

PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP KEBOCORAN MIKRO RESTORASI RESIN KOMPOSIT *BULK FILL*

Intan Dhamayanti*, Tunjung Nugraheni**, Diatri Nari Ratih**

*Program Studi Konservasi Gigi Program Pendidikan
Dokter Gigi Spesialis FKG UGM

**Bagian Konservasi Gigi FKG UGM

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran (10,20 dan 40 detik) terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill*.

Duapuluh satu gigi molar dipreparasi kavitas kelas I dengan diameter 1,8 mm dan kedalaman 4 mm. Semua sampel diberi *self etch adhesive* (*Tetric N-Bond Self Etch, Ivoclar*) dan aplikasi resin komposit *bulk fill* 4mm (*Tetric N-Ceram Bulk Fill, Ivoclar*). Sampel dibagi dalam 3 kelompok, yaitu Kelompok I (diaktivasi sinar 10 detik), kelompok II (diaktivasi sinar 20 detik), dan kelompok III (diaktivasi sinar 40 detik). Sampel dilapisi cat kuku dan direndam metilen biru 2%, selanjutnya sampel dibelah kemudian kebocoran mikro diamati dengan mikroskop stereo pembesaran 100X dan dinilai dengan cara skoring. Analisis data menggunakan uji *Kruskal Wallis* dilanjutkan uji *U-Mann Whitney* ($p \leq 0,05$) dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil penelitian menunjukkan lama penyinaran berpengaruh terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill* ($p < 0,05$). Kelompok I memiliki kebocoran mikro yang lebih rendah secara bermakna dibandingkan Kelompok II dan kelompok III ($p < 0,05$). Kelompok II dan III tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p > 0,05$). Kesimpulan pada penelitian ini adalah lama penyinaran berpengaruh terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill*. Kebocoran mikro pada restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran 10 detik memiliki kebocoran terkecil dibanding lama penyinaran 20 detik dan 40 detik

Kata kunci : Lama penyinaran, kebocoran mikro, resin komposit *bulk fill*

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence of light curing exposure time (10, 20 and 40 sec) on microleakage of bulk fill resin composite.

Twenty one molar teeth were made class I cavity preparation with the diameter of 1,8 mm and 4 mm depth. The application of self etch adhesive and bulk fill resin composite 4 mm were used for all samples. Samples were divided into 3 groups of each: group I (activated by the light curing for 10 sec), group II (activated by the light curing 20 sec) and group III (activated by the light curing 40 sec). All samples were coated using nail polish and immersed in 2% methylene blue. Afterwards all samples were sectioned and observed for microleakage using stereo microscope at 100X magnification and were evaluated by scoring. Data that were analyzed using Kruskal Wallis and U-Mann Whitney test ($p < 0,05$) with 95% confidence level.

The result of this study showed that the duration of light curing influence the mikroleakage of bulk fill resin composite. Analysis demonstrated that group I had smaller microleakage significantly than group II as well as group III ($p < 0,05$). Group II and III did not reveal a significant difference ($p > 0,05$). The conclusion of this study, the exposure time of light curing influenced the microleakage of bulk fill resin composite. The exposure time of light curing for 10 sec had smallest microleakage than for 20 sec and 40 sec.

Key Words : Exposure time of light curing, microleakage, bulk fill resin composite

PENDAHULUAN

Resin komposit memiliki nilai estetis yang sangat baik dan merupakan bahan restorasi yang sering digunakan terutama pada gigi anterior. Perbaikan sifat fisik dan mekanis bahan ini, memungkinkan penggunaan resin komposit sebagai bahan restorasi gigi posterior. Hal ini disebabkan pasien lebih tertarik pada restorasi yang sesuai dengan warna alami gigi dibanding restorasi amalgam, juga adanya peningkatan kebutuhan akan restorasi dengan minimal invasif serta adanya sistem adhesif.

Resin komposit digunakan sebagai restorasi gigi posterior menggantikan amalgam. Keuntungan resin komposit yang digunakan untuk tumpatan gigi posterior adalah tidak membutuhkan preparasi yang luas dan tidak bersifat toksik karena tidak mengandung merkuri sehingga lebih sehat, memiliki estetik yang baik, sewarna gigi, konduktivitas suhu yang rendah dan dapat menguatkan struktur gigi.

