Seal apikal dari sealer berbahan dasar resin epoksi dan berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* (Apical sealing of epoxy resin-based and mineral trioxide aggregate-based root canal sealers)

¹Munirah, ²Aries Chandra Trilaksana, ²Juni Jekti Nugroho

¹Program Dokter Gigi Spesialis Konservasi Gigi

²Bagian Konservasi Gigi

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Makassar, Indonesia

ABSTRACT

This study aimed to compare the apical sealing of epoxy resin-based and mineral trioxide aggregate (MTA)-based root canal sealer. Twenty four permanent central incisors were selected at random and divided into 4 groups (N = 24), namely positive control group, negative control group, Fillapex obturator group (MTA), and TopSeal group (epoxy resin). The samples were decoronated, root canal preparation, then kept in incubator of 37 C for 24 hours. Samples were immersed in india ink for 7 days. The samples were washed with distilled water, dried and nail varnish removed. The samples was grooved longitudinally on both side, and then carefully sectioned. Penetration was measured using a stereo microscope and given score 0-4. Measurements were analyzed statistically. By using the Mann Whitney and Kolmogorov-Smirnov tests, there is no significant difference between the apical sealing of the epoxy resin root canal sealer with MTA root canal sealer based ($p > 0.05$). It means that the apical sealing of the epoxy resin root canal sealer based comparable with MTA root canal sealer based. It was concluded that the apical sealing of epoxy resin-based sealer does not different to the MTA-based sealer.

Key word: sealer, apical sealing, epoxy resin, mineral trioxide aggregate

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan seal apikal dari sealer berbahan dasar resin epoksi dan sealer berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* (MTA). Dua puluh empat gigi insisivus pertama rahang atas permanen dipilih secara acak dan dibagi sama banyak menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok kontrol positif, kelompok kontrol negatif, kelompok yang diobturasi dengan Fillapex (MTA), dan kelompok yang diobturasi dengan TopSeal (resin epoksi). Sampel didekorasi, dipreparasi dan diobturasi, dan disimpan dalam inkubator 37°C selama 24 jam. Sampel direndam dalam tinta india selama 7 hari, lalu dipotong arah bukolingual. Penetrasi diukur dengan menggunakan mikroskop stereo dan diberi skor 0-4. Setelah data dianalisis uji Mann Whitney dan Kolmogorov-Smirnov, diketahui tidak ada perbedaan yang signifikan antara kemampuan seal apikal sealer berbahan dasar resin epoksi dengan MTA ($p > 0,05$), yang berarti kemampuan seal apikal sealer berbahan dasar resin epoksi sebanding dengan sealer berbahan dasar MTA. Disimpulkan bahwa seal apikal sealer berbahan dasar resin epoksi tidak berbeda kemampuannya dengan sealer berbahan dasar MTA.

Kata kunci: sealer, seal apikal, resin epoksi, mineral trioxide aggregate

Koresponden: Munirah, PPDGS Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Tamalanrea-Makassar, Indonesia. E-mail: munirah_amh@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar adalah perawatan pada gigi dengan atau tanpa kelainan jaringan pulpa dan/atau jaringan periapikal.¹ Pada perawatan ini dikenal istilah triad endodontik yang meliputi *access opening, cleaning and shaping* serta obturasi saluran akar.²⁻⁴

Meskipun bahan obturasi saluran akar telah diterima sebagai *gold standar* adalah gutta percha,⁵ tetapi gutta percha tidak dapat melekat pada dinding saluran akar sehingga dibutuhkan pemakaian sealer yang memiliki seal apikal yang baik untuk membantu menciptakan rapatnya penutupan antara gutta percha dengan dinding saluran akar.^{3,4,6} Seal apikal adalah kemampuan sealer untuk memberikan penutupan daerah apikal sehingga dapat mencegah terjadinya *leakage* pada sistem saluran akar.⁴ Saat ini, di bidang

kedokteran gigi, berbagai sealer telah diperkenalkan dengan produk baru yang memiliki sifat fisik yang lebih baik dibanding bahan yang biasa digunakan.^{7,8} Akan tetapi, belum ada sealer yang dapat mencegah *leakage* secara konsisten karena sangat sulit untuk mencegah *leakage* kecuali adanya ikatan sealer yang baik antara struktur gigi dengan bahan inti.^{5,9,10} Ada beberapa macam jenis sealer yang sekarang banyak digunakan, yaitu sealer dengan bahan dasar seng oksida eugenol, kalsium hidroksida, glass ionomer, resin, dan mineral trioxide aggregate (MTA).^{1,11,12}

