

## KEBOCORAN APIKAL PADA PENGGUNAAN DUA MACAM BAHAN MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE SEBAGAI TUMPATAN RETROGRAD

Felisia Andriani \*, Wignyo Hadriyanto\*\*, dan Sri Daradjati\*\*

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

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

### ABSTRAK

MTA merupakan bahan yang relatif baru digunakan untuk perawatan endodontik antara lain sebagai bahan pengisi retrograd. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kebocoran apikal pada penggunaan 2 macam bahan MTA yang berbeda yaitu: ProRoot MTA dan BioMTA sebagai tumpatan retrograd.

Subjek penelitian 20 gigi premolar dengan kriteria akar tunggal dan lurus, dipotong bagian koronal menyisakan bagian apikal sepanjang 15 mm. Gigi dilakukan perawatan saluran akar dengan teknik preparasi *crown down pressureless* dengan *Rotary instrument file (Protaper file)* dan diobturasi dengan teknik *single cone* menggunakan siler AH plus. Selanjutnya dilakukan apikoektomi 3mm dari apikal dan preparasi retrograd kelas I sedalam 3mm dengan mikro bur. Subjek dibagi dalam 2 kelompok perlakuan sama banyak secara acak, masing – masing kelompok terdiri dari 10 gigi. Kelompok I diberi tumpatan retrograd bahan ProRoot MTA, kelompok II diberi tumpatan retrograd bahan BioMTA dan subjek disimpan dalam inkubator selama 3 minggu. Setelah itu subjek direndam dalam larutan biru metilen 2% dan disentrifugasi 3000 rpm selama 5 menit. Seluruh gigi dibelah secara longitudinal menggunakan *disc diamond bur* dan diamati dibawah *Stereomikroskop* (perbesaran 60x) penetrasi terjauh larutan biru metilen yang masuk dalam saluran akar dalam mm dibawah *Stereomikroskop*.

Analisis dengan menggunakan t-test didapatkan hasil ada perbedaan kebocoran apikal bahan tumpatan retrograd dengan menggunakan bahan Bio MTA dan bahan ProRoot MTA ( $p < 0,05$ ). Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahan ProRoot MTA merupakan bahan tumpatan retrograd yang mempunyai angka kebocoran lebih tinggi dari bahan BioMTA jika digunakan sebagai bahan tumpatan retrograd pada tindakan apikoektomi.

Kata Kunci :Apikoektomi, Bahan pengisi retrograd: ProRoot MTA, BioMTA.

### ABSTRACT

MTA is a relatively new material used for endodontic treatment such as a retrograde filling material. This study aimed to determine differences in apical leakage on the use of two different kinds materials, namely MTA:ProRoot MTA and BioMTA as retrograde filling.

Twenty subjects premolars with single root criteria and straight, cut the remaining coronal sections along 15mm. Apical root teeth canal treatment performed preparation with crown down pressureless technique with rotary instrument files (Protaper files) and obturation single cone technique using AH plus siler. Further apicoectomy 3mm from the apical and retrograde preparation class I 3mm deep with a micro bur. Subjects were divided into 2 treatment groups were as much at random, respectively – each group consisted of 10 teeth. Group I was given retrograde filling ProRoot MTA materials, Group II was given retrograde filling BioMTA and subjects kept in a incubator for 3 weeks. After that the subject is immersed in 2% methylene blue solution and centrifuged at 3000 rpm for 5 min. The whole tooth split longitudinally using a diamond bur disc and observed under stereomicroscopr (magnification 60x) furthest penetration of incoming methylene blue solution in root canal in mm by using a stereomiscop

Analysis using a t-test found difference in outcome retrograde filling materials apical leakage using BioMTA and ProRootMTA ( $P < 0,05$ ). The conclusion of this study is the ProRoot MTA materials is retrograde filling materials that has a higher leakage rate than the BioMTA material if it is used as an retrograde filling materials in apicoectomy.

Keywords: Apicoectomy, retrograde filling materials: ProRoot MTA, BioMTA.

