

PERBEDAAN KEBOCORAN MIKRO RESTORASI INLEI RESIN KOMPOSIT MENGGUNAKAN RESIN SEMEN *DUAL CURE* YANG BERBEDA

Rudy Kurniawan*, Wignyo Hadriyanto**, dan Yulita Kristanti**

*Program Studi Ilmu Konservasi Gigi, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis,
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

** Bagian Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Resin semen konvensional yang berhubungan dengan teknik *total etch* dikaitkan dengan insidensi sensitivitas *post-operative* pada sementasi restorasi indirek. Sebaliknya, resin semen *self-adhesive* lebih sedikit menyebabkan sensitivitas *post-operative* terhadap rangsangan dingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro resin semen *self-adhesive* dengan resin semen konvensional pada sementasi inlei kelas I resin komposit

Subjek penelitian sepuluh gigi premolar dibagi menjadi dua kelompok perlakuan yaitu kelompok I untuk sementasi inlei kelas I resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive*, serta kelompok II, yang disementasi dengan resin semen konvensional. Subjek penelitian disimpan dalam saliva buatan selama 24 jam dalam inkubator suhu 37°C, dilakukan *thermocycling* masing-masing suhu 60°C dan 4°C setiap 1 menit dan diulang sebanyak 25 kali. Tes kebocoran mikro dilakukan dengan cara subjek penelitian direndam dalam larutan biru metilen 2% di dalam inkubator suhu 37°C selama 24 jam kemudian disentrifus kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Subjek penelitian dibelah menjadi dua bagian dengan *separating disc* secara vertikal arah mesiodistal, hasil belahan diamati dibawah mikroskop stereo perbesaran 250 kali. Penilaian dengan cara skor kebocoran mikro 0-3. Analisis data dengan uji *U-Mann Whitney*.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *dual cure* yang berbeda.

Kesimpulan penelitian ini tidak terdapat perbedaan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *dual cure* yang berbeda.

Kata kunci: inlei resin komposit, resin semen, kebocoran mikro

ABSTRACT

Conventional resin cement which associated with total etch technique linked with the incidence of post operative sensitivity on cementation of indirect restoration. Conversely, self-adhesive resin cement caused less incidence of post operative sensitivity toward cold stimulation. The aim of this study was investigating the difference of microleakage between self-adhesive and conventional resin cement on cementation of class I composite resin inlay cementation.

Ten human extracted premolar teeth were randomly divided into two groups, group I, for cementation class I composite resin inlay using self-adhesive resin cement, then group II for cementation using conventional resin cement. Specimens were stored in artificial saliva for 24 hours at 37°C incubator, thermocycled at 60°C and 4°C each for 1 minute dan repeated 25 times then immersed in 2% methylene blue dye for 24 hours at 37°C incubator and centrifuged for 5 minutes at 3000 rpm. Specimens cut into two pieces with separating disc vertically in mesiodistal direction, and dye penetration was assessed using stereo microscope 250 magnification according to 0-3 scoring point. Data was analyzed using U-Mann Whitney tests at $\alpha=0.05$ significance level and 95% confidence level.

The results of the study showed that there was no difference of microleakage of composite resin inlay restoration using different dual cure resin cement.

The conclusion of the study that there was no difference of microleakage of composite resin inlay restoration using different dual cure resin cement.

Keywords: composite resin inlay, resin cement, microleakage

PENDAHULUAN

Restorasi indirek dianggap sebagai metode yang memungkinkan untuk meminimalisir pengerutan polimerisasi. Polimerisasi ekstraoral bertujuan menurunkan tekanan internal dan meningkatkan kemampuan fisik serta mekanis¹. Selain itu, dapat membatasi volume yang terpolimerisasi secara intraoral sehingga efek negatif pengerutan polimerisasi hanya terjadi pada permukaan yang disementasi².

Kontraksi polimerisasi salah satu parameter yang berperan dalam mekanisme dan ketahanan adhesi³. Pembentukan *marginal gap* antara struktur gigi dan bahan sementasi seringkali disebabkan kontraksi polimerisasi bahan sementasi bahkan pada lapisan yang sangat tipis. Kebocoran penutupan marginal akan terjadi jika adhesi bahan sementasi terhadap struktur gigi tidak dapat mengkompensasi pengerutan bahan sementasi pada tahap awal polimerisasi⁴.

