

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Jaringan aktif dan kompleks yang terdiri dari sel-sel, seperti osteoblas, osteoklas, dan osteosit serta matriks ekstraseluler (bahan perekat di antara sel tulang), seperti kolagen disebut tulang (Black dan Tadros, 2020). Keberadaan tulang sebagai kerangka penyokong tubuh membuatnya rentan terhadap trauma dan tekanan mekanis yang menyebabkan terjadinya kerusakan tulang. Salah satu kerusakan tulang yang umum terjadi adalah osteoporosis. Osteoporosis adalah penyakit yang menyebabkan penurunan kepadatan mineral tulang (BMD) akibat stres oksidatif (Cao dkk., 2024). Stres oksidatif dapat meningkatkan penguraian tulang dan mengurangi pembentukan tulang baru (Shen dkk., 2024). Hal ini terjadi saat tingkat *reactive oxygen species* (ROS) lebih tinggi dibandingkan antioksidan. Molekul ROS termasuk jenis radikal bebas utama yang mengganggu proses regenerasi tulang (Li dkk., 2021). Solusi yang dapat digunakan pada kasus ini adalah penggunaan semen tulang kalsium fosfat.

Semen kalsium fosfat (CPC) menjadi pilihan menarik dalam aplikasi klinis karena berbentuk pasta yang mudah diinjeksi dan dibentuk, kemudian akan mengeras di lokasi yang diinginkan. Hal ini memungkinkan aplikasi yang minim terhadap rasa sakit dan optimal dalam pengisian cacat tulang (Lodoso-Torrecilla dkk., 2021). Semen tulang ini terbukti memiliki sifat osteokonduktif dan bioaktif yang memungkinkan integrasi dengan jaringan melalui proses yang sama seperti

yang terjadi pada perombakan tulang yang sehat. Salah satu CPC yang banyak digunakan adalah β -TCP.

Beta-trikalsium fosfat (β -TCP, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) termasuk komponen tulang yang banyak digunakan pada *bone tissue engineering* (BTE) atau rekayasa jaringan tulang. Keunggulan β -TCP adalah bersifat osteokonduktif, biokompatibilitas, serta laju biodegradasi yang lebih tinggi (Wu dkk., 2024). Penelitian oleh Lu dkk. (2023) melaporkan bahwa β -TCP mempengaruhi osteogenesis selama proses penyembuhan tulang. Metode untuk sintesis β -TCP yang dianggap terbaik adalah metode sol-gel karena reaksi yang berlangsung lambat antara prekursor memungkinkan atom Ca dan P tersusun secara teratur (Windarti dkk., 2019). Kelemahan β -TCP adalah mempunyai sifat mekanis yang kurang optimal menurut Bohner dkk. (2020), sehingga perlu dikompositkan dengan material lain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, salah satunya adalah silika.

Silika adalah bahan anorganik amorf yang telah terbukti sebagai penguat lebih efektif dalam aplikasi komposit (Lukkumanul dan Nebhani, 2024). Material silika memiliki sifat kompatibilitas untuk aplikasi biomedis (Shen, 2017). Penelitian oleh Hashimoto dkk. (2024) melaporkan bahwa penambahan silika dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit β -TCP. Pada kasus osteoporosis diperlukan senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan sifat antioksidan dalam menurunkan tingkat ROS yang tinggi, salah satunya adalah kurkumin. Penelitian oleh Wang (2024) melaporkan bahwa kurkumin secara efektif mengurangi stres oksidatif dan meningkatkan kepadatan mineral tulang pada tulang osteoporosis.

Pada penelitian ini, semen tulang akan dibuat dari komposit β -TCP/Kurkumin dan β -TCP/Kurkumin/SiO₂. Kedua komposit akan mengalami pelepasan kurkumin karena adanya interaksi yang membentuk ikatan hidrogen antara gugus PO₄³⁻ dari β -TCP dan gugus OH⁻ dari kurkumin dengan gugus silanol (Si-OH) dari silika. Gugus silanol dari silika akan berinteraksi dengan kurkumin, sehingga mempengaruhi pelepasan kurkumin dan ketersediaan kurkumin di permukaan dapat mengurangi efek ROS pada osteoporosis. Uji pelepasan kurkumin pada komposit β -TCP/Kurkumin dan β -TCP/Kurkumin SiO₂ dilakukan selama kurun waktu lima hari dalam larutan ringer's laktat.

I.2 Tujuan Penelitian

Memperoleh profil pelepasan kurkumin pada komposit β -TCP/Kurkumin dan β -TCP/Kurkumin/SiO₂ dalam larutan ringer's laktat (RL) serta menentukan karakteristik komposit setelah perendaman dalam larutan RL.