



Resin komposit *glass ionomer* lebih menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* daripada resin komposit konvensional secara in vitro

Sari Kusumadewi^{1*}

ABSTRACT

Introduction: Composite resin is one of the most common materials used in dentistry. Some modifications have been done to the resin matrix and filler in order to solve the secondary caries problem. A recent development is resin composite containing *glass ionomer* filler particles. The purpose of this study is to examine the antibacterial activity of composite resin containing *glass ionomer* filler particles to *Streptococcus mutans* compared with conventional composite resin in vitro.

Method: This study was an experimental study with randomized post test only control group design. This study has been done in Microbiology Laboratory, Faculty of Medicine, Udayana University. The subjects of this study were *Streptococcus mutans* ATCC 35668, conventional composite resin and composite resin containing *glass*

ionomer filler particle. Some composite resins were placed in Mueller Hinton Agar, then incubated for 24 hours. Data were tested normality by Shapiro-Wilk test and homogeneity by Levene's test, then tested using One Way ANOVA and continued with post-hoc test to seek the differences between in pair between group.

Result: The result showed the formation of clear zone around each sample, with diameter in control group was 4.23 mm, conventional resin composite group was 8.31±0.10 mm and *glass ionomer* resin composite was 11.77±0.16 mm. The diameter in *glass ionomer* composite resin seemed wider than conventional composite resin.

Conclusion: It is concluded the difference in diameter were resulted from four factors such as type of filler, size of filler, the amount of fluor, and the initial fluoride burst effect.

Keywords: *Streptococcus mutans*, conventional composite resin, *glass ionomer* composite resin

Cite This Article: Kuisumadewi, S. 2019. Resin komposit *glass ionomer* lebih menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* daripada resin komposit konvensional secara in vitro. *Bali Dental Journal* 3(1): 19-24

ABSTRAK

Latar Belakang: Resin komposit adalah bahan tumpatan yang banyak digunakan pada saat ini. Modifikasi banyak dilakukan terhadap matriks dan bahan pengisi guna mencegah terjadinya karies sekunder. Perkembangannya adalah menghasilkan resin komposit yang mengandung partikel bahan pengisi *glass ionomer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah resin komposit *glass ionomer* dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* lebih kuat dibandingkan resin komposit konvensional secara in vitro.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan *randomized post test only control group design*. Penelitian dilakukan pada Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Subjek penelitian adalah *Streptococcus mutans* ATCC 35668, resin komposit konvensional dan resin komposit *glass ionomer*. Lempeng-lempeng resin komposit diletakkan pada media *Mueller Hinton Agar* sebagai media tumbuh *Streptococcus mutans*. Kemudian diinkubasi selama 24 jam dan diamati adanya

zona bening yang terbentuk. Data yang diperoleh diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, dilanjutkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene's Test*. Analisis efek perlakuan menggunakan uji *One way ANOVA* yang kemudian dilanjutkan dengan uji post-hoc untuk mencari perbedaan secara berpasangan diantara kelompok.

Hasil: Hasil uji berupa terbentuknya zona hambat di sekitar lempeng resin komposit, dengan rerata diameter zona hambat kelompok kontrol 4,23 mm, kelompok resin komposit konvensional 8,31 mm dan kelompok resin komposit *glass ionomer* 11,77 mm. Zona hambat pada sampel resin komposit *glass ionomer* tampak lebih lebar daripada resin komposit konvensional.

Simpulan: Disimpulkan bahwa zona hambat yang terbentuk adalah merupakan efek dari kandungan fluor; dan diameter zona hambat yang berbeda antar kedua kelompok sampel disebabkan oleh empat hal yaitu tipe partikel bahan pengisi, ukuran partikel bahan pengisi, jumlah kandungan fluor, dan adanya "initial fluoride burst effect".

Kata Kunci: *Streptococcus mutans*, resin komposit konvensional, resin komposit *glass ionomer*

Sitasi Artikel Ini: Kuisumadewi, S. 2019. Resin komposit *glass ionomer* lebih menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* daripada resin komposit konvensional secara in vitro. *Bali Dental Journal* 3(1): 19-24

¹ Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

*Correspondence to:
Sari Kusumadewi
Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
sarikusumadewi@unud.ac.id



PENDAHULUAN

Karies merupakan suatu penyakit pada jaringan keras gigi, yaitu email, dentin dan sementum yang disebabkan aktivitas jasad renik yang ada dalam suatu karbohidrat yang diragikan. Proses karies ditandai dengan terjadinya demineralisasi pada jaringan keras gigi, diikuti dengan kerusakan bahan organiknya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya invasi bakteri dan kerusakan pada jaringan pulpa serta penyebaran infeksi ke jaringan periapikal dan menimbulkan rasa nyeri.