## PENDAHULUAN

Apikoektomi dapat didefinisikan sebagai tindakan bedah untuk membuang jaringan patologis pada ujung akar dan juga membuang bagian ujung akar beserta saluran akar dan ramifikasinya yang terinfeksi sekaligus pada saat yang bersamaan menutup ujung akar tersebut untuk menghindari infeksi dikemudian hari. Tujuan apikoektomi adalah mengkompensasi kekurangan perawatan endodontik konvensional sehingga didapatkan pengisian saluran akar yang rapat yang dapat mencegah masuknya bakteri penyebab infeksi. Penyembuhan ideal yang diharapkan dari tindakan apikoektomi ini adalah regenerasi tulang, aposisi semen dan pembentukkan struktur yang menyerupai jaringan periodontal baru di sekitar gigi.

Pengisian retrograd harus dilakukan dengan penuh ketelitian untuk menghindari terjadinya kebocoran ujung akar yang dapat mengakibatkan infeksi ulang. Kebocoran apikal dapat menyebabkan masuknya bakteri patogen dari apikal gigi ke dalam saluran akar sehingga menyebabkan terjadinya infeksi. Hal ini menjadi penyebab utama kegagalan apikoektomi. Kebocoran apikal dapat disebabkan karena (1) perlekatan bahan pengisi apikal dengan struktur gigi yang tidak baik, (2) ekspansi bahan pengisi apikal, (3) preparasi kavitas retrograd yang tidak baik, (4) reseksi ujung akar gigi dengan bevel yang terlalu besar (>10 derajat), sehingga menyebabkan kanal lateral yang tidak ikut tereseksi, (5) kegagalan penutupan apikal di daerah itshmus. Oleh karena itu penelitian mengenai apikoektomi dewasa ini difokuskan pada upaya untuk mencegah kebocoran apikal. Hal ini dapat dilakukan dengan penggunaan bahan pengisi apikal yang baik, teknik bedah yang tepat dan penggunaan alat dan instrument yang mendukung untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Faktor yang juga berperan dalam menunjang kerapatan penutupan apikal adalah Komposisi bahan, ukuran partikel, koefisiensi ekspansi, flow rate, Permulaan dan akhir waktu setting, jumlah fase pada saat menjadi kristal, daerah permukaan. Untuk mendapatkan tumpatan retrograd yang baik diperlukan rasio serbuk dan air yang tepat pada saat pencampuran. Tujuannya adalah untuk menutup saluran akar bagian apikal, serta mendapatkan

penutupan yang rapat / *hermetic seal* dari ujung saluran akar. Peningkatan kerapatan tumpatan retrograd dalam saluran akar akan menyebabkan menurunnya jumlah celah saluran sehingga *seal* apikal menjadi lebih baik.

Bahan tumpatan retrograd yang seringkali digunakan sampai saat ini adalah ProRoot *MTA*. Keuntungan dari bahan ProRoot *MTA* adalah dapat beradaptasi yang sangat baik dengan struktur gigi, pH yang basa dan mengandung sedikit logam berat toksik seperti Cu, Mn, dan Sr yang dapat mengurangi penolakan, inflamasi atau reaksi alergi lainnya saat diaplikasikan ke pasien yang akan mengurangi sitotoksisitas. ProRoot *MTA* terdiri dari komponen serbuk dan komponen cair. Biokompabilitas bahan ini dengan jaringan keras dan lunak gigi cukup baik dengan tingkat sitotoksisitas yang rendah. Warna mineral alami ProRoot *MTA* tergantung adanya chromophes seperti Fe, Co, Ni, Mn, Cr, Ti, Bi dan Cu diantara semuanya Fe<sup>3+</sup> yang menyebabkan warna kuning pada ProRoot *MTA*. Kerugian dari bahan ProRoot *MTA* karena perbandingan bubuk dan cair yang tidak tepat pada saat pencampurannya diduga kurang homogen dan membutuhkan waktu lama dalam proses pengerasan dari *MTA*. Pendapat lain yang menyatakan bahan ini tidak memiliki kekurangan yang sangat jelas, sehingga bahan ini masih baik untuk digunakan. Bahan ProRoot *MTA* yang baik dapat mengurangi kebocoran mikro dari saluran akar karena dapat memaksimalkan kepadatan bahan tumpatan retrograd di dalam saluran akar, khususnya pada bagian apikal dari saluran akar.

