

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tulang merupakan bagian dari tubuh manusia yang berfungsi untuk mendukung tubuh agar dapat berdiri tegak dan dapat melindungi organ-organ dalam tubuh manusia. Tulang dapat mengalami kerusakan atau kecacatan seperti osteoporosis akibat dari penurunan pembentukan hormon estrogen dan dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti patah tulang (Jamarun dkk., 2023). Osteoporosis ditandai dengan penurunan massa tulang karena penurunan jumlah tulang trabekular akibat menopause dan penuaan sehingga meningkatkan resiko terjadinya fraktur. Kondisi ini menyebabkan pengaturan tulang menjadi abnormal yang ditandai dengan tingkat konversi tulang yang tinggi namun aktivitas osteogenesis yang rendah sehingga mengakibatkan penurunan kepadatan tulang dan kerusakan mikrostruktur (Lei dkk., 2023; Wanionok dkk., 2024).

Kerusakan tulang akibat osteoporosis dapat diperbaiki dengan biomaterial berupa semen tulang. Semen tulang merupakan material yang diciptakan untuk keperluan kedokteran gigi yang kemudian meluas diaplikasikan dalam fiksasi implan dan bedah trauma (Merajikhah dan Soleimani, 2024). Salah satu jenis semen tulang adalah semen kalsium fosfat. Semen kalsium fosfat telah dikembangkan secara meluas karena kemampuannya dalam menginduksi pembentukan tulang (Windarti dkk., 2021). Kalsium fosfat digunakan sebagai material pengganti tulang karena bersifat biokompatibel dan osteokonduktif, serta memiliki komposisi yang

mirip dengan mineral tulang alami (Xu dkk., 2022). Salah satu jenis kalsium fosfat yang sering digunakan adalah hidroksiapatit.

Hidroksiapatit (HA) merupakan kalsium fosfat yang memiliki kemiripan secara kimiawi dengan mineral tulang. HA bersifat osteokonduktif, biokompatibel, dan memiliki bioaktivitas yang sangat baik (Shuai dkk., 2022). HA memiliki rumus molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan berat molekul sebesar 1004,6 g/mol serta memiliki struktur kristal heksagonal dengan rasio stoikiometri Ca/P 1,67. Struktur HA memiliki ikatan kovalen (P-O dan O-H) dan ikatan ionik (Ca-O) pada kisi kristalnya (Panda dkk., 2021). HA dapat dibuat dengan beragam metode seperti mekanokimia, presipitasi, hidrolisis, sol-gel dan metode kalsinasi termal. Diantara metode-metode tersebut, metode presipitasi sering digunakan karena prosesnya mudah, biayanya rendah, menggunakan suhu rendah dan memberikan produk dengan kemurnian yang tinggi (Kareem dan Eyiler, 2024). Metode presipitasi dapat menghasilkan serbuk HA yang berukuran nano dengan jumlah yang banyak (Kalpana dan Nagalakshmi, 2023).

Kitosan merupakan senyawa turunan dari kitin yang merupakan polisakarida alami terbanyak kedua di bumi setelah selulosa. Kitosan didapatkan melalui proses deasetilasi baik dengan proses kimiawi maupun enzimatik. Kitosan memiliki biokompatibilitas dan biodegradabilitas yang baik, serta tidak beracun (Pawariya dkk., 2024a). Keunggulan kitosan yang lain adalah kemampuannya untuk mengalami modifikasi kimia seperti pembentukan basa Schiff (Sabaa dkk., 2018). Kitosan memiliki gugus amina ($-\text{NH}_2$) yang dapat bereaksi dengan aldehid dan keton untuk membentuk basa Schiff (Pawariya dkk., 2023). Modifikasi kitosan

menjadi Basa Schiff Kitosan Benzaldehid (BSKB) mengakibatkan pembentukan gugus imina ($C=N$) sehingga mengubah pola interaksinya dengan HA karena adanya faktor elektronik dan halangan sterik.

Kekuatan mekanik tulang *cancellous* dan *trabecular* (tulang spons) manusia sekitar 1,5-45 MPa sementara HA memiliki kekuatan mekanik sebesar 2-7,1 MPa (Said dkk., 2023; Twinprai dkk., 2024). Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kekuatan mekanik HA dengan mencampurkan senyawa lain untuk membentuk komposit (Kareem dan Eyiler, 2024). Seperti mencampurkan HA dengan kitosan atau selulosa fibril (Farazin dan Ghasemi, 2022; Zhao dkk., 2024).

Penelitian ini melakukan pembuatan komposit dari HA dan BSKB dengan variasi komposisi antara HA dan BSKB menggunakan metode *in situ*. *In situ* merujuk pada proses atau reaksi yang berlangsung pada larutan atau media yang sama, yaitu pembuatan HA secara presipitasi di dalam media BSKB. Pembuatan komposit digunakan $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dan KH_2PO_4 sebagai prekursor Ca dan P dengan penambahan CTAB. CTAB atau *Cetyltrimethylammonium bromide* memiliki peran untuk mengendalikan morfologi partikel agar lebih seragam. Dalam proses pembuatan, dilakukan penambahan amonia 32% untuk memperoleh pH >9 dan diperlukan waktu *aging* selama 24 jam sehingga diperoleh endapan. Komposit dibuat dengan variasi komposisi HA dan BSKB, untuk mempelajari pengaruhnya terhadap karakteristik komposit HA/BSKB, seperti kekuatan mekanik, kekristalan dan morfologi. Semakin tinggi konsentrasi BSKB semakin banyak gugus imina dan gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan HA sehingga mempengaruhi karakteristik komposit. Pengujian kekuatan mekanik dilakukan dengan UTM,

analisis gugus fungsi dengan FTIR, sifat kekristalan dengan XRD, serta morfologi permukaan komposit dengan FESEM-EDX.

I.2 Tujuan Penelitian

Mempelajari pengaruh variasi komposisi HA dan BSKB terhadap karakteristik komposit HA/BSKB yang disintesis secara *in situ*, meliputi : kekuatan mekanik, kekristalan dan morfologi permukaan.