Pengerutan polimerisasi dan tekanan kontraksi resin merupakan penyebab utama kegagalan restorasi komposit. Pengerutan polimerisasi dapat disebabkan beberapa faktor seperti volume resin, konfigurasi kavitas, modulus elastisitas, dan daya alir resin komposit^{4,5}. Saat pengerutan polimerisasi terjadi pada *bonding* terhadap dinding kavitas, tekanan kontraksi terjadi diantara material. Besaran kuantitatif tekanan kontraksi disebut faktor C yang didefinisikan rasio antara permukaan resin yang terbonding dan tidak terbonding⁶. Kavitas klas I mempunyai nilai faktor C yaitu 5 karena 5 permukaan yang berikatan dengan gigi dan 1 permukaan yang tidak berikatan sehingga memiliki tingkat kontraksi yang tinggi⁷. Tekanan kontraksi yang relatif rendah dapat menjadi parameter penting dalam pemilihan material sementasi. Salah satu cara untuk menurunkan tekanan kontraksi dengan menurunkan derajat polimerisasi. Tekanan kontraksi resin pada polimerisasi *self cure* lebih rendah dibandingkan pada *dual cure*⁸.

Secara umum, mekanisme polimerisasi kimiawi pada material berbasis resin *dual cure* tidak hanya lebih lambat tetapi juga kurang efektif dibandingkan jika menggunakan aktivasi sinar sebagai pelengkap polimerisasi total yang terakhir¹⁶. Berlawanan dengan teknik *incremental* yang dianjurkan pada restorasi direk,

tidak ada teknik yang dapat digunakan untuk meminimalisir tekanan kontraksi resin selama tahapan sementasi restorasi indirek. Salah satu cara untuk menurunkan tekanan kontraksi dengan menurunkan derajat polimerisasi. Tekanan kontraksi resin pada polimerisasi *self cure* lebih rendah dibandingkan pada *dual cure*⁸. Akan tetapi, derajat polimerisasi resin semen secara *self cure* lebih rendah daripada secara *dual cure*¹⁹.

Resin semen konvensional berhubungan dengan teknik *total etch* dikaitkan dengan insidensi sensitivitas *post-operative* pada sementasi restorasi indirek²⁰. Sebaliknya, resin semen *self-adhesive* lebih sedikit menyebabkan sensitivitas *post-operative* terhadap rangsangan dingin²¹. *Pre treatment* dentin pada penggunaan resin semen konvensional dapat membuka tubuli dentin dan *hybrid layer* dengan *resin tags* pada dentin sedangkan penggunaan resin semen *self-adhesive* hanya mendemineralisasi ringan kolagen intertubuler dan *smear layer* sedikit berubah²².

Kebocoran mikro akan selalu ditemukan antara dinding kavitas dengan bahan tumpatan, bahan dasar kavitas atau bahan pelapis kavitas. Celah ini menjadi jalan masuk bakteri, cairan mulut, substansi kimia, molekul, dan ion yang terdapat diantara permukaan gigi dan material restorasi^{23,24}. Kebocoran mikro mengindikasikan kegagalan suatu restorasi karena umur restorasi untuk dapat bertahan di dalam mulut berhubungan langsung dengan kualitas adaptasi tepi²⁵.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro resin semen *self-adhesive* dan resin semen konvensional pada sementasi inlei klas I resin komposit.

METODOLOGI PENELITIAN

Sepuluh gigi premolar maksila pasca pencabutan, dipilih dengan kondisi tidak karies, tidak retak dan tidak fraktur, dibersihkan dari sisa darah dan kalkulus yang menempel pasca pencabutan. Setelah gigi bersih, gigi dibungkus kapas dan disimpan dalam kotak berisi larutan salin sebelum dan selama penelitian. Sepuluh gigi dikelompokkan secara acak ke dalam kelompok I dan II masing-masing lima buah gigi. Pematangan tonjol gigi dengan *diamond disc* sehingga menjadi datar. Preparasi dengan *high speed handpiece* dengan bur intan bulat,

diperdalam hingga kedalaman 1,5 mm, dinding kavitas diratakan dengan bur intan ujung datar dan dasar kavitas diratakan dengan *inverted bur*. Pembuatan inlei klas I resin komposit dengan cetakan plastik silinder diameter 3,3 mm dan tinggi 1,5 mm. Resin komposit *packable (Ultradent)* diinsersikan dalam cetakan plastik menggunakan plastis instrumen, ditekan dengan seluloid strip, dan disinari *light curing* 40 detik. Preparasi, dan pembuatan subjek penelitian di Klinik Konservasi Gigi FKG UGM

