



Insisiva Dental Journal: Majalah Kedokteran Gigi Insisiva

Website: <http://journal.umy.ac.id/index.php/di/index>

Insisiva
Dental
Journal:
Majalah Kedokteran Gigi Insisiva

Literature Review

Pengaruh Lama Penyinaran dan Ketebalan Resin Komposit *Bulk Fill* terhadap Kebocoran Mikro

The Effects of Curing Time and Thickness of Bulk Fill Composite Resin towards Microleakage

Erma Sofiani^{1,*}, Fineza Rovi²

¹Konservasi Gigi, Bagian Rehabilitatif, Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Indonesia.

²Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Indonesia.

Received date: September 25th, 2020; reviewed date: October 5th, 2020 revised date: October 25th, 2020; accepted date: November 1st, 2020
DOI : 10.18196/di.9221

Abstrak

Restorasi gigi bertujuan mengembalikan fungsi mastikasi, fonetik, estetik, dan perlindungan terhadap jaringan pendukung gigi. Resin komposit merupakan bahan restoratif yang digunakan di kedokteran gigi karena mempunyai estetik dan kekuatan yang baik. Salah satu kekurangan dari resin komposit yaitu *Polymerization Shrinkage*. Adanya pengerutan polimerisasi dapat menimbulkan kebocoran mikro, sehingga menyebabkan kegagalan restorasi berupa karies sekunder, diskolorasi dan infeksi pulpa. Polimerisasi restorasi resin komposit dikatakan baik apabila derajat konversi berupa ikatan atom karbon ganda menjadi ikatan tunggal pada monomer berjalan dengan tepat. Hal tersebut dipengaruhi beberapa faktor seperti translusensi bahan, lama penyinaran, ketebalan resin komposit, dan tipe *filler*. Beberapa cara untuk mengurangi kebocoran mikro diantaranya adalah teknik penempatan secara *incremental*. Kekurangan teknik ini, memperlambat proses perawatan dan meningkatkan risiko kontaminasi setiap lapisannya. Saat ini telah dikembangkan resin komposit *bulk fill* yang mampu diaplikasikan ke dalam kavitas secara langsung (*bulk*) dengan ketebalan hingga 4-5 mm dan dapat mengalami polimerisasi dengan baik. Penulisan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran dan ketebalan resin komposit *bulk fill* terhadap kebocoran mikro. Semakin lama penyinaran maka menyebabkan peningkatan ikatan *karbon* yang memperkecil jarak antar monomer. Peningkatan ketebalan aplikasi resin komposit menyebabkan nilai *c-factor* yang tinggi, sehingga peningkatan risiko pengerutan polimerisasi yang menyebabkan kebocoran mikro. Untuk mengukur kebocoran mikro, beberapa studi menggunakan metode *dye penetration* dengan larutan *marker* yang berbeda kemudian dievaluasi menggunakan beberapa alat yaitu *Scanning Electron Microscopy* (SEM), mikroskop cahaya, dan *micro-CT*. Hasil dari kajian pustaka pada uraian diatas menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lama penyinaran dan ketebalan resin komposit *bulk fill* terhadap kebocoran mikro.

Kata Kunci: *Bulk fill*; Kebocoran Mikro; Ketebalan resin komposit; Lama penyinaran resin komposit

Abstract

Dental restorative treatment aims to restore the masticatory, phonetic, esthetic, and protective functions of the tooth-supporting tissue. Composite resin is a restorative material used in dentistry because it has good aesthetics and strength. One of the disadvantages of composite resin is the *Polymerization Shrinkage*. The presence of shrinkage polymerization can cause micro-leakage, leading to restorations' failure in the form of secondary caries, discoloration, and pulp infection. Polymerization of composite resin restorations is good if the degree of conversion in double carbon atom bonds to single bonds in the monomer runs correctly. This is influenced by several factors such as the translucency of the material, the duration of exposure, the composite resin's thickness, and the type of filler. Some of the ways to reduce micro-leakage include incremental filling techniques. This

* Corresponding author, e-mail: ermasofiani@umy.ac.id

technique's disadvantages slow down the treatment process and increase the risk of contamination with each layer. At present, a bulk-fill composite resin has been developed, which can be applied directly into the cavity with a thickness of up to 4-5 mm and can undergo polymerization well. This paper aims to determine the effect of exposure time and thickness of bulk-fill composite resin to microleakage. The longer the radiation, it causes an increase in carbon bonds, which reduces the distance between the monomers. Increasing the thickness of the application of the material increases the c-factor value. This creates the risk of polymerization shrinkage, causing micro-leakage. Several studies used the dye penetration method with different marker solutions to measure microleakage and then evaluated using several tools, namely Scanning Electron Microscopy (SEM), light microscopy, and micro-CT. The literature review results in the description above indicate an effect of exposure time and thickness of bulk-fill composite resin to microleakage.

