

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tulang merupakan komponen penting bagi tubuh manusia yang tersusun dari mineral utama kalsium, fosfat, dan komponen organik seperti kolagen (Šromová dkk., 2023). Tulang dapat mengalami kerusakan seiring dengan pertambahan usia (Dahlan dkk., 2016). Kerusakan tulang yang sering terjadi pada orang lanjut usia adalah osteoporosis, ditandai dengan penurunan densitas tulang yang menyebabkan kekuatan tulang berkurang dan berisiko mengalami patah tulang. Penurunan densitas tulang disebabkan oleh aktivitas osteoklas yang lebih tinggi dibandingkan aktivitas osteoblas (Liang dkk., 2024). Ketidakseimbangan aktivitas osteoklas dan osteoblas disebabkan oleh stres oksidatif yang terjadi akibat tingkat ROS yang tinggi (Domazetovic dkk., 2017). Tulang yang rapuh dan rentan mengalami patah dapat diperkuat dengan penambahan semen tulang kalsium fosfat karena bersifat biokompatibel dan osteokonduktif. Kalsium fosfat akan terdegradasi di dalam tubuh menjadi ion kalsium dan fosfat yang akan mempercepat pembentukan tulang baru (Patel dan Wairkar, 2023).

Beta-trikalsium fosfat (β -TCP) merupakan senyawa kalsium fosfat berupa serbuk berwarna putih dengan struktur kristal rhombohedral dan rasio Ca/P 1,5 (Jeong dkk., 2019). Beta-trikalsium fosfat memiliki sifat biokompatibilitas, osteokonduktivitas, dan biodegradabilitas yang baik, serta larut dalam air (Pan dkk., 2020). Sifat tersebut menjadikan β -TCP dapat digunakan sebagai bahan semen tulang untuk mengisi bagian tulang yang rapuh pada kerusakan tulang osteoporosis.

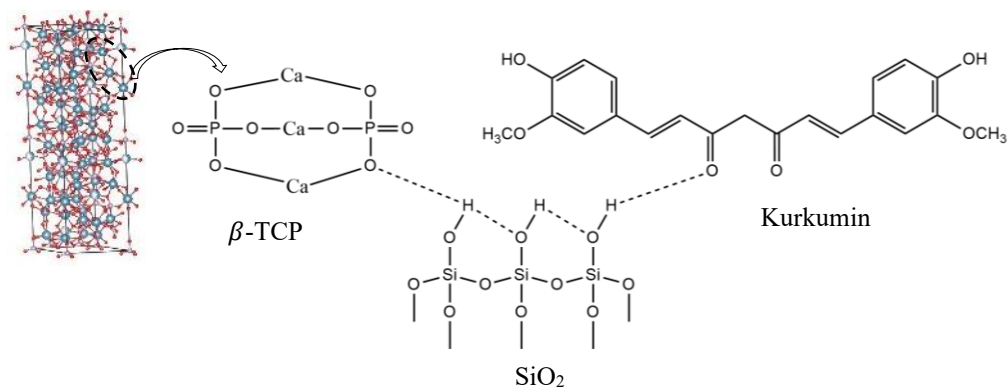
Beta-trikalsium fosfat dapat di sintesis melalui beberapa metode seperti hidrotermal, mikroemulsi, dan sol-gel. Sol-gel adalah salah satu metode yang sering digunakan karena dapat menghasilkan β -TCP dengan kemurnian yang tinggi seperti yang telah dilakukan oleh Sanosh dkk., (2010). Beta-trikalsium fosfat tidak bersifat osteoinduktif, sehingga membutuhkan bahan tambahan untuk mendorong pembentukan tulang baru (Ke dkk., 2019).

Pembentukan tulang baru dapat ditingkatkan dengan penambahan silika ke dalam semen kalsium fosfat β -TCP (Hashimoto dkk., 2024). Semen kalsium fosfat yang ditambah silika menunjukkan peningkatan jumlah tulang baru yang terbentuk serta memiliki sifat yang osteoinduktif jika dibandingkan dengan semen kalsium fosfat tanpa silika. SiO_2 dalam semen kalsium fosfat membuat permukaan menjadi lebih elektronegatif dan akan mendorong pembentukan tulang baru (Price dkk., 2013). Hashimoto dkk., (2024) telah melakukan penelitian tentang komposit β -TCP/ SiO_2 , penggunaan SiO_2 pada komposit dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan densitas, serta menurunkan porositas komposit.

Pada kerusakan tulang osteoporosis, diperlukan senyawa dengan sifat antioksidan untuk menurunkan tingkat ROS yang tinggi. ROS merupakan molekul oksigen reaktif yang terdiri dari berbagai spesies, salah satunya superoksida (O_2^-). Superoksida merupakan ROS yang bersifat radikal karena memiliki satu elektron yang tidak berpasangan, sehingga reaktif. Senyawa antioksidan dapat berinteraksi secara langsung dengan ROS dan akan menurunkan tingkat ROS yang tinggi (Domazetovic dkk., 2017). Kurkumin ($\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_6$) merupakan senyawa polifenol

dengan sifat antioksidan yang dapat meminimalisasi efek stres oksidatif (Jakubczyk dkk., 2020).

Pada penelitian ini, kurkumin ditambahkan ke dalam komposit β -TCP/SiO₂ dan dilakukan variasi kadar SiO₂. Hipotesis interaksi yang akan terjadi antara SiO₂ dengan β -TCP dan dengan kurkumin dalam bentuk padatan ditunjukkan pada Gambar I.1. Variasi kadar SiO₂ akan berpengaruh terhadap jumlah gugus silanol (Si-OH) yang akan berinteraksi dengan kurkumin dan β -TCP. Gugus silanol pada silika memiliki kemungkinan untuk dapat berinteraksi dengan gugus karbonil dari kurkumin, PO₄³⁻ dari β -TCP.



Gambar I. 1 Hipotesis interaksi SiO₂, β -TCP, dan kurkumin

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kadar SiO₂ terhadap pelepasan kurkumin dari komposit β -TCP/SiO₂/kurkumin di dalam larutan Ringer's Laktat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memprediksi aktivitas antioksidan kurkumin pada permukaan komposit, sehingga dapat menurunkan tingkat ROS pada tulang osteoporosis. Profil pelepasan kurkumin diketahui dari data spektrofotometri UV-Vis. Pengaruh perendaman terhadap struktur dan morfologi komposit diuji dengan FTIR, XRD, dan FE-SEM EDX.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh kadar SiO_2 terhadap pelepasan kurkumin pada komposit β -TCP/ SiO_2 /kurkumin di dalam larutan Ringer's Laktat.