Sealer dari bahan resin memiliki kemampuan seal yang baik, sehingga penggunaan sealer resin semakin meluas. Pengembangan sealer resin saat ini ditujukan untuk memperbaiki sifat fisiknya dengan menciptakan suatu kondisi monoblok dalam sistem

saluran akar.^{13,14} Kekurangan dari *sealer* berbahan dasar resin yaitu mengalami *shrinkage* saat proses polimerisasi, yang dapat menyebabkan terbentuknya celah pada obturasi saluran akar.^{15,16} Celah tersebut menyebabkan terjadinya kebocoran mikro di daerah apeks, sehingga perlu dipertanyakan lebih lanjut mengenai terjadinya kebocoran mikro pada daerah apeks dari *sealer* berbahan dasar resin ini. Dari Jacob¹⁷ serta Anas dan Ammar,¹⁸ diketahui bahwa *sealer* resin tidak berikatan baik dengan dinding saluran akar terutama jika tidak dilakukan irigasi dengan menggunakan EDTA untuk menghilangkan *smear layer* setelah preparasi saluran akar.^{17,18}

Bahan MTA yang digunakan sebagai *sealer* mampu meregenerasi ligamentum periodontal dan membentuk sementum di dalam ruang saluran akar dan saluran akar aksesoris, sehingga menutupi celah yang dapat mengakibatkan kegagalan perawatan.^{9,16,18} Selain itu, MTA sebagai pasta *sealer* yang memiliki kemampuan *seal* yang tinggi dan dapat merangsang regenerasi sementum. *Sealer* berbahan dasar MTA jika berkontak dengan cairan tubuh akan merangsang pelepasan ion kalsium sehingga terbentuk endapan kristal kalsium fosfat yang menyebabkan *seal* apeks lebih baik. Akan tetapi, belum banyak data yang akurat mengenai *seal* apikal dari *sealer* berbahan dasar MTA ini.^{16,19,20} Untuk melengkapi data tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *seal* apikal dari *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan berbahan dasar MTA.

BAHAN DAN METODE

Semua sampel yang memenuhi kriteria inklusi serta sesuai perkiraan besar sampel, didekorasi dan disisakan akar sepanjang 15 mm. Preparasi saluran akar dilakukan dengan *crown down pressureless technique*, memakai *rotary pro taper files* (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland*) sampai F5, pada setiap pergantian file dilakukan irigasi NaOCl 2,5% dan EDTA 17% menggunakan semprit dan jarum irigasi, dan akuades sebagai pembilas akhir.

Setelah preparasi saluran selesai, saluran akar dikeringkan dengan *paper point* dan sampel dibagi menjadi 4 kelompok dengan besar sampel masing-masing 6 gigi. Dua puluh empat gigi insisivus pertama rahang atas permanen dipilih secara acak. Kelompok

pertama diobturasi dengan *sealer* berbahan dasar resin epoksi (*Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swis*), kelompok kedua menggunakan *sealer* berbahan dasar MTA (*Angelus, Londrina/Parana/Brazil*), kelompok ketiga sebagai kontrol positif yang diobturasi dengan teknik *single cone* dan dilapisi seluruhnya dengan cat kuku termasuk daerah apeks. Kelompok keempat sebagai kontrol negatif yang saluran akarnya tidak diobturasi dan juga tidak dilapisi cat kuku. Obturasi saluran akar menggunakan *gutta percha* ukuran F5, yang dilakukan dengan teknik *single cone*, setelah sebelumnya dilakukan pengulasan *sealer* di dalam saluran akar menggunakan jarum lentulo. Pengisian diperiksa kepadatannya melalui radiografi. Setelah pengisian terlihat baik dan padat, saluran akar ditutup dengan GIC (*GC Corporation, Tokyo, Japan*).

Setelah itu, seluruh sampel disimpan di dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam, lalu direndam di dalam tinta india selama 7 x 24 jam. Sampel dikeluarkan dan dicuci dengan air mengalir, kemudian dibelah dengan teknik *sectioning* dari korona ke apeks dalam arah bukolingual secara longitudinal.