Keywords: Bulk fill; Curing Time; Microleakage; Resin composite; Thickness

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan salah satu penyakit kronis yang banyak terjadi di seluruh dunia termasuk Indonesia.¹ Perawatan restoratif harus segera dilakukan pada gigi yang berlubang agar fungsi mastikasi, fonetik, estetik, dan kepercayaan diri pasien dapat dipertahankan.² Beberapa bahan restorasi yang dapat digunakan adalah semen ionomer kaca, amalgam, dan resin komposit.³

Penggunaan resin komposit sebagai bahan dalam perawatan restoratif semakin meningkat karena kemampuan adhesif dari bahan ke gigi serta memiliki faktor estetik yang baik.⁴ Resin komposit pertama kali dikenalkan pada tahun 1962 dan terus mengalami perkembangan hingga sekarang.⁵ Komposit terdiri dari resin matriks atau monomer, *filler* anorganik, *coupling agent*, inisiator, dan bahan lain yang dicampur menjadi satu.¹ Bahan tersebut akan mengeras melalui reaksi polimerisasi yang diaktivasi oleh aktivator.³ Berdasarkan sistem inisiasi, mekanisme aktivasi polimerisasi dapat terjadi melalui agen kimia, panas, dan sinar.¹ Aktivasi dengan sinar biru dengan panjang gelombang 400–500 nm diperlukan agar polimerisasi dapat terjadi.³

Salah satu kekurangan resin komposit adalah pengerutan polimerisasi (*polymerization shrinkage*).⁶ Hal itu terjadi karena konversi monomer menjadi polimer saat dilakukan aktivasi oleh sinar biru dapat mengurangi volume bebas dari resin komposit, sehingga akan timbul celah antara bahan restorasi dengan struktur gigi.⁷ Kebocoran mikro yang dihasilkan dari

terbentuknya celah akan mengakibatkan terjadinya hipersensitivitas gigi yang direstorasi, perubahan warna, karies sekunder, dan infeksi pulpa.⁸

Sebuah penelitian melaporkan bahwa pengerutan polimerisasi dapat dipengaruhi oleh aspek penyinaran dan ketebalan resin komposit.⁹ Ketebalan dari bahan resin komposit yang di aplikasikan ke dalam kavitas akan mempengaruhi derajat polimerisasi. Sinar akan mengeraskan resin komposit apabila mampu berpenetrasi hingga bagian dasar sehingga mendapatkan sifat fisik dan biologis yang baik.¹⁰ Protokol penyinaran yang kurang baik juga akan mengakibatkan terjadinya pengerutan polimerisasi dan stres kontraksi. Teknik pengaplikasian inkremental perlu dilakukan untuk mengurangi kebocoran mikro dengan melakukan penyinaran setiap 2 mm lapisan resin komposit.¹¹ Tentunya hal tersebut akan membuat prosedur perawatan menjadi lebih lama, meningkatkan risiko kontaminasi saliva, dan terjebaknya gelembung udara pada tiap lapis resin komposit.¹²

Bulk fill diperkenalkan oleh produsen sebagai hasil pengembangan resin komposit dengan aplikasi yang praktis dan tidak memakan banyak waktu.¹³ Material tersebut diklaim mampu diaplikasikan secara langsung ke dalam kavitas dengan ketebalan 4 – 5 mm. Hal itu akan memberikan manfaat yang besar terutama pada kasus kavitas dalam pada gigi posterior.¹⁴ Resin komposit *bulk fill* semakin dikembangkan untuk mencapai keberhasilan klinis dengan menghasilkan restorasi yang memiliki pengerutan rendah sehingga dapat

mengurangi kebocoran mikro.¹⁵

Kestabilan dimensi perlu dipertahankan untuk mencegah terjadinya kebocoran mikro yang akan menyebabkan dampak negatif pasca perawatan.⁷ Kecenderungan untuk menghemat waktu perawatan restorasi mulai banyak dilakukan oleh dokter gigi.¹⁰ Perhatian terhadap prosedur polimerisasi yang menjadi salah satu faktor penting yang menentukan sifat dan kinerja resin komposit, yaitu durasi penyinaran dan ketebalan bahan *bulk fill*.^{9,16,17}

PEMBAHASAN

Resin Komposit

Resin komposit adalah material restoratif sewarna gigi yang tersusun atas komponen utama berupa resin matriks dan partikel *filler* yang diikat oleh *coupling agent* melalui proses polimerisasi.¹⁸ Resin matriks terdiri atas resin monomer, inisiator, akselerator, dan inhibitor, sedangkan *filler* terdiri atas partikel yang dapat memberikan sifat mekanik dan warna radiopak dari resin komposit.¹⁹ Komposit berbasis resin dikenalkan oleh Dr. L. Bowen pada tahun 1962 sebagai pengganti resin akrilik yang memiliki koefisien termal dan pengerutan yang tinggi serta silikat yang mudah larut dan dianggap dapat mengiritasi pulpa.²⁰

