

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komposit berbasis resin sudah lama digunakan untuk merestorasi gigi. Kebutuhan estetik yang berhubungan dengan restorasi sewarna gigi serta teknik preparasi minimal menyebabkan restorasi komposit sangat diminati.¹

Perkembangan tipe *filler* terbaru untuk komposit *nano*, dinamakan *spherical filler*. *Filler* jenis ini dapat meningkatkan sifat-sifat komposit, salah satunya adalah sifat mekanisnya.^{2,3}

Metode polimerisasi komposit ada dua macam: *self-cured* dan *light-cured*. Bahan *self-cured* terpolimerisasi secara kimiawi dengan cara mencampurkan katalis dan *base*.⁴ Kekurangan metode ini yaitu dapat terjadinya porositas karena udara dapat terperangkap dalam bahan restorasi saat proses pencampuran. Waktu kerja untuk memasukkan komposit ke dalam kavitas tergantung pada kecepatan reaksi kimia yang terjadi pada bahan tersebut. Hal ini menyebabkan komposit sering sudah mengeras terlebih dahulu sebelum selesai dibentuk, sehingga waktu *finishing* menjadi lebih lama. Warna komposit yang dihasilkan oleh metode ini juga kurang stabil.⁵

Komposit *light-cured* membutuhkan *light curing unit* (LCU) atau generator. Dibandingkan dengan komposit *self-cured*, metode ini memiliki waktu kerja yang lebih singkat, serta stabilitas warna yang lebih baik. Berdasarkan keuntungan

tersebut, hampir semua komposit yang digunakan sekarang adalah tipe komposit *light-cured*.⁴

Pada tahun 1970, ditemukan resin komposit yang dipolimerisasi menggunakan radiasi elektromagnet.¹ Sumber cahaya yang paling pertama digunakan adalah cahaya ultraviolet dengan panjang gelombang 365 nm. Cahaya ultraviolet memiliki kekurangan sehingga sistem penyinaran digantikan dengan sinar halogen.⁶

Sejak saat itu, sinar halogen merupakan sumber cahaya yang paling umum digunakan untuk proses foto-aktivasi resin komposit. Sinar halogen menghasilkan sinar dengan suhu yang cukup tinggi. Kekurangan sinar halogen yaitu kualitas lampu pijar, reflektor, dan *filter* alat tersebut dapat menurun seiring berjalannya waktu akibat suhu sinar yang tinggi oleh kuantitas panas yang besar. Hal ini menyebabkan efektivitas *curing* menurun, sifat fisik bahan menjadi inadkuat dan meningkatkan risiko kegagalan restorasi.⁷

Beberapa tahun terakhir, *light-emitting diodes* (LED) lazim digunakan untuk menciptakan alat penyinaran yang praktis, dan tanpa kabel.⁸ Alat LED dengan panjang gelombang maksimal sekitar 470 nm, memiliki waktu kerja sampai 10.000 jam tanpa terjadi degradasi besar pada kualitas cahaya, tidak memerlukan *filter*, dan mengandalkan baterai. Keunggulan lain pada sinar LED adalah emisi termal yang jauh lebih rendah dibandingkan penyinaran menggunakan sinar halogen juga tidak membutuhkan kipas pendingin yang dapat menimbulkan suara bising dan mengonsumsi energi lebih banyak.⁹

Polimerisasi resin komposit *light-cured* dipicu oleh sinar biru.¹⁰ Champorquinone (CQ) merupakan *photosensitizer* yang umum digunakan untuk resin dental. Sinar halogen membutuhkan *filter* sehingga dapat memancarkan cahaya biru-violet dengan spektrum yang cocok sesuai rentang panjang gelombang serapan CQ. Alat LCU LED sudah dirancang untuk menghasilkan sinar spektrum biru saja, dengan rentang panjang gelombang 440 – 480 nm sesuai rentang panjang gelombang serapan CQ.¹¹

Proses polimerisasi terjadi dalam tiga tahapan yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi pada saat rantai sudah membentuk molekul yang stabil.¹² Selama proses polimerisasi berlangsung, molekul monomer harus bergerak berdekatan sehingga dapat membentuk ikatan kimia polimer.¹⁰

Derajat polimerisasi merupakan ukuran persentasi ikatan ganda unsur karbon yang sudah terkonversi menjadi ikatan-ikatan tunggal untuk membentuk resin polimer. Semakin tinggi derajat polimerisasi, semakin baik sifat dan performa bahan resin tersebut. Konversi monomer menjadi polimer tergantung pada beberapa faktor. Salah satunya yaitu transmisi cahaya terhadap materi yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya.¹³

Definisi dari kekerasan (*hardness*) adalah resistensi permukaan suatu bahan terhadap indentasi. Kekerasan suatu bahan dapat ditentukan secara kuantitas dengan cara meletakkan beban maksimum dibagi dengan luas permukaan kontak bahan tersebut. Uji *indentation* / *scratch* sudah digunakan untuk menentukan kekerasan bahan lebih dari satu abad.¹¹ Metode yang dapat diandalkan dan paling

umum dilakukan untuk menentukan efektifitas polimerisasi resin komposit adalah uji kekerasan *microvickers*.⁹