Penetrasi zat warna ditentukan dengan mengukur kedalaman penetrasi tinta yang dievaluasi dari apeks ke korona dengan menggunakan mikroskop stereo, dengan ketentuan skor 0 artinya tidak ada penetrasi tinta, skor 1 artinya penetrasi tinta 0-0,5 mm, skor 2 artinya penetrasi tinta 0,5-1 mm, skor 3 artinya penetrasi tinta 1-2 mm, dan skor 4 artinya penetrasi tinta >2 mm.²¹

HASIL

Berdasarkan pengamatan pada 24 akar gigi insisivus pertama rahang atas yang sesuai kriteria sebagai sampel, perbandingan hasil penilaian *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan yang berbahan dasar MTA, dihitung skor *leakage* pada sepertiga apeks berdasarkan panjang penetrasi tinta india dari apeks ke korona dan dinilai dengan skor penetrasi tinta yang hasilnya terlihat pada tabel 1. yang memperlihatkan skor *leakage* sepertiga apeks *sealer* berbahan dasar MTA lebih tinggi daripada *sealer* berbahan dasar resin epoksi. Sebanyak 58,33% sampel kelompok resin tidak terdapat penetrasi zat warna, sedikit lebih banyak dari kelompok MTA

Tabel 1 Distribusi skor *leakage* sepertiga apeks *sealer* berbahan dasar epoksi resin dan berbahan dasar MTA

Bahan	Skor Penetrasi 0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Resin epoksi	7	58,33	3	25,00	2	16,67	0	0,00	0	0,00
MTA	6	50,00	4	33,33	2	16,67	0	0,00	0	0,00
Kontrol Positif	12	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Kontrol Negatif	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	100,00
Total	19	52,78	7	19,44	4	11,11	0	0,00	6	16,67

Tabel 2 Perbedaan penetrasi antara *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan MTA berdasarkan skor penetrasi

Bahan semen	Skor 0		Skor 1		Skor 2		p
	n	%	n	%	N	%	
Resin	7	58,3	3	25	2	16,7	0,204
MTA	6	50	4	33,3	2	16,7	
Total	13	54,2	7	29,2	4	16,7	

(50%). Sebaliknya pada pada skor 1, kelompok MTA lebih besar, yaitu 33% dibanding dengan kelompok resin (25%). Pada skor penetrasi 2, kelompok resin epoksi maupun MTA memiliki persentase yang sama (16,67%). Sedangkan pada skor penetrasi 3 dan 4, tidak ada penetrasi zat warna pada kedua kelompok.

Kontrol positif menunjukkan tidak ada penetrasi tinta pada semua sampel, sementara kontrol negatif menunjukkan penetrasi tinta pada semua sampel. Karena nilai $p > 0,05$ (tabel 2), maka disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan antara penetrasi antara *sealer* berbahan dasar resin epoksi dengan *sealer* berbahan dasar MTA berdasarkan skor penetrasi.

Gambar 1 Grafik *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan *sealer* berbahan dasar MTA

Dari gambar 1 nampak bahwa penetrasi zat warna lebih besar pada *sealer* berbahan dasar MTA, yaitu 0,27 mm dibandingkan dengan *sealer* berbahan dasar resin epoksi, yaitu 0,22, meskipun perbedaan tersebut tidak bermakna.

PEMBAHASAN

Kebocoran ke dalam sistem saluran akar dapat terjadi melalui empat cara, yaitu melalui foramen apikal, antara bahan obturasi dan dinding saluran akar, melalui foramen apikal dengan berdifusi ke dalam bahan obturasi, dari luar gigi melalui sementum yang terbuka, dan saluran akar aksesoris serta melalui rongga akses dari korona.²² Dalam penelitian ini, sekitar 50% spesimen menunjukkan bukti adanya penetrasi zat warna pada kedua kelompok sampel.