Bahan lain yang baru – baru ini populer digunakan adalah Bio*MTA*. Bio*MTA* ini berkembang sejalan dengan kebutuhan para klinisi untuk menggunakan bahan *MTA* tidak hanya sebagai bahan retrograd saja tapi juga sebagai bahan orthograd. Dilaporkan bahwa Bio*MTA* adalah bahan grafting hidrofilik saluran akar dengan bahan dasar dari Bio*MTA* adalah reagen yang sangat dimurnikan dengan granulasi 2.0  $\mu$ m lebih kecil daripada ProRoot *MTA* 6.9 sehingga Bio*MTA* dapat mengalir dengan baik ke sistem saluran akar yang sempit dan akan menutup tubuli dentin dengan efektif. Bio*MTA* juga mempunyai koefisiensi ekspansi : 0.09 sedangkan pada ProRoot *MTA* 2.78, *Flow rate* pada Bio*MTA* dengan koefisiensi 6,88 lebih tinggi dari ProRoot *MTA* dengan koefisiensi 5,75

dan jumlah fase pada saat menjadi kristal pada BioMTA 96,9 sedangkan pada ProRoot MTA 94,3 sehingga dapat mengurangi kebocoran mikro yang sering kali terjadi.

## TUJUAN

Membandingkan perbedaan kebocoran api kal antara bahan ProRoot MTA dan Bio MTA sebagai bahan tumpatan retrograd pada tindakan apikoektomi.

## METODOLOGI PENELITIAN

Gigi premolar mandibula sebanyak 20 gigi masing-masing 10 gigi pada setiap grupnya. Dilakukan pemotongan mahkota sehingga didapatkan gigi dengan panjang akar yang sama yaitu 15 mm, preprasi menggunakan teknik *crown down pressureless* dengan *rotary instrument file (Protaper file)*, dan ditetapkan file F3 dengan panjang kerja 14 mm.

Gigi diobturasi dengan teknik single cone menggunakan guta perca # 30/0,06 serta siler AH Plus. Setelah gutaperca dimasukkan ke dalam saluran akar yang telah dipreparasi dan dipotong dengan plugger yang telah dipanasi sambil di kondensasi ke apikal sampai batas dibawah orifis. Bagian korona akses kavitas ditumpat semen SIK, kemudian semua gigi tersebut disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 48 jam.

Apikal gigi dipotong 3 mm menggunakan *carborundum disc*. Selanjutnya dilakukan preparasi retrograd kavitas kelas I menggunakan *micro bur* berbentuk *pear* sedalam 3 mm dengan diameter 0,12 mm, diirigasi dengan saline sebanyak 2 mldan dikeringkan dengan *paper point*.

Pada setiap grup (n=10) diisi masing-masing bahan pengisi retrograd yaitu: ProRoot MTA dan BioMTA. Kemudian gigi – gigi tersebut diletakkan di dalam wadah plastik dan dimasukkan ke dalam inkubator selama 28 hari. Masing-masing gigi dimasukkan ke dalam tabung reagen kaca dan diberi larutan biru metilen 2% masing-masing ditimbang dengan berat 15 ml. Setelah itu dilakukan sentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Setiap kelompok gigi premolar bawah tersebut dipotong longitudinal dengan menggunakan *disc diamond bur*, sehingga setiap gigi akan terbagi

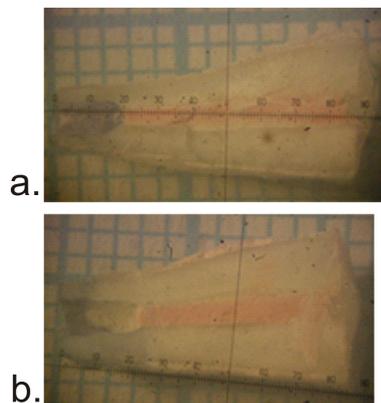
menjadi 2 bagian yang sama besar. Potongan gigi hasil belahan longitudinal diamati dengan stereomikroskop adalah potongan gigi yang penetrasi larutan biru metilennya masuk ke saluran akar, pengukuran dalam satuan mm.