Bowen menambahkan *organosilane coupling agent* yang mampu mengikat Bis-GMA sebagai monomer baru agar dapat berikatan dengan partikel *filler*. Hal tersebut menjadi salah satu evolusi dari material restorasi *direct* estetik berbasis resin.²¹ Sistem monomer merupakan matriks organik yang saat ini terdapat dalam resin komposit yang tersusun dari monomer utama berbasis *dimethacrylate* dan monomer dengan viskositas yang lebih rendah sebagai *co-monomer*.²² Resin komposit semakin dikembangkan terutama dalam segi estetik yang di dapat dari resin monomer.¹⁰ Beberapa monomer seperti Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, HEMA, Bis-EMA telah dikembangkan untuk mendapatkan hasil estetik, sifat mekanik, biokompatibilitas, dan ketahanan material yang baik.²³

Filler adalah komponen anorganik yang dapat berpengaruh terhadap sifat mekanik dari resin komposit.²⁴ *Filler* juga berhubungan dengan terjadinya pengerutan resin komposit. Semakin rendah kandungan *filler* maka semakin tinggi pengerutan yang akan terjadi.²⁵ Terdapat berbagai macam jenis *filler* yang digunakan untuk memperkuat dan mengurangi pengerutan saat proses polimerisasi.²⁶ Beberapa diantaranya adalah *amorphous silica, quartz, borosilicates, lithium, strontium, dan glass*. Secara teori, morfologi dan jumlah *filler* pada resin komposit berpengaruh terhadap modulus dan kekuatan fleksural, kekerasan, dan ketahanan bahan tumpat terhadap fraktur.²⁴ *Filler* terdiri dari berbagai ukuran seperti *microfiller, nanofiller, macrofiller, dan microhybrid*.²⁷ *Macrofiller* memiliki ukuran 10-50 μm dan mempunyai sifat mekanik yang kuat dan tahan terhadap tekanan. Mikrofiller berukuran dari 10-50 nm sehingga dapat menghasilkan resin komposit dengan kualitas *polishing* yang baik daripada *macrofiller*, tetapi berisiko terjadinya fraktur. *Microhybrid filler* merupakan hasil perkembangan dalam mencapai kualitas poles yang baik dalam estetik tanpa mengurangi sifat mekanik restorasi. *Nanofiller* memiliki ukuran partikel 10-100 nm dan dianggap dapat menurunkan pengerutan polimerisasi karena adanya penambahan jumlah partikel *filler* yang berukuran nano.¹

Resin monomer dan *filler* anorganik akan saling dihubungkan dengan bantuan *coupling agent* untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik dari resin komposit.¹⁸ *Silane* akan melakukan modifikasi pada permukaan material *filler* anorganik dengan tujuan untuk meningkatkan adhesifitas dengan resin monomer. Agen *silane* memiliki gugus *chloro, alkoxy, atau acetoxo* yang dapat dengan mudah berubah menjadi gugus *alkoxy* melalui hidrolisis, dan akan berikatan secara kovalen atau ikatan hidrogen dengan gugus *alkoxy* pada permukaan *filler* inorganik. Gugus *silane* yang lain berupa *vinyl, epoxy, amino, atau*

mercapto akan bergabung dengan material organik atau resin monomer.²⁸

Inisiator merupakan molekul dengan ikatan atom yang mempunyai energi disosiasi rendah yang akan membentuk radikal bebas untuk memulai reaksi polimerisasi.²⁹ Resin komposit memerlukan sistem inisiasi agar monomer dapat berikatan secara kimiawi menjadi polimer melalui reaksi polimerisasi. Inisiasi terdiri dari beberapa macam tipe seperti sistem inisiasi *self cure*, aktivasi sinar, dan *dual cure*. *Self cure* terdiri dari komponen katalis yaitu benzoil peroksida (BPO) dan komponen base yaitu *tertiary amine*.¹ Inisiasi *light cure* merupakan sistem yang saat ini banyak digunakan dalam restorasi resin komposit. *Camphorquinone* merupakan foto-inisiator yang akan menyerap sinar biru pada panjang gelombang tertentu untuk membentuk radikal bebas dan memulai reaksi polimerisasi.³⁰ Sistem foto-inisiator dan *self cure* yang digabungkan akan membentuk sistem *dual cure*. Sistem tersebut bertujuan untuk meningkatkan reaksi polimerisasi dan derajat konversi terutama pada area yang sulit dijangkau oleh sinar.²⁹ *Dual cure* banyak digunakan sebagai *core build up* dan sementasi resin komposit.³¹

