

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mempertahankan vitalitas pulpa merupakan faktor penting dalam kelangsungan hidup jangka panjang pada gigi.¹ Jaringan pulpa dapat langsung terekspos oleh mikroorganisme yang disebabkan oleh lesi karies yang dalam akibat bakteri kariogenik, trauma pada gigi, fraktur gigi, atrisi, abrasi, erosi, faktor iatrogenik.¹⁻³ Perawatan pulpa vital bertujuan untuk menghindari komplikasi yang lebih lanjut seperti perawatan endodontik dan pencabutan gigi.^{2,3}

Pilihan perawatan pulpa vital bervariasi seperti *pulp capping* direk dan indirek, pulpotomi parsial dan pulpotomi total. *Pulp capping* dapat menjadi pilihan untuk mempertahankan vitalitas pulpa dengan cara mencegah infiltrasi bakteri dan merangsang pembentukan lapisan dentin.^{1,4-6} *Pulp capping* merupakan perawatan yang lebih konservatif dengan cara mengaplikasikan suatu bahan bioaktif yang mampu menjadi pembatas dan melindungi jaringan pulpa dari kontaminasi area luar serta mampu merangsang penyembuhan oleh jaringan pulpa itu sendiri agar tidak terjadi nekrosis. Tujuan *pulp capping* menghasilkan dentin reparatif untuk mempertahankan vitalitas pulpa dapat dilakukan secara direk atau indirek. *Pulp capping* direk yaitu bahan medikamen ditempatkan berkontak langsung dengan pulpa.^{1,4,5} *Pulp capping* indirek adalah perawatan pulpa gigi yang masih tertutup selapis tipis dentin tidak langsung berkontak dengan pulpa dan bahan medikamen

diaplikasikan untuk merangsang penyembuhan.^{1,4,5} Bahan *pulp capping* yang banyak digunakan bersifat biokompatibel dengan *seal* (kemampuan penutupan) baik, *nontoksik*, memiliki daya larut rendah seperti pada *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA), Biodentine, Semen Portland dan Kalsium Silikat lainnya yang telah dibuktikan tingkat keberhasilannya tinggi pada gigi akibat karies dan trauma.^{1,2,7-9} Keberhasilan perawatan *pulp capping* menunjukkan tingkat keberhasilan cukup tinggi yaitu 73-97 % pasca 2 minggu sampai 11 tahun setelah pengaplikasian. Keberhasilan *pulp capping* ini dilaporkan karena penggunaan bahan material yang digunakan memiliki sifat bakteriosidal dan bakteriostatik.^{7,10}

Kalsium hidroksida merupakan *gold standard* dalam perawatan *pulp capping*. Kalsium hidroksida memiliki beberapa kekurangan yaitu unsurnya yang merupakan basa kuat, dapat bersifat kaustik, sifat mekanis rendah, kemampuan adaptasi dengan dentin yang tidak baik dan dapat menyebabkan terbentuknya *tunnel defects* sehingga masih diperlukan aplikasi material lainnya untuk meningkatkan kekuatan di bawah material restorasi.^{3,6-8,11} Penggunaan MTA memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalsium hidroksida. Keuntungan MTA merupakan bahan yang biokompatibel terhadap jaringan, bersifat antimikrobial, sitotoksisitas yang rendah, kemampuan mineralisasi lebih baik, menginduksi lebih banyak terbentuknya *dentinal bridge*, serta menghasilkan dentin yang terbentuk lebih padat tanpa terbentuknya *tunnel defects*, sehingga mengakibatkan lebih sedikit inflamasi yang terjadi pada jaringan pulpa. MTA juga memiliki beberapa kekurangan yaitu kemungkinan melepaskan zat-zat berbahaya bagi tubuh, pengaplikasian yang cukup sulit waktu, *setting* yang lama, *handling* yang sulit,

diskolorasi, harga yang tidak ekonomis, sifat mekanis yang rendah seperti pada *compressive strength* dan *modulus of elasticity*.^{2,7,11,12}

Nanoteknologi selama beberapa tahun terakhir mulai diterapkan di dunia kedokteran gigi khususnya di bidang endodontik.^{7,13-15} Nanopartikel adalah partikel atom yang berukuran dengan kisaran 1-100 nm. Sifat fisik, kimia, biologis dan sifat mekanis pada suatu bahan akan berbeda pada skala nano. Material yang ditambahkan nanopartikel memiliki sifat mekanis yang sangat baik. Partikel ini akan membentuk butiran sampai batas tertentu, membentuk struktur intragranular dan struktur intergranular, sehingga meningkatkan bentuk butiran dan meningkatkan sifat mekanis suatu material.^{14,15}