Pada kelompok I, disementasi resin semen *self-adhesive* polimerisasi *light curing* 20 detik. Kelompok II, disementasi resin semen konvensional, polimerisasi *light curing* 40 detik. Pada kelompok I dioleskan resin semen *self-adhesive* dalam kavitas, inlei klas I resin komposit diinsersikan, dan *light curing* 20 detik dari arah oklusal. Pada kelompok II etsa pada kavitas 15 detik, dibilas, dikeringkan, aplikasi bonding, disinari 10 detik, aplikasi resin semen konvensional dalam kavitas, inlei klas I resin komposit diinsersikan, dan *light curing* 40 detik dari oklusal.

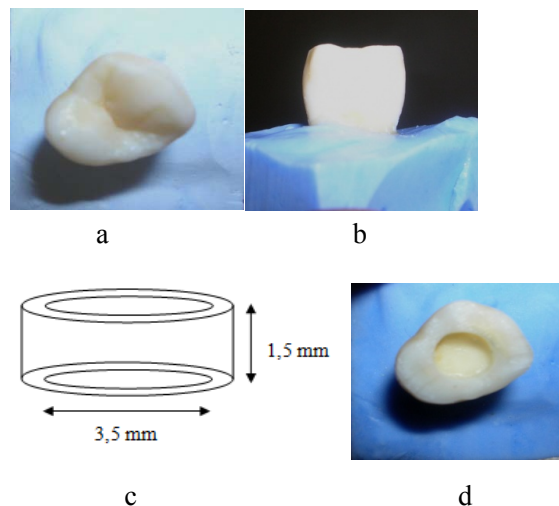
Finishing membuang dan menghaluskan permukaan inlei yang telah disementasi yang berlebihan menggunakan *finishing bur* dan *polishing disc*, sehingga didapatkan permukaan yang halus. Preparasi dan penempatan subjek penelitian dilakukan di Klinik Konservasi Gigi FKG UGM. Sampel direndam saliva tiruan pH 6,8 dan disimpan dalam inkubator suhu 37°C selama 24 jam. *Thermocycling* menggunakan satu *waterbath* berisi air suhu 60°C dan 4°C. Subyek penelitian direndam air 60°C selama 1 menit dan segera dipindahkan ke dalam air bersuhu 4°C selama 1 menit. Perlakuan ini diulang sampai 25 kali untuk tiap suhu. *Thermocycling* di Laboratorium Patologi Klinik FKH UGM

Subyek penelitian dilapisi cat kuku kecuali pada bagian oklusal gigi. Pengolesan 2 lapis cat kuku, ditunggu sampai kering dan diulang sekali lagi. Sampel dilapisi *sticky wax* yang telah dicairkan setebal 1 lapis diatas lapisan cat kuku di bagian akar dan apikal supaya zat warna tidak berpenetrasi melalui foramen apikal dan tubulus dentinalis. Gigi direndam larutan biru metilen 2% sebanyak 10 cc dalam tabung sentrifus sampai terendam semua, disimpan dalam inkubator bersuhu 37°C selama 24 jam.

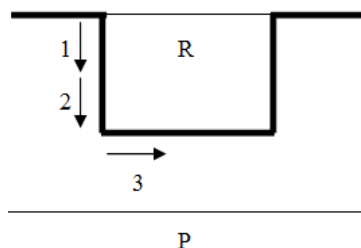
Sentrifus dengan alat sentrifus kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Sampel dikeringkan

