

NASKAH PUBLIKASI

**PERBEDAAN KEBOCORAN MIKRO *SMART DENTIN REPLACEMENT*,
SEMEN IONOMER KACA DAN *FLOWABLE* RESIN KOMPOSIT SEBAGAI
ORIFICE BARRIER PADA GIGI PASCA
PERAWATAN SALURAN AKAR**



Disusun Oleh:

**EMILISA INDAH SARI
20140340110**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

**PERBEDAAN KEBOCORAN MIKRO SMART DENTIN REPLACEMENT,
SEMEN IONOMER KACA DAN FLOWABLE RESIN KOMPOSIT SEBAGAI
ORIFICE BARRIER PADA GIGI PASCA
PERAWATAN SALURAN AKAR**

**THE DIFFERENCES OF MICROLEAKAGE SMART DENTIN REPLACEMENT,
GLASS IONOMER CEMENT AND FLOWABLE RESIN COMPOSITE AS
ORIFICE BARRIER IN ROOT CANAL TREATED TEETH**

Emilisa Indah Sari¹, Erma Sofiani²

¹Program Sarjana, Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

²Departemen Konservasi Kedokteran Gigi, Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Korespondensi: emilisaindahsari@gmail.com

Abstract

The final restoration is an important factor in successful root canal treatment. Inadequate final restoration leads to bacterial and salivary penetration in the root canal, causing a treatment failure. Placement of the orifice barrier under the final restoration could reduce saliva and bacterial contamination in the root canal. This study aimed to determine the differences in microleakage between Smart Dentin Replacement, Glass Ionomer Cement and Flowable Resin Composite as orifice barrier in root canal treated teeth.

The design of this study was laboratory experimental. The sample was 27 premolars teeth with 1 or 2 mandibular permanent teeth that had been extracted and divided into 3 groups: Smart Dentin Replacement, Glass Ionomer Cement and Flowable Resin Composite. Teeth were prepared by crown-down method and obturated with gutta-percha and AH Plus. After placement of the orifice barrier with the thickness of 4 mm, the teeth were immersed in 2% methylene blue solution at 37°C for 24 hours. Teeth sectioned in buccolingual direction and observation of microleakage using stereomicroscope at 10x magnification.

One-Way ANOVA results showed $p = 0,000$ ($p < 0.05$) which means there were microleakage differences between Smart Dentin Replacement, Glass Ionomer Cement and Flowable Resin Composite. Tukey Post Hoc results showed significantly different glass ionomer cement ($p < 0.05$) compared to Smart Dentin Replacement and flowable resin composite. Smart Dentin Replacement has the smallest microleakage value of 1.70, but does not differ significantly with flowable composite resin.

Keywords: *microleakage, orifice barrier, Smart Dentin Replacement, Glass Ionomer Cement, flowable resin composite*

Abstrak

Restorasi akhir merupakan faktor yang berpengaruh dalam keberhasilan perawatan saluran akar. Restorasi akhir yang tidak adekuat dapat menyebabkan penetrasi bakteri dan saliva ke dalam saluran akar, sehingga menyebabkan kegagalan perawatan. Penempatan *orifice barrier* di bawah restorasi akhir dapat mengurangi kontaminasi saliva dan bakteri ke dalam saluran akar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan kebocoran mikro antara *Smart Dentin Replacement*, Semen Ionomer Kaca dan *Flowable Resin Komposit* sebagai *orifice barrier* pada gigi pasca perawatan saluran akar.

Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Sampel penelitian adalah 27 gigi premolar 1 atau 2 mandibula permanen yang telah dicabut dan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok *Smart Dentin Replacement*, semen ionomer kaca dan *flowable resin komposit*. Gigi di preparasi dengan metode *crown down* dan di obturasi menggunakan gutta percha dan AH Plus. Setelah penempatan *orifice barrier* dengan ketebalan 4 mm, gigi direndam dalam larutan metilen biru 2% pada suhu 37°C selama 24 jam. Gigi dibelah dari arah *bucco-lingual* dan pengamatan kebocoran mikro menggunakan stereomikroskop perbesaran 10x.

Hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan kebocoran mikro antara *Smart Dentin Replacement*, Semen Ionomer Kaca dan *Flowable Resin Komposit*. Hasil uji *Post Hoc Tukey* menunjukkan semen ionomer kaca berbeda secara signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan dengan *Smart Dentin Replacement* dan *flowable resin komposit*. *Smart Dentin Replacement* memiliki nilai kebocoran mikro yang paling kecil yaitu sebesar 1,70, akan tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan *flowable resin komposit*.