Penelitian Yaman dkk (2011) menyimpulkan bahwa sinar LED menghasilkan kekerasan resin komposit yang lebih baik daripada halogen.⁹ Sebaliknya, penelitian yang dilakukan oleh Choundary dan Suprabha (2013) membuktikan bahwa kekerasan resin komposit *nanofiller* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen memiliki kekerasan yang lebih baik.¹⁴

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian mengenai perbedaan kekerasan resin komposit *nano-spherical-filler* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dan LED.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

Apakah terdapat perbedaan kekerasan *microvickers* resin komposit *nano-spherical-filler* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dan LED?

1.3 Maksud dan Tujuan

1. Menentukan kekerasan *microvickers* resin komposit *nano-spherical-filler* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dibandingkan LED.
2. Menguji jenis sinar *light cure* yang paling baik di antara halogen dan LED dalam mempolimerisasi komposit *nano-spherical-filler*.
3. Tujuan penelitian ialah memperoleh bahan restorasi gigi yang ideal.

1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah

Manfaat penelitian ini terdiri dari manfaat ilmiah, manfaat praktis dan manfaat akademis yang diuraikan sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan informasi yang bermanfaat dalam bidang ilmu kedokteran gigi mengenai perbedaan kekerasan *microvickers* resin komposit *nano-spherical-filler* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dan LED.

1.4.2 Manfaat Praktis

Sebagai panduan bagi dokter gigi dalam meningkatkan pelayanan kesehatan gigi masyarakat untuk menghasilkan tambalan komposit yang lebih baik dan dapat dipertahankan lebih lama di rongga mulut.

1.4.3 Manfaat Akademis

Sebagai referensi atau panduan bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian selanjutnya.

1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

Komposit berbasis resin memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan amalgam sebagai bahan restorasi gigi. Bahan ini memiliki sifat-sifat mekanis yang hampir mirip dengan enamel dan dentin serta mampu bertahan lama dengan baik di dalam rongga mulut.^{2,3}

Filler spherical yang baru dikembangkan memiliki rata-rata ukuran partikel 0,2 μm , sehingga dinamakan komposit *submicron*. Perkembangan *filler* telah dibuktikan dapat meningkatkan sifat-sifat suatu materi seperti kekuatan, modulus elastik, ketahanan terhadap keausan, *polymerization shrinkage*, serta meningkatkan kemampuan poles bahan.²

Resin komposit yang pertama kali ditemukan terpolimerisasi secara kimiawi, disebut resin komposit *self-cured*. Waktu *set* terjadi dengan cepat segera setelah bahan-bahan dicampur, sehingga waktu untuk memanipulasi menjadi kurang.^{4,15} Untuk menanggulangi masalah tersebut, dikembangkan komposit jenis baru yaitu resin komposit *light-cured*. Tidak seperti resin komposit *self-cured*, komposit *light-cured* memiliki waktu kerja yang cukup karena bahan hanya akan *set* setelah diaplikasikan sinar biru.⁵

Curing bahan komposit menggunakan sinar biru mulai diperkenalkan sekitar tahun 1970. Sumber cahaya biasanya berasal dari kombinasi lampu halogen dan *filter*, sehingga panjang gelombang cahaya biru berada pada jarak 410 – 500 nm. Cahaya dengan rentang panjang gelombang tersebut merupakan yang paling efektif untuk diserap oleh fotoinisiator (CQ) pada kandungan resin komposit. Cahaya ini menyebabkan eksitasi CQ, kemudian bersamaan dengan unsur amina, menyebabkan polimerisasi monomer-monomer resin pada skala molekular.¹⁴

Cahaya biru yang digunakan untuk polimerisasi komposit dapat dihasilkan dari berbagai tipe alat. Cahaya halogen merupakan sinar polimerisasi komposit yang paling sering digunakan, namun memiliki beberapa kekurangan. Lampu halogen memiliki waktu kerja efektif yang terbatas yaitu sekitar 50 jam. Hal ini

menyebabkan berkurangnya efisiensi *curing* seiring berjalannya waktu karena degradasi komponen-komponen LCU tersebut. LCU halogen juga menghasilkan panas yang cukup tinggi sehingga membutuhkan kipas untuk mengimbangi suhunya. Kipas ini menimbulkan suara yang dapat menyebabkan pasien tidak nyaman. Kabel digunakan untuk menyambungkan LCU pada sumber listrik, sehingga perlu perhatian lebih besar untuk perawatannya dan penggantian lampu *curing* yang lebih sering dan teratur. Waktu untuk *curing* bahan secara maksimum juga lebih lama dibandingkan LCU dengan sinar LED.¹⁶