dan dibelah melintang tepat di pertengahan inlei klas I resin komposit secara vertikal di pertengahan mesial-distal dengan *separating disc*. Setelah gigi dibelah dua bagian, diamati dibawah mikroskop stereo perbesaran 250 kali. Pengukuran kebocoran mikro sementara berdasarkan kedalaman penetrasi larutan pewarna biru metilen 2 % pada dinding aksial gigi mulai bagian oklusal ke arah apikal dengan skor 0-3. Penetrasi zat pewarna diukur dari tepi *cavosurface* dinding aksial ke arah pulpa dan dapat berlanjut hingga dasar kavitas. Perluasan zat pewarna diberi skor 0 – 3: 0 = tidak ada penetrasi warna biru metilen; 1 = penetrasi warna biru metilen kurang dari 1/2 kedalaman kavitas; 2 = penetrasi warna biru metilen dari 1/2 kedalaman kavitas tetapi belum mencapai dasar kavitas; 3 = penetrasi warna biru metilen mencapai dasar kavitas. Pengamatan kebocoran mikro di Laboratorium Mikrobiologi PAU UGM.

Data yang diperoleh adalah data ordinal yaitu skor kedalaman penetrasi larutan pewarna biru metilen 2% yang diukur dalam kriteria 0-3. Analisis data yang digunakan uji *U-Mann Whitney* untuk mengetahui pengaruh jenis resin semen terhadap kebocoran mikro lapisan sementasi inlei klas I resin komposit.



Gambar 1. a) Penanaman sampel dalam gips *stone* untuk mempermudah preparasi; b) Pemotongan tonjol sampel untuk memperoleh permukaan preparasi yang datar; c) Ilustrasi dimensi cetakan plastik; d) Preparasi kavitas klas I bentuk bulat diameter 3,5 mm dan tinggi 1,5mm



Gambar 2. Ilustrasi perluasan zat warna biru dengan skor 0, 1, 2, dan 3

- Skor 0 : tidak ada penetrasi warna biru metilen
- Skor 1 : penetrasi warna biru metilen kurang dari 1/2 kedalaman kavitas
- Skor 2 : penetrasi warna biru metilen lebih dari 1/2 kedalaman kavitas tetapi belum mencapai dasar kavitas
- Skor 3 : penetrasi warna biru metilen mencapai dasar kavitas
- R : resin komposit
- P : pulpa

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Skor kebocoran mikro pada kelompok I dan II

Skor Kebocoran Mikro \ Kelompok	0	1	2	3
I	4	1	0	0
II	2	3	0	0

- Keterangan:
- Kelompok I : sementasi inlei kelas I resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive*
 - Kelompok II : sementasi inlei kelas I resin komposit menggunakan resin semen konvensional
 - Skor 0 : tidak ada penetrasi warna biru metilen
 - Skor 1 : penetrasi warna biru metilen kurang dari 1/2 kedalaman kavitas
 - Skor 2 : penetrasi warna biru metilen lebih dari 1/2 kedalaman kavitas tetapi belum mencapai dasar kavitas
 - Skor 3 : penetrasi warna biru metilen mencapai dasar kavitas

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh subyek pada kelompok I dan II mengalami kebocoran. Skor 0 atau tidak adanya penetrasi warna biru metilen lebih banyak ditemui pada kelompok I yaitu sementasi dengan resin semen *self-adhesive*. Skor 1 untuk penetrasi warna biru metilen kurang dari 1/2 kedalaman kavitas lebih banyak ditemui pada kelompok II yaitu sementasi

inlei kelas I resin komposit dengan resin semen konvensional.

Tabel 2. Hasil uji *U-Mann Whitney* antara kelompok resin semen *self-adhesive* dan resin semen konvensional

Kelompok	Mean Rank	p
I- II	3,9-7,1	0,065

- Keterangan:
- Kelompok I : sementasi inlei kelas I resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive*
 - Kelompok II : sementasi inlei kelas I resin komposit menggunakan resin semen konvensional
 - * : bermakna ($p < 0,05$)
 - p : probabilitas

Uji *U-Mann Whitney* (tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive* dan resin semen konvensional.

PEMBAHASAN

Uji *U-Mann Whitney* (tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive* dan resin semen konvensional. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pengaruh tahapan penyinaran pada kedua resin semen tersebut. Ini disebabkan karena tahapan penyinaran memiliki efek penting dalam derajat polimerisasi resin semen *dual cure* sehingga menjadi faktor klinis utama yang mempengaruhi performa akhir dari material yang berbasis resin *dual cure*¹¹. Menurut Kitzmuller dkk, tahapan penyinaran dapat meningkatkan kecepatan *setting* hingga sepuluh kali lipat dan material yang terpolimerisasi secara kimiawi memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai dua pertiga polimerisasi maksimal dibandingkan jika terpolimerisasi dengan *light curing*²⁶. Secara umum, mekanisme polimerisasi kimiawi pada material berbasis resin *dual cure* tidak hanya lebih lambat tetapi juga kurang efektif dibandingkan jika menggunakan aktivasi sinar sebagai pelengkap polimerisasi total yang terakhir¹⁶.

