

PERBEDAAN DAYA ANTIBAKTERI SILER SALURAN AKAR BERBAHAN DASAR SENG OKSID EUGENOL, RESIN EPOKSI DAN MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE TERHADAP *Enterococcus faecalis*

Eldina Febrianifa^{*}, Wignyo Hadriyanto^{*}, dan Yulita Kristanti^{**}

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

^{**}Departemen Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Pemilihan siler yang tepat diharapkan dapat mendukung keberhasilan perawatan saluran akar. *Enterococcus faecalis* adalah bakteri penyebab kegagalan perawatan saluran akar, karena bakteri ini dapat bertahan dalam saluran akar yang telah diobturasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya antibakteri dari siler pengisian saluran akar terhadap *E. faecalis*.

Penelitian ini meneliti daya antibakteri siler saluran akar dengan teknik agar difusi menggunakan *E. faecalis* dengan kepadatan 9×10^8 CFU/ml yang diinokulasi pada 10 ml agar *Mueller Hinton*. Pada media agar dibuat 3 buah sumuran dengan diameter 6 mm dan kedalaman 4mm pada jarak yang sama di cawan petri berukuran 10 mm x 100 mm dan diisi siler seng oksid eugenol, siler epoksi resin dan siler *mineral trioxide aggregate*. Masing-masing siler diaplikasikan 0,1 ml segera setelah bahan dicampurkan. Pengamatan daya antibakteri dilakukan setelah diinkubasi dengan suhu 37°C selama 24 jam, kemudian dihitung zona hambatan yang terbentuk. Hasil perhitungan kemudian dianalisis menggunakan uji ANAVA satu jalur dilanjutkan uji LSD untuk melihat signifikansi perbedaan rerata antar kelompok.

Hasil uji ANAVA satu jalur menunjukkan terdapat perbedaan daya antibakteri siler berbahan dasar seng oksid eugenol, resin epoksi dan *mineral trioxide aggregate* terhadap *E. faecalis* ($p < 0,05$). Pada uji LSD ($p < 0,05$), perbedaan rerata antar kelompok menunjukkan bahwa siler berbahan dasar seng oksid eugenol memiliki daya antibakteri lebih baik dibanding resin epoksi dan *mineral trioxide aggregate* terhadap *E. faecalis*.

Kata Kunci : antibakteri, *Enterococcus faecalis*, siler saluran akar

ABSTRACT

Obturation is the last step in root canal treatment to prevent recolonization of bacteria remaining in the root canal and prevent the invasion of bacteria from the outside of the root canal, by closing the entire access that connects between periodontal and root canal. Selection of root canal sealer can support to the successfull of root canal treatment. *Enterococcus faecalis* is a bacteria that causing the failure of root canal treatment, because these bacteria can survive in the root canal that has been obturated. This study aims to determine the antibacterial activity of root canal sealer against *E. faecalis*.

This study investigated the antibacterial activity of root canal sealer by using diffusion technique. *E. faecalis* with a density of 9×10^8 CFU/ml were inoculated in Mueller Hinton agar. Three wells made on agar medium with a diameter of 6 mm and a depth of 4mm at the same length in a petri dish measuring 10 mm x 100 mm. Each well at the bottom of the dish was marked by a marker to indicate a type of sealer inserted into the wells. Code A was a group of zinc oxide eugenol-based sealer, code B was a group of epoxy resin-based sealer and code C was a group of mineral trioxide aggregate-based sealer. Approximately 0.1 ml of each sealer was taken, included into the well by using plastic instrument and split injection of 1 ml. The plates were re-incubated at 37°C for 24 hours, then zones of inhibition were measured. The data obtained were subsequently recorded and analyzed by using the one-way ANOVA and the Least Significant Difference (LSD) test.

ANOVA results indicate there are differences antibacterial activity by sealer based of zinc oxide eugenol, epoxy resin and mineral trioxide aggregate against *E. faecalis* ($p < 0.05$). In the LSD test ($p < 0.05$), the mean difference between the groups shows that sealer based of zinc oxide eugenol has an antibacterial activity better than epoxy resin and mineral trioxide aggregate against *E. faecalis*.

Keywords : antibacterial, *Enterococcus faecalis*, root canal sealer.

