

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Gigi pasca perawatan saluran akar kehilangan jaringan keras dan *marginal ridge* karena karies dan prosedur perawatan. Lapisan *enamel*, dentin dan makrostruktur seperti *marginal ridge* mempengaruhi kemampuan resistensi dan retensi.^{1,2} Gigi dengan kerusakan luas akan lebih mudah mengalami deformitas dan fraktur karena perubahan sifat biomekanik, serta defleksi *cusp* meningkat ketika fungsi oklusal.^{1,3,4} Integritas struktur jaringan keras yang tersisa setelah perawatan endodontik merupakan komponen penting dalam menentukan prognosis gigi pasca perawatan saluran akar

Minimal invasif endodontik adalah perawatan endodontik dengan konsep mempertahankan jaringan keras sebanyak mungkin, serta mengurangi pembuangan *enamel* dan dentin untuk mencegah fraktur, agar gigi dapat bertahan lebih lama di rongga mulut.⁵ *Enamel* adalah bagian luar gigi yang keras dan rapuh, berfungsi untuk melindungi dentin bagian dalam dari gaya oklusal yang melemahkan terutama *tensile force*.² Gigi pasca perawatan saluran akar memiliki kepadatan jaringan keras rendah sehingga kemampuan gigi bertahan terhadap *tensile force* berkurang dan menurunnya ketahanan fraktur.^{1,5} Penelitian yang dilakukan pada 602 kasus gigi pasca perawatan saluran akar menunjukkan 120 gigi mengalami fraktur berat dan molar pertama lebih banyak dibandingkan gigi lainnya yaitu sebesar 50%, dengan jenis fraktur yaitu fraktur *cusp* 55%, fraktur akar vertikal

28,7% dan *tooth split* 4,7%. Penelitian ini menyebutkan gigi yang direstorasi pasak sebanyak 110 kasus dan sebanyak 58,3% mengalami fraktur.⁶

Gigi posterior khususnya gigi molar pertama mandibula rentan terhadap fraktur.⁶ Fraktur terjadi dua kali lebih sering pada *cusp* lingual (nonfungsional) dibandingkan dengan *cusp* bukal. Penelitian menyatakan bahwa potensi fraktur yang lebih tinggi pada *cusp* nonfungsional berhubungan dengan bentuk anatominya. *Cusp* nonfungsional lebih sempit dan memiliki *enamel* yang tipis, kemiringan sudut lebih kecil dari *cusp* fungsional. *Cusp* lingual lebih rentan terhadap vektor gaya horizontal saat pengunyahan. *Cusp* nonfungsional gigi molar mandibula lebih rentan fraktur tidak hanya karena melemahnya struktur gigi akibat karies dan preparasi kavitas, tetapi juga karena distribusi tegangan yang tidak menguntungkan selama pengunyahan.⁷

Penyebab pencabutan gigi pasca-endodontik yaitu fraktur akar vertikal 50,2%, fraktur mahkota 12,4% dan kegagalan restorasi 7,2%.⁸ Hasil studi retrospektif yang membandingkan tingkat keberhasilan perawatan endodontik gigi molar menggunakan restorasi indirek (mahkota penuh) dan direk (komposit) menunjukkan nilai 87.8% dan 79.5% setelah 24 bulan. Keberhasilan restorasi indirek dalam jangka waktu panjang lebih tinggi dibandingkan restorasi direk komposit, tetapi mode kegagalan pada restorasi indirek menyebabkan gigi harus dicabut sedangkan pada restorasi komposit direk gigi berpeluang lebih besar untuk dilakukan perawatan ulang.⁹

