga dimensi yang berfungsi sebagai kerangka/template untuk pertumbuhan sel tulang. Agar memungkinkan terjadinya pertumbuhan sel, maka *scaffold* harus memiliki struktur berpori. Diketahui jika semakin besar ukuran pori *scaffold* tulang

menghasilkan proliferasi dan diferensiasi sel tulang lebih cepat. Untuk menghasilkan *scaffold* berpori tersebut, maka digunakan bahan berbeda-beda. Tulang terdiri dari bahan apatit, oleh karena itu salah satu bahan yang akan digunakan sebagai *scaffold* adalah Hidroksiapatit (HA). Ukuran pori yang optimal untuk aplikasi perbaikan jaringan tulang berkisar pada rentang 100-300 μm (Milla, et al. 2018). Akan tetapi ukuran pori dengan diameter $>300 \mu\text{m}$ lebih baik untuk pembentukan tulang dan pembuluh darah baru (Ichsan, 2012). Namun, jika disesuaikan dengan ukuran rata-rata sel pada manusia berkisar pada *scaffold* memiliki kurang dari 10 μm (Ellyza and Dewi, 2018).

Hidroksiapatit (HA) merupakan salah satu komponen yang memiliki karakteristik sesuai dengan karakteristik sel tulang yang akan ditumbuhkan. Senyawa kalsium fosfat pada HA paling banyak dipelajari (Indrani and Adi 2018). Namun HA memiliki sifat biomekanik yang lemah yaitu memiliki kuat tekan yang rendah dengan nilai 510-896 MPa dan bersifat brittle serta porositas yang rendah. Oleh sebab itu saat ini banyak yang melakukan kombinasi Hidroksiapatit dengan bahan keramik dan polimer untuk membentuk *scaffold* komposit (Milla, et al. 2018).

Bahan keramik yang memiliki potensi untuk rekayasa jaringan adalah Trikalsium fosfat (TCP). TCP merupakan salah satu biomaterial yang banyak digunakan sebagai penyusun *scaffold* tulang dengan bahan berbentuk semen kalsium fosfat. TCP memiliki karakteristik yang unggul, karena biokompatibel dan memiliki kelarutan tinggi, serta lebih mudah terdegradasi (Azkiya et al. 2021).

Biphasic merupakan kombinasi yang diinginkan dari bioaktivitas, bioresorbabilitas, osteokonduktivitas dan osteoinduktivitas hampir tidak terintegrasi dalam materi fase tunggal. Terdapat dua pendekatan umum dalam hal modifikasi kimia, termasuk menggunakan komposit atau keramik multiphasic. Di dalam hal, biokeramik *biphasic* yang paling umum digunakan adalah silikat dan bahan kalsium fosfat. Kalsium fosfat atau apatit, yang kelompok biokeramik yang paling dapat diterapkan baik dalam penelitian maupun teknologi, yang melibatkan berbagai komposisi dan sifat-sifatnya.

Dengan demikian, mikrosfer keramik multifasik yang paling banyak dipelajari adalah sistem keramik bioaktif/bioresorbable yang sama (Sohrab and Erfan, 2021).

Prosentase komposisi tulang dan kesamaan bila membentuk cangkok tulang serta ciri Ca/P pada tulang antara 1,3 -1,8 (Ca/P untuk HA dan TCP berada pada nilai 1,67 dan 1.50) pada porositas dan kekuatan mekanik *scaffold* sinter meningkat dengan diameter batang menurun. Kekuatan tekan *scaffold* yang dibuat (porositas 25–80 %) menghasilkan nilai bervariasi antara 3 dan 50 MPa, nilai yang sama atau lebih tinggi daripada tulang cancellous manusia (2-12 MPa). sehingga (HA-TCP) merupakan kombinasi yang memungkinkan karena saling menunjang karakteristiknya (Houmard, et al. 2013).