Kata kunci: kebocoran mikro, *orifice barrier*, *Smart Dentin Replacement*, semen ionomer kaca, *flowable resin komposit*

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar merupakan suatu perawatan yang bertujuan untuk mengendalikan infeksi bakteri dalam saluran akar¹. Gigi pasca perawatan saluran akar memerlukan restorasi yang adekuat untuk mencegah kebocoran koronal yang dapat menyebabkan infeksi bakteri berulang². Gigi pasca perawatan saluran akar mengalami kehilangan struktur gigi akibat prosedur preparasi dan perubahan yang terjadi pada dentin menimbulkan kesulitan bagi klinisi dalam melakukan restorasi³.

Kebocoran koronal akibat restorasi yang tidak adekuat dapat menyebabkan bahan pengisi saluran akar terpapar oleh cairan rongga mulut⁴. Bahan pengisi saluran akar seperti gutta percha dan sealer tidak mampu menahan penetrasi saliva dan bakteri ke dalam saluran akar, sehingga dapat menyebabkan kontaminasi ulang dan

kegagalan perawatan⁵. Penggunaan *orifice barrier* merupakan metode yang efisien mengurangi kebocoran koronal pada gigi pasca perawatan saluran akar⁶.

Material kedokteran gigi yang digunakan sebagai *orifice barrier* diletakkan pada *orifice* sebagai lapisan kedua perlindungan terhadap kontaminasi bakteri jika restorasi mengalami kerusakan⁵. Kriteria material kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah penempatan material mudah dilakukan oleh operator, berikatan dengan struktur gigi, tidak mengganggu perlekatan restorasi permanen, dapat dibedakan dengan struktur gigi, serta dapat menutup *orifice* dengan baik atau memiliki kebocoran mikro yang rendah⁷. Beberapa material kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah *cavit*, amalgam, *intermediate restorative material (IRM)*, *Super-EBA*, resin komposit, semen ionomer kaca

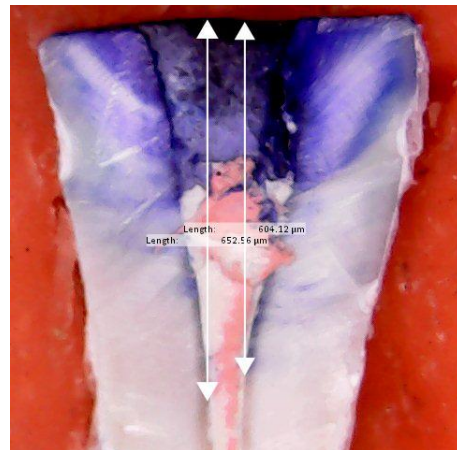
(SIK), *mineral trioxide aggregate* (MTA) dan *calcium enriched mixture* (CEM) *cement*⁸.

Kebocoran mikro yang rendah merupakan salah satu kriteria material yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier*⁷. Penelitian mengenai kebocoran mikro pada material kedokteran gigi yang digunakan sebagai *orifice barrier* terus dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut terus dilakukan untuk menemukan bahan yang memiliki tingkat kebocoran mikro paling rendah, sehingga dapat mencegah kontaminasi saliva dan bakteri masuk ke saluran akar. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tentang perbedaan kebocoran mikro antara *Smart Dentin Replacement*, Semen Ionomer Kaca dan *Flowable Resin Komposit* sebagai *orifice barrier* pada gigi pasca perawatan saluran akar.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Sampel penelitian adalah gigi premolar 1 atau 2 mandibula permanen yang telah dicabut dan pasca pencabutan dilakukan perawatan saluran akar. Sampel yang digunakan berjumlah 27 gigi pasca pencabutan yang dibagi dalam 3 kelompok yaitu kelompok *Smart Dentin Replacement*, semen ionomer kaca dan *flowable* resin komposit. Gigi di preparasi dengan metode *crown down* dan pengisian saluran akar menggunakan gutta percha dan AH Plus sebagai sealer. Setelah perawatan saluran akar selesai, dilakukan penempatan *orifice barrier* yaitu *Smart Dentin Replacement*, semen ionomer kaca dan *flowable* resin komposit dengan ketebalan 4mm. Setelah penempatan *orifice barrier* dilakukan rontgen gigi untuk melihat kerapatan bahan pengisian saluran akar dan *orifice barrier*.