Polimerisasi Resin Komposit

Polimerisasi adalah reaksi kimia yang menyebabkan monomer resin komposit saling berikatan menjadi molekul polimer.³² Saat ini, hampir seluruh resin komposit mengalami reaksi polimerisasi melalui aktivator sinar biru atau sering disebut *photopolymerization*. Resin komposit memiliki komponen inisiator yang akan memicu polimerisasi berupa *photoinitiator camphorquinone* yang akan menyerap foton sinar biru dengan panjang gelombang 400 nm – 500 nm dari aktivator *light cure* dan menghasilkan radikal bebas.³³ Radikal bebas akan bereaksi dengan monomer di sekitarnya untuk saling berikatan dengan monomer lain menjadi rantai polimer.³⁴

Proses polimerisasi dimulai dari fase pre-gel yaitu monomer masih dalam kondisi kental dan dapat mengalir pada seluruh

permukaan. Resin komposit akan mengalami pengerasan ketika proses polimerisasi dilakukan. Pada saat polimerisasi, komposit yang mengeras tidak akan bisa mengalir seperti pada fase pre-gel dan mulai mengalami kontraksi yang mungkin dapat mengakibatkan stres pengerutan. Fase *post-gel* dari polimerisasi dimulai setelah komposit selesai dilakukan penyinaran dan bertanggung jawab pada terjadinya stres residu.³⁵ Polimerisasi pada restorasi resin komposit dapat dikatakan baik apabila derajat konversi berupa ikatan atom karbon ganda menjadi ikatan tunggal pada monomer berjalan dengan tepat. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti translusensi bahan, lama penyinaran, ketebalan resin komposit, dan tipe *filler*.⁹

Penyinaran yang adekuat akan mempengaruhi keberhasilan klinis jangka panjang suatu restorasi. Lama penyinaran sesuai petunjuk produsen adalah 10 detik hingga 20 detik untuk memberikan dampak positif pada penumpatan kavitas yang dalam menggunakan resin komposit *bulk fill*.⁴ Prosedur penyinaran berkaitan dengan derajat konversi dari monomer menjadi polimer yang membuat ikatan karbon ganda pada saat polimerisasi akan berubah menjadi karbon ikatan tunggal.³⁶ Semakin besar derajat konversi, maka semakin baik sifat fisik dan mekanik resin komposit. Hal tersebut berbanding terbalik dengan *polymerization shrinkage*, semakin besar derajat konversi, maka akan menyebabkan pengerutan yang besar.³⁴

Faktor lain yang dapat mempengaruhi polimerisasi resin komposit aktivasi sinar adalah kedalaman penyinaran.³⁶ Kedalaman penyinaran (*depth of cure*) berkaitan dengan ketebalan bahan yang diaplikasikan ke dalam kavitas. Peningkatan ketebalan bahan restorasi memerlukan penyerapan foton cahaya yang lebih banyak.³⁴ Aplikasi resin komposit secara *bulking* akan mengurangi derajat konversi dari monomer menjadi polimer. Hal tersebut mungkin akan menyebabkan pengerutan menjadi berkurang, tetapi akan mengurangi sifat fisik dari resin komposit

karena adanya monomer residu yang tidak terpolimerisasi dengan baik.³⁶ Ketebalan bila menggunakan resin komposit konvensional adalah 2 mm, sedangkan ketebalan yang biasa digunakan pada resin komposit *bulk fill* adalah 4 mm tergantung instruksi yang dikeluarkan oleh produsen untuk mendapat hasil polimerisasi yang baik.¹⁰

Penelitian melaporkan bahwa lima sampel resin komposit *bulk fill* (Ever X Posterior, Filtek *Bulk fill*, Sonic Fill, Tetric N-Ceram dan X-tra Fill) serta satu resin komposit konvensional sebagai kontrol menyimpulkan bahwa *bulk fill* mampu mengalami polimerisasi yang baik pada ketebalan 4 mm dengan derajat konversi yang adekuat (55-65%).³⁷ Penelitian lain melaporkan bahwa resin komposit *bulk fill* dengan ketebalan 4 mm memiliki kebocoran mikro yang lebih sedikit dibanding resin komposit konvensional yang diaplikasikan dengan ketebalan 2 mm.³⁸

