

**KEBOCORAN MIKRO PADA RESTORASI KOMPOSIT RESIN
DENGAN SISTEM *TOTAL-ETCH* DAN *SELF-ETCH*
PADA BERBAGAI JARAK PENYINARAN**
(*Microleakage of Resin Composite Restoration with Total-Etch
and Self-Etch Systems at Various Curing Distances*)

Viona Diansari *, Yosi Kusuma Eriwati **, Decky J. Indrani **

* Departemen IMKG PSKG Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala dan Program Magister Ilmu Kedokteran Gigi Dasar Kekhususan IMKG Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

** Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Keywords:

Microleakage;
Resincomposite;
Adhesive system;
Curing distance

Abstract

Microleakage still occurs between cavity wall and resin composite restoration, although bonding agent such as Total-etch (TE) and Self-etch (SE) systems had been used. One of the causes of microleakage was associated to improper polymerization affected by curing distance.^{1,2} The objective of this study was to evaluate the microleakage of resin composite restoration using TE and SE adhesive systems that were polymerized at various curing distances. A total of 120 human molars were prepared for class V cavity and were divided into 4 groups with bonded resin composite restoration: Group A (TE): Filtek Z350 + Adper Single Bond 2; Group B (TE): Tetric N Ceram + Tetric N Bond; Group C (SE): Clearfil APX + SE Bond; and Group D (SE): Ceram X + Xeno III. Each group were divided into 3 parts (10 teeth each) which were restored at 0; 2 and 4 mm of curing distance respectively. After stored in aquadest at 37°C (24 hours), all specimens were immersed in 1% methylene blue solution (24 hours). Dye penetration at coronal site were observed under a stereomicroscope (Nikon SM 2800). The results showed that microleakage between 3 various curing distances of each group were not significantly different (Kruskall-Wallis test, $p > 0,05$). Mann-Whitney U test ($p < 0,05$) showed that microleakage between Group A-C; Group A-D and Group B-D were significantly different at 2 mm curing distance. Conclusion: microleakage of resin composite restoration with TE adhesive system were lower than SE at all curing distances.

Pendahuluan

Penggunaan komposit resin untuk restorasi gigi posterior semakin berkembang. Selain mempunyai nilai estetis, kekuatannya juga meningkat dengan hadirnya komposit nano partikel. Namun stress yang terjadi akibat kontraksi selama polimerisasi dari komposit resin dapat menyebabkan integritas tepi tambalan menjadi terganggu.³ Akibatnya adaptasi tepi yang buruk dan adanya kebocoran mikro masih sering ditemui secara *in vitro* antara tepi kavitas dengan bahan restorasi. Biasanya antara tepi restorasi dengan dentin lebih tinggi kebocoran mikronya dibandingkan dengan email.^{4,5} Adanya kebocoran mikro dapat memicu terjadinya karies sekunder, sensitivitas pulpa dan diskolorasi margin.⁶

Penggunaan bahan perekat seperti sistem adhesif *total-etch* dan *self-etch adhesive* sebagai *bonding agent* antara struktur gigi dengan bahan restorasi diharapkan dapat meminimalkan kebocoran mikro. Adapun yang membedakan kedua sistem adhesif tersebut adalah pada teknik etsa asamnya. Dimana *total-etch* yang merupakan sistem adhesif generasi ke-4 terdiri dari etsa asam yang terpisah dari primer dan adhesifnya. Sedangkan *self-etch* sebagai generasi ke-6 yang mengandung monomer asam dapat melakukan etsa asam dan primer secara simultan. Dengan demikian teknik etsa asam dan pencucian dengan air dapat dihilangkan. Sehingga dapat mengurangi sensitivitas dan meningkatkan efisiensi dalam prosedur klinik terutama dalam menghemat waktu manipulasi karena jumlah tahapan sistem adhesif *self-etch* lebih pendek dari pada *total-etch*.^{7,8}

Menurut Arias dkk (2004) tidak ada bahan pengikat (*bonding agent*) yang benar-benar dapat menghilangkan kebocoran mikro. Penyebab kebocoran mikro biasanya berhubungan dengan polimerisasi, shrinkage, resin komposit yang digunakan, beban kunyah, lokasi dari margin yang dipersiapkan dan teknik insersi yang digunakan.¹ Teknik insersi secara inkremental dapat menurunkan kebocoran mikro.^{9,10} Sejak berkembangnya komposit resin nano filler dan komposit nano partikel yang mengandung persentase filler lebih banyak dari

matriks resin monomer, maka kekuatan komposit resin lebih meningkat dan shrinkage volumetrik menjadi lebih kecil. Sehingga penggunaan komposit resin untuk restorasi pada regio posterior yang mendapat beban kunyah terbesar menjadi tidak masalah lagi. Sedangkan shrinkage yang kecil dapat diimbangi oleh bahan adhesif sebagai perekat antara komposit resin dengan struktur gigi. Dalam hal ini sangat diperlukannya polimerisasi yang optimal guna memaksimalkan *bonding* antara email/dentin-bahan adhesif-komposit resin. Sehingga adaptasi tepi menjadi lebih baik dan kebocoran mikro menjadi lebih sedikit atau tidak ada sama sekali.