Gigi diinkubasi dalam saliva buatan dengan suhu 37°C selama 24 jam. Setelah dikeringkan, gigi dilapisi 2 lapis *nail varnish* dan malam dari apikal hingga CEJ. Kemudian, gigi direndam dalam larutan metilen biru 2% pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya gigi dibelah dari arah *bucco-lingual*. Pengamatan kebocoran mikro dilakukan dibawah stromikroskop dengan perbesaran 10x. Pengukuran besarnya penetrasi larutan pewarna dari arah koronal hingga apikal dalam skala milimeter menggunakan program *image raster 3.0*.



Gambar 1. Cara pengukuran penetrasi larutan pewarna

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian diperoleh rata-rata pengukuran penetrasi larutan pewarna pada kelompok *Smart Dentin Replacement*, *Flowable Resin Komposit* dan Semen Ionomer Kaca berturut – turut adalah 1,70 mm, 1,90 mm dan 3,92 mm (tabel 1).

Tabel 1. Rata – rata hasil pengukuran larutan pewarna setiap kelompok

Kelompok perlakuan	N	Rata-rata	Standar deviasi	Minimum	Maksimum
<i>Smart Dentin Replacement</i>	9	1,70850	43,201672	121,765	246,740
<i>Flowable Resin Komposit</i>	9	1,90691	50,437609	116,385	256,315
Semen Ionomer Kaca	9	3,92135	108,463835	269,770	628,340

Seluruh data yang diperoleh kemudian dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui data

terdistribusi normal atau tidak dan uji homogenitas untuk mengetahui data yang diperoleh memiliki variansi yang

sama atau homogen. Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa data terdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji

One-Way ANOVA untuk mengetahui perbedaan rata-rata data dari ketiga kelompok perlakuan (tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji statistik *One-Way ANOVA* data kebocoran mikro bahan *orifice barrier*

Kelompok perlakuan	Sig.
<i>Smart Dentin Replacement</i> <i>Flowable Resin Komposit</i> Semen Ionomer Kaca	0,000

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa seluruh data memiliki nilai signifikansi $<0,05$ yaitu sebesar 0,000. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kebocoran mikro antara ketiga kelompok perlakuan yaitu *Smart Dentin Replacement*, *Flowable*

Resin Komposit dan Semen Ionomer Kaca sebagai bahan *orifice barrier*.

Uji statistik dilanjutkan dengan melakukan uji *Post Hoc* untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda dan tidak berbeda secara signifikan dari ketiga kelompok tersebut (tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji *Post hoc* data kebocoran mikro bahan *orifice barrier*

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Sig.
<i>Smart Dentin Replacement</i>	<i>Flowable Resin Komposit</i>	.836
	Semen Ionomer Kaca	.000
<i>Flowable Resin Komposit</i>	<i>Smart Dentin Replacement</i>	.836
	Semen Ionomer Kaca	.000
Semen Ionomer Kaca	<i>Smart Dentin Replacement</i>	.000
	<i>Flowable Resin Komposit</i>	.000

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa perbandingan kebocoran mikro antara kelompok *Smart Dentin Replacement* dan kelompok *Flowable Resin Komposit* tidak berbeda secara signifikan ($p > 0,05$) yaitu sebesar 0,836. Perbandingan kebocoran mikro kelompok Semen Ionomer kaca dengan kelompok *Smart Dentin Replacement* dan kelompok *Flowable Resin Komposit* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan kelompok tersebut memiliki perbedaan yang signifikan.

PEMBAHASAN

Keberhasilan perawatan saluran akar ditentukan oleh restorasi akhir yang adekuat. Restorasi akhir yang tidak adekuat menyebabkan penetrasi bakteri dan saliva ke dalam saluran akar. Kondisi ini dapat menyebabkan kontaminasi ulang dan kegagalan perawatan. Penempatan bahan

kedokteran gigi sebagai *orifice barrier* di bawah restorasi akhir dapat mengurangi kontaminasi saliva dan bakteri ke dalam saluran akar⁹. Bahan *orifice barrier* dapat diaplikasikan dengan ketebalan 1-4 mm sebagai pertahanan kedua jika restorasi akhir mengalami kerusakan¹⁰. Penelitian mengenai hubungan kebocoran *orifice barrier* dengan ketebalan bahan belum banyak dilaporkan.