Mills (1995) menggunakan teknologi LED untuk mengatasi kekurangan dari LCU halogen. Beberapa tahun terakhir, LCU dengan sinar LED lebih banyak diminati dibandingkan LCU halogen karena beberapa keunggulannya seperti memiliki suhu kerja yang lebih rendah, mengurangi waktu kerja sehingga lebih efisien dan meningkatkan sifat bahan komposit.^{17,18} Alat ini tidak membutuhkan *filter* untuk menghasilkan sinar biru, tidak seperti pada LCU halogen. LED memiliki waktu kerja lebih dari 10.000 jam dan degradasi cahaya akibat pemakaian seiring berjalannya waktu cenderung lebih kecil dibandingkan dengan sinar halogen. Intensitas cahaya dari alat yang diisi ulang ini tidak akan berkurang dan dapat digunakan lebih dari 400 kali untuk setiap pemakaian 10 detik. Energi cahaya konstan yang dihasilkan menjamin efisiensi dan kedalaman *curing* bahan setiap saat.¹⁶ Energi listrik yang diubah menjadi sinar *curing* pada LCU LED adalah 1% sedangkan LCU halogen 14%, sehingga efisiensi sinar LED relatif lebih tinggi dibandingkan halogen.⁹ Waktu polimerisasi oleh sinar LED adalah yang paling efisien dibandingkan cahaya lainnya.¹⁹

Proses polimerisasi komposit terjadi melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah inisiasi, merupakan tahap saat molekul besar terurai menjadi radikal bebas karena proses panas. Tahap kedua adalah propagasi, ketika monomer yang diaktifkan saling berkaitan sehingga tercapai polimer dengan jumlah monomer tertentu. Tahap terakhir adalah terminasi, pada tahap ini rantai sudah membentuk molekul yang stabil.¹² Grup *cross-linked* menguatkan dan mengeraskan resin. Polimerisasi sempurna suatu materi ditentukan oleh derajat polimerisasi monomer menjadi polimer, yaitu banyaknya grup *methacrylate* yang bereaksi satu dengan yang lain selama proses konversi berlangsung. Salah satu faktor yang mempengaruhi derajat polimerisasi komposit adalah kualitas sumber cahaya yang digunakan. LED merupakan alternatif yang baik untuk *photo-curing* resin komposit. Pada intensitas sinar LED dan halogen 100 mW/cm², kedalaman *curing* dan rentang konversi resin monomer yang dipolimerisasi oleh sinar LED secara signifikan lebih baik dibandingkan sinar halogen. Rentang spektrum sinar yang dipancarkan oleh LED adalah sekitar 440 – 480 nm dengan puncaknya pada 470 nm, identik dengan puncak gelombang serapan CQ (rentang panjang gelombang serapan 360 – 520 nm dengan puncaknya 470 nm), sehingga CQ lebih mungkin untuk menyerap foton dari sinar LED dibandingkan halogen.⁴

Proses penyinaran pada resin komposit merupakan hal penting yang harus diperhatikan karena apabila penyinaran kurang tepat, maka polimerisasi tidak akan sempurna, sehingga kekerasan resin komposit juga tidak maksimum.²⁰ Evaluasi kekerasan sering dilakukan untuk meneliti *curing* resin komposit dan efisiensi sumber cahaya yang digunakan.⁹ Kekerasan yang tidak maksimum dapat

mengakibatkan resin komposit tidak mampu menahan tekanan pengunyahan sehingga dapat mengalami *cracking* (pecah) dan tumpatan dapat terlepas dari gigi.²⁰

Penelitian terdahulu mengemukakan perbedaan kekerasan resin komposit *nanofiller* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dibandingkan LED. Batu *et al* (2011) membuktikan kekerasan resin komposit *nanofiller* yang dipolimerisasi menggunakan sinar LED lebih tinggi dibandingkan halogen.⁹ Sebaliknya, Shwetha *et al* (2013) menyatakan bahwa resin komposit *nanofiller* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen memiliki rata-rata kekerasan yang lebih tinggi.¹⁴

Kekerasan merupakan salah satu syarat atau spesifikasi bahan kedokteran gigi menurut *American Dental Association* (ADA). Beberapa tipe uji kekerasan permukaan yaitu uji Barcol, Brinell, Rockwell, Shore, *Vickers*, dan Knoop. Uji *Vickers* dan Knoop diklasifikasikan sebagai uji kekerasan mikro karena dapat mengukur kekerasan benda yang kecil dan tipis. Metode uji kekerasan bahan komposit yang paling sering digunakan adalah uji kekerasan *microvickers*.¹¹

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dirumuskan hipotesis penelitian ini yakni terdapat perbedaan kekerasan resin komposit *nano-spherical-filler* yang dipolimerisasi menggunakan sinar halogen dan LED.

1.6 Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan menggunakan analisis statistik metode ANOVA satu arah dengan $\alpha = 0,05$.

1.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Teknik Material Kedokteran Gigi (ITMKG) FKG UKM, Laboratorium Teknik Metalurgi dan Material FTMD ITB, serta Laboratorium SEM Pusat Survei Geologi dari bulan September 2017 sampai dengan bulan Maret 2018.