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar merupakan salah satu perawatan endodontik. Tujuan akhir perawatan endodontik adalah untuk mempertahankan atau memulihkan kesehatan jaringan periapikal sehingga tercapai gigi geligi asli yang berfungsi dengan baik, nyaman dan estetikanya baik.¹

Perawatan saluran akar mencakup tiga tahap yaitu preparasi, sterilisasi saluran akar, dan pengisian saluran akar.² Preparasi saluran akar bertujuan menghilangkan jaringan yang terinfeksi dengan membersihkan dan membentuk saluran akar. Sterilisasi saluran akar bertujuan mematikan bakteri dalam saluran akar dengan cara irrigasi dan medikasi intrakanal. Tujuan pengisian

saluran akar adalah untuk mencegah eksudat periapikal yang dapat masuk ke dalam saluran akar, untuk mencegah bakteri kembali masuk dan berkembang biak, serta mencegah bakteri yang tersisa keluar ke jaringan periapikal.³

Bakteri *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) merupakan bakteri yang resisten pada gigi dan penyebab kegagalan perawatan saluran akar karena dapat hidup dalam lingkungan dengan konsentrasi garam yang tinggi; lingkungan dengan pH rendah dan tinggi dan dalam suhu hingga 45°C.⁴ *E. faecalis* dapat tumbuh hingga tingkat pH setinggi 11,5. Perawatan saluran akar dan pemilihan bahan yang tepat dapat mempengaruhi berkurangnya maupun terhambatnya pertumbuhan bakteri *E. faecalis*.³

Pada pengisian saluran akar dengan guta perca, penggunaan siler berfungsi untuk mengisi *gap* antara dinding saluran akar dengan bahan pengisi guta perca, untuk mengisi saluran akar yang ireguler dan saluran akar lateralis yang tidak mampu dicapai pengisiannya dengan guta perca.⁵ Siler yang baik adalah siler yang memiliki daya antibakteri yang dapat membunuh dan mencegah rekolonisasi sisa bakteri yang tertinggal dalam saluran akar, serta mencegah kontaminasi ulang bakteri melalui kebocoran koronal.⁶

Di RSGM FKG UGM, siler yang biasa digunakan adalah berbahan dasar seng oksid eugenol dan resin epoksi, sedangkan siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* masih jarang digunakan. Siler dengan bahan dasar seng oksid eugenol diketahui memiliki daya antibakteri yang terkandung dalam eugenol yang merupakan campuran fenol yang bekerja dengan cara mempresipitasikan protein dan merusak membran sel dengan menurunkan tegangan permukaan membran sel bakteri sehingga bakteri *E. faecalis* tidak dapat berkembang biak.⁷

Siler dengan bahan dasar resin epoksi juga memiliki daya antibakteri. Daya antibakteri siler resin epoksi diketahui berasal dari kandungan bahan *bisphenol A diglycidyl ether* yang merupakan komponen mutagenik dari material resin.⁸ Komposisi siler resin epoksi terdiri atas dua pasta. Ekstrak pasta A yang mengandung resin epoksi dan pasta B yang mengandung amin pada siler resin epoksi bila dicampurkan akan menghambat pertumbuhan sel bakteri dikarenakan sifat toksik yang terkandung dalam resin epoksi dan amin.⁷ Proses polimerisasi resin

epoksi akan terbentuk gugus hidroksil saat cincin cincin epoksi terbuka, yang berikatan dengan amin. Ion hidroksil dapat meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri dan merusak DNA serta enzim bakteri.^{9, 10}

Jenis siler yang baru ditemukan yaitu siler *mineral trioxide aggregate*. Keuntungan penggunaan siler *mineral trioxide aggregate* yaitu memiliki biokompatibilitas baik dan dapat menstimulasi mineralisasi, memiliki kekuatan *seal* perlekatan baik, merupakan bahan nonmutagenik dan nonneurotoksik, serta dengan keadaan pH alkali 10,3 yang dimiliki siler *mineral trioxide aggregate* dapat memberikan efek antimikroba terhadap *E. faecalis*.¹¹ Siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* memiliki keunggulan membuat keadaan pH lingkungan menjadi alkali yang memberikan efek antibakteri, serta bebas kandungan eugenol yang dapat menyebabkan diskolorisasi terhadap struktur gigi.^{12, 13}

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan daya antibakteri dari tiga jenis sealer berbahan dasar seng oksid eugenol, resin epoksi, dan *mineral trioxide aggregate* terhadap bakteri *E. faecalis* menggunakan tes agar difusi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris yang menggunakan metode agar difusi. Hal ini dilakukan untuk melihat secara langsung perbedaan daya antibakteri ketiga disinfektan uji terhadap *E. faecalis* melalui pembentukan zona hambat. Seluruh tahap perlakuan pada penelitian ini dilakukan didalam *Laminar Air Flow* untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme lain.