Prosedur restorasi gigi posterior secara langsung merupakan prosedur yang membutuhkan sensitivitas teknik yang tinggi. Resin komposit sensitif terhadap kontaminasi cairan selama proses restorasi, padahal pengontrolan cairan sulit dilakukan pada banyak pasien terutama pada gigi posterior sehingga diperlukan teknik yang baik bagi keberhasilan restorasi resin komposit.

Proses pembuatan restorasi posterior dengan resin komposit juga

membutuhkan waktu yang lama dibanding amalgam, meliputi isolasi gigi yang baik untuk mencegah kontaminasi saliva dan cairan, pemilihan serta pemasangan matriks, proses pemberian bonding, aplikasi *intermediate layer*, aplikasi resin komposit secara berlapis dengan ketebalan 2 mm setiap lapisnya, dilanjutkan dengan pengukiran, penyesuaian oklusi serta *finishing* dan *polishing*.

Seiring dengan berkembangnya resin komposit baik dari sifat fisik material maupun teknik pembuatan restorasi gigi posterior yang lebih efisien, telah diperkenalkan jenis resin komposit *bulk fill* untuk restorasi gigi posterior. Resin komposit ini dapat diaplikasikan dengan teknik *bulk* yaitu aplikasi resin komposit secara sekaligus ke dalam kavitas, sehingga restorasi dapat dilakukan dengan lebih cepat dan mudah.

Resin komposit *bulk fill* memiliki beberapa karakteristik penting antara lain pengerutan polimerisasinya rendah sehingga dapat mengurangi kebocoran mikro, dapat disinari sampai kedalaman 4 mm sehingga mengurangi waktu yang dibutuhkan pada teknik berlapis serta dapat mengoptimalkan waktu perawatan gigi baik bagi dokter gigi maupun pasiennya, lebih *flow* sehingga mudah beradaptasi pada kavitas termasuk tepi servikal, mudah penggunaannya serta memiliki sifat fisik yang baik seperti tahan terhadap tekanan dan mudah dipolis.

Resin komposit *bulk fill* mengandung matriks resin, bahan pengisi anorganik, *barium glass*, *ytterbium trifluoride*, *mixed oxide* dan *propolymer*, inisiator untuk mengaktifkan mekanisme pengerasan komposit, inhibitor dan pigmen. Bahan ini memiliki tingkat pengerutan yang rendah sehingga dapat mengurangi sensitivitas setelah restorasi maupun kebocoran mikro yang dapat menimbulkan karies sekunder. Resin komposit *bulk fill* dipasarkan dalam bentuk *flowable*, *packable* dan komposit *bulk fill* yang saat pengaplikasiannya menggunakan energi getar atau *sonic*.

Resin komposit memiliki kekurangan yaitu terjadinya pengerutan saat polimerisasi karena monomer-monomer saling berikatan membentuk polimer dan terjadi pemendekan jarak antar monomer. Jarak antar monomer sebelum polimerisasi sebesar 4\AA , namun setelah polimerisasi jarak antar monomer menjadi $1,5\text{\AA}$ sehingga terjadi pengerutan resin komposit. Hal ini mengakibatkan terbentuknya celah antara dinding kavitas dan bahan restorasi sehingga menimbulkan kebocoran mikro serta menyebabkan masuknya bakteri, cairan, molekul atau ion-ion antara dinding kavitas dan bahan restorasi. Kebocoran mikro mengakibatkan kegagalan pelekatan bahan adhesif, iritasi pulpa, karies sekunder, sensitif pasca restorasi serta kegagalan restorasi.