Bahan restorasi gigi pasca perawatan saluran akar sebaiknya memiliki sifat mekanis menyerupai gigi dan dapat mendistribusikan tegangan. Modulus elastisitas

material yang menyerupai dentin akan menghasilkan konsentrasi tegangan lebih homogen sehingga dapat mengurangi risiko fraktur.^{10,11,12} Komposit merupakan material yang memiliki sifat menyerupai gigi, serta dapat meneruskan dan mendistribusikan tegangan fungsional ke seluruh permukaan gigi. Keuntungan lain restorasi komposit yaitu dapat memperkuat struktur gigi yang melemah dan dapat dilakukan secara langsung tanpa prosedur laboratorium.^{6,13} Kegagalan restorasi komposit posterior dalam menahan gaya kunyah disebabkan polimerisasi *shrinkage*, karies sekunder, adaptasi marginal yang buruk dan keausan. Penyusutan komposit menyebabkan tekanan pada *ikatan antarmuka* antara restorasi dan gigi yang menyebabkan kegagalan antarmuka.¹⁴

Tanner dkk. (2018) meneliti tingkat keberhasilan restorasi komposit posterior antara 65,2% - 92,5%.¹⁴ Perbaikan sifat mekanik dapat meningkatkan keberhasilan restorasi komposit terutama pada kavitas yang luas dan gaya oklusal besar.^{15,10,16} Penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan dan memperkuat sifat mekanik resin komposit dengan penambahan *fiber*. Studi penelitian mengemukakan bahwa komposit yang diperkuat *fiber* sebagai struktur di bawah restorasi komposit dapat meningkatkan kapasitas dukung gaya dan memodifikasi tegangan dengan menciptakan efek monoblok, sehingga membantu mendistribusikan tegangan dan mentransfer tegangan di sepanjang sumbu panjang gigi.^{13,15,10,17}

Gigi pasca-endodontik kehilangan dinding pulpa sehingga volume kavitas lebih besar. Polimerisasi *shrinkage* meningkat dengan bertambahnya kedalaman kavitas. Penambahan *fiber* ke dalam resin komposit dapat mengurangi volume dan

massa komposit sehingga penyusutan volumetrik lebih sedikit karena matriks organik berkurang.¹⁸ *Volume* bahan restorasi yang besar menghasilkan efek ungkitan karena restorasi bertumpu pada satu sisi titik, penambahan *fiber* dapat menambah ikatan antara substrat gigi dan komposit dengan memberikan efek *internal splinting*. Orientasi arah *fiber* pada *fiber reinforced composite* dapat memperbaiki adaptasi margin restorasi dan mengurangi polimerisasi *shrinkage*.¹⁹

Restorasi komposit yang diperkuat *fiber* (FRC) dapat meningkatkan kinerja dan memperkuat restorasi terutama pada gigi dengan kerusakan luas, dibandingkan dengan restorasi komposit biasa. Penggunaan *fiber bidirectional* pada restorasi dapat dilakukan dengan teknik *wallpapering*. Teknik *wallpapering* merupakan teknik restorasi dengan konsep menutupi dinding kavitas dengan *fiber bidirectional*. Faktor keberhasilan teknik ini yaitu *fiber* harus diadaptasikan sedekat mungkin dengan substrat gigi.¹⁰ Keuntungan *fiber reinforced composite* (FRC) adalah non-korosif, memenuhi kebutuhan estetika, dapat diadaptasikan pada kavitas, mudah diperbaiki dan tidak memerlukan tindakan laboratorium.²⁰ Studi *in-vitro* menunjukkan *fiber* jenis *e-glass* dan *polyethylene* dapat memperkuat struktur koronal gigi, meningkatkan *flexural strength*, serta meningkatkan adhesi pada resin.²¹

Fiber e-glass tersusun dari serat kaca yang halus dan merupakan jenis resin *impregnated*. Sediaan *fiber e-glass* di pasaran dalam bentuk *unidirectional*, *bidirectional* dan *fiber* pendek *multidirectional*. *Fiber* yang lebih panjang memberikan ketahanan aus, kekuatan dan ketahanan terhadap fraktur lebih tinggi.²²

Fiber dengan resin *impregnated* memiliki ikatan yang lebih baik sehingga ikatan adhesi antar muka tidak mudah terlepas.¹⁹