Pada penelitian ini, ketebalan bahan yang digunakan adalah 4 mm dengan asumsi semakin tebal bahan maka kebocoran mikro semakin rendah. Pendapat ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Olmez *et al.*¹¹ (2008) tentang kebocoran koronal MTA sebagai *orifice barrier* dengan ketebalan 1 mm, 2 mm, 3 mm dan 4 mm. Hasil penelitian tersebut menjelaskan MTA dengan ketebalan 4 mm menunjukkan kebocoran yang paling rendah. Perbedaan pendapat ditulis dalam

penelitian Ghulman and Gomaa¹² (2012) yang menjelaskan bahwa ketebalan *orifice barrier* 4 mm terlalu tebal dan hal ini menyebabkan kesulitan dalam proses pengambilan bahan jika prosedur *retreatment* diperlukan, sehingga ketebalan bahan yang disarankan adalah 2-3 mm.

Bahan kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah *cavit*, amalgam, *intermediate restorative material* (IRM), *Super-EBA*, resin komposit, semen ionomer kaca (SIK), *mineral trioxide aggregate* (MTA) dan *calcium enriched mixture* (CEM) *cement*⁸. Kriteria bahan kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* menurut Wolcott *et al.*⁷ (1999) yaitu penempatan material mudah dilakukan oleh operator, berikatan dengan struktur gigi, tidak mengganggu perlekatan restorasi permanen, mudah dibedakan dengan struktur gigi, serta memiliki kerapatan

yang baik untuk mencegah kebocoran mikro.

Kebocoran mikro material dapat diuji dengan beberapa metode seperti penetrasi larutan pewarna, penetrasi bakteri, dan *fluid filtration*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah penetrasi larutan pewarna karena merupakan metode yang sering digunakan untuk penelitian kebocoran mikro, murah dan mudah digunakan. Larutan pewarna yang digunakan pada penelitian ini adalah metilen biru, karena mudah dilakukan manipulasi dan memiliki berat molekul lebih kecil daripada toksin bakteri. Kekurangan metode ini adalah hilangnya larutan pewarna ketika proses pembersihan dan pemotongan gigi, sehingga pengukuran penetrasi larutan pewarna secara maksimal sulit dilakukan¹³.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebocoran mikro tiga bahan kedokteran gigi yaitu *Smart*

Dentin Replacement, Semen Ionomer Kaca dan *Flowable Resin Komposit* yang digunakan sebagai *orifice barrier* pada gigi pasca perawatan saluran akar. Hasil uji statistik *One-Way ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan kebocoran mikro antara *Smart Dentin Replacement*, Semen Ionomer Kaca dan *Flowable Resin Komposit* sebagai bahan *orifice barrier*, sehingga dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian ini diterima.

Kebocoran mikro material restorasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan dimensi material akibat polimerisasi *shrinkage*, kontraksi thermal dan penyerapan air¹⁴. Adhesi yang tidak adekuat dengan struktur gigi akibat terbentuknya *smear layer* juga dapat menjadi penyebab kebocoran mikro¹⁵.

Kelompok Semen Ionomer Kaca menunjukkan nilai rata-rata kebocoran mikro yang paling besar dibandingkan

dengan kelompok *Smart Dentin Replacement* dan *Flowable Resin Komposit*, yaitu sebesar 3,92. Hasil uji *Post hoc* juga menunjukkan bahwa Semen Ionomer Kaca berbeda secara signifikan dibandingkan dengan *Smart Dentin Replacement* dan *Flowable Resin Komposit*. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yavari *et al.*⁶ (2012) yang melaporkan bahwa Semen Ionomer Kaca menunjukkan kebocoran mikro paling besar dibandingkan dengan *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) dan resin komposit.