Cara penanggulangan karies adalah dengan mengganti jaringan gigi yang rusak menggunakan bahan tumpatan. Pemilihan bahan tumpatan menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan sebuah tumpatan. Salah satu bahan tumpatan yang banyak digunakan di bidang kedokteran gigi pada saat ini adalah resin komposit. Bahan ini memiliki sifat estetik yang baik, artinya warna dapat dibuat semirip mungkin dengan gigi asli, namun memiliki kekurangan yaitu masih seringnya mengalami kebocoran mikro. Kebocoran mikro merupakan celah yang terbentuk pada tumpatan, yang dapat menjadi jalan masuk bakteri sehingga memungkinkan terjadinya karies sekunder. Hal ini disebabkan sifat dari resin komposit yang mengalami pengkerutan pada saat polimerisasi atau pengerasan, sehingga timbul celah di antara struktur gigi email dan dentin dengan bahan tumpatan.¹⁻⁴

Untuk mengatasi masalah kebocoran mikro dan karies sekunder pada tumpatan resin komposit, diperlukan modifikasi terhadap bahan resin komposit. Modifikasi yang dimaksud adalah dengan menyediakan aktivitas antibakteri pada resin komposit.^{5,6} Bahan tumpatan yang dikenal memiliki aktivitas antibakteri adalah *glass ionomer*. Sebuah penelitian membuktikan bahwa populasi *Streptococcus mutans* pada tumpatan *glass ionomer* lebih rendah dibandingkan pada tumpatan resin komposit.⁷ Pelepasan fluoride pada *glass ionomer* dapat memicu remineralisasi serta menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri penyebab karies.^{8,9} Kelebihan lain dari *glass ionomer* adalah adanya pertukaran ion, adhesi yang baik dengan struktur gigi email dan dentin serta pelepasan ion fluoride secara terus menerus. Namun kelemahan dari *glass ionomer* ini adalah kekuatannya tidak sebaik resin komposit.¹⁰

Gabungan dari bahan tumpatan resin komposit dan *glass ionomer* menghasilkan resin komposit yang mengandung partikel bahan pengisi *Surface-Pre Reacted Glass ionomer (S-PRG)*. Partikel ini dibentuk dari *acid-base reaction* dari *fluoroaluminosilicate glass* dengan *polyacrylic acid* dan juga dapat melepaskan fluor.¹¹⁻¹³ Partikel bahan pengisi S-PRG ini efektif dalam mencegah akumulasi plak guna pencegahan karies.^{14,15} Resin komposit *glass ionomer* diharapkan dapat menggabungkan sifat-sifat tumpatan yang baik, yaitu estetik dan kekuatan baik, serta memiliki sifat antibakteri yang lebih kuat. Resin komposit *glass ionomer* ini juga diharapkan dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* lebih kuat daripada resin komposit konvensional (tanpa kandungan *glass ionomer*) sehingga

dapat mencegah terjadinya kebocoran mikro dan karies sekunder.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental sesungguhnya (*true experimental*) menggunakan rancangan *The Randomized Post Test Only Control Group Design*. Bahan penelitian yang dipakai adalah resin komposit konvensional dan resin komposit *glass ionomer*, bakteri *Streptococcus mutans*, bahan penunjang, media isolasi dan numerisasi, *Mueller-Hinton Agar* ditambah 5% darah kambing untuk bakteri *Streptococcus mutans*, media TSH untuk *refresh* bakteri, Bahan NaCl 0,9% untuk membuat kekeruhan. Terdapat tiga kelompok dalam penelitian ini yaitu kelompok kontrol dengan bahan uji standar, kelompok kedua adalah kelompok resin komposit konvensional, dan kelompok ketiga adalah resin komposit *glass ionomer*. Dilakukan observasi setelah 24 jam pasca meletakkan zona hambat dan dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong.