Semen Portland sebagai bahan *pulp capping* tampak hampir sama secara makroskopis dengan MTA jika dilihat dari mikroskop secara analisis XRD. Dalam beberapa penelitian tidak ditemukan adanya perbedaan biologis MTA dan semen portland. MTA dan semen portland memiliki kesamaan komposisi yang sama kecuali tidak adanya Bismuth oksida (Bi_2O_3) sehingga hal ini menyebabkan radiopasitas semen portland berada dibawah radiopasitas minimum. Studi penelitian in-vitro sebelumnya mencoba menambahkan *radiopacifier* seperti Bi_2O_3 dan Zirkonium dioksida (ZrO_2) pada semen portland sehingga menunjukkan karakteristiknya seperti MTA. Penambahan ZrO_2 memiliki keuntungan berupa kekuatan, ketahanan, stabilitas termal, biokompatibilitas, dan tidak menyebabkan diskolorasi seperti Bi_2O_3 . Zirkonium dioksida merupakan suatu kristalin metal oksida dengan struktur kristal prismatic monolitik yang digunakan dalam industri keramik. Senyawa ZrO_2 merupakan salah satu material keramik kedokteran gigi

yang banyak digunakan karena memiliki sifat mekanis dan biokompatibilitas yang tinggi. Senyawa ZrO_2 dapat dikombinasikan dengan silika untuk membentuk suatu bahan pengisi komposit dengan sifat mekanis dan estetis yang dapat disesuaikan dengan sifat gigi aslinya.^{7,13,16}

Penambahan *Urethana dimethacrylate* (UDMA) pada semen portland sebagai bahan *pulp capping* dinyatakan dapat memberikan sifat mekanis yang lebih baik seperti *modulus of elasticity* dan *compressive strength* jika dibandingkan dengan *Bisphenol A-glycidyl methacrylate* (Bis-GMA). Keuntungan UDMA adalah dapat meningkatkan sifat mekanis dan sifat fisik yang lebih baik. Monomer UDMA memiliki berat molekul yang tinggi dan viskositas yang rendah. Viskositas yang rendah pada UDMA memungkinkan derajat konversi, homogenitas morfologi dan *loading filler* yang lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan sifat mekanis.¹⁷⁻¹⁹

Silikon dioksida (SiO_2) mempunyai peran penting dalam proses biomineralisasi dengan meningkatkan bioaktivitas suatu material karena adanya gugus silanol ($SiOH-$) pada permukaannya yang mendukung pembentukan hidroksiapatit secara *in vivo*.^{14,15} Penambahan bahan nanosilika dalam penelitian sebelumnya pada semen yang telah dicampur dapat meningkatkan sifat mekanisnya yaitu *compressive strength* dan *flexural strength*.^{15,20,21}

Bahan *pulp capping* seperti kalsium hidroksida dan MTA diketahui memiliki sifat mekanis yang rendah. Oleh karena kedua bahan tersebut hanya diaplikasikan selapis tipis pada area terdalam kavitas.¹¹ Bahan *pulp capping* kalsium silikat Biodentine (Septodont, *Sain Maur de fosses*, Perancis) memiliki performa yang baik sebagai restorasi sementara hingga enam bulan, namun penelitian mengenai

sifat mekanisnya masih tergolong sedikit. Sifat mekanis pada bahan *pulp capping* seperti *compressive strength*, *flexural strength*nya dan *modulus of elasticity* biasanya akan dilakukan pengujian terlebih dahulu.^{11,22,23} *Modulus of elasticity* adalah dalam kelenturan yaitu ketahanan material terhadap deformasi elastis. Nilai modulus elastisitas MTA diteliti memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan nilai modulus elastisitas pada dentin (sekitar 15 GPa).^{11,24}

Berdasarkan uraian pada latar belakang penelitian ini, penulis tertarik untuk melihat perbedaan *Mechanical Properties (compressive strength, flexural strength, dan modulus of elasticity)* campuran nanopartikel Semen Portland Putih Indonesia-ZrO₂-UDMA dengan dan Tanpa Penambahan Nano silika Sebagai Bahan *Pulp Capping*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Apakah terdapat perbedaan nilai *compressive strength* antara campuran nanopartikel SPPI-ZrO₂-UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.
- 2) Apakah terdapat perbedaan nilai *flexural strength* antara campuran nanopartikel SPPI-ZrO₂-UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.
- 3) Apakah terdapat perbedaan nilai *modulus of elasticity* antara campuran nanopartikel SPPI-ZrO₂-UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk:

- 1) Menganalisis perbedaan *compressive strength* antara campuran nanopartikel SPPI–ZrO₂–UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.
- 2) Menganalisis perbedaan *flexural strength* antara campuran nanopartikel SPPI–ZrO₂–UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.
- 3) Menganalisis perbedaan *modulus of elasticity* antara campuran nanopartikel SPPI–ZrO₂–UDMA tanpa dan dengan penambahan nanosilika.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis dan secara praktis.

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperluas dan menambah wawasan serta ilmu pengetahuan bagi dokter gigi mengenai *compressive strength*, *flexural strength* dan *modulus of elasticity* pada bahan campuran nanopartikel SPPI–ZrO₂–UDMA dengan tambahan nanosilika sebagai bahan *pulp capping*. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat membantu bagi klinisi / dokter gigi mengenai penggunaan bahan campuran nanopartikel SPPI–ZrO₂–UDMA dengan tambahan nanosilika yang berpotensi sebagai bahan *pulp capping* yang mampu meningkatkan kekuatan bahan *pulp capping* yang merupakan bahan produk dalam negeri dan harga terjangkau.