

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karies gigi merupakan penyakit tidak menular yang sangat umum ditemukan di semua kelompok umur dan dialami hampir 3,5 miliar penduduk dunia. Menurut studi *Global Burden of Disease*, sebagian besar karies dapat dicegah. Namun, karies pada gigi permanen yang tidak dirawat menduduki peringkat nomor satu dari 291 penyakit dan cedera lainnya (Dye, 2017; Pits, 2021). Riskesdas tahun 2018 melaporkan proporsi masalah gigi di Indonesia adalah gigi rusak atau berlubang atau sakit sebesar 45,3% dengan prevalensi karies gigi sebesar 88,8%. Hingga saat ini, karies gigi masih menjadi masalah pada semua kelompok umur dengan prevalensi yang masih cenderung tinggi (Riskesdas, 2018).

Perkembangan dan morfologi lesi karies bergantung pada letak asal dan kondisi rongga mulut. Pada karies enamel, terbentuk area translusen karena porositas permukaan di bawahnya akibat demineralisasi. Apabila tidak segera dilakukan perawatan, karies dari enamel dapat menuju ke bagian dentin. Ketika demineralisasi pada enamel sampai ke *Dentino Enamel Junction* (DEJ), kavitas yang terbentuk sebelumnya menjadi habitat retentif bagi biofilm kariogenik untuk mempercepat perkembangannya hingga menyebabkan perforasi. Invasi bakteri dari dentin menuju pulpa memberikan kesempatan bagi toksin dan bakteri masuk ke pulpa hingga menyebabkan peradangan jaringan pulpa (Ritter *et al.*, 2018). Peradangan pada pulpa atau

pulpitis umumnya berkurang setelah penghilangan mikroorganisme oleh sistem imun pulpa. Terkadang, penghentian inflamasi yang cepat dapat memungkinkan penyembuhan pulpa dengan formasi dari dentin tersier (Farges *et al.*, 2015).

Dentin adalah jaringan vital yang terbentuk dari odontoblas dan terhubung erat dengan pulpa sehingga disebut *Dentine-pulp Complex* (DPC). Mekanisme pertahanan DPC dapat berupa dentin sklerotik, dentin tersier, maupun inflamasi pulpa. Dentin tersier berada pada perbatasan dentin dan pulpa sebagai respons terhadap adanya stimulus yang membahayakan seperti karies atau kejadian lain yang menyebabkan keausan gigi (Banerjee & Watson, 2015). Dentin tersier dibagi menjadi dua berdasarkan sumber odontoblas pembentuknya yaitu dentin reaksioner dan dentin reparatif. Dentin reaksioner terbentuk oleh sel original odontoblas sebagai reaksi penyembuhan dari trauma ringan. Sedangkan, dentin reparatif terbentuk oleh *odontoblast-like cell* sebagai reaksi penyembuhan dari cedera jaringan yang lebih besar dengan pertahanan yang lebih kompleks (Simon *et al.*, 2011).

Pada trauma atau karies yang membahayakan jaringan pulpa, dapat dilakukan perawatan *pulp capping* baik secara *direct* maupun *indirect*. Menurut *American Association of Endodontist*, *pulp capping* adalah perawatan pada pulpa terbuka dengan menutup pulpa yang terkena jejas dengan bahan pelindung untuk merangsang pembentukan dentin reparatif dan mempertahankan vitalitas pulpa (*American Association of Endodontists*, 2019). Biomaterial untuk *pulp capping* berfungsi sebagai lapisan pelindung pulpa vital terbuka di dasar kavitas yang dalam akibat lesi karies atau setelah trauma akibat

preparasi. Material yang ideal untuk *pulp capping* harus memiliki karakteristik yang dapat merangsang terbentuknya dentin reparatif, mempertahankan vitalitas pulpa, melepas fluor untuk mencegah terbentuknya karies sekunder, bersifat bakterisidal atau bakteriostatik, dapat melekat pada dentin serta bahan restorasi, mampu bertahan terhadap tekanan saat pengaplikasian bahan restorasi maupun selama pemakaian, serta tampak sebagai gambaran radiopak pada radiografi (Rotstein & Ingle, 2019). Pemilihan material atau bahan *pulp capping* menjadi salah satu faktor keberhasilan dari perawatan. Salah satu sifat fisik yang dimiliki oleh bahan *pulp capping* adalah porositas material (Al-Sherbiny *et al.*, 2021).

Porositas merupakan parameter penting untuk mengkarakterisasi struktur mikro dari suatu bahan sebagai ruang yang mungkin berisi cairan atau udara. Porositas menentukan jumlah kebocoran, hasil dari terapi, adsorpsi, permeabilitas, kekuatan, dan kepadatan bahan *pulp capping* (Kaur *et al.*, 2017; Katarzyna *et al.*, 2021). Porositas dengan ukuran, persentase, dan interkoneksi yang baik antar pori dapat menyediakan lingkungan untuk membantu infiltrasi sel, migrasi, vaskularisasi, aliran nutrisi dan oksigen. Semakin banyak kandungan air maka porositas akan meningkat yang didukung dengan penelitian oleh Duarte *et al.*, (2018) yang melaporkan bahwa porositas dan kelarutan bahan *pulp capping* akan meningkat ketika rasio antara *water/powder* meningkat.

