

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Salah satu penyakit yang berdampak pada kualitas hidup manusia adalah penyakit gigi yang disebabkan oleh bakteri seperti gigi berlubang (Siddiqui & Hambire, 2020). Gigi berlubang yang tidak ditangani dapat menyebabkan kerusakan struktur dan infeksi lebih lanjut sehingga diperlukan pengisian dengan suatu material (Wu dkk., 2017). Material pengisi gigi yang baik adalah material yang biokompatibel dan dapat menggantikan struktur gigi (Cho dkk., 2022). Salah satu material pengisi gigi yang sering digunakan adalah resin komposit (Ferracane, 2011).

Resin komposit merupakan material dengan komposisi monomer organik sebagai matriks resin, dan *filler* anorganik, yang dapat meningkatkan kekuatan mekanik serta sifa-sifat biologis seperti antioksidan (Guo dkk., 2024; Saini dkk., 2024). Material monomer resin komposit dapat mengeras (*cured*) saat *curing* dengan inisiasi fotoinisiator dan dibantu fotoakselerator donor hidrogen melalui proses polimerisasi radikal bebas (Bouzidi dkk., 2024; Chen dkk., 2012). Beberapa syarat agar monomer dapat digunakan sebagai bahan resin komposit gigi adalah dapat berikatan silang dan fotopolimerisasi, tidak toksik, kompatibel dalam kondisi oral, memiliki ketahanan aus dan kekuatan mekanik yang optimum (Sideridou & Vouvoudi, 2015). Contoh monomer yang dapat digunakan adalah uretan dimetakrilat (UDMA) dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) (Borók dkk., 2025). Pada sistem UDMA/TEGDMA, UDMA berperan dalam pengurangan

penyusutan volumetrik akibat fotopolimerisasi dan meningkatkan reaktivitas resin, sedangkan TEGDMA berperan dalam menyediakan peningkatan derajat konversi dengan meningkatkan mobilitas monomer dan radikal dalam matriks selama fotopolimerisasi (Cho dkk., 2022). Di sisi lain, karakter *filler*, seperti tipe, ukuran, bentuk, dan persebarannya, memegang kunci terhadap keseluruhan sifat fisik dan mekanik komposit (Guo dkk., 2024). Umumnya, komposisi *filler* ada sebanyak ~80% dari berat resin komposit (Pratap dkk., 2019; Randolph dkk., 2016). Contoh material yang dapat digunakan sebagai *filler* adalah *glass powder* karena kemampuannya dalam meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus komposit (Elfakhri dkk., 2022). Komponen utama *glass powder* adalah SiO_2 dengan campuran unsur lain seperti barium, stronsium, alumunium, dan fluorida (Liu dkk., 2021; Randolph dkk., 2016).

Material beta trikalsium fosfat (β -TCP; $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) merupakan material anorganik yang telah dikenal sebagai implan karena kemampuannya sebagai agen remineralisasi dengan merilis ion kalsium dan fosfat, bersifat biokompatibel, dan dapat didoping dengan suatu logam untuk memodifikasi karakteristiknya (Bohner dkk., 2020). Material ini mulai diaplikasikan sebagai *filler* resin komposit gigi karena merupakan bentuk apatit kalsium fosfat yang merupakan komponen utama dalam gigi (Saini dkk., 2024). Sintesis β -TCP dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti presipitasi basah, hidrotermal, dan sol-gel (Bohner dkk., 2020). Metode sol gel merupakan metode yang memproduksi sol homogen dari suatu prekursor yang kemudian dikonversi menjadi gel (Bokov dkk., 2021). Metode ini merupakan metode sintesis β -TCP terbaik karena dapat menghasilkan partikel

dengan kehomogenan dan kemurnian yang tinggi (Ruiz-Aguilar dkk., 2018). Salah satu jenis logam yang dapat mendoping β -TCP adalah serium dengan mensubstitusi Ca secara isomorfik pada situs Ca(4) parsial (Windarti dkk., 2023). Serium memiliki dua keadaan oksidasi sebagai Ce^{3+} dan Ce^{4+} menghasilkan efek katalitik yang menyediakan kemampuan antioksidan dalam aplikasi biomedis dan gigi (Eriksson dkk., 2018). Kemampuan ini dapat menetralkan ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang dapat memperburuk keadaan gigi berlubang (Jairam dkk., 2023; Zhang dkk., 2022). Penambahan β -TCP tersubstitusi serium (β -TCP_Ce) pada resin komposit komersial dapat meningkatkan bioaktivitas berupa remineralisasi dan antioksidan. Sifat resin komposit dipengaruhi oleh komposisi matriks dan *filler*. Penambahan material trikalsium fosfat (TCP) sebagai *filler* komposit gigi diketahui dapat mengurangi penyusutan polimer serta meningkatkan kekerasan komposit gigi Bis-GMA/TEGDMA (Saini dkk., 2023, 2024).

Pada penelitian ini, material β -TCP_Ce disintesis dengan metode sol-gel menggunakan prekursor Ca dan P berupa $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dan KH_2PO_4 , serta penambahan $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ sebagai sumber Ce dengan rasio molar $(Ca+Ce)/P$ 1,2 dan Ce sebanyak 4%. Pada metode ini, kalsinasi dilakukan pada temperatur $800^\circ C$ selama 30 menit. Karakterisasi pembentukan β -TCP_Ce dilakukan dengan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *X-ray Diffractometer* (XRD) dan *Particle Size Analyzer* (PSA). Penambahan variasi persentase berat (2–10%) β -TCP_Ce ke dalam resin komposit gigi komersial dilakukan dengan waktu *curing* sinar biru selama 20 detik ($\lambda = 468$ nm). Resin komposit gigi komersial yang digunakan mengandung matriks resin UDMA/TEGDMA dengan *filler glass*

powder dan inisiator kamperkuinon. Sifat resin komposit yang dipelajari adalah sifat kimia berupa analisis gugus fungsi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), kekuatan mekanik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM), dan morfologi permukaan menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscope* (FESEM) yang dikombinasikan dengan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX). Penambahan β -TCP_Ce diharapkan mampu meningkatkan performa resin komposit gigi melalui interaksi dengan resin komposit.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan sintesis β -TCP_Ce dengan metode sol-gel dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR, XRD, dan PSA.
2. Mengkaji pengaruh variasi persentase berat β -TCP_Ce (2–10%) terhadap berat resin komposit gigi komersial meliputi sifat kimia, mekanik, dan permukaan.