Kebocoran mikro semen ionomer kaca pada penelitian ini dapat disebabkan karena peneliti tidak mengaplikasikan asam poliakrilat sebagai *dentin conditioner*. Asam poliakrilat digunakan sebelum aplikasi semen ionomer kaca untuk menghilangkan *smear layer*. *Smear layer* yang terbentuk akibat prosedur

preparasi dapat mengganggu ikatan semen ionomer dengan struktur gigi¹⁶. Faktor lain yang dapat menyebabkan kebocoran mikro adalah semen ionomer kaca yang digunakan pada penelitian ini memiliki karakteristik viskositas yang tinggi karena rasio serbuk dan larutan yang tinggi dan pengurangan ukuran partikel kaca. Viskositas yang tinggi mengakibatkan bahan tidak dapat mengalir pada seluruh dinding kavitas dengan baik. Kondisi ini menyebabkan terjadinya kebocoran mikro¹⁷.

Pada penelitian ini, semen ionomer kaca yang digunakan adalah semen ionomer kaca tipe II (*Fuji IX GP EXTRA capsule*). Semen ionomer kaca dapat berikatan dengan struktur gigi melalui ikatan kimia antara gugus karboksilat pada asam poliakrilat dengan ion kalsium yang terdapat pada dentin. Fuji IX GP EXTRA memiliki kandungan strontium yang tinggi dan dapat membentuk ikatan yang kuat dengan

struktur gigi. Ion strontium pada semen ionomer kaca dan ion kalsium pada gigi berdifusi membentuk lapisan pertukaran ion, sehingga struktur ikatan ini menyebabkan ikatan yang kuat antara semen ionomer kaca dengan struktur gigi¹⁸. Rasio serbuk dan larutan yang tinggi pada semen ionomer kaca tipe II juga dapat meningkatkan sifat fisik semen ionomer kaca¹⁹. Semen Ionomer Kaca sediaan kapsul dapat mengurangi variabilitas sifat semen ionomer kaca serta kesalahan operator dalam proses manipulasi dapat dihindari²⁰. Keuntungan menggunakan sediaan kapsul adalah rasio serbuk dan cairan yang homogen, proses manipulasi serbuk dan cairan yang baik dengan menggunakan mesin pengaduk yang terstandarisasi serta konsistensi cairan dan hasil yang dapat diprediksi²¹. Pada penelitian ini, peneliti mengalami kesulitan dalam proses aplikasi bahan semen ionomer kaca akibat diameter

ujung tip kapsul terlalu besar ditingkankan dengan diameter orifice barrier.

Kelompok *Smart Dentin Replacement* memiliki nilai kebocoran mikro yang paling kecil dibandingkan dengan kelompok lainnya, yaitu sebesar 1,70. Meskipun, hasil uji *Post hoc* menunjukkan *Smart Dentin Replacement* tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan *flowable* resin komposit. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marurkar *et al.*²² (2017) yang melaporkan bahwa kebocoran mikro *Smart Dentin Replacement* lebih rendah dibanding *Tetric-N-Flow*. *Smart Dentin Replacement* memiliki kandungan *urethane dimethacrylate* yang mengurangi polimerisasi *shrinkage*, sehingga bahan ini mengalami kebocoran mikro yang lebih kecil dibandingkan *flowable* resin komposit. Jumlah bahan pengisi juga mempengaruhi polimerisasi *shrinkage*

resin komposit⁹. *Flowable* resin komposit yang digunakan pada penelitian ini memiliki jumlah bahan pengisi yang lebih rendah dibandingkan *Smart Dentin Replacement*, sehingga *flowable* resin komposit mengalami polimerisasi *shrinkage* dan kebocoran mikro yang lebih besar. *Smart Dentin Replacement* juga memiliki *Self-Leveling* yang membuat bahan ini dapat beradaptasi pada dinding kavitas dengan baik.

Flowable resin komposit memiliki karakteristik viskositas yang rendah sehingga dapat mengalir pada seluruh dinding kavitas dan dapat beradaptasi pada struktur gigi dengan baik¹⁵. Kebocoran mikro *flowable* resin komposit disebabkan karena polimerisasi *shrinkage* akibat kandungan resin matriks yang tinggi²³. Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah *flowable* resin komposit (*Esthet X Flow*) yang

mengandung partikel bahan pengisi nano yang dapat meningkatkan sifat mekanis bahan.

Smart Dentin Replacement dan *flowable* resin komposit direkomendasikan sebagai bahan *orifice barrier*, karena memenuhi beberapa kriteria *orifice barrier*. Kriteria tersebut meliputi penempatan material mudah dilakukan oleh operator, berikatan dengan struktur gigi, serta memiliki kerapatan yang baik untuk mencegah kebocoran mikro.