Polimerisasi yang optimal merupakan faktor penting untuk mem-

peroleh sifat fisik dan mekanik serta performa klinis yang optimal. Keberhasilan polimerisasi resin komposit tergantung pada bahan pengisi, kekuatan sinar dan waktu penyinaran. Polimerisasi resin komposit terjadi melalui perubahan monomer menjadi polimer yang diikuti dengan adanya pengerutan komposit. Untuk mendapatkan restorasi resin komposit yang baik, diperlukan lama penyinaran yang optimal. Hal ini tergantung pada jenis *light curing unit* yang digunakan dan ketebalan komposit. Lama penyinaran untuk resin komposit *bulk fill* adalah 10 detik, namun ada pula yang menganjurkan 20 detik menggunakan sinar dengan intensitas lebih dari 1.000 mW/cm^2 . Penyinaran yang tidak memadai menyebabkan polimerisasi tidak optimal dan mengakibatkan gagalnya ikatan antara resin komposit dan jaringan keras gigi, sehingga terbentuk celah yang akan mengakibatkan timbulnya kebocoran mikro, sensitivitas pasca restorasi dan diskolorasi.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian adalah 21 gigi molar bebas karies. Pematangan tonjol gigi dilakukan dengan menggunakan *diamond disc*, untuk mendapatkan jarak yang sama saat penyinaran. Preparasi kavitas kelas I dilakukan pada bagian fisur permukaan oklusal dengan diameter 1,8 mm dan kedalaman 4 mm menggunakan *flat-end cylindre fissure bur* No A 835 (*Penta AG*).

Sampel dikelompokkan secara acak ke dalam tiga kelompok perlakuan. Masing-masing terdiri dari 7 gigi. *Light curing unit* yang digunakan adalah LED berintensitas 1.100 mW/cm^2 (*Bluephase Style, Ivoclar Vivadent*). Sampel diberi *self etch adhesive* (*Tetric N-Bond Self Etch, Ivoclar*) menggunakan *microbrush* selama 30 detik, kemudian disemprot udara selama 5 detik dan diaktivasi sinar selama 10 detik, dilanjutkan aplikasi resin komposit *bulk fill* 4 mm (*Tetric N-Ceram Bulk Fill, Ivoclar*). Jarak LED dan resin komposit adalah setebal pita seluloid. Kelompok I diaktivasi sinar selama 10 detik, kelompok II selama 20 detik, dan kelompok III selama 40 detik. Objek penelitian yang sudah ditumpat dengan resin komposit, dilakukan *finishing* dan *polishing* sehingga permukaan menjadi halus dan rata.

Ketiga kelompok kemudian direndam ke dalam saliva tiruan pH 6,8 dan disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam bertujuan untuk mensimulasikan keadaan normal rongga mulut. *Thermocycling* dilakukan menggunakan *waterbath* yang berisi air dengan suhu 55°C dan kotak berisi air es dengan suhu 5°C . Objek penelitian direndam dalam air dengan suhu 55°C selama 1 menit dan segera dipindahkan ke dalam air bersuhu 5°C selama 1 menit. Perlakuan ini diulang sebanyak 25 kali.

Sampel dilapisi cat kuku kecuali 1 mm dari tepi restorasi dan foramen apikal ditutup dengan *sticky wax*. Sa-

mpel direndam larutan metilen biru 2% selama 24 jam. Objek penelitian kemudian dibilas dengan air mengalir sampai semua bahan pewarna hilang dari permukaan gigi dan restorasi. Cat kuku dibersihkan dengan menggunakan kapas yang diberi aseton dan *sticky wax* dihilangkan dengan *scalpel*.

Gigi dibelah menggunakan mesin *isomet low speed saw* pada pertengahan restorasi secara vertikal dengan arah mesiodistal. Zat metilen biru 2% yang terpenetrasi mulai dari bagian oklusal ke arah apikal, diamati dan diukur menggunakan mikroskop stereo dengan pembesaran 100 kali serta dinilai dengan skor 0-3, yaitu 0 = Tidak ada penetrasi warna ke dalam gigi/restorasi, 1 = Penetrasi kurang dari 1/2 kedalaman kavitas, 2 = Penetrasi lebih dari atau sama dengan 1/2 kedalaman kavitas, namun belum mencapai dasar kavitas, 3 = Penetrasi mencapai dasar kavitas.

Data yang diperoleh merupakan data ordinal. Data dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis* untuk mengetahui pengaruh lama penyinaran (10, 20, dan 40 detik) terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill*, dilanjutkan Uji *U-Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro antar kelompok perlakuan ($p \leq 0,05$) dan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Skor kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran 10,20, dan 40 detik

Kelompok	Jumlah sampel	Skor kebocoran 0	Skor kebocoran 1	Skor kebocoran 2	Skor kebocoran 3
I (10 detik)	7	0% (2)	28,6% (2)	28,6% (3)	42,8% (7)
II (20 detik)	7	0% (0)	0% (0)	0% (0)	100% (7)
III (40 detik)	7	0% (0)	0% (0)	0% (0)	100% (7)

Tabel 1 menunjukkan bahwa restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran 10 detik menunjukkan persentase skor kebocoran mikro yang lebih kecil dibanding persentase skor kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran 20 detik dan 40 detik.