Meskipun sumber sinar dengan intensitas tinggi telah direkomendasikan untuk mempolimerisasi komposit resin berdasarkan kedalaman dan sifat fisiknya.¹¹ Namun pada restorasi gigi posterior, komposit resin masih mempunyai keterbatasan, terutama untuk mendapatkan jarak sumber sinar yang berkontak rapat atau sedekat mungkin dengan bahan restorasi guna menghasilkan polimerisasi yang optimal. Peningkatan jarak antara sumber sinar dengan bahan komposit resin dapat menyebabkan berkurangnya intensitas sinar yang diterima oleh bahan tersebut. Sehingga polimerisasi menjadi tidak optimal, akibatnya dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik dari bahan restorasi.

Menurut Price dkk (2000), jarak sumber sinar yang paling ideal guna mendapatkan polimerisasi yang optimal adalah 1-2 mm dengan ketebalan material komposit resin 1,5-2 mm. Jika jarak sumber sinar mencapai 5-6 mm, maka sinar yang diterima oleh material komposit resin tidak dapat mempolimerisasi komposit resin dengan optimal, yang secara langsung akan menyebabkan penurunan sifat fisik dan mekanik.¹² Seperti yang dilaporkan oleh Herrero dkk (2005) bahwa polimerisasi yang tidak sempurna pada komposit resin dapat menurunkan kekerasan, kekuatan dan stabilitas warna serta meningkatnya penyerapan air.¹³

Hal ini juga telah dilaporkan sebelumnya oleh Pires dkk (1993) dan Sobrinho dkk (2000) bahwa peningkatan jarak antara sumber sinar dengan permukaan material komposit resin

mikrofiller akan menyebabkan penurunan kekerasan terutama kekerasan permukaan bawah.^{14,15} Dalam penelitian yang dilakukan oleh Febrida (2007) menunjukkan bahwa dengan meningkatnya jarak antara sumber sinar dengan komposit resin nanopartikel maka menyebabkan terjadinya penurunan kekerasan permukaan, kekuatan diametral dan *relative curing degree* (rasio kekerasan permukaan bawah terhadap permukaan atas).¹⁶

Kemudian Neo dan Yap (2005) menyatakan dalam bukunya bahwa jarak maksimal antara sumber sinar dengan permukaan komposit resin adalah 4 mm dengan ketebalan material 2 mm.¹⁷ Sedangkan Powers dkk (2006) menyarankan jarak maksimal antara sumber sinar dengan material komposit adalah 1 mm dengan ketebalan 2-2,5 mm guna mendapatkan polimerisasi yang optimal.¹⁸ Bahkan Ferracane (2001) menyarankan jika memungkinkan antara sumber sinar dengan material komposit resin sebaiknya berkontak rapat untuk mendapatkan polimerisasi yang optimal. Namun, jika tidak memungkinkan menempatkan sumber sinar berkontak rapat dengan material komposit resin, maka jarak maksimal antara sumber sinar dengan material komposit adalah 1-2 mm.¹⁹

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan belum ada penelitian mengenai pengaruh jarak sumber sinar terhadap kebocoran mikro. Sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro pada bagian koronal (terdiri dari email-dentin) antara beberapa bahan komposit resin dengan berbagai sistem adhesif yang dipolimerisasi dengan jarak penyinaran bervariasi.

Bahan dan Cara Kerja

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah 120 gigi molar manusia yang bebas dari karies dan diekstraksi dalam aquades sebelum digunakan, asam fosfat 35% untuk etsa (Ultradent), bahan adhesif dan komposit resin dari 4 manufaktur (lihat Tabel 1.), resin akrilik autopolimerisasi *Hillon (S.Court Limited, England)* untuk menutup bagian akar gigi, cat kuku untuk melapisi permukaan gigi, larutan biru metilen 1% untuk pewarnaan, resin epoksi autopolimerisasi untuk media tanam gigi sebelum dibelah dua, dan aquades.