Penanaman *Streptococcus mutans* pada media dan peletakan lempeng resin komposit

Koloni *Streptococcus mutans* dimasukkan ke dalam tabung yang berisi NaCl 0,9%. Dibuat kekeruhan sebanding dengan 10^8 CFU/ml yang setara dengan 0,5 Mac Farland, sehingga dapat terbaca dengan spektrofotometer. Dengan menggunakan lidi kapas steril, *Streptococcus mutans* dioleskan secara merata pada media *Mueller Hinton Agar* + 5% darah kambing (agar darah) pada petri dan diletakkan lempeng-lempeng komposit. Kemudian media dieramkan dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C.

Analisis statistik

Data yang diperoleh diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, dilanjutkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene's Test*. Analisis efek perlakuan menggunakan uji *One way ANOVA*. Uji lanjutan dengan analisis post-hoc LSD dilakukan untuk mencari perbedaan secara berpasangan pada masing-masing kelompok intervensi.¹⁶ Seluruh hasil uji statistik dianggap bermakna apabila nilai $p < 0,05$.

HASIL

Hasil analisis deskriptif diameter zona hambat pada **Tabel 1** dan **Gambar 1**, dimana zona hambat cenderung memiliki diameter yang lebih besar pada kelompok dengan resin komposit *glass ionomer*. Tabel 2 menunjukkan bahwa data memiliki distribusi yang normal dan varian yang homogen ($p > 0,05$) sehingga uji ANOVA dapat digunakan untuk melakukan perbandingan antar kelompok intervensi.

Pada kelompok kontrol ditemukan diameter zona hambat kelompok kontrol adalah $4,23 \pm 0,06$, diameter zona hambat kelompok resin konvensional adalah $8,31 \pm 0,10$, dan diameter zona hambat dari resin *glass ionomer* adalah $11,77 \pm 0,16$. Melalui analisis uji ANOVA didapatkan



nilai $p=0,001$ yang menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna diantara kelompok intervensi sehingga hal ini harus ditelusuri lebih mendetail menggunakan uji *post-hoc* (Tabel 3).

Melalui uji *post-hoc*, ditemukan adanya diameter zona hambat resin komposit konvensional lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol ($p=0,001$; beda rerata 2,09), diameter zona hambat resin komposit *glass ionomer* lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol ($p=0,001$; beda rerata 7,54), kemudian diameter zona hambat resin resin komposit *glass ionomer* lebih besar dibandingkan dengan resin komposit konvensional ($p=0,001$; beda rerata 3,45). Melalui temuan tersebut dapat diketahui bahwa resin komposit *glass ionomer* memiliki daya hambat yang lebih baik pada *S. mutans* dibandingkan dengan resin komposit konvensional (Tabel 4).

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Diameter Zona Hambat (mm)

Sampel Nomer	Kontrol	RK Konvensional	RK Glass ionomer
1	4,3	8,5	12,0
2	4,3	8,7	11,5
3	4,2	8,0	11,0
4	4,1	8,0	12,1
5	4,2	8,2	11,7
6	4,2	8,3	11,9
7	4,3	8,5	12,3

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data Masing-masing Kelompok

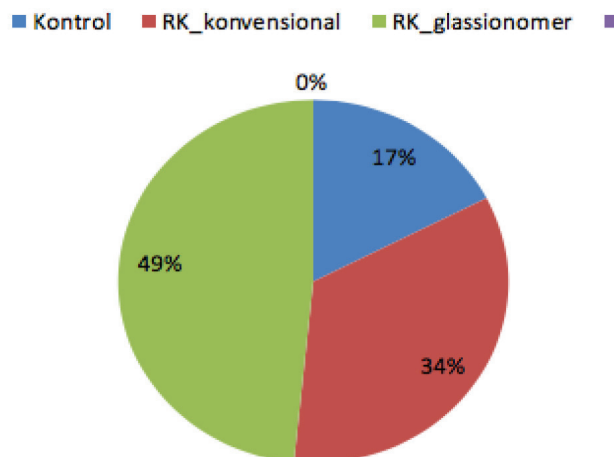
Kelompok Perlakuan	n	p
Kontrol	7	0,545
RK konvensional	7	0,519
RK <i>glass ionomer</i>	7	0,622
Uji Homogenitas Zona Hambat		0,140

Tabel 3. Rerata diameter zona hambat antar kelompok sesudah diberikan perlakuan

Kelompok Subjek	Rerata Diameter	Zona Hambat	SB	F	P
Kontrol	7	4,23	0,06		
RK konvensional	7	8,31	0,10	1071	0,001*
RK <i>glass ionomer</i>	7	11,77	0,16		