Tahapan penyinaran pada resin semen *dual cure* setelah aplikasi menjamin terciptanya stabilitas material sementasi dan restorasi

sebelum berinteraksi dengan cairan dalam rongga mulut. Ini sesuai dengan Vrochari dkk yang menyatakan bahwa tahapan penyinaran mempengaruhi kelarutan, degradasi hidrolitik, dan biokompatibilitas material¹⁰. Polimerisasi dengan sinar meningkatkan stabilitas dan kekuatan material sementasi dari pengaruh degradasi hidrolitik sehingga meminimalisir terjadinya kebocoran mikro. Ini sesuai dengan pernyataan Duarte dkk bahwa penyerapan air dari material yang tidak terpolimerisasi sempurna dengan sinar menyebabkan menurunnya kekuatan bonding²⁷. Selain itu, kandungan monomer hidrofilik yang tidak terpolimerisasi dengan sinar pada resin semen *self-adhesive* menyebabkan rentan terhadap degradasi hidrolitik²⁸. Anusavice²⁹ juga menyatakan bahwa polimerisasi yang tidak sempurna dapat mengakibatkan derajat penyusutan yang lebih besar ketika mengeras sehingga terjadi perubahan stabilitas dimensi akibat dari sensitivitas air yang rendah terkait dengan absorpsi air akibat dari pengerutan polimerisasi bahan yang berdampak akan meningkatkan kebocoran mikro. Pengerutan selama proses polimerisasi menimbulkan tekanan yang dapat mengakibatkan timbulnya celah³⁰.

Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian De Munck dkk³¹ dan Abo-Hamar dkk³² yang menyatakan bahwa ikatan bonding resin semen *self-adhesive* terhadap dentin lebih baik dibandingkan resin semen konvensional. Ini kemungkinan disebabkan karena resin semen *self-adhesive* tidak menghilangkan *smear layer* sehingga monomer tidak dapat menginfiltrasi *smear layer* dengan sempurna dan kontaminasi kelembaban yang disebabkan transudasi cairan dentin menjadi sama dengan sistem *total etch*³³. Kemungkinan lain disebabkan karena resin semen *self-adhesive* yang digunakan dalam penelitian ini (*Breeze, Pentron*) monomernya terlalu asam dan bersifat lebih hidrofilik sehingga tidak dapat mencegah transudasi air dari dentin dibawahnya menuju permukaan sementasi sehingga menurunkan kekuatan bonding³⁴. Ini didukung penelitian Sanares dkk³⁵ yang menunjukkan adanya korelasi positif antara tingkat keasaman bahan primer dengan kekuatan bonding resin semen *self-adhesive* yaitu semakin rendah pH primer maka semakin buruk ikatannya terhadap dentin.

Salah satu komposisi dari resin semen *self-adhesive* yang digunakan dalam penelitian ini (*Breeze, Pentron*) adalah HEMA (*2-hydroxyethyl methacrylate*). Kandungan HEMA ini kemungkinan berperan penting mencegah terjadinya kebocoran mikro yang lebih dalam karena HEMA berperan positif dalam membasahi permukaan gigi sehingga adhesif dapat menginfiltrasi ke dalam tubuli dentin lebih dalam. HEMA juga membantu pencampuran komponen hidrofobik dan hidrofilik menjadi satu seperti fungsinya sebagai pelarut dan melarutkan bahan-bahan aktif dalam air³⁶. Kemungkinan lain karena kandungan aseton pada primer resin semen *self-adhesive* dapat membantu infiltrasi yang lebih dalam dari monomer resin sehingga menghasilkan *resin tags* yang lebih panjang³⁷. Selain itu, adanya filler silika pada resin semen *self-adhesive* (*Breeze, Pentron*) berperan menurunkan tingkat pengerutan polimerisasi seperti yang diteliti Spinell dkk¹⁹.

