

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia, kebutuhan akan implan tulang untuk mengganti atau memperbaiki jaringan tulang yang rusak pada pasien sangat tinggi. Kebutuhan implan tersebut tidak hanya digunakan untuk tulang penyangga paha, tulang lutut, dan gigi, tetapi juga untuk menggantikan tulang dada, tulang mata, dan tulang telinga. Pada rentang tahun 2009-2010, terdapat hampir 2,9 juta tindakan operasi penyambungan tulang secara global, di mana terdapat 1,4 juta tindakan operasi penyambungan tulang paha, 1,1 juta operasi lutut, serta sembilan puluh lima ribu operasi penggantian tulang lengan. Jumlah tindakan operasi penggantian tulang tersebut cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun (Ikhsan *et al.*, 2021, pp.43). Kerusakan yang terjadi pada jaringan keras tubuh manusia biasa disebabkan karena berbagai faktor, di antaranya, resorpsi tulang, kanker tulang, kecelakaan, bencana alam, ataupun kelainan kongenital, dengan menggunakan biomaterial hidroksiapatit (HA) dapat mengembalikan struktur jaringan keras tulang manusia kepada keadaan asal (Ikhsan *et al.*, 2021, pp.44).

Hidroksiapatit digunakan sebagai material pengganti tulang karena memiliki beberapa kelebihan, di antaranya tidak mengandung bahan beracun, biokompatibel, dan dapat menyatu dalam jaringan hidup (Triyono *et al.*, 2020, pp.22) (Ratnayake *et al.*, 2020, pp, 23). Hidroksiapatit sebagai material pengganti tulang banyak digunakan sebagai pelapis implan ortopedi dan gigi, *ridge alveolar augmentation*, operasi maksilofasial, otolaringologi, dan *scaffold* untuk pertumbuhan tulang serta sebagai bubuk dalam operasi pinggul dan lutut total (Gross *et al.*, 2020, pp.2). Hidroksiapatit dalam bidang kesehatan dapat digunakan sebagai *bonegraft*, yaitu pengganti tulang

yang hilang atau pengisi celah tulang dan implan gigi. Hidroksiapatit merupakan derivat kalsium fosfat biokeramik. Hidroksiapatit dapat berupa HA sintetik maupun HA yang diekstraksi dari tulang dan gigi sapi yang dikenal sebagai *bovine hydroxyapatite* (BHA) (Aniek *et al.*, 2021, pp.1). Hidroksiapatit digunakan sebagai bahan pengganti tulang karena kesamaan dengan sifat kimia tulang manusia. Sifat biologi HA dalam pembuatan bahan pengganti tulang meliputi biokompabilitas, bioaffinity, bioaktivitas, osteokonduksi, oseointegrasi dan osteoinduksi (Kattimani *et al.*, 2016, p.9-10)

Menurut kajian sebagian besar senyawa mineral dari tulang adalah hidroksiapatit, yaitu sekitar 70%. Penumpukan limbah tulang sapi yang tidak dimanfaatkan dan kandungan kalsium yang tinggi dalam tulang tersebut menjadi faktor pemilihan tulang sapi sebagai sumber hidroksiapatit (Maisarah, 2015, p.20). Hidroksiapatit yang diambil dari tulang sapi memiliki beberapa kelebihan, yaitu biaya lebih murah berbanding hidroksiapatit sintetik dan ketersediaan yang lebih banyak (Tommy & Putra, 2018, pp.2) Tulang sapi memiliki kandungan kalsium yang tinggi, yaitu sebesar 85,84%. Kandungan kalsium yang tinggi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mensintesis hidroksiapatit. Kalsium yang berasal dari tulang sapi tersebut dapat membantu proses proliferasi sel (Maisarah., 2015, p.20). Hasil kajian dari Manalu *et al.*, 2016, p.811 menyatakan bahwa tulang sapi Indonesia terdiri dari HA (57%) dan bahan organik gelatin (33%). Tulang sapi yang diolah dan dimurnikan akan menghasilkan komponen utama yaitu hidroksiapatit (fase anorganik) dan gelatin atau kolagen (fase organik). Kedua komponen tersebut sangat bermanfaat untuk keperluan medis dan memiliki nilai jual yang tinggi (Aniek *et al.*, 2021, pp.5).