Teknik Penumpatan Incremental

Teknik penumpatan selapis demi selapis atau *incremental* dianggap mampu mengurangi risiko terjadinya *polymerization shrinkage*.¹⁴ Pada teknik ini, bahan diaplikasikan maksimal 2 mm per lapisan komposit.³⁸ Setiap lapis dilakukan penyinaran dengan *curing unit*, kemudian dilanjutkan 2 mm lapisan komposit di atasnya.³⁹ Studi menyebutkan bahwa teknik penumpatan *incremental* mampu memberikan adaptasi margin yang baik melalui cara pengaplikasian bahan yang dapat mengurangi faktor konfigurasi kavitas atau *c-factor*.⁴⁰ *C-factor* adalah perbandingan antara area resin komposit yang berikatan dibanding dengan area yang tidak berikatan pada permukaan gigi. Stres polimerisasi akan semakin rendah apabila nilai *c-factor* rendah.²⁵ Teknik *incremental* terdiri dari *oblique*, horizontal, *successive cusp*, *centripetal build up*, dan vertikal.⁴¹

Resin Komposit *Bulk Fill*

Resin komposit semakin dikembangkan untuk mendapatkan hasil restorasi yang baik dan menyederhanakan

waktu perawatan terutama pada gigi dengan kavitas dalam. *Bulk fill* diperkenalkan oleh produsen untuk menjawab hal tersebut dan diharapkan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang ada.¹⁸ Material ini mampu diaplikasi ke dalam kavitas secara *bulk* dengan kemampuan polimerisasi hingga ketebalan 4 mm dan tetap memiliki sifat fisik yang sama dengan resin komposit konvensional.⁴²

Bulk fill dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu *base* dan *full body*. *Bulk fill base* memiliki viskositas yang rendah (*flowable*) dan dapat diaplikasikan melalui *syringe*. *Base* mengandung komponen *filler* yang rendah sehingga sering disebut sebagai resin komposit *bulk fill flowable*. *Bulk fill full body* merupakan kategori yang dianggap sebagai bahan penumpatan sebenarnya. Bahan ini mengandung *filler* yang tinggi sehingga membuat viskositasnya lebih tinggi dibanding dengan *base*.⁴³ Pada kelompok *full body*, terdapat jenis resin komposit *bulk fill* yang diaktivasi menggunakan getaran sonik untuk membuat viskositas menjadi rendah sehingga dapat mengalir dan memenuhi kavitas dengan baik tanpa mengurangi kandungan *filler* yang tinggi. Contoh resin komposit aktivasi getaran sonik adalah resin komposit *bulk fill sonic fill*.¹⁸

Depth of cure merupakan kedalaman kavitas tempat sinar dapat melakukan polimerisasi sehingga membuat material dapat mengeras. Polimerisasi yang tidak adekuat pada kedalaman tertentu akan menyebabkan penurunan sifat fisik dan biologi material seperti kekuatan, kebocoran tepi, dan monomer residu. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kandungan *filler*, tingkat translusensi, lama penyinaran, intensitas sinar, dan jarak tip *curing unit* dengan material komposit.⁴³ Produsen resin komposit *bulk fill* telah mengembangkan produknya melalui peningkatan translusensi bahan dan sistem inisiator yang lebih reaktif.¹⁵ *Bulk fill* dianggap mampu mencapai kedalaman polimerisasi hingga 4 mm.³ Hasil penelitian menyebutkan bahwa *bulk fill* viskositas tinggi menghasilkan *depth of cure* yang lebih

tinggi dibanding resin komposit konvensional dengan pengerutan yang sama.¹⁵ Penelitian lain melaporkan bahwa tidak ada perbedaan pengerutan yang signifikan antara resin komposit konvensional dengan *bulk fill flowable* pada *depth of cure* 4,47 mm (*SDR Flow*) dan 3,72 mm (*filtek bulk fill flowable*).³

Resin komposit membutuhkan ikatan yang baik antara material dengan struktur gigi sehingga mencegah terjadinya kebocoran mikro pada tepi yang dapat menyebabkan karies sekunder.⁴⁴ Hal ini menjadi kontroversi dalam penggunaan resin komposit *bulk fill* yang diaplikasikan pada kedalaman hingga 4 mm. Beberapa studi menyampaikan hal yang berbeda satu sama lain terkait dengan *marginal integrity* dari *bulk fill*.⁴⁵ Secara tidak langsung lama penyinaran mungkin akan mempengaruhi kekuatan tepi dari bahan restorasi. Derajat konversi yang baik merupakan hasil dari lama penyinaran yang adekuat sehingga ketahanan restorasi menjadi maksimal.³⁷

Kebocoran Mikro

Keberhasilan klinis dari restorasi resin komposit sangat bergantung pada kualitas ikatan dan adaptasi material dengan dinding kavitas.⁴⁶ Sebelum reaksi polimerisasi dilakukan, molekul-molekul monomer memiliki jarak kurang lebih 0,3 – 0,4 nm. Monomer-monomer yang terpisah oleh *Van Der Waals Radius* tersebut akan bergerak dan saling berdekatan satu sama lain dengan jarak 0,15 nm ketika polimerisasi dan menghasilkan pengerutan yang menyebabkan kebocoran mikro.²⁵