Alat yang digunakan adalah bur karbida, prob periodontal untuk menyetarakan ukuran kavitas, henpis kecepatan tinggi untuk preparasi kavitas, tip applicator, matrik, sumber sinar *Light Emitting Diode (LED, Bluephase C5 Ivoclar Vivadent)*, inkubator, alat grinding "*Struers LaboPol-21*", alat potong "*Struers Accutom-2*", alat cuci ultrasonik "*Cole Palmer 8891*", dan stereomikroskop (magnifikasi 6,3 kali) "*Nikon SM 2800*".

Penelitian dilakukan di bagian Ilmu Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. Spesimen gigi molar dipreparasi menggunakan bur sehingga diperoleh kavitas berbentuk kotak dengan dimensi standar untuk kavitas kelas V, yaitu panjang 3 mm, lebar 2 mm dan dalam 2 mm pada bagian bukal atau lingual. Setelah permukaan gigi dibersihkan lalu dibagi ke dalam 4 kelompok (A, B, C dan D) secara random. Sehingga masing-masing kelompok terdiri dari 30 gigi. Kemudian masing-masing kelompok dibagi lagi menjadi 3 sub kelompok (1, 2, dan 3), sehingga masing-masing sub kelompok terdiri dari 10 gigi. Kemudian spesimen disimpan dalam aquades.

Tabel 1. Komposisi dan Prosedur Aplikasi dari Bahan Adhesif dan Komposit Resin

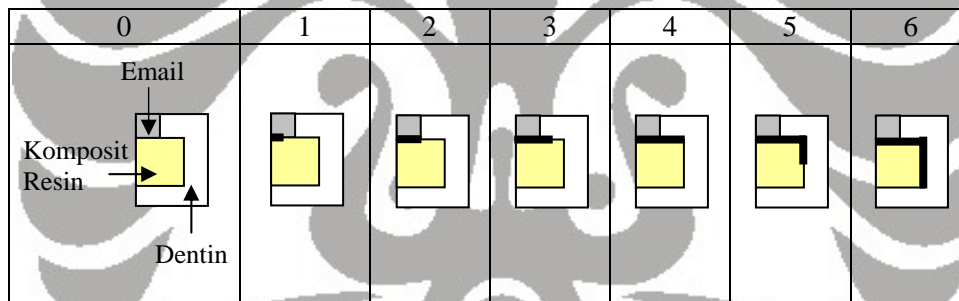
Bahan Adhesif & Komposit Resin	Manufaktur (Kode)	Komposisi	Prosedur Aplikasi
Adper Single Bond 2	3M ESPE (A)	Adhesif: Bis-GMA, kopolimer asam polialkenoat, HEMA, air, etanol, dimetakrilat	1. Dietsa 15 detik 2. Disemprot air 10 detik 3. Dikeringkan dengan kapas
Filtek Z350		Monomer: Bis-GMA, TEGDMA, campuran UDMA + Bis-EMA Filler: partikel zirkonia/silika	4. Aplikasi adhesif 15 detik 5. Disemprot udara 5 detik 6. Di <i>light curing</i> 10 detik 7. Aplikasi komposit resin secara incremental 8. Di <i>light curing</i> 20 detik
Tetric N Bond	Ivoclar Vivadent (B)	Bonding: asam fosfonat akrilat, HEMA, Bis-GMA, UDMA, etanol, nano-filler, katalis, stabilizer	1. Dietsa 30 detik 2. Disemprot air 3. Dikeringkan tapi tidak <i>overdry</i>
Tetric N Ceram		Monomer: dimetakrilat Filler: barium glass, ytterbium trifluorida, campuran oksida, kopolimer Lain: aditif, katalis, stabilizer, pigmen	4. Aplikasi bonding 10 detik 5. Disemprot udara tekanan rendah 6. Di <i>light curing</i> 10 detik 7. Aplikasi komposit resin secara incremental 8. Di <i>light curing</i> 20 detik
Clearfil SE Bond	Kuraray (C)	Primer: MDP, HEMA, hidrofilik dimetakrilat, d1-kamporkuinon, N,N-dietanol-p-toluidin, air Bonding resin: MDP, Bis-GMA, HEMA, hidrofilik dimetakrilat, d1-kamporkuinon, N,N-dietanol-p-toluidin, silanated koloidal silika	1. Aplikasi primer 20 detik 2. Disemprot udara tekanan rendah 3. Aplikasi bond 4. Disemprot udara 5. Di <i>light curing</i> 10 detik 6. Aplikasi komposit resin secara incremental 7. Di <i>light curing</i> 20 detik
Clearfil AP-X		Monomer: Bis-GMA, TEGDMA Filler: silanated barium glass, silanated silika, silanated silika koloidal Lain: d1-kamporkuinon, inisiator, akselerator, pigmen	
Xeno III	Dentsply (D)	Liquid A: HEMA, air murni, etanol, UDMA, BHT, silikon dioksida dispersi tinggi Liquid B: Pyro-EMA, PEM-F, UDMA, BHT, etil-4-dimetilaminobenzoat, kamporkuinon	1. Dicampur liquid A + liquid B (1:1) 2. Diaduk 5 detik 3. Aplikasi pada kavitas 20 detik
Ceram X mono		Monomer: metakrilat modifikasi polisiloksan, resin dimetakrilat Filler: Barium aluminium borosilikat glass, silikon dioksida metakrilat, silikon dioksida nano partikel	4. Disemprot udara 2 detik 5. Di <i>light curing</i> 10 detik 6. Aplikasi komposit resin secara incremental 7. Di <i>light curing</i> 20 detik