Tabel 2. Hasil uji *Kruskal Wallis* pengaruh lama penyinaran terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill*

	Chi-Square	df	p
Kebocoran	9,307	2	0,010*

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran yang berbeda yaitu

10,20, dan 40 detik yaitu $p=0,010$ ($p < 0,05$).

Tabel 3. Hasil uji *U-Mann Whitney* pengaruh waktu penyinaran terhadap kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill*

Perbandingan	Nilai <i>U-Mann Whitney</i>	p
I (10 dtk) - II (20 dtk)	10,500	0,025*
I(10 dtk) - III(40 dtk)	10,500	0,025*
II(20 dtk) - III(40 dtk)	24,500	1,000

Hasil uji *U-Mann Whitney* menunjukkan perbedaan kebocoran mikro kelompok I (lama penyinaran 10 detik) dengan kelompok II (lama penyinaran 20 detik) adalah bermakna yaitu $p= 0,025$ ($p < 0,05$). Perbandingan kelompok I (lama penyinaran 10 detik) dengan kelompok III (lama penyinaran 40 detik) juga menunjukkan perbedaan yang bermakna yaitu $p= 0,025$ ($p < 0,05$). Perbandingan kelompok II (lama penyinaran 20 detik) dan III (lama penyinaran 40 detik) menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna yaitu $p= 1,000$ ($p > 0,05$).

PEMBAHASAN

Resin komposit *bulk fill* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent)*. Penetrasi sinar dapat mencapai 4 mm karena resin komposit ini memiliki warna 15% lebih translusen dan menyerupai email sehingga sinar

dapat mencapai lapisan yang lebih dalam. Resin komposit ini juga memiliki kesesuaian indeks refraktif yang besar sehingga penetrasi sinar dapat mencapai kedalaman 4mm. Semakin besar kesesuaian indeks refraktif, maka resin komposit semakin translusen dan penetrasi sinarnya semakin dalam.

Adanya *Polymerization Booster (Ivocerin)* yang digabungkan ke dalam sistem inisiator *camphorquinone-amine*, menyebabkan polimerisasi resin komposit ini dapat dicapai dengan penyinaran selama 10 detik menggunakan LED dengan intensitas 1.100 mW/cm^2 (*Bluephase Style, Ivoclar Vivadent*). Hal ini sesuai dengan anjuran pabrik yang merekomendasikan penyinaran pada resin komposit ini adalah 10 detik menggunakan *light curing unit* dengan intensitas $\geq 1000 \text{ mW/cm}^2$. Penyinaran resin komposit sebaiknya tidak kurang dari waktu yang dianjurkan pabrik untuk menghindari *undercuring*. Penyinaran dalam waktu yang lama tidak memberi kedalaman penyinaran yang lebih baik dan tidak efisien.

Ivocerin merupakan inisiator berbahan dasar *germanium* yang sangat efektif pada resin metakrilat. Konsentrasi *Ivocerin* dalam resin komposit *bulk fill* cukup rendah yaitu 0,1-0,4%. *Ivocerin* memiliki warna yang stabil, diaktivasi dengan menggunakan *Light Curing Unit*, memiliki reaktivitas tinggi terhadap sinar serta memiliki kemampuan absorpsi sinar yang lebih tinggi dibanding inisiator *camphorquinone*.

Perubahan ikatan ganda monomer menjadi ikatan tunggal polimer lebih tinggi pada inisiator *ivocerin* dibanding *camphorquinone-amine*.

Terjadinya kebocoran mikro pada penelitian ini, kemungkinan disebabkan adanya penambahan *ivocerin* pada sistem inisiator yang terdiri dari *camphorquinone* dan *amine*. Penambahan *ivocerin* menyebabkan absorpsi tinggi terhadap sinar, monomer menjadi lebih reaktif dan perubahan ikatan ganda monomer menjadi ikatan tunggal polimer lebih tinggi sehingga derajat konversi menjadi tinggi. Derajat konversi yang tinggi akan meningkatkan kekuatan resin komposit dan dapat meningkatkan pengerutan. Tidak ada bahan restorasi yang dapat beradaptasi secara sempurna pada gigi, sehingga akan ditemukan kebocoran mikro antara gigi dengan bahan restorasi.