Subjek penelitian yang digunakan adalah *E. faecalis* yang ditanam pada media agar *Mueller-Hinton* sejumlah 9 cawan petri. Pada tiap cawan petri dibuat 3 sumuran untuk masing-masing siler dengan jarak sama antar satu sumuran dengan lainnya dengan menggunakan tabung *stainless steel* berdiameter 6 mm. Tiap sumuran di dasar cawan ditandai dengan spidol untuk menandai jenis siler yang akan dimasukkan dalam sumuran. Kode A adalah kelompok siler berbahan dasar seng oksid eugenol. Kode B adalah kelompok siler berbahan dasar resin epoksi, sedangkan kode C adalah siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate*. Tiap siler diambil 0,1 ml, dimasukkan ke masing-masing

lubang dengan bantuan plastik instrumen dan spuit injeksi ukuran 1 ml. Cawan-cawan tersebut diinkubasikan kembali pada suhu 37°C selama 24 jam

Pembacaan hasil penelitian diperoleh dengan cara menghitung zona hambatan yang terbentuk di sekitar sumuran setelah 24 jam. Zona hambatan berupa area bening disekeliling sumuran diukur menggunakan jangka sorong dengan tingkat ketelitian 0,05 mm diatas meja colony counter. Data yang didapat kemudian dicatat dan dilakukan analisis data menggunakan ANAVA satu jalur dan uji post-hoc LSD.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan rerata zona hambat tertinggi terdapat pada kelompok siler berbahan dasar seng oksid eugenol, diikuti kelompok siler berbahan dasar mineral trioxide aggregate, dan zona hambat terendah adalah kelompok siler berbahan dasar resin epoksi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata dan Standar Deviasi zona hambat antibakteri siler seng oksid eugenol, resin epoksi dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis* (per mm)

Kelompok Siler	Rerata ± Standar Deviasi
Seng oksid eugenol	6,01 ± 0,08
Resin epoksi	2,62 ± 0,09
Mineral trioxide aggregate	3,15 ± 0,08

Uji analisis statistik yang harus dipenuhi sebelum melakukan uji ANAVA adalah uji normalitas dan homogenitas. Jumlah total spesimen pada penelitian ini adalah 27 spesimen sehingga digunakan uji normalitas Shapiro-Wilk. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan Levene's Test. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan semua data terdistribusi normal ($p > 0,05$), dan pada hasil uji Levene's Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,264 ($p > 0,05$) yang berarti data memiliki homogenitas variansi antar kelompok perlakuan.

Data penelitian menunjukkan berdistribusi normal dan homogen, sehingga analisis data statistik penelitian ini dapat dilanjutkan dengan uji parametrik ANAVA satu jalur. Pada uji ANAVA satu jalur menunjukkan probabilitas $p < 0,05$ hal ini

memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan daya antibakteri dari ketiga kelompok siler berbahan dasar seng oksid eugenol, resin epoksi dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis*.

Uji statistik dilanjutkan menggunakan uji LSD untuk mengetahui pasangan kelompok siler yang memiliki perbedaan daya antibakteri yang bermakna antara ketiga kelompok siler berbahan dasar seng oksid eugenol, resin epoksi dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis*.

Pada uji LSD dilihat dari perbedaan rerata, dapat dijabarkan sebagai berikut: (1) Perbedaan rerata daya antibakteri siler berbahan dasar seng oksid eugenol lebih baik dibandingkan dengan resin epoksi dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis*; (2) Perbedaan rerata daya antibakteri siler berbahan dasar resin epoksi lebih rendah dibandingkan dengan seng oksid eugenol dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis*; (3) Perbedaan rerata daya antibakteri siler berbahan dasar mineral trioxide aggregate lebih rendah dibandingkan dengan seng oksid eugenol, tetapi lebih baik dibandingkan dengan resin epoksi terhadap *E. faecalis*.