Sealer yang berbahan dasar MTA dilaporkan tidak mengalami *shrinkage* selama terjadi proses polimerisasi tetapi mengalami ekspansi pada saat *setting* sehingga dapat memberikan *seal* yang baik pada sistem saluran akar (MTA fillapex). Pada penelitian ini telah dikaji lebih lanjut kemampuan *seal* apikal antara *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan *sealer* berbahan dasar MTA yang menggunakan metode penetrasi zat warna yang banyak digunakan untuk mengukur kebocoran sepertiga daerah apeks.²³

Gigi insisivus pertama rahang atas yang memiliki satu saluran akar, dipilih untuk standarisasi dan meminimalkan variasi anatomi. Saluran akar diamati dengan cara membelah gigi secara longitudinal. Ada tiga keuntungan menggunakan teknik *sectioning*, yaitu substansi gigi masih dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut, serta lebih sedikit waktu yang dibutuhkan dan biaya relatif lebih murah.^{21,23}

Penempatan *sealer* di saluran akar dilakukan dengan menggunakan metode spiral lentulo dan mikromotor karena pengulasan *sealer* lebih merata ke seluruh dinding saluran akar. Menurut Kahn dkk., metode penempatan *sealer* di dalam saluran akar merupakan tahapan yang penting dalam prosedur obturasi saluran akar. Sebuah hasil penelitian yang membandingkan enam metode penempatan *sealer*, yaitu dengan menggunakan spiral lentulo, *Max-I Probe Delivery System*, file sonic, file ultrasonik, K-file, dan *paper point*, memperlihatkan bahwa pengulasan *sealer* yang paling efektif dan merata didapatkan dari penggunaan metode spiral lentulo dan *Max-I probe Delivery System*.^{15,21}

Pada tabel 1, distribusi skor kebocoran sepertiga apeks *sealer* berbahan dasar resin dan *sealer* berbahan dasar MTA terlihat bahwa 58,3% *sealer* berbahan dasar resin dan 50% *sealer* berbahan dasar MTA tidak mengalami kebocoran, sehingga tidak terdapat penetrasi zat warna, yang berarti memiliki *seal* apikal yang baik. Hal ini disebabkan baik *sealer* berbahan dasar resin epoksi maupun *sealer* berbahan dasar MTA, keduanya memiliki sifat-sifat fisik dan kimia yang baik dan telah dikembangkan untuk dapat memberikan *seal* yang maksimal dari sistem saluran akar, sehingga memberikan *seal* apikal yang adekuat pada setengah jumlah sampel kedua kelompok.

Pada tabel 1 juga terlihat bahwa kebocoran pada daerah sepertiga apeks pada *sealer* berbahan dasar

Gambar 2 Foto mikroskop stereo pembesaran 40x (A sealer berbahan dasar MTA, B sealer berbahan dasar resin epoksi)

MTA lebih besar (33,33% dan 16,67%) dibandingkan dengan sealer berbahan dasar resin epoksi yaitu 25% dan 16,67%. Jumlah tersebut sedikit lebih banyak dibandingkan dengan kelompok resin epoksi. Hal ini disebabkan MTA memiliki kelarutan yang lebih tinggi dibanding dengan resin epoksi, partikel dari MTA juga memiliki permukaan yang porus dengan berbagai ukuran. Berbeda dengan resin epoksi yang partikelnya lebih homogen dan lebih teratur dengan ukuran partikel yang sama. Disamping itu MTA juga memiliki viskositas yang rendah, dan penanganan yang sulit karena konsistensinya yang berpasir.^{14,19}

Hasil penelitian ini diperoleh demikian, mungkin juga disebabkan diameter saluran akar pada sampel berbeda sehingga ketebalan sealer juga bervariasi yang mungkin menyebabkan terjadinya *leakage* pada beberapa sampel. Pengisian saluran akar dengan rasio bahan obturasi atau gutta percha yang lebih besar menunjukkan pembentukan celah yang minimal dibandingkan dengan rasio sealer yang lebih tebal.^{10,12}

Selain itu, pada penelitian ini teknik aplikasi sealer berbeda pada kedua kelompok sehingga dapat memberikan hasil yang berbeda, sehingga hasil dari penelitian ini tidak bermakna. Sealer berbahan dasar resin epoksi dan yang berbahan dasar MTA memiliki nilai *microleakage* yang sama. Namun karakteristik sealer berbahan dasar MTA yaitu penggunaannya lebih sulit untuk aplikasi karena konsistensinya yang berpasir dan viskositasnya yang rendah.^{13,14}

Kemungkinan lain penyebab kebocoran yang terjadi pada kedua kelompok tersebut adalah karena adanya gelembung udara mikro pada daerah apeks yang terjadi akibat NaOCl bereaksi dengan bahan organik di dalam saluran akar. Hal tersebut dapat menyebabkan kerja irigasi EDTA tidak efektif dalam menghilangkan bahan anorganik dari *smear layer*.²¹ Teknik irigasi pasif dengan jarum irigasi endodontik yang digunakan dalam penelitian merupakan usaha meminimalkan terjadinya gelembung udara mikro.