Tabel 4. Beda Nyata Terkecil diameter zona hambat antar Dua Kelompok (mm)

Kelompok	Beda Rerata	P
Kontrol dan RK konvensional	4,09	0,001*
Kontrol dan RK <i>glass ionomer</i>	7,54	0,001*
RK konvensional dan RK <i>glass ionomer</i>	3,45	0,001*



Gambar 1. Grafik diameter zona hambat

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, zona hambat terbentuk pada seluruh sampel, dimana diameter zona hambat pada sampel resin komposit konvensional relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan diameter zona hambat resin komposit *glass ionomer*. Terbentuknya zona hambat ini merupakan efek dari adanya kandungan fluor pada sampel yang digunakan. Fluor dapat mempengaruhi fisiologi sel mikroba melalui dua mekanisme: (1) inhibisi enzim pada *intact* sel, secara langsung maupun dalam bentuk metal *complexes*; atau (2) meningkatkan permeabilitas proton membran sel. Adanya kandungan fluor dapat memicu remineralisasi serta menghambat pertumbuhan dan metabolisme bakteri penyebab karies.^{17,8,9}

Diameter zona hambat yang berbeda disebabkan oleh komposisi dan karakteristik pelepasan fluor yang berbeda. Perbedaan ini mencakup empat faktor sebagai berikut: Faktor pertama adalah tipe partikel bahan pengisi (*filler*) yang berbeda. Pada sampel resin komposit konvensional, bahan ini mengandung matriks BIS-GMA, UDMA dan sejumlah kecil TEGDMA dengan partikel bahan pengisi silika berukuran 5-20 nm. Menggunakan teknologi nano (*"nanotechnology"*) dimana partikel yang digunakan hanya berukuran 0,1-100 nm. Tujuannya adalah untuk menghasilkan resin komposit yang dapat dipoles sehalus komposit *microfiller*, dengan kekuatan setara dengan komposit *hybrid*. Partikel bahan pengisi (*filler*) yang terkandung pada resin komposit konvensional ini berupa Barium (Ba)-*glasses* yang bersifat *inert*, artinya tidak mudah larut dalam air atau cairan saliva. Fluor yang terkandung pada *filler Ba-glasses* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat larut dalam air atau cairan saliva. Sampel yang digunakan pada penelitian ini diinkubasi selama 24 jam. Hanya sedikit fluor yang terlarut dalam periode waktu tersebut sehingga hal ini juga berpengaruh pada pembentukan zona hambat.¹⁸

Sedangkan pada sampel resin komposit *glass ionomer*, mengandung *Urethan dimethacrylate* (UDMA), *Tetracarboxylic acid-hydroxyethylmethacrylate-ester* (TCB



Resin), Alkanoyl-poly-methacrylate, Photo initiators, Butyl hydroxy toluene, Iron oxide pigments dengan tipe partikel bahan pengisi (*filler*) berupa *Strontium-fluoro-silicate glasses*. Tipe partikel bahan pengisi (*filler*) ini memiliki sifat lebih mudah larut dalam air maupun cairan saliva, sehingga lebih mudah melepas fluor. Tingkat pelepasan fluor pada *filler Strontium glasses* lebih tinggi bila dibandingkan dengan *filler Barium glasses*, sehingga berpengaruh terhadap pembentukan dan diameter zona hambat.^{19,23}

Faktor kedua yang membedakan diameter zona hambat adalah ukuran partikel bahan pengisi (*filler*). Pada resin komposit konvensional, ukuran partikel bahan pengisi adalah sebesar 20 nm, sedangkan pada resin komposit *glass ionomer*, ukuran partikel bahan pengisi hanya sebesar 8 nm. Ukuran partikel bahan pengisi ini akan berpengaruh pada tingkat kelarutan fluor. Dengan ukuran yang lebih kecil, fluor lebih mudah larut sehingga diameter zona hambat yang terbentuk juga lebih besar.^{8,24}