Fiber polyethylene telah digunakan untuk memperkuat restorasi. *Fiber* ini merupakan jenis resin *non-impregnated* tersedia dalam bentuk pita yang dianyam. FRC dapat diaplikasikan tanpa penambahan bentuk preparasi sehingga jaringan gigi yang dipertahankan lebih banyak. Susunan *fiber polyethelene* mampu mendistribusikan gaya oklusal ke seluruh permukaan restorasi dan gigi. Kekurangan dari *fiber* jenis ini adalah adhesi yang tidak memadai antara *fiber poliethylene* dan matriks polimer.^{10,19}

Metode elemen hingga (MEH) adalah metode numerik untuk melakukan analisis rekayasa atau pemodelan menggunakan komputer.²³ Evaluasi distribusi tegangan akibat gaya pengunyahan, dapat diperoleh melalui pemodelan dan analisis metode elemen hingga untuk mengetahui daerah konsentrasi tegangan tinggi yang mengakibatkan kegagalan restorasi.¹² Model gigi tiga dimensi dibagi menjadi banyak elemen sederhana (elemen hingga) yang terhubung pada titik nodal umum. Penerapan gaya simulasi di wilayah model numerik dilakukan pada tahap akhir, untuk memperoleh distribusi tegangan dan regangan.²⁴

Gigi dan restorasi merupakan struktur yang kompleks sehingga memiliki kesulitan tersendiri saat dibagi menjadi elemen-elemen.²⁵ Geometri kompleks memerlukan elemen hingga berukuran relatif kecil untuk memperoleh nilai aproksimasi yang lebih akurat. Hal ini menyebabkan waktu komputasi lebih lama. Keuntungan MEH dapat mengurangi waktu dan biaya penelitian, serta memberi gambaran mengenai suatu konsep ilmiah baru ke aplikasi klinis, dengan melakukan

uji secara virtual di bawah kondisi pembebanan yang terukur dan dapat dibayangkan.²⁶

Penggunaan *fiber* sebagai struktur untuk memperkuat restorasi komposit direk sudah banyak dilakukan tetapi dalam kasus gigi molar rahang bawah pasca perawatan saluran akar tanpa dinding mesiolingual belum ditemukan. Penulis bermaksud untuk melakukan penelitian mengenai efek penambahan *fiber bidirectional* jenis *polyethylene* dan *e-glass* terhadap distribusi tegangan yang mempengaruhi kinerja restorasi komposit pada kavitas luas menggunakan metode elemen hingga.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah berdasarkan uraian diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi tegangan akibat gaya pengunyahan gigi molar rahang bawah pasca perawatan saluran akar kehilangan dinding mesiolingual direstorasi komposit direk diperkuat *fiber polyethylene* pada kavitas tanpa reduksi dan dilakukan reduksi *cusp*?
2. Bagaimana distribusi tegangan akibat gaya pengunyahan gigi molar rahang bawah pasca perawatan saluran akar kehilangan dinding mesiolingual direstorasi komposit direk diperkuat *fiber e-glass* pada kavitas tanpa reduksi dan dilakukan reduksi *cusp*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Menganalisis distribusi tegangan akibat gaya pengunyahan gigi molar rahang bawah pasca perawatan saluran akar kehilangan dinding mesiolingual direstorasi komposit direk diperkuat *fiber poliethylene* pada kavitas tanpa reduksi dan dilakukan reduksi *cusp* menggunakan metode elemen hingga.
2. Menganalisis distribusi tegangan akibat gaya pengunyahan gigi molar rahang bawah pasca perawatan saluran akar kehilangan dinding mesiolingual direstorasi komposit direk diperkuat *fiber e-glass* pada kavitas tanpa reduksi dan dilakukan reduksi *cusp* menggunakan metode elemen hingga.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk bahan penelitian lebih lanjut serta pengembangan ilmu mengenai tegangan yang terjadi akibat gaya pengunyahan pada gigi molar pasca perawatan saluran akar yang direstorasi dengan komposit direk diperkuat *fiber poliethylene* dan *fiber e-glass*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah alternatif dan membantu praktisi untuk menentukan restorasi yang tepat pada gigi pasca perawatan saluran akar sesuai dengan kondisi jaringan gigi sehat yang tersisa, serta menambah kontribusi ilmiah dan pengetahuan mengenai desain dan performa klinis bahan restorasi.