Keterangan: HEMA (2-hidroksietil metakrilat), Bis-GMA (bisphenol a diglisidil eter dimetakrilat), TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat), UDMA (uretan dimetakrilat), Bis-EMA (bisphenol a polietilen glikol dieter dimetakrilat), MDP (10-metakriloloksidesil dihidrogen fosfat), BHT (butilated hidroksi toluena), Pyro-EMA (asam fosfat modifikasi metakrilat), PEM-F (mono fluoro fosfazen modifikasi metakrilat).

Selanjutnya kavitas yang terdapat pada setiap spesimen ditumpat dengan komposit resin secara inkremental menggunakan prosedur yang sesuai dengan instruksi masing-masing manufaktur (lihat Tabel 1). Untuk polimerisasi digunakan aktivasi cahaya dari LED selama 20 detik. Sedangkan jarak penyinaran divariasikan menjadi 0 mm untuk tiap sub kelompok 1 (A1, B1, C1 dan D1), 2 mm untuk tiap sub kelompok 2 (A2, B2, C2 dan D2), dan 4 mm untuk tiap sub kelompok 3 (A3, B3, C3 dan D3). Kemudian semua spesimen direndam dalam aquades pada suhu 37°C (disimpan dalam inkubator) selama 24 jam. Lalu semua bagian akar gigi ditutup dengan resin akrilik autopolimerisasi dan permukaan gigi dengan 2 lapis cat kuku, kecuali 1 mm dari area restorasi. Tujuannya untuk mencegah penetrasi dari zat warna masuk melalui daerah lain pada gigi selain daerah restorasi. Setelah cat kuku mengering direndam dalam larutan biru metilen

1% selama 24 jam pada 25°C. Kemudian spesimen dibilas dengan air mengalir dan ditiriskan selama 24 jam, lalu ditanam dalam resin epoksi autopolimerisasi. Setelah mengeras, diampelas bagian tepi-tepinya agar lebih rata. Lalu dipotong secara longitudinal dari arah tengah atau pusat restorasi. Sebelum diamati, spesimen dibersihkan secara ultrasonik dalam air deionized selama 5 menit untuk menghilangkan debris ketika proses pemotongan yang kemungkinan dapat mengganggu pengamatan mikroskopik dari penetrasi larutan pewarna.

Pengamatan penetrasi larutan pewarna biru metilen yang menunjukkan ada tidaknya kebocoran mikro dilakukan pada bagian koronal dari restorasi dengan menggunakan stereomikroskop (magnifikasi 6,3x). Tingkat kebocoran mikro yang diperoleh diukur berdasarkan skor/nilai kebocoran mikro dalam skala :



Gambar 1. Skor kebocoran mikro (Terakawa dan Takahata, 2007)²⁰

- 0 = tidak ada penetrasi
- 1 = ada penetrasi s/d ¼ dinding gingiva
- 2 = ada penetrasi s/d ½ dinding gingiva
- 3 = ada penetrasi s/d ¾ dinding gingiva
- 4 = ada penetrasi mencapai dinding aksial
- 5 = ada penetrasi s/d ½ dinding aksial
- 6 = ada penetrasi sepanjang dinding aksial

Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji komparatif non parametrik Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) untuk membandingkan perbedaan skor kebocoran mikro antara kelompok jarak penyinaran dalam tiap Grup bahan restorasi. Sedangkan perbedaan skor kebocoran mikro antara masing-masing Grup (TE vs TE, SE vs SE dan TE vs SE) pada

masing-masing jarak penyinaran dianalisis menggunakan Mann-Whitney U test ($P < 0,05$).