Pada penelitian ini digunakan kelompok kontrol positif dan negatif. Pada kelompok kontrol negatif

menunjukkan penetrasi zat warna pada keseluruhan sampel, yang menunjukkan bahwa metode ini cocok untuk membuktikan ada penetrasi zat warna secara sempurna tanpa diobtulasi. Kelompok kontrol positif tidak menunjukkan adanya penetrasi zat warna pada semua sampel. Keadaan itu menunjukkan bahwa penggunaan dua lapisan cat kuku efektif untuk mencegah penetrasi zat warna.

Kebocoran yang terjadi pada sealer berbahan dasar resin (25% dan 16,67%) mungkin disebabkan oleh terjadinya *shrinkage*. Dari beberapa sumber, dikatakan bahwa sealer resin mengalami *shrinkage* akibat proses polimerisasi, sehingga kontak antara bahan pengisi utama dan dinding saluran akar yang pada awalnya rapat menjadi renggang.^{5,8,12} *Shrinkage* yang terjadi pada resin akibat polimerisasi dapat membahayakan keutuhan seal saluran akar, sebab menyebabkan kebocoran seal yang mengakibatkan kegagalan perawatan saluran akar. Semakin besar sealer resin yang digunakan untuk mengisi saluran akar, maka semakin besar kebocoran yang akan terjadi.^{2,18}

Seal apikal yang baik pada MTA (50% tanpa penetrasi zat warna) karena sealer jenis ini memiliki dimensi yang relatif stabil dengan komposisi yang terdiri dari mineral anorganik yang tidak mengalami perubahan dimensi pada saat mengeras. Kestabilan dimensi tersebut sebenarnya diharapkan terjadi pada lingkungan yang lembab seperti di dalam mulut.¹⁷ Penelitian ini dilakukan secara *in vitro*, dalam lingkungan yang kering karena tidak memungkinkan untuk menciptakan kondisi yang lembab. Reaksi pengerasan terjadi setelah 8 jam, tetapi mungkin tidak sempurna seperti dalam kondisi lembab, sehingga memungkinkan terjadinya kebocoran pada pengisian saluran akar.

Kebocoran mikro pada sealer berbahan dasar MTA lebih tinggi jika *smear layer* dihilangkan dengan EDTA karena akan terbentuk reaksi antara MTA dan sisa EDTA yang akan mempengaruhi *setting* dari MTA dalam saluran akar.²¹

Pada tabel 2 dan gambar 1 terlihat bahwa perbedaan *seal* apikal sepertiga apeks kelompok resin epoksi tidak bermakna dengan kelompok MTA. Hal tersebut berarti kemampuan *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi tidak berbeda secara statistik dengan kemampuan *seal* apikal dari *sealer* berbahan dasar MTA. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian lain dengan teknik *dye penetration* yang menggunakan *methylen blue*, bahwa *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi tidak berbeda dengan *seal* apikal *sealer* berbahan dasar MTA.³⁹ Dari Sanjeev dan Priyesh juga diperoleh hasil yang sama yang pada penelitiannya yang menggunakan teknik *fluid filtration*.⁷ Dengan demikian disimpulkan bahwa kemampuan *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi tidak berbeda dengan kemampuan *seal* apikal *sealer* berbahan dasar MTA.

Namun, terdapat keterbatasan pada penelitian ini, yaitu menggunakan teknik pengisian yang lebih sederhana yang mungkin dapat memberikan tingkat kebocoran yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik lain, teknik aplikasi *sealer* yang berbeda diantara dua kelompok sampel, jumlah sampel yang digunakan relatif kecil dan waktu evaluasi sampel yang sangat singkat. Hal tersebut mungkin berperan

memberi hasil yang tidak bermakna pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa kemampuan *seal* apikal pada *sealer* berbahan dasar resin epoksi tidak berbeda secara statistik dengan kemampuan *seal* apikal dari *sealer* berbahan dasar MTA yang disebabkan sifat-sifat yang dimiliki MTA, yakni penanganan yang sulit dan *solubility* yang lebih tinggi, viskositas yang rendah dibanding dengan resin epoksi, serta *setting time* yang lebih lambat.