Kebocoran mikro bergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah faktor yang berkaitan dengan bahan dan faktor yang berkaitan dengan prosedur restoratif. Kavitas dengan dimensi yang luas akan memperbesar risiko kebocoran mikro karena adanya peningkatan *c-factor* pada kavitas tersebut, hal itu sangat berkaitan dengan aplikasi resin komposit *bulk fill* pada kavitas yang luas.⁴⁶

Beberapa cara seperti modifikasi bahan komposit oleh produsen yang

menghasilkan bahan *bulk fill* rendah *shrinkage*, tingkat translusensi yang sesuai, serta pengembangan *curing unit* harus diimplementasikan oleh dokter gigi melalui prosedur restoratif yang adekuat untuk mengurangi risiko kebocoran mikro.²⁵

Pengukuran Kebocoran Mikro

Kebocoran mikro berkaitan dengan adanya perubahan dimensi dari resin komposit yang akan menimbulkan celah pada tepi restorasi. The *International Organization for Standardization (ISO)* telah memberikan pedoman dalam pengukuran kebocoran mikro termasuk standarisasi kualitas gigi, tipe preparasi kavitas, dan metode untuk mengevaluasi kebocoran mikro pada tepi restorasi.⁴⁷

Terdapat beberapa metode untuk melihat dan mengukur kebocoran mikro dalam studi *in vitro* diantaranya adalah udara bertekanan, analisis aktivasi neutron, penggumpalan radioaktif reversibel, *radioisotopes*, *electrochemical*, *scanning electron microscope*, aktivitas bakteri, *dye penetration* (penetrasi larutan), dan *micro-computed tomography (μCT)*.⁴⁸

Penetrasi agen larutan berwarna merupakan metode yang paling umum digunakan dalam evaluasi *microleakage* maupun *nanoleakage*. Larutan yang banyak digunakan adalah 0,5% *basic fuchsin*, 2% metilen biru, dan 50% *silver nitrate (AgNO₃)*.⁴⁷ Metode yang digunakan adalah penetrasi metilen biru yang kemudian dilihat menggunakan *stereo microscope* dengan perbesaran 32 kali. Penilaian kebocoran mikro diklasifikasikan menggunakan skor sesuai tabel 1.⁴⁶

Tabel 1. Skor Pengukuran Kebocoran Mikro pada Permukaan Enamel-Komposit dan Dentin-Komposit.⁴⁹

Skor	Kebocoran Mikro
0	<i>Absence of Infiltration</i>
1	Infiltrasi mencapai 1/3 dari <i>interface</i>
2	Infiltrasi mencapai 2/3 dari <i>interface</i>
3	Infiltrasi mencapai lebih dari 2/3 dari <i>interface</i>

Tabel 2. Kelebihan dan Kekurangan Metode Pengukuran Kebocoran Mikro

Nama Metode	Kelebihan	Kekurangan
<i>Radioisotope</i>	Lebih representatif dalam mengevaluasi kebocoran mikro.	- Menggunakan radiasi.
<i>Acetate peel technique</i>	Mudah, murah, dan cepat dalam mengukur kebocoran mikro.	- Teknik yang sulit.
<i>Three-Dimensional Methods</i>	Menghasilkan analisa tiga dimensi.	- Sangat subjektif dalam mengukur kebocoran mikro. - prosedur pemotongan yang akan mempengaruhi uhi restorasi sampel.
<i>Microcomputed Tomography</i>	Hasil tiga dimensi yang sangat akurat dan menampilkan morfologi yang baik.	- Tidak bisa menampilkan hasil histologi dari kebocoran mikro pada sampel <i>in vitro</i> .
<i>Scanning Electron Microscopy</i>	Menampilkan hasil kuantitatif yang akurat dan larutan silver yang digunakan sebagai marker lebih penetratif.	- Biaya mahal - Prosedur pemotongan akan mempengaruhi uhi restorasi sampel.
Mikroskop Cahaya	Ekonomis dan mudah digunakan.	- Prosedur terbatas pada perbesaran mikroskop cahaya - Prosedur pemotongan yang akan mempengaruhi uhi restorasi sampel.