Salah satu komposisi dari resin semen konvensional yang digunakan dalam penelitian ini (*Built It FR, Pentron*) adalah *chopped glass fibre*. Filler *chopped glass fibre* kemungkinan meningkatkan kepadatan volume filler sehingga dapat menurunkan pengerutan polimerisasi seperti penelitian Atai dan Watts³⁹ yang menyatakan bahwa peningkatan persentase volume filler dapat menurunkan pengerutan polimerisasi. Pengaruh ukuran partikel filler *chopped glass fibre* yang lebih besar kemungkinan juga berperan dalam menurunkan pengerutan polimerisasi seperti yang dilaporkan dalam penelitian Satherthwaite dkk⁴⁰. Adanya kelemahan dan kelebihan dari komposisi dua jenis resin semen *dual cure* yang berbeda yang saling melengkapi yang kemungkinan menyebabkan tidak ada perbedaan pengerutan polimerisasi dan kebocoran mikro.

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu resin semen *self-adhesive* (*Breeze, Pentron*) dan resin semen konvensional (*Built It FR, Pentron*) memiliki viskositas yang tidak berbeda yaitu viskositasnya rendah dengan asumsi saat tahapan aplikasi material ke sampel penelitian. Ini kemungkinan disebabkan material sementasi dengan viskositas rendah terbukti memiliki kekuatan bonding yang tinggi dan mengurangi terjadinya kebocoran mikro seperti hasil penelitian Van Meerbeek dkk³⁶. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Garcia dkk⁴¹ menyatakan resin komposit viskositas rendah

dapat meningkatkan kekuatan ikatan bonding. Material sementasi dengan viskositas rendah terbukti memiliki kekuatan bonding yang tinggi dan mengurangi terjadinya kebocoran mikro⁴². Ikatan bonding yang lemah akan menyebabkan menurunnya penutupan yang hermetis sehingga terjadi kebocoran mikro⁴³. Sadeghi⁴⁴ menyatakan bahwa penggunaan resin komposit yang lebih cair dapat meningkatkan adaptasi tepi secara *in vitro* dan dapat mengurangi kebocoran mikro secara signifikan.

Resin komposit dengan kandungan filler yang rendah mempunyai kemampuan alir yang tinggi sehingga mampu beradaptasi dengan baik pada tepi kavitas⁴⁵ sehingga pembasahan pada permukaan kavitas gigi meningkat dan mampu mencapai modulus elastisitas yang rendah⁴⁶. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lindberg dkk⁴⁷ yang menyatakan bahwa penggunaan bahan dengan modulus elastisitas yang rendah mampu mengurangi pembentukan *gap* pada permukaan adhesif⁸, dan berpengaruh sebagai *stress breaker*⁴⁸, sehingga kebocoran mikro dapat diminimalkan.

Resin semen konvensional memerlukan beberapa tahapan bonding terpisah yang sensitivitas tekniknya tinggi dan memerlukan waktu lebih lama sehingga rawan kontaminasi saliva maupun darah. Resin semen *self-adhesive* dikembangkan untuk menyederhanakan aplikasi dan mempersingkat waktu kerja sehingga tidak memerlukan tahapan etsa, *priming* maupun bonding terpisah^{31,38}.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perbedaan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *dual cure* yang berbeda, maka dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan kebocoran mikro restorasi inlei resin komposit menggunakan resin semen *self-adhesive* dan resin semen konvensional. Penulis mengajukan saran perlu penelitian lebih lanjut tentang kebocoran mikro pada sementasi inlei kelas I resin komposit dengan menggunakan teknik laboratoris lain seperti penggunaan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Soares, C.J., Martins, L.R., Fernandes Neto, A.J., Giannini, M., 2003, Marginal Adaptation of Indirect