Kebocoran mikro *orifice barrier* dapat menyebabkan gutta percha dan sealer terpapar oleh saliva dan bakteri, sehingga diperlukan pemilihan sealer yang mempunyai perlekatan yang baik dengan struktur gigi untuk mencegah kontaminasi bakteri dan saliva ke dalam saluran akar. Penggunaan AH Plus sebagai sealer memberikan beberapa keuntungan seperti bahan ini dapat berikatan dengan struktur gigi, memiliki

working-time yang lama, proses manipulasi mudah dan memiliki kerapatan yang baik²⁴. Penggunaan sealer AH Plus pada penelitian ini juga mempengaruhi hasil penelitian. Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Sauaia *et al.*²⁵ (2006) yang melakukan penelitian tentang kebocoran mikro *flowable* resin komposit, *cavit* dan *vitremer* sebagai *intraorifice* dengan menggunakan kandungan eugenol sebagai sealer. Pada penelitian tersebut, kebocoran mikro *flowable* resin komposit lebih besar dibandingkan *cavit* dan *vitremer*. Hal ini disebabkan karena penggunaan sealer dengan kandungan eugenol. Eugenol dapat berpenetrasi ke dalam dentin dan mengurangi kekuatan ikatan antara struktur gigi dengan resin komposit serta mengganggu polimerisasi resin komposit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan kebocoran mikro tiga material kedokteran gigi yang di uji yaitu *Smart Dentin Replacement*, semen ionomer kaca dan *flowable* resin komposit sebagai bahan *orifice barrier* pada gigi pasca perawatan saluran akar.
2. Perbandingan kebocoran mikro antara kelompok *Smart Dentin Replacement* dan kelompok *flowable* resin komposit tidak berbeda secara signifikan.
3. Semen ionomer kaca menunjukkan rata-rata kebocoran mikro paling tinggi dibandingkan dengan kebocoran mikro *Smart Dentin Replacement* dan *flowable* resin komposit.
4. *Smart Dentin Replacement* menunjukkan rata-rata kebocoran mikro paling rendah dibandingkan

dengan kebocoran mikro kelompok semen ionomer kaca dan kelompok *flowable* resin komposit.

SARAN

1. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan *Scannig Electron Microscope* untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.
2. Diharapkan peneliti dapat mengendalikan waktu pencabutan seluruh sampel gigi.
3. Diharapkan penelitian lebih lanjut mengenai *orifice barrier* dengan menggunakan bahan kedokteran gigi terbaru, mengingat perkembangan bahan kedokteran gigi yang terus berkembang.
4. Diharapkan penelitian lebih lanjut mengenai *orifice barrier* dengan ketebalan yang berbeda.
5. Penggunaan SIK tipe I atau III yang mempunyai viskositas rendah