## HASIL PENELITIAN

Berdasarkan anamnesis dan pemeriksaan klinis menunjukkan bahwa kasus ini merupakan kasus dengan kegagalan restorasi komposit kelas II yang mengakibatkan pulpitis akut pada kedua gigi premolar. Penanganannya diawali dengan perawatan saluran akar satu kunjungan. Perawatan satu kunjungan menguntungkan dokter gigi maupun pasien. Perawatan saluran akar satu kunjungan pada irreversibel pulpitis dengan kelainan jaringan periapikal yang dilakukan pada kasus ini sesuai dengan pendapat Vail dan Guba (2002), bahwa perawatan saluran akar satu kunjungan mempercepat proses penghilang iritan penyebab dan penutupan saluran akar yang baik akan mempercepat proses penyembuhan serta kemungkinan terjadinya kontaminasi juga kecil.

## PEMBAHASAN

Pengukuran kebocoran apikal gigi dilakukan dengan menggunakan stereomikroskop (Gambar 1a,b).



**Gambar 1.** Kedalaman penetrasi larutan biru metilen dengan bahan retrograd (a= ProRoot MTA, b = Bio MTA) diamati dan dicatat dengan skala mm.

Didapatkan hasil rerata kebocoran pengisian bahan retrograd seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil rerata pengukuran kebocoran apikal tumpatan retrograd ProRoot MTA dan BioMTA (mm).

No	Bahan	n	$\bar{x} \pm SD$
1	ProRootMTA	10	2,4 $\pm$ 0,282
2	BioMTA	10	0,912 $\pm$ 0,197

Uji statistik yang digunakan adalah uji *t-test*, hasilnya pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji *t-test* pengukuran kebocoran apikal tumpatan retrograd ProRoot MTA dan BioMTA (mm).

	df	Sig. (2-tailed)
Tingkat Kebocoran	18	.000

## PEMBAHASAN

Kebocoran apikal gigi pasca apikoektomi dapat menyebabkan masuknya bakteri patogen dan produknya ke dalam sistem saluran akar sehingga menyebabkan terjadinya infeksi ulang. Penutupan apikal merupakan faktor yang sangat penting dalam bedah endodontik.

Adanya kebocoran apikal pada MTA disebabkan perbedaan komposisi, ukuran partikel, rasio serbuk dan air, lama pengerasan, kondisi lembab, temperatur dan shrinkage pada tumpatan bahan retrograd. Perbedaan kebocoran apikal yang terjadi pada penggunaan kedua bahan retrograd tersebut disebabkan oleh perbedaan komposisi bahan dasar. Bahan dasar ProRoot MTA mengandung portland semen dan calsium sulfate dihidrate atau gypsum sedangkan pada BioMTA merupakan reagen yang dimurnikan dan tidak mengandung portland semen dan calsium sulfate dihidrate atau gypsum. Komposisi bahan dasar dari ProRoot MTA dan BioMTA mempengaruhi polimerisasi/ setting dari masing-masing bahan MTA tersebut. Polimerisasi/ setting bahan BioMTA mengalami shrinkage atau ekspansi yang lebih kecil. Sebaliknya pada bahan ProRoot MTA yang berbahan dasar portland semen dan gypsum menyebabkan shrinkage atau ekspansi yang lebih besar pada saat berpolimerisasi. Ekspansi yang berlebihan akan meningkatkan terjadinya fraktur akar.

Semakin kecil ukuran partikel material MTA akan menghasilkan pencampuran yang lebih homogen, meminimalisir terperangkapnya udara dan merendahkan porositas. Ukuran partikel ProRoot MTA sebelum dilakukan pencampuran 6,9  $\mu$ m. Semakin kecil ukuran partikel penyusun, akan meningkatkan kontak permukaan dan akan mempermudah dalam mencampurnya. Sedangkan BioMTA yang beredar saat ini mempunyai ukuran yang 2,0  $\mu$ m. Ukuran ini lebih kecil daripada ukuran diameter tululus dentinalis, sehingga dapat disimpulkan bahwa MTA memiliki kemampuan untuk menutup tululus dentin.

