

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karies adalah penyakit yang terjadi pada gigi yang disebabkan oleh bakteri di dalam rongga mulut. Studi menunjukkan bahwa *Streptococcus mutans* merupakan salah satu bakteri pada rongga mulut penyebab karies yang dapat berlangsung sampai melibatkan lapisan email dan dentin.¹⁻³ Laporan Nasional Riskesdas tahun 2018, penyakit karies di negara Indonesia masih tinggi yaitu diatas 80 % dari populasi, dengan persentase pengetahuan populasi tentang cara menyikat gigi yang benar masih di angka 2,8 %. Karies gigi apabila tidak ditangani berisiko menyebabkan pulpa mengalami inflamasi sehingga gigi membutuhkan tindakan perawatan saluran akar bahkan sampai gigi dilakukan tindakan pencabutan sehingga mengakibatkan beberapa kali kunjungan perawatan dan membutuhkan biaya yang tidak sedikit.^{4,5} Ilmu pengetahuan dan teknologi bahan kedokteran gigi mengalami perkembangan sehingga tindakan terapi pulpa vital menjadi tindakan yang dapat dilakukan pada lesi karies dalam, dan bersifat *minimal invasive*. Ilmu kedokteran gigi dengan konsep *minimal invasive* adalah upaya untuk mempertahankan struktur gigi sehat sebanyak mungkin serta menghindari terjadinya kerusakan pada *dentin-pulp complex*.⁶

Karies yang dekat dengan pulpa dapat dilakukan terapi pulpa vital berupa pembersihan jaringan gigi yang terdapat lesi karies disertai dengan peletakan bahan *protective biomaterial* (bahan *pulp capping*) pada lapisan dentin yang dekat dengan

pulpa (*indirect pulp capping*) maupun pada pulpa bagian koronal yang terbuka (*direct pulp capping*) atau dapat meletakkan bahan pada jaringan pulpa yang diambil sebagian (pulpotomi sebagian).⁶

Bahan *pulp capping* harus dapat melekat pada permukaan gigi, mempertahankan *seal* yang baik, tidak larut dalam cairan jaringan, bersifat stabil, *non-resorbable*, tidak toksik, tidak karsinogenik, *nongenotoxic*, bersifat radiopak, dan memiliki sifat biokompatibilitas, serta memiliki daya antibakteri.⁷⁻⁹

Bahan yang digunakan dalam tindakan *pulp capping* yang masih banyak digunakan hingga saat ini adalah Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).^{10,11} Kalsium hidroksida memiliki alkalinitas tinggi dengan pH 11-12,5 dapat menyebabkan terbentuk lapisan nekrotik, merangsang pembentukan lapisan *reparative dentin* di bawah lapisan nekrotik, serta memiliki daya antibakteri.¹²⁻¹⁴ Kalsium hidroksida memiliki beberapa kelemahan yaitu perlekatan yang kurang baik dengan dentin maupun dengan *resin* yang melapisinya sehingga memiliki *seal* yang kurang baik.^{15,16} Contoh bahan *liner* dengan kandungan kalsium hidroksida kalsium fosfat dan dipolimerisasi menggunakan sinar adalah tgCaviliner LC (TGDent, London, UK).

Bahan alternatif yang digunakan sebagai bahan *pulp capping* adalah bahan dengan kandungan kalsium silikat yaitu *Mineral Trioxide Aggregate (MTA)*. MTA mengandung *dicalcium* dan *tricalcium silicate*. MTA memiliki sifat biokompatibilitas yang baik, memiliki daya antibakteri serta bersifat bioaktif dengan adanya pelepasan ion kalsium dan ion *hydroxyl* dan dapat membentuk apatit ketika bercampur dengan cairan sehingga digunakan sebagai bahan *pulp*

capping.^{14,17} MTA memiliki kelemahan yaitu menimbulkan diskolorasi pada gigi dengan adanya kandungan *bismuth oxide*, besi, aluminium, dan magnesium sebagai komposisi pada MTA, pencampuran bubuk dan cairan yang sulit, *setting time* membutuhkan waktu 2-4 jam dan harga yang mahal.^{7,18-20}

Biodentine adalah bahan dengan kandungan *tricalcium silicate* (Ca_3SiO_5) dan tanpa kandungan resin.²¹ Bahan ini mengandung bubuk *tricalcium silicate*, *dicalcium silicate*, *calcium carbonate*, *zirconium oxide*, dan *iron oxide* dan cairan air, *calcium chloride* (sebagai akselerator), dan *modified carboxylate* (*super-plasticizing agent*). *Biodentine* dapat membantu penyembuhan pulpa dan remineralisasi dengan dilepaskannya *Transforming Growth Factor*-beta 1 ($\text{TGF-}\beta 1$) dan menstimulasi sel odontoblast.²² Ion *silicone* yang dilepaskan dari *Biodentine* dapat membantu proses mineralisasi *dentinal bridge*.²⁰ *Biodentine* dapat mengendalikan sekresi *proinflammatory*, mengurangi terbentuknya inflamasi, memiliki waktu pengerasan 9-12 menit.^{23,24}