dengan ketebalan 1-2 mm sebagai bahan *orifice barrier*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Estrela, C., Holland, R., Estrela, C. R. de A., Alencar, A. H. G., Sousa-Neto, M.D., and Pecora, J.D. Characterization of Successful Root Canal Treatment. *Brazilian Dental Journal*. 2014;25(1):3–11.
2. Aboobaker, S., Nair, B. G., Gopal, R., Jituri, S., and Veetil, F. R. P. Effect of Intra-Orifice Barriers on The Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth-An Ex-Vivo Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015;9(2):17-20.
3. Faria, A. C. L., Rodrigues, R. C. S., de Almeida Antunes, R. P., de Mattos, M. da G. C., and Ribeiro, R. F. Endodontically Treated Teeth: Characteristics and Considerations to Restore Them. *Journal of Prosthodontic Research*. 2011;55(2):69-74.
4. American Association of Endodontists. Clinical and Biological Implications in Endodontic Success. *Endodontics: Colleagues for Excellence*. 2002.
5. Damman, D., Graziotin-Soares, R., Farina, A. P., and Cecchin, D. Coronal Microleakage of Restorations with or without Cervical Barrier in Root-Filled Teeth. *Revista Odonto Ciencia*. 2012;27(3):208–212.
6. Yavari, H., Samiei, M., Eskandarinezhad, M., Shahi, S., Aghazadeh, M., and Pasvey, Y. An In Vitro Comparison of Coronal Microleakage of Three Orifice Barriers Filling Materials. *Iranian Endodontic Journal*. 2012;7(3):156-160.
7. Wolcott, J. F., Hicks, M. L., and Himel, V. T. Evaluation of Pigmented Intraorifice Barriers in Endodontically Treated Teeth. *Journal of Endodontia*. 1999;25(9):589-592.
8. Yavari, H. R., Samiei, M., Shahi, S., Aghazadeh, M., Jafari, F., Abdolrahimi, M., and Asgary, S. Microleakage Comparison of Four Dental Materials as Intra-Orifice Barriers in Endodontically Treated Teeth. *Iranian Endodontic Journal*. 2012;7(1):25-30.
9. Ozyurek, T., Ozsezer, D.E., Demiroglu, M., and Sari, M.E. Evaluation of Microleakage of Different Intraorifice Barrier Materials in Endodontically Treated Teeth. *Journal of Dental Applications*. 2016;3(3):333-336.
10. Sadeghi, S., Tabari, R., and Hosseini, S. The Effect of Thickness on sealing Ability of Calcium Enriched Cement as a Coronal Seal Barrier. *Journal of Dental Materials and Techniques*. 2017;6(4):166-169.
11. Olmez, A., Tuna, D., Ozdogan, Y.T., and Ulke, A.E. The Effectiveness of Different Thickness of Mineral Trioxide Aggregate on Coronal Leakage in Endodontically Treated Deciduous Teeth. *Journal of Dentistry for Children*. 2008;75(3):260-263.
12. Ghulman, M.A. and Gomma, M. Effect of Intra-Orifice Depth on Sealing Ability of Four Materials in the Orifices of Root-Filled Teeth: An Ex-Vivo Study. *International Journal of Dentistry*. 2012:1-6.
13. Verissimo, D. M. and do Vale, M. S. Methodologies for Assessment of Apical and Coronal Leakage of Endodontic Filling Materials: A

- Critical Review. *Journal of Oral Science*. 2006;48(3):93-98.
14. Fabianelli, A., Pollington, S., Carel, L., Chrysanti, M., and Gorracci, C. The Relevance of Micro - Leakage Studies. *International Dentistry SA*. 2007;9(3):64-74.
 15. Anusavice, K. J. *Phillip's Science of Dental Materials*. 11thed. Philadelphia: Elsevier. 2003:471-479.
 16. Tanumiharja, M., Burrow, M.F., and Tyas, M.J. Microtensile Bond Strengths of Glass Ionomer (Polyalkenoate) Cements to Dentine Using Four Conditioners. *Journal of Dentistry*. 2000;28(1):361-366.
 17. Singla, T., Pandit, I.K., Srivastava, N., Gugnani, N., and Gupta, M. An Evaluation of Microleakage of Various Glass Ionomer Based Restorative Materials in Deciduous and Permanent Teeth: An In Vitro Study. *The Saudi Dental Journal*. 2011;24(1):35-42.
 18. Sidhu, S.K. and Nicholson, J.W. A Review of Glass Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*. 2016;7(16):1-15.
 19. Mount, G. J. *An Atlas of Glass-Ionomer Cements*. 13rded. United Kingdom: Martin Dunitz Ltd. 2002:14.
 20. Upadhya, P. N. and Kishore, G. Glass ionomer cement-The Different Generations. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*. 2005;18(2):158-165.
 21. Noort, R.V. *Introduction to Dental Materials*. 3rded. Philadelphia: Elsevier. 2007.
 22. Marurkar, A., Satishkumar, K.S., and Ratnakar, P. An In Vitro Analysis Comparing Microleakage between Smart Dentin Replacemet and Flowable Composite, when Used as A Liner under Conventional Composite. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 2017;4(6):694-698.
 23. Baroudi, K. and Rodrigues, J.C. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Consideration. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015;9(6):18-24.
 24. Garg, N., Garg, A., Kang, R.S., Mann, J.S., Manchanda, S.K., and Ahuja, B. A Comparison of Apical Seal Produced By Zinc Oxide Eugenol, Metapex, Ketac Endo and AH Plus Root Canal Sealers. *Endodontology*. 2014;26(2):252-258.
 25. Sauaia, T.S., Gomes, B.P.F.A., Pinheiro, E.T., Zaia, A. A., Ferraz, C.C.R., and Filho, F.J.S. Microleakage Evaluation of Intraorifice Sealing Materials in Endodontically Treated Teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;102(2):242-246.