Faktor ketiga yang menyebabkan perbedaan diameter zona hambat adalah jumlah kandungan fluor. Pada resin komposit konvensional, kandungan fluoride lebih rendah jika dibandingkan dengan resin komposit *glass ionomer*, sehingga melepaskan lebih sedikit fluor saat bereaksi dengan *polyacrylic acid*. Pada resin komposit konvensional, kandungan fluor mencapai 63% volume, sedangkan pada resin komposit *glass ionomer*, kandungan fluor mencapai 83% volume pada resin komposit *glass ionomer*, fluor dalam bentuk *strontium* atau *ytterbium fluoride* ini mampu melepas kation fluoride bebas di bawah kondisi klinis. Fluor terdapat pada *reactive glass filler*, dan akan dilepaskan apabila terjadi reaksi antar *glass filler* dengan bahan asam yang dipicu oleh adanya penyerapan air (lembab) ke dalam. Fluor akan dilepaskan apabila terjadi peningkatan kondisi lingkungan yang asam dan sebagai penyeimbang (*buffer*) bagi asam laktat. Bahan ini mampu bertindak sebagai *reservoir fluoride* dengan mengabsorpsi fluoride dari lingkungannya, seperti pada waktu aplikasi fluoride topikal, dan dengan cara ini bahan ini dapat mengisi persediaan fluoride.^{19,25-30}

Faktor keempat yang mempengaruhi perbedaan diameter zona hambat adalah adanya efek pelepasan fluoride awal ("*initial fluoride burst effect*") yang berbeda. Resin komposit konvensional tidak memiliki *initial fluoride burst effect*. Pada resin komposit konvensional, saat fluor didispersikan ke lingkungan, akan terbentuk rongga pada resin komposit. Sebagian besar fluor dilepaskan selama proses *setting* resin komposit dan sebagian kecil sisanya akan dilepaskan perlahan-lahan hingga habis dengan volume yang cenderung stabil. Tidak ada pelepasan yang cukup tinggi dalam 24 jam pertama. Fluor dilepaskan secara merata dan perlahan-lahan ke lingkungan. Pelepasan fluor yang terjadi adalah melalui "*exchange reaction*". Seperti diketahui, salah satu sifat resin komposit adalah adanya penyerapan air. Air yang masuk akan mengakibatkan pelepasan fluor ke lingkungan.³¹

Sedangkan pada resin komposit *glass ionomer*, tingkat pelepasan fluor cukup tinggi dalam 24 jam pertama. Efek

ini yang disebut dengan *initial fluoride burst effect*. Pelepasan fluor dalam 24 jam pertama mencapai 8-15 ppm, kemudian terus menurun hingga mencapai 1-2 ppm dalam 7 hari kemudian stabil dari hari ke-10 hingga hari ke-21.³²⁻³⁴

Resin komposit *glass ionomer* terus melepaskan fluor perlahan-lahan dalam jumlah kecil secara *in vitro* (sekitar 1-2 ppm, tergantung dari ukuran sampel) hingga mencapai 1-2 tahun. Efek "*burst*" pada resin komposit *glass ionomer* inilah yang mengakibatkan pelepasan fluor dalam 24 jam pertama cukup besar, sehingga menghasilkan diameter zona hambat yang juga besar.^{19,25,35,36}

Pada sebuah penelitian, didapatkan konsentrasi rata-rata pelepasan fluor dalam 24 jam pertama, pada sampel dengan ketebalan 1,5 mm dan diameter 6 mm, adalah sebesar 22-65 ppm dalam 6 jam pertama, kemudian menurun hingga 3-20 ppm dalam 18-24 jam berikutnya.^{19,24,32} Sebuah penelitian lain mengenai pelepasan fluor tahap awal terhadap sejumlah resin komposit (dengan ketebalan 1,5 mm dan diameter 6 mm) mencapai 0,04-2,7 ppm dalam 24 jam dan menurun hingga 0,02-2 ppm dalam 30-60 hari.^{19,24} Pelepasan fluor dalam seminggu pada sampel berukuran tebal 1 mm dan diameter 15 mm juga dilaporkan menurun dari 3-4 ppm hingga 1-2 ppm dalam beberapa minggu. Tingkat pelepasan fluor pada *artificial saliva*, asam laktat maupun air mencapai kurang dari 0,5 µg/mm² selama 90-120 hari.^{25,26,37} Pelepasan fluor ini akan terus berlanjut dan menurun hingga sekitar 5 tahun masa restorasi resin komposit.^{24,38,39}

SIMPULAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa resin komposit *glass ionomer* menghambat bakteri *S. mutans* jauh lebih baik dibandingkan dengan resin komposit konvensional. Zona hambat yang terbentuk adalah merupakan efek dari kandungan fluor; dan diameter zona hambat yang berbeda antar kedua kelompok sampel disebabkan oleh empat hal: (1) tipe partikel bahan pengisi; (2) ukuran partikel bahan pengisi; (3) jumlah kandungan fluor; dan (4) adanya "*initial fluoride burst effect*".