Perbedaan konsentrasi antara serbuk dan cairan saat dilakukan pencampuran akan berpengaruh pada perbedaan tingkat kelarutan. Konsentrasi serbuk dan cairan bahan ProRoot MTA mempunyai perbandingan bubuk dan air 3:1 sesuai petunjuk pabriknya dengan kemasan bubuk 1 gram (0,035 ounce) dan cairan 1cc namun pada saat penelitian jumlah bubuk ProRoot MTA hanya diambil kira-kira sejung semen spatel dan cairan yang dituang kedalam wadah MAP jumlahnya hanya dikira-kira hingga konsentasi seperti *putty*. Sedangkan konsentrasi serbuk dan cairan bahan BioMTA sudah berada dalam kemasan 0,2 gram dan cairan 0,1 cc dengan perbandingan 1:1 di aduk di atas wadah pelat kaca untuk sekali pemakaian sehingga jumlah bubuk dan cairan dapat terkontrol. Makin tinggi perbandingan cairan terhadap serbuk akan mengakibatkan naiknya tingkat kelarutan dan porositas material. Porositas material terjadi karena terjebaknya udara sehingga terbentuk gelembung saat pencampuran.

Kondisi lingkungan tempat dimana MTA diaplikasikan harus dalam kondisi lembab sehingga dapat meningkatkan adaptasi dengan dinding saluran akar. Pada penelitian ini kondisi kelembaban ProRoot MTA dan BioMTA dijaga kelembabannya dengan menempatkan cotton pelet basah selama 24 jam. Jika kondisi lingkungan kering maka akan berpengaruh terhadap kekuatan kompresi, kekuatan Fleksural dan kekuatan dorong dari MTA akan turun. Hal ini dapat menyebabkan terlepasnya MTA setelah diaplikasikan sehingga hasilnya kurang maksimal.

Temperatur lingkungan mempengaruhi waktu setting MTA, dengan lingkungan yang lebih tinggi temperaturnya, maka waktu setting akan

menjadi lebih cepat, yaitu berpengaruh pada saat proses kondensasi atau pelepasan H<sub>2</sub>O dan pembentukan polimer.

Lama pengerasan ProRoot MTA dianggap sama dengan proses pengerasan semen portland. Ini dikarenakan adanya kandungan semen portland dan gypsum, namun karena rendahnya kandungan sulfur dan jumlah alumina sedikit, maka reaksi kalsium aluminat dan kalsium sulfat yang terbentuk juga sangat sedikit dan ini mempengaruhi lama pengerasan kekuatan dan ikatan awalnya. Permulaan pengerasan ProRoot MTA 74 menit sedangkan pada BioMTA 180 menit dan akhir pengerasan waktu ProRoot MTA 210 menit sedangkan pada BioMTA 360 menit.

Bio MTA merupakan bahan grafting saluran akar yang berbahan dasar reagen yang dimurnikan membentuk ikatan fisikokimiawi yang terjadi pada saat pasta ini berpenetrasi ke dalam dinding saluran akar, didukung oleh sifat hidrofilik sehingga tidak terpengaruh oleh kondisi saluran akar yang lembab seperti darah atau eksudat dan tidak menyebabkan *shrinkage* dikarenakan koefisien ekspansinya 0,09 lebih kecil dibandingkan ProRootMTA 2,78. Hal ini menyebabkan waktu setting BioMTA menjadi lebih pendek dibandingkan dengan ProRoot MTA.

Sifat kerapatan BioMTA dipengaruhi ukuran partikel dengan granulasi 2,0 µm yang lebih halus dibandingkan ProRoot MTA sehingga BioMTA dapat berpenetrasi ke dalam tubuli dentin dan memfusikan diri pada permukaan dimana BioMTA diaplikasikan serta dapat mencegah kebocoran mikro dengan membentuk lapisan interfacing hidroksiapatit (Hap) yang lebih tebal menempel pada dinding dentin saluran akar diantara kedua permukaan tersebut dibandingkan ProRoot MTA dengan ukuran partikel 6,9 µm. Oleh karena itu bahan BioMTA memiliki kerapatan penutupan apikal yang lebih baik dibandingkan bahan ProRoot MTA karena dapat berlekatan baik dengan dinding saluran akar.