Bahan *pulp capping* dengan bahan dasar *calcium phosphate* dalam bentuk semen dikenal dengan istilah *Calcium Enriched Mixture (CEM)* diperkenalkan oleh Asgary et al pada tahun 2006.²⁵ *CEM* mirip dengan MTA namun memiliki *physical properties* yang lebih baik, *setting time* yang lebih cepat, *handling* yang lebih baik, memiliki daya antibakteri, memiliki sifat biokompatibilitas yang baik. *CEM* ketika bercampur dengan air dapat terurai menjadi ion *calcium* dan ion *phosphate*, saat mengalami *setting* akan membentuk hidroksiapatit.²⁶

Calcium phosphate merupakan salah satu senyawa yang ada pada tubuh manusia, tulang, gigi, memiliki biokompatibilitas yang baik.²⁷ Contoh bahan

calcium phosphate yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi adalah *calcium phosphate cement (CPC)*, *tricalcium phosphate (TCP)*, hidroksiapatit (*HA*), dan *Bioglass*. *Calcium phosphate* dengan proses pemanasan pada suhu yang berbeda dapat membentuk β -TCP dan α -TCP, dengan suhu 800°C terbentuk β -TCP dan pada suhu 1125°C akan menghasilkan α -TCP²⁸. α -TCP memiliki potensi sebagai bahan *pulp capping* karena α -TCP dapat menstimulasi pembentukan *dentin reparative*, memiliki daya antibakteri dengan terbentuknya gugus *hydroxyl* ketika mengalami hidrasi, tidak terbentuk lapisan nekrotik, serta memiliki *compressive strength* yang cukup baik.^{25,27-31} α -TCP dengan rumus kimia $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ memiliki unsur kalsium dan fosfat dapat ditemukan pada tulang dan gigi serta memiliki tingkat solubilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan kalsium hidroksida.²⁹

Penelitian mengenai bahan *pulp capping* berbasis α -TCP yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan *compressive strength* yang tinggi, memiliki *calcium release* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, menunjukkan biokompatibilitas, serta waktu pengerasan yang lebih singkat dengan penyinaran menggunakan *light cure* terbentuk lapisan nekrotik, serta memiliki *compressive strength* yang cukup baik.^{25,27-31}

Bahan *nano-technology* telah banyak diaplikasikan sebagai bahan antibakteri. Bahan berukuran *nanoparticle* memiliki keuntungan dengan meningkatnya *surface-to-volume ratio* yang dapat membuat reaksi kimia yang lebih efisien pada permukaan yang berkontak dengan materi. Bahan yang telah menggunakan teknologi *nano* adalah *zinc oxide*. *Zinc oxide* memiliki sifat biokompatibilitas yang tinggi dan sifat toksisitas yang rendah.³² *Zinc oxide nanoparticle* dinyatakan

sebagai bahan yang aman bagi tubuh oleh FDA³³. *Zinc oxide nanoparticle* memiliki sifat antibakteri, karena dapat membentuk *Reactive Oxygen Species (ROS)* di sekitar permukaannya. ROS yang dihasilkan berupa senyawa *hydroxyl* dan senyawa *peroxide* yang dapat menguraikan senyawa organik.³⁴ ROS dapat menyebabkan kerusakan pada sel apabila tingkat ROS yang dihasilkan melampaui kapasitas antioksidan pada sel. *Zinc Oxide Nanoparticle* digunakan pada bidang kedokteran dengan adanya daya antibakteri ketika kontak langsung dengan bakteri, kemudian menyebabkan rusaknya membran sel bakteri.^{34,35}

Penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk meningkatkan daya antibakteri pada prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -TCP dengan penambahan bahan antibakteri *Zinc Oxide Nanoparticle* karena sejauh penelusuran penulis bahan *pulp capping* berbasis α -TCP belum tersedia secara komersil dan penulis tertarik untuk melanjutkan penelitian bahan *pulp capping* berbasis α -TCP yang telah ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis dapat mengidentifikasi masalah yaitu :

1. Bagaimana perbandingan hasil uji karakterisasi XRD, XRF, dan FTIR sampel prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -*Tricalcium Phosphate* setelah ditambahkan *Zinc Oxide nanoparticle*.
2. Apakah penambahan *zinc oxide nanoparticle* pada prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -*Tricalcium Phosphate* terlihat adanya daya antibakteri.

3. Membandingkan daya antibakteri prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -*Tricalcium Phosphate* dengan penambahan *Zinc Oxide Nanoparticle*, dengan prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -*Tricalcium Phosphate*, dan tgCaviliner LC (TGDent, London, UK).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah

1. Menganalisis hasil uji karakterisasi XRD, XRF, dan FTIR prototipe bahan *pulp capping* yang mengandung *filler Alpha Tricalcium Phosphate* dengan penambahan *Zinc Oxide nanoparticle*.
2. Melihat sifat antibakteri prototipe bahan *pulp capping* yang mengandung *filler Alpha Tricalcium Phosphate* dengan penambahan *zinc oxide nanoparticle*.
3. Membandingkan daya antibakteri prototipe bahan *pulp capping* berbasis α -*Tricalcium Phosphate* dengan penambahan *Zinc Oxide Nanoparticle*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk para dokter gigi agar dapat menggunakan bahan *pulp capping* berbasis bahan kalsium fosfat dengan daya antibakteri, waktu *setting* yang lebih cepat, dan mudah digunakan.

1.4.2 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk para peneliti dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan penelitian lebih lanjut mengenai bahan *pulp capping* berbasis bahan kalsium fosfat dengan daya antibakteri.