Disarankan penelitian lebih lanjut mengenai *seal* apikal *sealer* berbahan dasar resin epoksi dan *sealer* berbahan dasar MTA menggunakan metode yang berbeda serta jumlah sampel yang lebih besar, juga sebaiknya menggunakan sampel dengan diameter saluran akar yang relatif sama. Selain itu, evaluasi dilakukan dengan jangka waktu yang lebih panjang. Mengingat kelemahan teknik yang digunakan dalam penelitian ini, maka pada penelitian selanjutnya mungkin lebih baik menggunakan teknik kondensasi lateral atau teknik gutta-percha termoplastis dalam mengevaluasi *seal* apikal dari obturasi saluran akar menggunakan *sealer* berbahan dasar resin dan *sealer* berbahan dasar MTA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Weine FS. Endodontic therapy. 6th Ed. St Louis: Mosby Inc.; 2004. p.266-314
2. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. Aust Dent J Suppl 2007; 52; 852-63
3. Torabinejad M, Walton RE. Principles and practice of endodontics. 3rd Ed. Philadelphia: CV. Mosby; 2008. p.266-98
4. Hulsmann M, Peter OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endod Topic 2005; 10:30-76
5. Ingle JL, Backland LK, Baumgartner JC. Endodontics. 6nd Ed. London: BC. Decker Inc; 2008. p.634-1001
6. Ruddle CJ. The protaper technique. Endod Topic 2005; 10:187-90
7. Sanjeev T, Priyesh M. Evolution of root canal sealers: An insight story. Eur J Gen Dent 2013; 2(3): 199-218
8. Cohen S, Hargreaves KM, editor. Pathways of the pulp. 9th Ed. St. Louis: Mosby, Inc. 2011. p. 655-700
9. Amlani H, Hegde V. Microleakage: apical seal vs coronal seal. World J Dent 2013; 4(2):113-6
10. Stock C, Walker R, Gulabivala K. Endodontics. 3rd Ed. Kota: Elsevier Mosby Inc.; 2004. p.173-81
11. Bergenholtz GP, Horsted CR. Textbook of endodontology. 4th Ed. Sidney: Munksgaard; 2005. p.278-86
12. D'souza J, Sharma N. Root canal sealer & its role in succesfull endodontics-review. Ann Dent Res 2012;2(2):68-78
13. Orstavik D. Material used for root canal obturation: technical, biological, and clinical testing. Endod Topic 2005; 12; 25-38
14. Srinidhi SR. Evaluation of apical sealing ability of a dentin bonding agent and epoxy resin used as root canal sealer- An invitro dye leakae study. J Dent Allied Sci 2012; 1(1):2-7
15. Dutra F, Machado J, Daniela L, Alexandre. Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers. J Appl Oral Sci 2006;14(5):341-5
16. Christian RG, Katrin B. Apical sealing abilty of 2 epoxy resin-based sealers used with root canal obturation techniques based on warm gutta-percha compared to cold lateral condensation. Quintessence Int 2007;38(3):229-32
17. Jacob S. Current trend in cleaning and shaping. Famdent Pract Handbook 2006; 6:1-8
18. Anas FM, Ammar A. Effect EDTA on apical leakage of resin based root canal sealer. J Bagh Coll Dent 2010; 22(4):10-3
19. Mohammad F, Amin S, Saeed R. Comparison of apical sealing ability of resected mineral trioxide aggregate, gutta-percha and a resin-based root canal filling material (resilon) 2011; 51: 10516-9
20. Beata C, Nichola J, Honorata S. The use of mineral trioxide aggregate in endodontics-status report. J Conserv Dent 2008;45(1):5-11

21. Hulsman M, Heckendorf M, Lennon A. Chelating agent in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003;36:810-830
22. Musafa Murat, Ozgur ER. Apical leakage of epiphany root canal sealer combined with different master cone. *J Dent Allied Sci* 2011; 1(1):1-4
23. Gunner B, Preben H. Textbook of endodontology. 2nd Ed. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2003. p.286-93
24. Cardoso AP, Kenji CN, de Castro LP. Single-cone obturation technique: a literature review. *Revista Sul-Brasileira de Odontologica* 2012; 9(4):442-7
25. Widowati W, Naing L, Mulyawati E. Sealing ability of hydroxyapatite as root canal sealer: in vitro study. *Dent J (Maj Ked Gigi)* 2007; 40 (3): 101-5