Composites and Ceramic Inlay Systems, *Oper Dent*, 28:689-694

2. Bott, B., Hannig, M., 1995, Optimizing Class II Composite Resin Esthetic Restorations By Use of Ceramic Inserts, *J Esthet Dent*, 7:110-117
3. Braga, R.R., Boaro, L.C.C., Kuroe, T., Azwvedo, C.L.N., Singer, J.M., 2006, Influence of Cavity Dimensions and Their Derivatives (Volume and 'C' Factor) on Shrinkage Stress Development and Microleakage of Composite Restorations, *Dental Materials*, 22:818-823
4. Davidson, C. L., Van Zeghbroek, L., Feilzer, A. J., 1991, Destructive Stresses In Adhesive Luting Cements, *Journal of Dental Research*, 70: 880-882
5. Kleverlaan, C.J., Feilzer, A.J., 2005, Polymerization Shrinkage and Contraction Stress of Dental Resin Composites, *Dental Materials*, 21: 1150-1157
6. Feilzer, A.J., de Gee, A.J., Davidson, C.L., 1987, Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of The Restoration, *Journal of Dental Research*, 66:1636-639
7. Roberson, T.M., Heyman, H.O., Swift, E.J., 2006, Art and Science of Operative Dentistry, 5th ed., Mosby, St Louis, 500-502, 504-505
8. Feilzer, A.J., de Gee, A.J., Davidson, C.L., 1993, Setting Stresses In Composites For Two Different Curing Modes, *Dental Materials*, 9: 2-5
9. Tanoue, N., Koishi, Y., Atsuta, M., Matsumura, H., 2003, Properties of Dual-curable Luting Composites Polymerized With Single And Dual Curing Modes, *J Oral Rehabil.*, 30: 1015-1021
10. Arrais, C. A., Rueggeberg, F.A., Waller, J. L., de Goes, M.F., Giannini, M., 2008, Effect of Curing Mode On The Polymerization Characteristics Of Dual-cured Resin Cement Systems, 36: 418-426
11. Asmussen, E., Peutzfeldt, A., 2006, Bonding of Dual-curing Resin Cements To Dentin, *J Adhes Dent*, 8: 299-304
12. Spinell, T., Schedle, A., Watts, D.C., 2009, Polymerization Shrinkage Kinetics of Dimethacrylate Resin Cements, *Dental Materials*, 25: 1058-1066
13. Christensen, G.J., 2002, Solving The Frustrations of Crown Cementation, *JADA*, 133: 1121-1122
14. Sensat, M.L., Bracket, W.W., Meinberg, T.A., Beatty, M.W., 2002, Clinical Evaluation of Two Adhesive Composite Cements For The Suppression of Dentinal Cold Sensitivity, *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88:50-53
15. Monticelli, F., Osorio, R., Mazzitelli, C., Ferrari, M., Toledano, M., 2008, Limited Decalcification/ Diffusion of Self-adhesive Cements Into Dentin, *Journal of Dental Research*, 87(10): 974-979
16. Bauer, J.G., Henson, J.L., 1984, Microleakage: A Measure of The Performance of Direct Filling Materials, *Oper Dent*, 9:2-9
17. Civelek, A., Ersoy, M., L'Hotelier, E., Soyman, M., Say, E.C., 2003, Polymerization Shrinkage and