KESIMPULAN

Lama penyinaran dan ketebalan berpengaruh terhadap kebocoran mikro dari resin komposit *bulk fill*. Semakin lama proses penyinaran maka semakin besar pengerutan yang dihasilkan. Material yang diaplikasikan pada ketebalan yang tinggi akan memberikan risiko kebocoran mikro yang besar. Semakin tebal bahan komposit yang diaplikasikan, membutuhkan peningkatan lama penyinaran untuk mendapatkan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X. Development and status of resin composite as dental restorative materials. *J Appl Polym Sci*. 2019;136(44).
- John J, Daniel B, Paneerselvam D, Rajendran G. Prevalence of Dental Caries, Oral Hygiene Knowledge, Status, and Practices among Visually Impaired Individuals in Chennai, Tamil Nadu. *Int J Dent*. 2017;2017:1–6.
- Haugen HJ, Marovic D, Par M, Khai Le Thieu M, Reseland JE, Johnsen GF. Bulk Fill Composites Have Similar Performance to Conventional Dental Composites. *IJMS*. 2020;21(14):5136(2-21).
- Jung J, Park S. Comparison of Polymerization Shrinkage, Physical Properties, and Marginal Adaptation of Flowable and Restorative Bulk Fill Resin-Based Composites. *Oper Dent*. 2020;42(4):375–386.
- Dietschi D, Shahidi C, Krejci I. Clinical performance of direct anterior composite restorations: a systematic literature review and critical appraisal. *Int J Esthet Dent*. 2019;14(3):252–70.
- Soares CJ, Faria-E-Silva AL, P RM, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements – What do we need to know? *Braz Oral Res*. 2017. p. 31(suppl 1):e62.
- Abbasi M, Moradi Z, Mirzaei M, Kharazifard MJ, Rezaei S. Polymerization Shrinkage of Five Bulk-Fill Composite

- Resins in Comparison with a Conventional Composite Resin. *JDent.* 2019;15(6):365–374.
8. Gopinath V. Comparative evaluation of microleakage between bulk esthetic materials versus resin-modified glass ionomer to restore class II cavities in primary molars. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2017;35(3):238–43.
 9. AlShaafi MM. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *Saudi Dent J.* 2017;29(2):48–58.
 10. Nagi S, Moharam L, Zaazou M. Effect of resin thickness, and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites. 2015. *J Clin Exp Dent.* 2015;7(5):e600–e604.
 11. Ide K, Nakajima M, Hayashi J, Hosaka K, Ikeda M, Shimada Y. Effect of light-curing time on light-cure/post-cure volumetric polymerization shrinkage and regional ultimate tensile strength at different depths of bulk-fill resin composites. *Dent Mater J.* 2019;38(4):621–629.
 12. JB G-H, GF R-R, M O-M, K R-S, J M-C, FJ G-C, et al. Effect of Light Curing in the Marginal Internal Adaptation of Bulk Fill in Class-I Preparations. *J Dent Treat Oral Care.* 2018;3(1):1–8.
 13. Marí LG, Gil AC, Puy CL. In vitro evaluation of microleakage in Class II composite restorations: High-viscosity bulk-fill vs conventional composites. *Dent Mater J.* 2019;38(5):721–727.
 14. Han S-H, Park S-H. Incremental and Bulk-fill Techniques with Bulk-fill Resin Composite in Different Cavity Configurations. *Oper Dent.* 2018;43(6):631–641.
 15. Benetti A, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen M, Pallesen U. Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Oper Dent.* 2015;40(2):190–200.
 16. Ferracane JL, Hilton TJ, Stansbury JW, Watts DC, Silikas N, Ilie N, et al. Academy of Dental Materials guidance—Resin composites: Part II—Technique sensitivity (handling, polymerization, dimensional changes). *Dental Materials.* 2017;33(11):1171–1191.
 17. AlShaafi MM. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review. *The Saudi Dental Journal.* 2017;29(2):48–58.
 18. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222(5):337–344.
 19. Habib E, Wang R, Wang Y, Zhu M, Zhu XX. Inorganic Fillers for Dental Resin Composites: Present and Future. *ACS Biomater Sci Eng.* 2016;2(1):1–11.
 20. Singh H, Kaur M, Dhillon J, Mann J, Kumar A. Evolution of restorative dentistry from past to present. *Indian J Dent Sci.* 2017;9(1):38–43.
 21. Dara L, Buchi D, Mantena SR, K MV, Rao DB, Chandrappa V. Recent Advances in Dental Composites: An Overview. *IJDM.* 2019;1(2):48–54.
 22. Fugolin AP, de Paula AB, Dobson A, Huynh V, Consani R, Ferracane JL, et al. Alternative monomer for BisGMA-free resin composites formulations. *Dental Materials.* 2020;36(7):884–892.
 23. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Japanese Dental Science Review.* 2019;55(1):126–138.
 24. Bociong K, Szczesio A, Krasowski, M., Sokolowski, J. The influence of filler amount on selected properties of new experimental resin dental composite. *Open Chemistry.* 2018;16(1):905–911.
 25. Malarvizhi D, Karthick A, Mary NSGP, Venkatesh A. Shrinkage in Composites: An Enigma. *Journal of International Oral Health.* 2019;11(5):244–248.
 26. Riva YR, & Rahman SF. Dental composite resin: A review. *AIP Conference Proceeding.* 2019;2193(1):1–6.
 27. Khurshid Z, Zafar M, Qasim S, Shahab S, Naseem M, AbuReqaiba A. Advances in Nanotechnology for Restorative Dentistry. *Materials.* 2015;8(2):717–731.