## KESIMPULAN

Ada perbedaan kebocoran apikal bahan tumpatan retrograd dengan menggunakan bahan Bio MTA dan bahan ProRoot MTA. Bahan tumpatan retrograd menggunakan Bio MTA ataupun ProRoot MTA memberikan hasil yang

berbeda jika dilihat dari segi kebocoran apikal menggunakan biru metilen dalam satuan mm. Sedangkan bahan ProRoot MTA mempunyai angka kebocoran lebih tinggi pada bahan Bio MTA jika digunakan sebagai bahan tumpatan retrograd pada tindakan apikoektomi.

## SARAN

Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mendapatkan bahan ataupun cara pengendalian volume untuk meningkatkan waktu pengerasan, biokompabilitas dan sifat fisik yang dibutuhkan bahan Pro Root MTA dan Bio MTA secara klinis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kim, S., 1997. Principle in endodontic microsurgery. J. Dent Clin North Am.41:481-497.
2. Kim, S., dan Kratchman, S., 2006. Modern endodontics surgery concepts and practise: a review. J. Endod. 32:601-623.
3. Kim, S., Pecora, G., dan Rubinstein, R., 2001. Dalam Color atlas of microsugery in endodontics. Peny Rudolph (Editor). W.B. Saunders, Pennsylvania. Hlm:90-92.
4. Parirokh, M., dan Torabinejad, M., 2010, Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties, J. Endod, 36:16-27.
5. Khoury, F., dan Hensher, R., 1987. The bony lid approach for apical root resection of lower molar. J. Int Oral Maxillofacial Surg. 16:166-170.
6. Torabinejad, M., Hong, C.U., Mc Donald, F., dan Pit Ford, T.R., 1998. Psychical and Chemical Properties of New Root End Filling Material. J. Endod 21:349-53.
7. Kim, S., dan Rethnam, S., 1999. Haemostasis in endodontic microsurgery. J. Dent clin Nort Am. 41:499-511. Abedi, H.R., dan Ingle, J.L., 1995. Mineral Trioxide Aggregate: a review of a new cement. J Calif Dent Assoc. 23: 36-39.
8. Song I.S., 2011. Influence of Root Canal Filling Material Composed of Mineral Trioxide Aggregate on Tubular Penetration. Departement of Conservatif Dentristry Graduate School Dankook University. Hlm:1-36.
9. Candeiro, G.T.M., Maia, A.I.a., Frota, B.M.D., Verissimo, D.M., Gavini, G., 2010. Evaluation of apical leakage of white MTA associated with two different vehicles, J Health Sci Inst., 28(2): 113-6.
10. Sarkar, N.K., Caicedo, P., Ritwik, R., Mioseyeva., dan Kawashima., I., 2005. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. J. Endod.31:97-100.

11. Dammaschke, T., Gerth, H.U.V., Zuchner, H., Schafer, E., 2005. Chemical and Physical Surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA And two Portland cements. *Dental Material* 21: 731-738.
12. Chang, S.W., Baek, S.H., Yang, H.C., Seo, D.G., Hong, S.T., dan Han S.H., 2011. Heavy Metal Analysis of Ortho MTA and ProRootMTA. *J. Endod* 10: 1-4.
13. Bogen, G, dan Kuttler, S ., 2009. Mineral Trioxide Aggregate obturation, A Review and Case Series. *J. Endod* 35:777-790.
14. Torabinejad, M., dan Parirokh, M., 2010. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review-Part II: Leakage and Biocompatibility Investigations, *J Endod*, 36:16-27.
15. Aggarwal, V., Jain, A., dan Kabi, D., 2011. In Vitro Evaluation of Effect of Various Endodontic Solutions on Selected Physical Properties of White Mineral Trioxide Aggregate. *Aust Endod J* 37: 61-64.
16. Xavier, C.B., Weissmann, R., Oliveira, M.G., Demarco, F.F., Pozza, D.H., 2005. Root End Filling Materials: Apical Microleakage and Marginal Adaptation. *J. Endod* 31: 539-542.
17. Aggarwal, V., Jain, A., dan Kabi, D., 2011. In Vitro Evaluation of Effect of Various Endodontic Solutions on Selected Physical Properties of White Mineral Trioxide Aggregate. *Aust Endod J* 37: 61-64.
18. Bodrumlu, E., Tunga, U., 2005. Apical Leakage Of Mineral Trioxide Aggregate obturation. *The Journal Contemporary Dental Practice*, 7:4.