Kebocoran mikro yang terjadi pada penelitian ini, kemungkinan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pelekatan bonding yang kurang kuat, teknik aplikasi resin komposit (*bulk filling*) pada kavitas dengan faktor C yang tinggi, metode penyinaran konvensional serta derajat konversi. Pada daerah yang kekuatannya pengerutannya lebih tinggi dari ikatan komposit dan gigi, akan terbentuk celah yang mengakibatkan kegagalan bonding dan timbul kebocoran tepi. Aplikasi resin komposit secara *bulk* pada kavitas kelas I menyebabkan faktor C menjadi tinggi (faktor C=5), yaitu terdapat lima

dinding yang berikatan dan satu dinding yang tidak berikatan. Hal ini menimbulkan tekanan yang tinggi pada dinding yang berikatan dan menimbulkan kebocoran.

Hasil uji *Kruskal Wallis* pada ketiga kelompok perlakuan menunjukkan bahwa lama penyinaran 10,20, dan 40 detik berpengaruh secara bermakna terhadap terjadinya kebocoran mikro restorasi resin komposit *bulk fill* yaitu $p=0,010$ ($p < 0,05$). Berdasarkan uji *U-Mann Whitney*, kelompok I (lama penyinaran 10 detik) memiliki kebocoran mikro yang lebih rendah secara bermakna dibandingkan Kelompok II (waktu penyinaran 20 detik) dan kelompok III (40 detik) ($p < 0,05$). Lama penyinaran 20 dan 40 detik menghasilkan skor kebocoran mikro yang tertinggi yaitu skor 3 namun tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$).

Resin komposit memiliki koefisien termal yang lebih tinggi dari koefisien termal struktur gigi. Koefisien termal resin komposit adalah 25-60 ppm/ $^{\circ}$ C, sedangkan koefisien termal email sebesar 11,4 ppm/ $^{\circ}$ C dan koefisien termal dentin sebesar 8 ppm/ $^{\circ}$ C. Tekanan pengerutan yang diterima gigi saat polimerisasi akan menghasilkan celah dan menimbulkan kebocoran mikro antara gigi dan bahan restorasi akibat ketidaksamaan koefisien termal antara struktur gigi dan bahan restorasi.

Polimerisasi dilakukan dengan teknik konvensional yaitu intensitas sinar

tetap selama penyinaran, menggunakan LED dengan intensitas tinggi. LED mempunyai energi tinggi untuk mempercepat konversi monomer menjadi polimer serta meningkatkan derajat konversi, tetapi hal ini akan meningkatkan tekanan pengerutan dan mengganggu kerapatan tepi sehingga terjadi kebocoran mikro.

Resin komposit yang disinari selama 20 dan 40 detik dengan intensitas sinar yang tinggi, memiliki suhu serta derajat konversi yang lebih tinggi daripada komposit yang disinari 10 detik. Hal ini dapat meningkatkan jumlah pengerutan resin komposit dan mengakibatkan kebocoran mikro yang lebih tinggi.

Waktu penyinaran yang lama dan intensitas sinar yang tinggi pada penyinaran resin komposit, menghasilkan derajat konversi yang tinggi dan dapat meningkatkan pengerutan. Terdapat hubungan berbanding lurus antara intensitas sinar dengan pengerutan polimerisasi. Derajat konversi yang tinggi dapat meningkatkan pengerutan polimerisasi mengakibatkan terbentuknya celah antara gigi dan restorasi yang memungkinkan masuknya bakteri dan cairan sehingga timbul kebocoran mikro.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian eksperimental ini, diperoleh kesimpulan bahwa lama penyinaran berpengaruh terhadap kebocoran mikro restorasi re-

sin komposit *bulk fill*. Kebocoran mikro pada restorasi resin komposit *bulk fill* dengan lama penyinaran 10 detik memiliki nilai kebocoran mikro terkecil dibanding lama penyinaran 20 detik dan 40 detik.