Hasil

Hasil penelitian tentang kebocoran mikro pada bagian koronal dari restorasi komposit resin terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan tingkat kebocoran mikro antara berbagai kelompok perlakuan

Kelompok Perlakuan	Skor Kebocoran Mikro							Total Sampel	P
	0	1	2	3	4	5	6		
A1	8	-	-	2	-	-	-	10	0.085
A2	10	-	-	-	-	-	-	10	
A3	6	1	-	1	2	-	-	10	
B1	9	-	-	-	-	-	1	10	0.996
B2	9	-	-	-	-	-	1	10	
B3	9	-	-	-	-	1	-	10	
C1	6	2	-	-	1	-	1	10	0.469
C2	6	3	-	-	1	-	-	10	
C3	8	2	-	-	-	-	-	10	
D1	5	5	-	-	-	-	-	10	0.201
D2	2	5	2	-	1	-	-	10	
D3	5	3	1	-	-	-	1	10	

Keterangan: Uji Kruskal-Wallis → * = signifikan (P<0,05)

A1 = Bahan adhesif & komposit resin produksi 3M ESPE, jarak penyinaran 0 mm

A2 = Bahan adhesif & komposit resin produksi 3M ESPE, jarak penyinaran 2 mm

A3 = Bahan adhesif & komposit resin produksi 3M ESPE, jarak penyinaran 4 mm

B1 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Ivoclar Vivadent, jarak penyinaran 0 mm

B2 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Ivoclar Vivadent, jarak penyinaran 2 mm

B3 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Ivoclar Vivadent, jarak penyinaran 4 mm

C1 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Kuraray, jarak penyinaran 0 mm

C2 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Kuraray, jarak penyinaran 2 mm

C3 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Kuraray, jarak penyinaran 4 mm

D1 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Dentsply, jarak penyinaran 0 mm

D2 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Dentsply, jarak penyinaran 2 mm

D3 = Bahan adhesif & komposit resin produksi Dentsply, jarak penyinaran 4 mm

Pada tabel 2. di atas terlihat bahwa nilai P yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan tingkat kebocoran mikro antara jarak penyinaran 0, 2, dan 4 mm pada tiap kelompok perlakuan bahan restorasi yang berbeda pabrik tidak ada yang signifikan.

Untuk perbedaan tingkat kebocoran mikro antara berbagai bahan komposit resin dari pabrik yang berbeda pada masing-masing jarak penyinaran dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney, sehingga diperoleh nilai kemaknaan P seperti yang terlihat pada tabel 3, 4 dan.

Tabel 3. Perbedaan tingkat kebocoran mikro antara berbagai kelompok pada jarak penyinaran 0 mm

Perlakuan	A1	B1	C1	D1
A1	-	0.626	0.351	0.370
B1	-	-	0.179	0.099
C1	-	-	-	1.000
D1	-	-	-	-

Keterangan: Uji Mann-Whitney → * = signifikan (P<0,05)

Tabel 4. Perbedaan tingkat kebocoran mikro antara berbagai kelompok pada jarak penyinaran 2 mm

Perlakuan	A2	B2	C2	D2
A2	-	0.317	0.030 *	0.001 *
B2	-	-	0.195	0.010 *
C2	-	-	-	0.089
D2	-	-	-	-

Keterangan: Uji Mann-Whitney → * = signifikan (P<0,05)

Tabel 5. Perbedaan tingkat kebocoran mikro antara berbagai kelompok pada jarak penyinaran 4 mm

Perlakuan	A3	B3	C3	D3
A3	-	0.196	0.224	0.901
B3	-	-	0.626	0.084
C3	-	-	-	0.128
D3	-	-	-	-

Keterangan: Uji Mann-Whitney → * = signifikan ($P < 0,05$)

Dari ketiga tabel di atas terlihat bahwa hanya pada jarak penyinaran 2 mm yaitu antara kelompok A dengan C dan D serta kelompok B dengan D yang menghasilkan perbedaan tingkat kebocoran mikro yang signifikan.