DAFTAR PUSTAKA

1. Haller B, Trojanski A. Effect of Multistep Dentin Bonding Systems and Resin-Modified *Glass ionomer* Cement Liner on Marginal Quality of Dentin-Bonded Resin Composite Class II Restorations. *Clin Oral Investig*. 1998;2(3):130-6
2. Kuramoto A, Imazato S, Walls AW, Ebisu S. Inhibition of Root Caries Progression by an Antibacterial Adhesive. *J Dent Res*. 2005;84(1):89-93.
3. Ferdianakis K. Microleakage Reduction From Newer Aesthetic Restorative Materials in Permanent Molars. *J Clin Pediatr Dent*. 1998;22(3):221-9.
4. Gaengler P, Hoyer I, Montag R. Clinical Evaluation of Posterior Composite Restoration; The 10-year report. *J Adhes Dent*. 2001;3(2):185-94.
5. Imazato S, Ebi N, Takahashi Y, Kaneko T, Ebisu S, Russell



- RRB. Antibacterial Activity of Bactericide-Immobilized Filler for Resin-Based Restoratives. *J Biomaterials*. 2003;24:3605-09.
6. Glasspoole EA, Erickson RL, Davidson CL. A Fluoride Releasing Composite For Dental Applications. *Dent Mater*. 2001;17:127-33.
7. Nakajo K, Imazato S, Takahashi Y, Kiba W, Ebisu S, Takahashi N. Fluoride Released from Glass-Ionomer Cement Is Responsible To Inhibit The Acid Production of Caries-Related Oral Streptococci. *Dent Mater*. 2009;25:703-08.
8. Dionysopoulos P, Kotsanos N, Koliniotou-Koubia E, Tolidis K. Inhibition of Demineralization In Vitro Around Fluoride Releasing Materials. *J Oral Rehabil*. 2003;30:1216-22.
9. Wiegand A, Buchalla W, Attin T Review On Fluoride Releasing Restorative Materials — Fluoride Release And Uptake Characteristics, Antibacterial Activity And Influence On Caries Formation. *Dent Mater*. 2007;23:343-62.
10. Papacchini F, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Garcia-Godoy F, Ferarri M. Microtensile Bond Strength To Ground Enamel By Glass-Ionomers, Resin-Modified Glass-Ionomers, And Resin Composites Used As Pit And Fissure Sealants. *J Dent*. 2005;33:459-67.
11. Ikemura K, Tay FR, Kouro Y, Endo T, Yoshiyama M, Miyai K, Pashley DH. Optimizing Filler Content in an Adhesive System Containing Pre-Reacted Glass-Ionomer Fillers. *Dent Mater*. 2003;19:137-46.
12. Scougall, Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Hotta M, Yamamoto K. Shear Bond Strength Of A New Fluoride Releasing Orthodontic Adhesive. *Dent Mater J*. 2007; 26:45-51.
13. Han L, Edward CV, Li M, Niwano K, Neamat AB, Okamoto A, Honda N, Iwaku M. Effect of Fluoride Mouth Rinse on Fluoride Releasing and Recharging from Aesthetic Dental Materials. *Dent Mater J*. 2002;21:285-95.
14. Hirose M, Saku S, Yamamoto K, Analysis of Film Layer Formed on S-PRG Resin Surface. *Jpn J Conserv Dent*. 2006;49:309-19.
15. Yoshida K, Saku S, Ohashi S, Yamamoto K. Anti-Plaque Of New Fluoride Release Adhesion System. *Jpn J Conserv Dent*. 2008;51:493-501.
16. Santoso S. *Statistik Parametrik dan Non Parametrik, Konsep dan Aplikasinya dengan SPSS*. Jakarta: Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta. 2010. p.82-90.
17. Jawetz, Melnick, Adelberg, editor. *Mikrobiologi Kedokteran edisi ke-23*. Jakarta: EGC. 2005. p.199-200.
18. Herrera M, Castillo A, Bravo M, Liébana J, Car-rión P. Antibacterial Activity of Resin Adhesives, Glass ionomer and Resin-Modified Glass ionomer Cements and a Compomer in Contact with Dentin. *Oper Dent*. 1998;27:395-402.
19. Attar N, Onen A. Fluoride Release and Uptake Characteristics of Aesthetic Restorative Materials. *J Oral Rehabil*. 2002;29:791-8.