28. Nihei T. Dental applications for silane coupling agents. *Journal of Oral Science*. 2016;58(2):151–155.
29. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757–3785.
30. Singh Dr S, Rajkumar Dr B, Gupta Dr V, Bhatt Dr A. Current photo-initiators in dental materials. *International Journal of Applied Dental Sciences*. 2017;3(1):17–20.
31. Ilie N. Comparative Effect of Self- or Dual-Curing on Polymerization Kinetics and Mechanical Properties in a Novel, Dental-Resin-Based Composite with Alkaline Filler. Running Title: Resin-Composites with Alkaline Fillers. *Mater Basel Switz*. 2018;11(1): 108.
32. Lins R, Vinagre A, Alberto N, Domingues MF, Messias A, Martins LR, et al. Polymerization Shrinkage Evaluation of Restorative Resin-Based Composites Using Fiber Bragg Grating Sensors. *Polymers*. 2019;11(5): 859.
33. Randolph LD, Palin WM, Leprince JG. Composition of Dental Resin-Based Composites for Direct Restorations. In: Miletic V, editor. *Dental Composite Materials for Direct Restorations* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018.
34. Maktabi H, Balhaddad AA, Alkhubaizi Q, Strassler H, Melo MAS. Factors influencing success of radiant exposure in light-curing posterior dental composite in the clinical setting. *Am J Dent*. 2018;31(6):320–8.
35. Milosevic M. Polymerization Mechanics of Dental Composites – Advantages and Disadvantages. *Procedia Eng*. 2016;149:313–20.
36. Jain L, Mehta D, Meena N, Gupta R. Influence of Light Energy Density, Composite Type, Composite Thickness, and Postcuring Phase on Degree of Conversion of Bulk-fill Composites. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(Suppl 1):S147–52.
37. Rezaei S, Abbasi M, Sadeghi Mahounak F, Moradi Z. Curing Depth and Degree of Conversion of Five Bulk-Fill Composite Resins Compared to a Conventional Composite. *Open Dent J*. 2019;13(1):422–9.
38. Abed YA, Sabry HA, Alrobeigy NA. Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite. *Tanta Dent J*. 2015;12(2):71–80.
39. Katona A, Barrak I. Comparison of Composite Restoration Techniques. *Interdiscip Descr Complex Syst*. 2016;14(1):101–15.
40. Somani R, Som NK, Jaidka S, Hussain S. Comparative Evaluation of Microleakage in Various Placement Techniques of Composite Restoration: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020;13(3):264–8.
41. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent JCD*. 2017;20(6):386–91.
42. Department of Restorative Dentistry, São José dos Campos School of Dentistry, Univ Estadual Paulista, Unesp, São José dos Campos, SP, Brazil., Fa F, T FC, Assistant Professor, Department of Restorative Dentistry, São José dos Campos School of Dentistry, UNESP - Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brazil. Bulk Fill Resin Restoration: Clinical Considerations and Case Report. *Int J Dent Oral Sci*. 2018;655–60.
43. P CT, Azhikodan N, Peedikayil FC, Kottayi S, N D. Evaluation of Effect of Polymerization Time on Curing Depth of Various Bulk Fill Composites-an in Vitro Study. *J Res Dent*. 2020 Jan 16;7(3):45.
44. Rengo C, Goracci C, Ametrano G, Chieffi N, Spagnuolo G, Rengo S, et al. Marginal Leakage of Class V Composite Restorations Assessed Using Microcomputed Tomography and Scanning Electron Microscope. *Oper Dent*. 2015;40(4):440–8.
45. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent*. 2017;19(2):95–109.
46. Naghili A, Yousefi N, Zajkani E, Ghasemi A, Torabzadeh H. Influence of Cavity Dimensions on Microleakage of Two Bulk-Fill Composite Resins. *Pesqui Bras Em*

- Odontopediatria E Clínica Integrada. 2019;19:1–8.
47. AlHabdan AA. Review of microleakage evaluation tools. *J Int Oral Health*. 2017;9(4):141-5.
48. Öztürk F, Ersöz M, Öztürk SA, Hatunoğlu E, Malkoç S. Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. *Eur J Orthod*. 2016;38(2):163–9.
49. Ertürk Avunduk AT, Bağlar S. Evaluation of microleakage in class v cavities prepared by different caries removal methods. *Microsc Res Tech*. 2019;82(9):1566–74.