Menurut klasifikasi *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), porositas dibagi berdasarkan ukuran porusnya menjadi makroporus, mesoporus, dan mikroporus. Makroporus memiliki ukuran pori >50 nm,

mesoporus memiliki ukuran pori yang berkisar antara 2 hingga 50 nm, dan mikroporus yang berukuran <2 nm (Schwanke *et al.*, 2017). Mikroporositas berperan dalam meningkatkan area permukaan biomaterial. Semakin banyak porinya maka semakin besar area permukaan yang menyebabkan peningkatan adsorpsi protein selanjutnya terjadi peningkatan perlekatan sel. Sedangkan makroporus menyediakan luas permukaan yang lebih kecil namun volume terbuka yang lebih besar sehingga meningkatkan pertumbuhan jaringan (Holzapfel *et al.*, 2013; Abbasi *et al.*, 2020).

Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sejak lama telah digunakan dalam bidang kedokteran gigi khususnya perawatan endodontik untuk material *pulp capping*, pulpotomi, penginduksi deposisi jaringan keras gigi, serta bahan *sealer*. Bahan yang paling sering digunakan untuk perawatan pada *pulp capping* pada perforasi pulpa baik karena trauma akibat instrumen maupun karena karies adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Kusuma, 2016; Prawitasari *et al.*, 2018). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ diperkenalkan oleh Hermann pada tahun 1920 dan dianggap menjadi *gold standard* bahan *pulp capping* selama beberapa dekade. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ memiliki kemampuan sebagai antibakteri dan berperan dalam merangsang perbaikan jaringan keras. Namun, terdapat beberapa kelemahan seperti menyebabkan nekrosis koagulasi superficial pada jaringan pulpa, terbentuknya *tunnel defects* pada jembatan dentin sehingga pulpa mungkin masih memiliki kemungkinan untuk terbuka, mudah larut, memiliki ikatan yang sangat rendah terhadap dentin, serta degradasi pasca pengaplikasian etsa asam. (Gandolfi *et al.*, 2015; Hanafi *et al.*, 2021).

Kalsium hidroksida banyak dipakai karena bersifat basa kuat dari hasil pemecahan dan pelepasan ion hidroksil dengan pH 12,5-12,8 (Widiadnyani *et al.*, 2014). Menurut Saghiri *et al.*, (2013), bahan dengan pH yang lebih rendah menimbulkan perubahan pada mikrostruktural suatu bahan sehingga meningkatkan porositas dan memengaruhi kekuatan kompresi, sebaliknya, pH yang tinggi menyebabkan tingkat porositas suatu bahan yang rendah. Hal ini didukung penelitian oleh Gandolfi *et al.*, (2015) yang melakukan uji porositas pada material berbahan dasar $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Hasil penelitian tersebut menunjukkan porositas material $\text{Ca}(\text{OH})_2$ berkisar antara 7,49-9,04%. Sementara itu, tingkat porositas dari bahan *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) berkisar antara 39,3-49,47% dan semen *bioceramic* berbahan dasar kalsium silikat 22,9%.

Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) merupakan katekin polifenol aktif dan ditemukan 59% dari total katekin pada teh hijau. Katekin lain dalam teh hijau antara lain *epigallocatechin* (EGC) (19%), *epicatechin-gallate* (EKG) (13,6%), dan *epicatechin* (EC) (6,4%). Penelitian yang dilakukan oleh Kwon *et al.*, (2017), EGCG dengan konsentrasi 0,0012 mg/ml yang dikombinasikan dengan *collagen scaffold* memiliki viabilitas sel yang baik serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans*, *F. nucleatum*, dan *E. faecalis*. EGCG juga membantu meningkatkan sifat fisik dari *scaffold* seperti memperpendek waktu *setting time*, meningkatkan *compressive strength* serta kekasaran permukaan.

Banyak penelitian yang dilakukan dengan EGCG yang dikombinasikan dengan bahan lainnya. Penelitian ini menggunakan bubuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dilarutkan dengan akuades pada rasio 1:1 dan kombinasi bubuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dilarutkan dengan EGCG pada konsentrasi 10 $\mu\text{mol/L}$ atau setara dengan

0.0012 mg/ml dalam rasio 1:1 (Kwon *et al.*, 2017). Namun, hingga saat ini porositas kombinasi EGCG dengan Ca(OH)_2 masih belum jelas sehingga perlu diteliti. Pemeriksaan porositas dapat menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Stokes, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan ukuran pori dan porositas antara bahan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang dicampur dengan *Epigallocatechin-3-gallate* (EGCG)?

1.3 Tujuan Penelitian

Menjelaskan perbedaan ukuran pori dan porositas antara bahan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang dicampur dengan *Epigallocatechin-3-gallate* (EGCG)

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian dan pengembangan lainnya mengenai karakteristik bahan Ca(OH)_2 yang dicampur dengan *Epigallocatechin-3-gallate* sebagai kandidat bahan dalam perawatan *pulp capping*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi inovasi bahan yang dapat digunakan pada perawatan *pulp capping*.