

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Gigi manusia dapat mengalami kerusakan seperti gigi berlubang (karies), erosi, maupun abrasi gigi. Gigi berlubang terjadi ketika bakteri mengubah karbohidrat seperti gula dari sisa makanan di permukaan gigi menjadi asam sehingga terjadi demineralisasi gigi. Demineralisasi yang melebihi kemampuan remineralisasi oleh air liur, maka jaringan gigi akan mengalami kerusakan jaringan yang berujung pada terbentuknya lubang pada gigi. Penyakit gigi berlubang yang tidak diobati dengan tepat dapat menyebabkan rasa sakit, gigi tanggal, infeksi gigi dan pada kasus yang parah dapat menyebabkan kematian (Berger dkk., 2022; Solanki, 2012). Upaya untuk mengatasi gigi berlubang, diperlukan perbaikan dengan menambal gigi menggunakan material yang memiliki karakteristik serupa dengan jaringan gigi, salah satu yang paling sering digunakan adalah resin komposit (Ge dkk., 2023; Su dkk., 2023).

Resin komposit adalah campuran matriks resin dan material pengisi (*filler*). Matriks resin pada bahan komposit terdiri dari kombinasi dua atau lebih jenis monomer yang masing-masing memiliki karakteristik khusus sehingga tercapai keseimbangan antara fungsionalitas, reologi, dan sifat mekanis (Cho dkk., 2022). Beberapa monomer yang umum digunakan adalah bisfenol A-glisidil metakrilat (Bis-GMA), Bisfenol A ethoksilat dimetakrilat (Bis-EMA), trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), hidroksi etil metakrilat (HEMA), dan uretan dimetakrilat (UDMA) (Zhou dkk., 2019). Di antara monomer tersebut, UDMA termasuk sering

dipilih karena penyusutan polimerisasi yang lebih rendah dan tingkat konversi yang lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik komposit. Monomer UDMA dapat digunakan sendiri atau dicampur dengan monomer lain seperti TEGDMA. Gabungan UDMA dan TEGDMA dapat meningkatkan reaktivitas dan presentase derajat polimerisasi (Elfakhri dkk., 2022). Monomer UDMA memiliki viskositas yang lebih tinggi (23,1 Pa.s) sehingga berfungsi sebagai resin dasar, sedangkan TEGDMA memiliki viskositas yang rendah (0,011 Pa.s) sehingga berperan sebagai komonomer pengencer. Komposit resin berbasis UDMA/TEGDMA memiliki sifat yang lebih baik karena kekuatan resin yang lebih tinggi, penyusutan saat polimerisasi lebih rendah, dan kekuatan lentur yang lebih baik disbanding resin dengan monomer tunggal (Borók dkk., 2025). Penggunaan bahan material pengisi (*filler*) pada resin komposit memberi fungsi tambahan seperti kekuatan dan modulus, kekerasan permukaan, ketangguhan, estetika, penyusutan dan tegangan polimerisasi, dan aktivitas antibakteri (Cho dkk., 2022). *Filler* anorganik biasanya meliputi silikon dioksida (silika), kuarsa, keramik, dan berbagai jenis *glass powder* (Zhou dkk., 2019). Fungsi *glass powder* sebagai *filler* pada resin komposit adalah memberi radiopasitas yang berguna dalam diagnosis klinis serta meningkatkan sifat mekanik dan estetika (Liu dkk., 2021).

Selain efek penguat, *filler* harus memiliki sifat bioaktif untuk mengatasi kegagalan restorasi yang disebabkan oleh karies berulang (Elfakhri dkk., 2022). *Filler* sebaiknya dapat mendorong terjadinya remineralisasi gigi agar terbentuk jaringan gigi yang baru. Senyawa yang memiliki sifat remineralisasi yang baik adalah β -TCP (β -Ca₃(PO₄)₂). Material β -TCP memiliki sifat biokatif karena sifat

osteokonduktif, osteoinduktif, serta dapat diresorpsi oleh sel (Bohner dkk., 2020). Selain sifat unggul, β -TCP memiliki kelemahan karena strukturnya tidak stabil. Untuk meningkatkan stabilitas struktur β -TCP, substitusi ion seperti serium (Ce) dapat dilakukan. Substitusi Ce pada β -TCP diketahui dapat memunculkan sifat antioksidan (Maslova S. A. dkk., 2022; Nikitina dkk., 2023). Penambahan β -TCP tersubstitusi Ce (β -TCP_Ce) pada resin komposit komersial diharapkan dapat meningkatkan sifat bioaktivitas karena mendukung remineralisasi gigi dan integrasi dengan jaringan gigi yang baru.

Salah satu faktor yang berpengaruh pada saat resin komposit gigi adalah reaksi polimerisasi. Reaksi polimerisasi resin UDMA/TEGDMA terjadi melalui mekanisme reaksi kondensasi yang diinisiasi oleh radikal bebas. Radikal bebas terbentuk karena *camphorquinone* (CQ) dipapar dengan sinar biru ($\lambda = 468 \text{ nm}$). Jumlah radikal bebas yang terbentuk menentukan tahap reaksi propagasi. Dengan demikian perlu dikaji pengaruh lamanya waktu *curing* terhadap sifat resin komposit yang dihasilkan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Windarti dkk., (2024) menghasilkan BCP/Ce yang berhasil disintesis menggunakan metode sol-gel, Ce mensubstitusi isomorfik pada posisi Ca(4) dalam struktur β -TCP, serta memengaruhi morfologi, ukuran partikel, muatan permukaan, dan sifat luminesens BCP, yang mendukung penggunaannya dalam bubuk semen kalsium fosfat. Dan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Saini dkk., (2024) menghasilkan peningkatan kekutan mekanik (dari 90,79 MPa - 219,41 Mpa) pada penambahan

trikalsium fosfat (TCP) (berat 0–4%) dan 20% nanopartikel perak (AgNPs) ke dalam resin komposit gigi berbasis BisGMA/TEGDMA.

Pada penelitian ini β -TCP_Ce yang disintesis dengan metode sol-gel menggunakan prekursor Ca dan P berupa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan KH_2PO_4 dengan $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai sumber Ce. Beta-TCP_Ce ditambahkan pada resin komersial yang mengandung monomer UDMA dan TEGDMA. Pembuatan komposit Resin/ β -TCP_Ce dilakukan variasi *curing* 5-25 detik dengan presantase β -TCP_Ce sebanyak 10%. Identifikasi pembentukan β -TCP_Ce dilakukan menggunakan FTIR, *X-ray Diffractometer* (XRD) untuk analisis kristalinitas, dan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel. Karakter resin komposit yang meliputi kekuatan mekanik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM), analisis gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dan profil permukaan menggunakan *Field Emission Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (FESEM-EDS).

I.2 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis β -TCP_Ce dengan metode sol-gel
2. Mengkaji karakter komposit Resin/ β -TCP_Ce dengan variasi waktu *curing* yang meliputi sifat kimia, mekanik, dan permukaan