Dari karakteristik secara umum dari (Ha-TCP) dibutuhkan kombinasi lain agar *scaffold* tulang ini dapat memiliki sifat mudah terjadinya regenerasi pada kerusakan tulang. Salah satu kandidatnya adalah kolagen. Kolagen merupakan salah satu protein berserat yang memiliki biokompatibilitas baik, biodegradabel, dan antigenesis rendah. Kelebihan dari kolagen (K) yaitu berguna untuk regenerasi tulang karena dapat diserap oleh tubuh serta pelekatan yang baik terhadap sel. Disisi lain kolagen juga merupakan pembentuk tulang yang menunjang keelastikan dan memiliki faktor osteoinduktif. Namun, kolagen memiliki kelemahan yaitu waktu degradasi yang cepat dan kekuatan mekanik lemah (Rahmitasari, 2018).

HO, et al (2016) melakukan penelitian untuk membandingkan kinerja kolagen fibrial murni bioresorbabel baru dengan HA/ β -TCP-Kolagen yang ditanamkan pada gigi premolar pertama kiri dan kanan, kedua dan ketiga pada rahang bawah, dan geraham, keempat dibiarkan kosong untuk penyembuhan alami. Karakterisasi sampel dilakukan dengan menggunakan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Compression Strength*. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa komposit bersifat osteokondusif dan dapat menunjukkan bahwa komposit HA/ β -TCP-Kolagen merupakan bahan pengganti tulang yang layak dalam dimensi horizontal, dan secara struktural dan fungsional bila digunakan untuk soket setelah pencabutan gigi.

Guerrero-Grironés et al (2021) juga melakukan penelitian ini, geraham tikus digunakan untuk membandingkan respon pulpa terhadap *capping* langsung *scaffold* MTA dengan HA/ β -TCP/K. Faktanya, beberapa penulis telah menyatakan bahwa penyembuhan pulpa manusia secara histologis sebanding dengan pulpa tikus. HA/ β -TCP/K menunjukkan fibrosis di sepanjang saluran akar. Pada kelompok eksperimen yang diobati dengan HA/ β -TCP/K, didapatkan hasil bahwa penggunaan *Scaffold* ini dapat menumbuhkan kembali akar gigi dengan terlihat adanya pembuluh darah di implan sampel tersebut yang berarti menunjukkan adanya sifat osteoinduksi pada *scaffold*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan difokuskan observasi karakteristik fisis dan mekanik dari komposit *biphasic* Hidroksiapatit Trikalsium Fosfat Kolagen (Ha-TCP-K) sebagai *Scaffold* implan tulang dengan komposisi 5 sampel HA-TCP-K yang berbeda. Untuk mendapatkan karakteristik dari komposit tersebut maka akan akan memanfaatkan uji FTIR untuk mengetahui komposisi suatu material atau gugus fungsi, uji SEM-EDX untuk menganalisis morfologi sampel, uji Porositas pada sampel untuk mengetahui pori yang terbentuk, dan uji *Compressive Strength* untuk mengetahui sifat mekanik kuat tekan sampel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana karakteristik fisis komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang?
2. Bagaimana karakteristik mekanik komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang?
3. Berapakah nilai komposisi optimum pada komposit *biphasic* HA-TCP-K agar memberikan sifat terbaik untuk *scaffold* tulang?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka batasan masalah dari topik penelitian ini antara lain:

1. Material yang akan digunakan sebagai *scaffold* tulang adalah Hidroksiapatit, Trikalsium Fosfat, dan Kolagen komersil.
2. Sampel dikarakterisasi menggunakan karakterisasi uji FTIR, uji SEM-EDX, uji porositas, dan uji *Compressive Strength*.
3. Variasi sampel terdapat 5 sampel yang diberi label dan perbandingan dari (HA-TCP)-K berikut 1 ((9,50)-0,50), 2 ((9,25)-0,75), 3 ((9,00)-1,00), 4 ((8,75)-1,25) dan 5 ((8,50)-2,00).

1.4 Tujuan Penelitian

Ditinjau dari rumusan masalah, didapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis karakteristik fisis komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang.
2. Menganalisis karakteristik Mekanik komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang.
3. Menganalisis komposisi optimum pada komposit *biphasic* HA-TCP-K agar memberikan sifat terbaik untuk *scaffold* tulang

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritik

Memberikan wawasan tentang karakteristik fisis dan mekanik komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang.

2. Manfaat Praktis

Menghasilkan referensi dari penggunaan komposit *biphasic* HA-TCP-K untuk *scaffold* tulang.