20. Sales D, Sae-Lee D, Matsuya S, Ana ID. Short-Term Fluoride And Cations Release From Polyacid-Modified Composites In A Distilled Water And An Acidic Lactate Buffer. *Biomaterials*. 2003;24:1687-96.
21. Muller U, Kielbassa AM, Schulte-Mo¨nting J, Hellwig E. Fluoride Release from Light-Curing Restorative Materials. *Am J Dent*. 2000;13:301-4.
22. Vercruyse CW, De Maeyer EA, Verbeeck RM. Fluoride Release of Polyacid-Modified Composite Resins With And Without Bonding Agents. *Dent Mater*. 2001;17:354-8.
23. Abu-Bakr NH, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Effect of Alcoholic and Low-pH Soft Drinks on Fluoride Release from Compomer. *J Esthet Dent*. 2000;12:97-104.
24. Attar N, Turgut MD. Fluoride Release and Uptake Capacities of Fluoride-Releasing Restorative Materials. *Oper Dent*. 2003;28:395-402.
25. Karantakis P, Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y. Fluoride Release from Three Glass ionomers, a Compomer, and a Composite Resin in Water, Artificial Saliva, and Lactic Acid. *Oper Dent*. 2000;25:20-5.
26. Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride Release From Glass-Ionomer Cements, Compomers And Resin Composites. *J Oral Rehabil*. 2001;28:26-32.
27. Asmussen E, Peutzfeldt A. Long-term Fluoride Release from A Glass ionomer Cement, a Compomer, and from Experimental Resin Composites. *Acta Odontol Scand*. 2002;60:93-7.
28. Preston AJ, Agalamanyi EA, Higham SM, Mair LH. The Recharge of Esthetic Dental Restorative Materials With Fluoride In Vitro—Two Years' Results. *Dent Mater*. 2003;19:32-7.
29. Nicholson JW. Review: Polyacid-Modified Composite Resins ("Compomers") and Their Use In Clinical Dentistry. *Academy of Dental Materials*. 2007; 23:615-22.
30. Rølla G, Ekstrand J. Fluoride in Oral Fluids and Dental Plaque. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA, editors. *Fluoride in Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard. 1996. p. 215-29.
31. Hamilton IR, Bowden GHW. Fluoride Effects on Oral Bacteria. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA, editors. *Fluoride in Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard. 1996. p.230-51.
32. Yap-Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK. Short-term Fluoride Release From Various Aesthetic Restorative Materials. *Oper Dent*. 2002;27:259-65.
33. Hayacibara MF, Ambrozano GM, Cury JA. Simultaneous Release of Fluoride and Aluminum from Dental Materials in Various Immersion Media. *Oper Dent*. 2004;29:16-22.
34. Gao W, Smales RJ, Gale MS. Fluoride Release/Uptake from Newer Glass-Ionomer Cements Used With the ART Approach. *Am J Dent*. 2000;13:201-4.
35. Hicks J, Garcia-Godoy F, Donly K, Flaitz C. Fluoride-



- Releasing Restorative Materials and Secondary Caries. *J Calif Dent Assoc.* 2003;31:229–45.
36. Yip HK, Smales RJ. Fluoride Release From A Polyacid-Modified Resin Composite And 3 Resin-Modified Glass-Ionomer Materials. *Quintessence Int.* 2000;31:261–6.
37. Imazato S, Russell RRB, McCabe JF. Antibacterial Activity of MDPB Polymer Incorporated in Dental Resin. *J Dent.* 1995;23:177-81.
38. Xu X, Burgess JO. Compressive Strength, Fluoride Release And Recharge Of Fluoride-Releasing Materials. *Biomaterials.* 2003;24:2451–61.
39. Xu HH, Eichmiller FC, Antonucci JM, Schumacher GE, Ives LK. Dental Resin Composites Containing Ceramic Whiskers And Precured *Glass ionomer* Particles. *Dent Mater.* 2000;16:356–63.



This work is licensed under
a Creative Commons Attribution