Gigi sapi memiliki struktur kompleks yang terdiri dari tiga lapisan, lapisan luar pertama adalah enamel yang mengandung hidroksiapatit 92%-96% wt, organik 1%-2%

wt dan H_2O 3% -4%, lapisan kedua adalah dentin terdiri dari hidroksiapatit 70%, organik 18% dan H_2O 12%, dan lapisan ketiga adalah permukaan luar terdiri dari semen hidroksiapatit (Elkayar *et al.*, 2009, pp.32). Gigi sapi mengandung banyak unsur HA (Afdal *et al.*, 2016 pp.663). Gigi sapi memiliki morfologi dan kimia yang serupa komposisi dentin manusia, dengan keuntungan yang didapati dari HA alami dari gigi sapi dengan kemunculan karbonat seperti Na^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} dan Fe^{2+} , peranan penting dalam reaksi biokimia yang terkait dengan metabolisme tulang. Tubulus dentinal sapi memiliki struktur berpori, ini yang akan mendukung pertumbuhan sel (Ratnayake *et al.*, 2019, pp.3).

Hidroksiapatit haruslah bersifat biodegradable yaitu kemampuan material untuk terdegradasi seiring dengan tumbuhnya tulang manusia secara alami (Hidayat *et al.*, 2018, pp, 26). Hidroksiapatit tulang sapi memiliki sifat yang penting yaitu biodegradasi, yang berhubungan dengan peran hidroksiapatit sebagai *space holder* untuk mencegah adanya trauma pada jaringan. Hidroksiapatit juga berfungsi untuk menyediakan struktur sementara untuk mendukung jaringan yang akan hilang seiring dengan terjadinya degradasi (Herda dan Puspitasari, 2016, pp.58). Hasil penelitian (Kattimani *et al.*, 2016, p.10) mengungkapkan degradasi hidroksiapatit sangat tergantung pada karakteristiknya, seperti porositas, kekasaran permukaan, dan lokasi implantasi. Laju degradasi dari hidroksiapatit yang terlalu cepat dapat menghilangkan dukungan mekanis yang diperlukan untuk jaringan. Jaringan di sekitarnya tidak dapat mengeliminasi produk sisa yang bersifat asam, sehingga dapat menyebabkan inflamasi atau respon toksik pada jaringan. Apabila *bovine* hidroksiapatit terdegradasi terlalu cepat, dapat menghambat pertumbuhan jaringan baru. (Kramschuster & Turng, 2013, pp.432). Oleh karena itu, tulang dan gigi hidroksiapatit harus dapat didegradasi dan diresorpsi dengan tingkat yang dapat dikontrol dan disesuaikan dengan pertumbuhan

sel atau jaringan *bone graft* (Herda & Puspitasari, 2016, pp.58). Laju degradasi hidroksiapatit tulang dan gigi sapi dapat dilihat berdasarkan penurunan berat, porositas, gugus fungsi dan elemen HA hasil dari perendaman HA di dalam *saline buffered fluid* (SBF) dan *phosphate buffered solution* (PBS) (Triyono *et al.* 2020, pp, 26) (Ratnayake *et al.*, 2020, pp, 23). Berdasarkan latar belakang di atas penulis ingin mengkaji tentang perbedaan degradasi hidroksiapatit dari tulang dan gigi sapi berdasarkan penurunan berat, porositas dan gugus fungsi.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada perbedaan degradasi hidroksiapatit berasal dari tulang dan gigi sapi yang ditinjau berdasarkan penurunan berat, porositas, gugus fungsi dan elemen?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis kemampuan degradasi hidroksiapatit dari tulang dan gigi sapi

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan dan pemahaman mengenai degradasi hidroksiapatit gigi dan tulang sapi.
2. Untuk mendapatkan material alternatif yang baik untuk mempercepat penyembuhan tulang.