Pembahasan

Adanya jarak penyinaran yang berbeda akan menghasilkan intensitas sinar yang bervariasi pula. Semakin jauh jarak penyinaran maka intensitas sinar yang diterima komposit resin semakin kecil, karena sinar semakin menyebar dan tidak terfokus. Akibatnya, hanya sedikit bahan inisiator pada komposit resin yang mengalami reaksi inisiasi menghasilkan radikal bebas, sehingga radikal bebas yang terbentuk untuk polimerisasi juga semakin sedikit. Hal ini dapat mengurangi derajat polimerisasi, sedangkan jumlah monomer sisa pada bahan komposit resin semakin meningkat. Pendapat ini didukung oleh penelitian Asmusen (1985) yang menunjukkan bahwa konsentrasi massa yang tidak terpolimerisasi semakin meningkat pada daerah yang semakin jauh dari sumber sinar.²¹

Menurut Sakaguchi dkk (1992) bila jarak penyinaran bertambah 2 mm maka intensitas sinar berkurang 7%, bertambah 4 mm maka berkurang 25% dan berkurang 41% bila jarak penyinaran bertambah 6 mm, sedangkan intensitas sinar maksimum diperoleh bila jarak penyinaran 0 mm dan posisi sumber sinar tegak lurus (90°) terhadap permukaan komposit resin.²

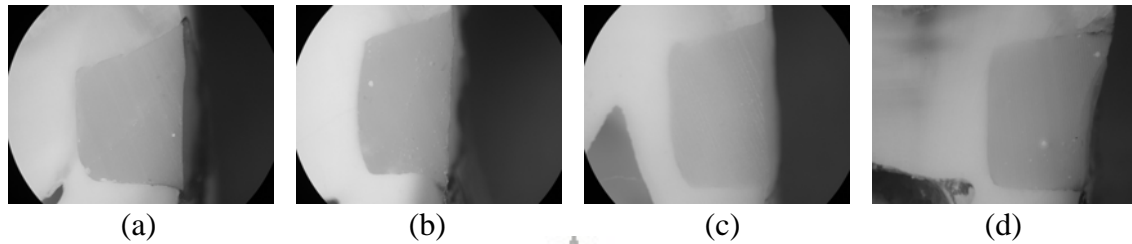
Dari hasil penelitian terlihat bahwa tingkat kebocoran mikro meningkat dengan meningkatnya jarak penyinaran, yaitu 0, 2 dan 4 mm pada polimerisasi komposit resin dari 4 pabrik yang berbeda. Namun dari hasil analisis non parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa peningkatan

kebocoran mikro yang terjadi tidak bermakna ($P > 0,05$ untuk keempat kelompok). Ini berarti jarak antara sumber sinar dengan bahan restorasi 0 sampai dengan 4 mm masih dapat menghasilkan derajat polimerisasi yang hampir sama. Karena pada jarak penyinaran 4 mm masih dapat dihasilkan intensitas sinar sebesar 75%, sehingga polimerisasi masih optimal. Akibatnya, pengaruh yang diberikan terhadap kebocoran mikro juga tidak terlalu bermakna. Sesuai dengan yang dinyatakan oleh Neo dan Yap (2005) dalam bukunya bahwa jarak maksimal antara sumber sinar dengan permukaan komposit resin adalah 4 mm dengan ketebalan material 2 mm.¹⁷

Dari hasil analisis menggunakan uji Mann-Whitney untuk melihat perbedaan tingkat kebocoran mikro antara 2 kelompok berbeda pada masing-masing jarak penyinaran menunjukkan bahwa antara kelompok A dan B yang sama-sama menggunakan sistem adhesif *total-etch* (TE), juga antara kelompok C dan D yang menggunakan sistem adhesif *self-etch* (SE) menghasilkan tingkat kebocoran mikro yang tidak signifikan berbeda ($P > 0,05$) pada semua jarak penyinaran. Ini berarti bahan restorasi komposit resin dari pabrik berbeda akan menghasilkan tingkat kebocoran mikro yang hampir sama bila mempunyai sistem adhesif yang sama.

Sedangkan perbedaan tingkat kebocoran mikro antara kelompok yang menggunakan TE dengan kelompok yang menggunakan SE pada jarak penyinaran 2 mm menunjukkan hasil yang signifikan ($P < 0,05$ terlihat pada tabel 4.), kecuali antara kelompok B dengan C yang menghasilkan tingkat kebocoran mikro yang hampir sama. Sementara pada jarak penyinaran 0 dan 4 mm tidak terdapat perbedaan tingkat kebocoran mikro yang bermakna ($P > 0,05$) antara kedua kelompok TE terhadap kedua kelompok SE. Hal ini disebabkan karena pada jarak penyinaran 0 mm, intensitas sinar maksimal sehingga polimerisasi berlangsung sempurna dan tingkat kebocoran mikro yang dihasilkan rata-rata kecil untuk keempat kelompok. Sedangkan pada jarak penyinaran 4 mm intensitas sinar hanya 75% sehingga derajat polimerisasi menurun, akibatnya tingkat

kebocoran mikro rata-rata menjadi lebih besar untuk keempat kelompok.