- Microleakage in Class II Cavities of Various Resin Composites, *Oper Dent*, 28(5): 635-641
18. Porte, A., Lutz, F., Lund, M.R., Swartz, M.L., Cochran, M.A., 1984, Effect of Thermal Cycling on Fracture Strength and Microleakage in Teeth Restored With a Bonded Composite Resin, *Dent Mater*, 2(3):114-117
 19. Kitzmuller, K., Graf, A., Watts, D., Schedle, A., 2011, Setting Kinetics And Shrinkage of Self-adhesive Resin Cements Depend On Cure Mode And Temperature, *Dental Materials*, 27: 544-551
 20. Duarte, R. M., de Goes, M. F., Montes, M. A., 2006, Effect of Time On Tensile Bond Strength of Resin Cement Bonded To Dentin And Low-viscosity Composite, *Journal of Dentistry*, 34 (1): 52-61
 21. Tay, F.R., Pashley, D.H., 2003, Water Treeing A Potential Mechanism For Degradation of Dentin Adhesives, *Am Journal of Dentistry*, 16: 6-12
 22. Anusavice, K.J., 2004, *Philip's Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi* (terj), ed 10, EGC, Jakarta, h.449-487.
 23. Dietschi, D., Krejci, I., 2001, Adhesive Restorative In Posterior Teeth: Rationale for the Application of Direct Techniques, *Oper. Dent.*, 6:191-197
 24. De Munck, J., Vargas, M., Van Landuyt, K. L., Hikita, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., 2004, Bonding of An Auto-adhesive Luting Material to Enamel and Dentin, *Dent Mater.*, 20: 963-971
 25. Abo-Hamar, S.E., Hiller, K.A., Jung, H., Federlin, M., Friedl, K.H., Schmalz, G., 2005, Bond Strength of A New Universal Self-adhesive Resin Luting Cement to Dentin and Enamel, *Clin. Oral Invest.*, 9: 161-167
 26. Pereira, P.N., Okuda, M., Sano, H., Yoshikawa, T., Burrow, M.F., Tagami, J., 1999, Effect of Intrinsic Wetness And Regional Difference On Dentine Bond Strength, *Dental Materials*, 15:46-53
 27. Pfeifer, C., Shih, D., Braga, R.R., 2003, Compatibility of Dental Adhesives And Dual-cure Cements, *Am. Journal of Dent.*, 16:235-238
 28. Sanares, A.M.F., Itthagarun, A., King, N.M., Tay, F.R., Pashley, D.H., 2001, Adverse Surface Interactions Between One-bottle Light-cured Adhesives And Chemical-cured composites, *Dent Materials*, 17:542-556
 29. Meerbeek, V. B., Landuyt, K.V., Munk, J.D., Peumans, M., 2006, The Unique Concept of a HEMA-Free Adhesive, Department of Conservative Dentistry, Belgium
 30. El Zohairy, A.A., De Gee, A.J., Mohsen, M.M., Feilzer, A.J., 2003, Effect of Conditioning Time of Self-etching Primers On Dentin Bond Strength of Three Adhesive Resin Cements, *Dental Materials*, 21:83-93
 31. Begazo, C. C., de Boer, H. D., Kleverlaan, C. J., van Waas, M. A. J., Feilzer, A. J., 2004, Shear Bond Strength of Different Types of Luting Cements to An Aluminium Oxide-Reinforced Glass Ceramic Core Material, *Dent Mater.*, 20: 901-7
 32. Atai, M., Watts, D.C., 2006, A New Kinetic Model For The Photopolymerization Shrinkage-strain of Dental Composites And Resin-monomers, *Dental Materials*, 22:785-791
 33. Satterthwaite, J.D., Vogel, K., Watts, D.C., 2009, Effect of Resin Composite Filler Particle Size And Shape On Shrinkage Strain, *Dental Materials*, 25:1612-2161
 34. Garcia, R. N., Reis, A. F., Giannini, M., 2007, Effect of Activation Mode of Dual-cured Resin Cements And Low-viscosity Composite Liners On Bond Strength To Dentin, *Journal of Dentistry*, 35: 564-569
 35. Meerbeek, V. B., Vargas, M., Inoue, S., Yoshida, Y., Peumans, M., Lambrechts, P., 2001, Adhesives and Cements To Promote Preservation Dentistry, *Oper. Dent.*, 6: 119-144
 36. Shafiei, F., Memarpour, M., Doozandeh, M., 2012, Effect of Oxalate Desensitizer On The Bonding Durability of Adhesive Resin Cements To Dentin, *Journal of Prosthodontic Research*, 56: 187-193
 37. Sadeghi, M., 2009, Influence of Flowable Materials on Microleakage of Nanofilled and Hybrid Class II Composite Restorations with LED and QTH LCUs, <http://ijdr.in/text.asp>
 38. Craig, R.G., dan Powers, J.M., 2002, *Restorative Dental Material*, 11th ed., Mosby Inc., St. Louis, h. 234, 237, 273, 276.
 39. Ziskind, D., Adell, I., Teperovich, E., dan Peretz, B., 2005, The Effect of an Intermediate Layer of Flowable Composite Resin on Microleakage in Packable Composite Restorations, *International Journal of Pediatric Dentistry*, 15: 349-354
 40. Lindberg, A., Van Dijken, J.V.W., Horstedt, P., 2005, In Vivo Interfacial Adaptation of Class II Resin Composite Restorations With and Without a Flowable Resin Composite Liner, *Clin Oral Invest*, 9:77-83
 41. Beznos, C., 2001, Microleakage at the Cervical Margin of Composite Class II Cavities with Different Restorative Technique, *Oper Dent*, 26: 60-69