

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Gigi manusia dapat mengalami berbagai jenis kerusakan, salah satunya adalah karies (gigi berlubang) yang disebabkan oleh akumulasi bakteri, pola makan, atau trauma mekanis. Jika tidak segera ditangani, dapat menimbulkan komplikasi serius seperti nyeri, infeksi, hingga kehilangan gigi (Fathallh dkk., 2024). Upaya untuk mengatasi gigi berlubang, restorasi dapat dilakukan dengan penambalan. Tambalan yang baik harus memiliki sifat mekanik yang kuat, biokompatibilitas tinggi, stabilitas dimensi, serta mampu melekat dan beradaptasi dengan jaringan gigi (Machla dkk., 2023). Salah satu bahan tambalan yang umum digunakan adalah resin komposit.

Resin komposit merupakan campuran antara polimer sebagai matriks, partikel pengisi (*filler*), dan agen pengikat (Saini dkk., 2023). Sebelum dapat digunakan secara fungsional, resin komposit harus melalui proses *curing*, yaitu proses pengerasan yang terjadi melalui reaksi polimerisasi antara monomer yang terdapat dalam resin, umumnya dipicu oleh cahaya (*light-curing*). Proses ini menyebabkan polimer linier dalam resin membentuk ikatan silang sehingga material berubah dari fase cair atau semi-padat menjadi padat dan stabil (Lin dkk., 2024). Polimer dalam resin komposit berfungsi sebagai fase kontinyu yang mengikat seluruh komponen dan menjadi medium tempat berlangsungnya proses polimerisasi. Polimer dalam resin harus memiliki sifat biokompatibel, mampu

berikatan silang dengan baik, serta memiliki viskositas dan stabilitas yang sesuai untuk aplikasi klinis (Lima dkk., 2024).

Saat diaplikasikan, polimer seperti UDMA (*urethane dimethacrylate*) dan TEGDMA (*triethylene glycol dimethacrylate*) sering digunakan karena kombinasi keduanya memberikan keseimbangan antara kekuatan mekanik, viskositas, dan kemudahan aplikasi. Polimer UDMA memberikan ketahanan terhadap beban serta fleksibilitas dalam ikatan silang, sedangkan TEGDMA berperan sebagai monomer pelarut yang meningkatkan fluiditas dan reaktivitas, meskipun memiliki kelemahan seperti penyusutan tinggi dan potensi penyerapan air (Hodášová dkk., 2024). *Filler* dalam resin komposit, seperti silika, kaca barium, dan nanopartikel, berfungsi untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan aus, serta sifat optik bahan (Machla dkk., 2023).

Filler dalam komposit gigi berfungsi menutupi kekurangan resin seperti penyusutan tinggi dan potensi penyerapan air serta meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan tekan, kekerasan, dan stabilitas dimensi. *Filler* juga mengurangi penyusutan polimerisasi serta mempengaruhi ketahanan terhadap beban kunyah, abrasi, dan erosi melalui ukuran, bentuk, dan distribusinya (Sheen dan Clarkson, 2020; Suresh dkk., 2021). Komposisi *filler* dalam resin komposit gigi umumnya mencapai sekitar 80% dari total berat. Beragam jenis *filler* digunakan dalam formulasi resin, mulai dari silika koloid, zirkonia, hingga partikel keramik, dengan variasi ukuran dari makro hingga nano (Feng dkk., 2024). Beta Trikalsium Fosfat (β -TCP; β -Ca₃(PO₄)₂) adalah senyawa kalsium fosfat yang digunakan sebagai bahan bioaktif dalam komposit gigi. Material ini mampu melepaskan ion kalsium dan fosfat yang mendukung proses remineralisasi, sehingga tidak hanya

memperkuat material komposit tetapi juga menjaga kesehatan jaringan gigi. Sifat bioaktivitas dan karakteristik β -TCP sangat dipengaruhi oleh metode sintesis. Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode sol-gel, karena metode ini dapat menghasilkan partikel halus, seragam, dan dengan kemurnian tinggi (Bezerra Melo dkk., 2025a).

Material β -TCP adalah bentuk kalsium fosfat yang banyak digunakan dalam bidang biomaterial karena sifat bioaktifnya, yaitu kemampuannya untuk mengalami degradasi secara terkontrol di dalam tubuh dan merangsang regenerasi jaringan (Jaramillo dkk., 2023). Beta-trikalsium fosfat memiliki sifat osteokonduktif, memungkinkan integrasi yang baik dengan jaringan tulang. Berdasarkan segi sifat fisik, β -TCP memiliki biokompatibilitas tinggi, namun kekuatan mekaniknya relatif rendah sehingga penggunaannya sebagai material struktural masih terbatas (Bezerra Melo dkk., 2025a). Upaya untuk memproduksi β -TCP, tersedia berbagai metode sintesis seperti *solid-state reaction*, presipitasi, dan metode sol-gel. Metode sol-gel menjadi pilihan menarik karena mampu menghasilkan partikel β -TCP dengan ukuran nanometer dan kemurnian tinggi, sekaligus memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap morfologi dan komposisi kimia produk akhir yang penting untuk aplikasi kedokteran gigi dan regenerasi tulang (Jaramillo dkk., 2023; Romero-Gavilán dkk., 2025). Penambahan β -TCP pada resin komposit komersial dapat meningkatkan sifat bioaktivitas, remineralisasi, dan integrasi dengan jaringan yang hidup (Majidi dkk., 2025).

Pada penelitian ini, β -TCP disintesis dengan metode sol-gel menggunakan prekursor Ca (kalsium) dan PO_4 (fosfat) pada rasio molar Ca/P sebesar 1,2.

Setelahnya, dilakukan proses kalsinasi pada suhu 800 °C selama 30 menit guna memperoleh struktur kristalin yang stabil. Beta-trikalsium fosfat yang telah disintesis dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi, *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal, dan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel dan zeta potensial. Beta-trikalsium fosfat ditambahkan ke dalam resin komposit komersial berbasis UDMA/TEGDMA sebagai *filler* dengan variasi persentase sebesar 2-10%. Polimerisasi komposit β -TCP/Resin dilakukan dengan sinar biru (λ = 420-480 nm) selama 20 detik. Pengaruh persentase β -TCP terhadap komposit dikaji melalui uji identifikasi gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), kekuatan mekanik dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM), dan profil morfologi permukaan dilakukan dengan *Field Emission Scanning Electron Microscopy* yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (FE-SEM-EDX). Kombinasi optimal antara komposisi resin komposit komersial dan β -TCP diharapkan mampu meningkatkan performa mekanik dan interaksi komposit dengan gigi.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Melakukan sintesis β -TCP dengan metode sol-gel dan karakterisasi hasil sintesis dengan FTIR, XRD, dan PSA.
2. Mengkaji pengaruh penambahan β -TCP dengan variasi persentase 2-10% dalam komposit gigi terhadap karakter resin komposit gigi komersial yang meliputi sifat mekanik, kimia, dan morfologi permukaan.