Gambar 2. Kebocoran mikro pada jarak penyinaran 2 mm menggunakan sistem adhesif; (a) TE: Filtek Z350 + Adper Single Bond 2; (b) TE: Tetric N Ceram + Tetric N Bond; (c) SE: Clearfil APX + SE Bond; dan (d) SE: Ceram X + Xeno III.

Pada jarak penyinaran 2 mm dengan intensitas sinar sebesar 93% masih dapat menghasilkan polimerisasi yang optimal. Namun pengaruhnya terhadap kebocoran mikro pada komposit resin dari keempat kelompok tidak sama. Umumnya tingkat kebocoran mikro pada kelompok dengan sistem adhesif TE lebih kecil dari kelompok dengan SE (terlihat pada gambar 2.). Karena sistem adhesif TE mengandung tahap etsa asam yang dapat menghasilkan adhesi (perlekatan) secara mikromekanik pada email lebih besar dibandingkan yang dihasilkan oleh sistem adhesif SE. Kemampuan etsa dengan asam fosfat, selain dapat mengangkat smear layer pada permukaan email juga menghasilkan mikro porositas yang banyak. Sehingga penetrasi bahan *bonding* secara retensi mikromekanik menjadi lebih baik dan dapat menghasilkan interaksi kimia dan *interlocking* yang cukup besar. Pendapat ini didukung oleh penelitian Van Landuyt dkk (2006) bahwa tag resin yang terbentuk dari sistem adhesif TE (etsa asam fosfat) lebih besar (mencapai 2 μm) dibandingkan SE (primer monomer asam) yang hanya 1 μm .²²

Pada komposit resin produksi 3M ESPE terdapat sistem kombinasi epoksi-poliol, dimana resin mengandung siloksan-oksiran yang dapat mengurangi shrinkage polimerisasi sebesar 40-50% (secara *in vitro*) dibandingkan komposit resin dengan sistem biasa (tradisional).²³ Kemungkinan hal ini juga menyebabkan tingkat kebocoran mikro pada kelompok A menjadi lebih kecil.

Meskipun mempunyai sistem adhesif berbeda, namun tingkat kebocoran mikro antara kelompok B dan C pada jarak penyinaran 2 mm hampir sama. Hal ini disebabkan oleh adanya 10-metakriloiloksidisil dihidrogen fosfat (MDP) yang terdapat dalam bahan adhesif SE kelompok B. Kemampuan MDP dapat menyaingi kemampuan etsa asam fosfat dari sistem TE. Karena selama *priming* kandungan gugus fosfat pada MDP dapat membentuk ikatan kimia dengan kalsium dari apatit yang terdapat pada email dan dentin, disamping perlekatan secara mekanik melalui difusi dan polimerisasi dengan kolagen pada dentin sehingga menghasilkan lapisan hibrid. Selanjutnya gugus metakrilat pada MDP akan berpolimerisasi dengan komposit resin. Sehingga dihasilkan perlekatan yang baik antara email/dentin-adhesif-komposit resin. Akibatnya adaptasi tepi dan kebocoran mikro menjadi lebih kecil dan baik.

Selain itu primer kelompok B mempunyai pH 2 yang hanya dapat menghasilkan dekalsifikasi pada permukaan email dan tidak mencapai peritubular dentin. Sehingga tidak ada fiber kolagen di dentin yang jatuh dan hibridisasi dapat terjadi melalui polimerisasi monomer fosfat dengan kolagen *network*. Akibatnya tidak ada kebocoran mikro atau nano yang terjadi di bawah lapisan hibrid. Sedangkan sistem TE menggunakan asam fosfat yang mempunyai pH sangat kuat. Kemampuan dekalsifikasi yang dihasilkan tidak hanya di permukaan email saja, tetapi juga sampai membuka peritubular dentin yang mengandung

80-90% kolagen serta terjadi demineralisasi di dalamnya. Akibatnya fiber kolagen jatuh dan tidak ada tempat untuk penetrasi bahan *bonding* hingga mencapai seluruh kedalaman zona yang mengalami dekalsifikasi. Dengan demikian mekanisme perlekatan baik secara mikromekanik maupun ikatan kimia tidak dapat terjadi sampai seluruh zona dekalsifikasi. Sehingga kemungkinan terjadi kebocoran mikro atau nano pada dentin menjadi lebih besar.

Sementara sistem SE kelompok D tidak mengandung MDP, melainkan asam fosfat modifikasi metakrilat, yang mempunyai pH cukup kuat sehingga perlekatan melalui ikatan kimia tidak sebaik kelompok C yang mengandung MDP. Sedangkan perlekatan secara mikromekanik yang terjadi di email tidak sebaik yang dihasilkan oleh sistem TE. Akibatnya tingkat kebocoran mikro yang dihasilkan lebih besar.

Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa perbedaan kebocoran mikro pada bagian koronal yang signifikan hanya terjadi pada jarak penyinaran 2 mm, yaitu antara restorasi komposit resin yang menggunakan sistem adhesif TE dengan SE. Umumnya tingkat kebocoran mikro dari restorasi komposit resin dengan sistem adhesif TE lebih rendah dibandingkan SE. Sedangkan tingkat kebocoran antara jarak penyinaran 0, 2 dan 4 mm pada bagian koronal dari masing-masing restorasi komposit resin dengan pabrik berbeda tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan.

Ucapan Terima Kasih

Kepada PT 3M Indonesia, Ivoclar Vivadent Indonesia, Kuraray, Denstply Indonesia, Laboratorium IMKG FKG UI, dan *Yossi Dental Clinic*, saya ucapkan terima kasih atas kerjasamanya yang baik untuk bantuan bahan, alat dan informasi yang telah diberikan kepada saya selama penelitian ini.

Daftar Acuan

1. Arias VG, Campos IT, Pimenta LAF. Microleakage study of three adhesive systems. *Braz Dent J* 2004; 15(3): 194-8.
2. Sakaguchi RL, Hiragawa T, Tahashi R. Curing light performance and polymerization of composite restorative material. *J Dent* 1992; 20: 183-8.
3. Irawan B. Karakteristik komposit resin berkemampuan mengalir. *Indonesian Journal of Dentistry* 2005; 12(1): 36-41.
4. Ziskind D, Venezia E, Mass E, Hirschfeld Z. The effect of composite resin application and radiation techniques on dye penetration in class II direct composite resin restorations. *J of Oral Rehab* 1999; 26: 254-8.
5. Tredwin CJ, Stokes A, Moles DR. Influence of flowable liner and margin location on microleakage of conventional and packable class II resin composites. *Oper Dent* 2005; 30(1): 32-8.
6. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *Am J Dent* 2001; 14: 163-9.
7. Cho BH, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dental Materials* 2004; 20: 107-15.
8. Turkun LS. The clinical performance of one- and two-step self-etching adhesive systems at one year. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(2): 197-202.
9. Owens BM, Johnson WW. Effect of insertion technique and adhesive system on microleakage of class V resin composite restorations. *J Adhes Dent* 2005; 7(4): 303-8.
10. Costa Pfeifer CS, Braga RR, Cardoso PE. Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of class V restorations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137(2): 197-202.
11. Fitriyani S, Herda E, Haryono A. Pengaruh intensitas cahaya terhadap derajat konversi komposit nano partikel. *Indonesian Journal of Dentistry* 2007; 14(2): 146-52.
12. Price RB, Doyle G, Murphy D. Effect of composite thickness on the shear bond strength to dentin. *J Can Dent Assoc* 2000; 66: 35-9.
13. Herrero AA, Yaman P, Dennison JB. Polymerization shrinkage and dept of cure of

- packable composites. *J Quintessence Int* 2005; 36(1): 25-31.
14. Pires JAF, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *J Quintessence Int* 1993; 24(7): 517-21.
 15. Sobrinho LC, de Lima AA, Consani S, Sinhoreti MAC, Knowles JC. Influence of curing tip distance on composite knoop hardness values. *J Brazilian Dental* 2000; 11(1): 11-7.
 16. Febrida R. *Pengaruh jarak sumber sinar terhadap kekerasan dan kekuatan komposit nano partikel*. [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia. 2007.
 17. Neo JCL, Yap AUJ. Composite resins. Preservation and restoration of tooth structure. In: Mount GJ, Hume WR (eds). *Knowledge Books and software*. Australia: Queensland. 2005: 201-7.
 18. Powers JM, Sakaguchi RL. *Restorative Dental Materials*. 12th ed. St Louis: Mosby. 2006.
 19. Ferracane JL. *Materials in Dentistry. Principles and Applications*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2001: 98-101.
 20. Terakawa E, Takahata Y. A new high filler loaded posterior composite resin. *85th General Session & Exhibition of the IADR*. 2007.
 21. Asmusen E. Clinical relevance of physical, chemical and bonding properties of composite resin. *J Operatif* 1985; 10: 61-73.
 22. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munck J, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *Journal of Dentistry* 2006; 34: 77-85.
 23. Tilbrook DA. Photocurable epoxy-polyol matrices for use in dental composites I. *Biomaterials* 2000; 21: 1743-53.