SARAN

Penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kebocoran mikro resin komposit *bulk fill* dengan menggunakan metode pengamatan, lama penyinaran dan teknik penyinaran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lucey, S., Lynch, C.D., Ray, N.J., Burke, F.M., dan Hannihgan, A., 2010, Effect of Pre-heating on The Viscosity and Microhardness of a Resin Composite, *J of Oral Rehabilitation* 37(4):278-282.
2. Poss, S.D., 2011, Successful Application of Total Etch and Self Etch Technique in Adhesive Dentistry, *Inside Dentistry*, April Vol 7.
3. Jackson, R.D., 2011, Placing posterior Composites: Increasing Efficiency, *Dentistry Today*.
4. Kwon, Y., Ferracane J., dan Lee, I.B., 2012, Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composite, *Journal of Sciverse Science Direct* : 801-809.
5. Kwong, W., 2012, How to Complete Bulk Fill Restoration, *Dental Product Report*.
6. Ruiz, J.L., 2010, Dental Technique—Restorations with Resin-Based, Bulk Fill Composites, *Compendium*, 31 (5): 14-17.
7. Eunice, C., Margarida, A., Joao, C.L., Filomena, B., Anabela., Pedro, A., Miguel, M.C., Diana, R., Joana, M., dan Mario, P., 2012, Tc in The Evaluation of Microleakage of Composite Resin Restoration with Sonicfill. An in Vitro Experimental Model, *Journal of Stomatology*, 2: 340-347.
8. Sigusch, B.W., Volpel, A., Braun, I., Uhl, A., dan Jandt, K. D., 2007, Influence of Different light Curing Units on The Cytotoxicity of Various Dental Composites, *Dental Materials*, 23; 1342-1348.
9. Lima, D.A.N., Alexandre, R.S., martins, A.C.M., Aguiar, F.H.B., Ambrosano, G.M.B., dan Lovadino, J.R., 2008, Effect of Curing Light and bleaching Agent on Physical Properties of a Hybrid Composite resin, *J Esthet Restor Dent* 20:266-275.
10. Czasch, P., dan Ilie, N., 2013, In Vitro Comparison of Mechanical Properties and Degree of Cure of Bulk Fill Composite, *Clin Oral Invest*, 17: 227-235.
11. Vasquez, D., 2012, A New Generation Bulk Fill Composite for Direct posterior Restoration, *Inside Dentistry*, vol 8 issue 5.
12. Shortall, A.C., Palin, W.M., dan Burtscher, P., 2008, Refractive

- Index Mismatch and Monomer Composite Curing Depth, *J Dent Res* 87(1):84-88.
13. Vandewalle, K.S., 2011, Estimated Light Exposure Time for Composite Resin Restorative Materials, *J of Esthet and restor Dent*, Vol 23 (4): 201-204.
 14. Noort, V.R., 2007, *Introduction to Dental Materials*, 3rd Ed, Mosby, London, h: 99-117.
 15. Burtscher, P., 2013, Ivocerin in comparison to Camphorquinone, *Report Study and Development Ivoclar Vivadent AG* No 19.
 16. Felipe, L.J., Cavalcante, L.M., dan Silikas, N., 2010, Shrinkage Stresses Generated during Resin Composite Applications: A Review, *Journal of Dental Biomechanics*.
 17. Chimello, D.T. Chinelatti, M.A., Ramos, R.P., dan Palma, R.G., 2002, in Vitro Evaluation of Microleakage of a Flowable Composite in Class V Restorations, *Braz. Dent. J*,13 (3) : 184-187.
 18. Franco, E.B., Lopes, L.G., Mondelli, R.F., Da Silva, M.H., dan Lauris, J.R.P., 2003, Effect of the Cavity Configurtaion Factor on the Marginal Microleakage of Esthetic Restorative Materials. *Am J Dent*,1 : 211-214.
 19. Chandurkar,A.M., Metgud, S.S., Yakub, S.S., dan Kalburge, V.J., 2012, Evaluation of Microleakage in Class V Composite Restoration using Different Techniques of Polymerization, *Int J of Prost and Restor Dent*, 2(1):10-15.
 20. Park, S.H., Noh, B.D., Cho, Y.S., dan Kim, S.S., 2006, The Linear Shrinkage and Microhardness of Packable Composites polymerized by QTH or PAC Unit, *Operative Dentistry*, 31-1:3-10.