Hasil uji LSD yang diperoleh diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji LSD dilihat dari perbedaan rerata pada data perbedaan zona hambat antibakteri siler seng oksid eugenol, resin epoksi dan mineral trioxide aggregate terhadap *E. faecalis*

	Seng oksid eugenol	Resin epoksi	Mineral trioxide aggregate
Seng oksid eugenol	-	3,39*	2,86*
Resin epoksi	-3,39*	-	-0,53*
Mineral trioxide aggregate	-2,86*	0,53*	-

Keterangan : *) $p < 0,05$ = perbedaan bermakna

PEMBAHASAN

Penelitian ini menguji perbedaan daya antibakteri siler saluran akar berbahan dasar seng oksid eugenol, resin epoksi, dan mineral trioxide aggregate terhadap pertumbuhan bakteri *E. faecalis* yang dilakukan dengan teknik difusi.

Rerata siler berbahan dasar seng oksid eugenol (6,01) menunjukkan lebih besar dibandingkan siler berbahan dasar resin epoksi (2,62) dan *mineral trioxide aggregate* (3,15) terhadap *E. faecalis*. Data yang ada dilakukan uji normalitas kemudian dilakukan uji homogenitas sebagai syarat untuk dilakukannya uji ANAVA satu jalur. Pada uji ANAVA satu jalur didapatkan hasil signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan kelompok yang bermakna selanjutnya untuk melihat perbedaan daya antibakteri antar dua kelompok siler terhadap *E. faecalis* dilakukan uji *post hoc LSD*.

Hasil uji *LSD* menunjukkan bahwa kelompok siler berbahan dasar seng oksid eugenol memiliki daya antibakteri yang lebih baik dibandingkan siler berbahan dasar resin epoksi terhadap *E. faecalis*, dengan perbedaan rerata 3,39. Hal ini mungkin disebabkan eugenol dan timol iodida yang terdapat dalam siler saluran akar berbahan dasar seng oksid eugenol memiliki daya antibakteri lebih kuat dibandingkan epoksi resin dan amin yang terkandung dalam siler berbahan dasar resin epoksi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Martu dkk. yang menunjukkan bahwa saat pencampuran, siler berbahan dasar seng oksid eugenol dapat mencapai pH 8,81 dan meningkat hingga pH 8,9 pada hari ke 14, sedangkan menurut Finger dkk. siler berbahan dasar resin epoksi pada saat pencampuran bahan akan mencapai pH 7,4 dan terus menurun hingga hari ke 120, karena daya antibakteri siler berbahan dasar resin epoksi efektif hanya pada saat waktu pencampuran saja.^{14, 15} Peningkatan pH bahan antibakteri menyebabkan permeabilitas membran bakteri menjadi terganggu, kemudian bahan antibakteri ini dapat mudah memasuki sel dan mendenaturasi protein sel bakteri akibatnya bakteri akan mudah mati.¹⁶

Eugenol yang terdapat dalam siler berbahan dasar seng oksid eugenol bersifat hidrofobik dan lipofilik. Hal ini memudahkan eugenol masuk ke dalam membran sel dengan cara mengubah permeabilitas membran.^{17, 18} Sifat lipofilik menaikkan permeabilitas membran sel bakteri sehingga membran bakteri menjadi rusak kemudian makromolekul dan ion bakteri mudah keluar dari sel mengakibatkan sel bakteri rusak dan mati. Permeabilitas membran sel yang terganggu menyebabkan sintesis protein bakteri menjadi terhambat sehingga struktur protein menjadi berubah dan protein tidak dapat

berfungsi lagi. Protein yang tidak berfungsi menyebabkan denaturasi protein, kemudian terjadi koagulasi protein dan terganggunya metabolisme bakteri.^{19, 20}

Metabolisme bakteri berjalan sinergis dengan protein dan enzim. Protein dalam bakteri diperlukan untuk membentuk RNA yang berfungsi dalam metabolisme dan replikasi bakteri, sehingga bila sintesis protein terganggu mengakibatkan protein tidak berfungsi dan metabolisme serta replikasi bakteri menjadi terhambat. Enzim membutuhkan energi besar dalam beraktivitas, bila sintesis protein terganggu maka kerja enzim pun menjadi terganggu karena energi yang dibutuhkan enzim menjadi berkurang, lama kelamaan metabolisme bakteri terhambat dan bakteri menjadi mati.^{21, 22}

Eugenol merupakan senyawa fenol. Pada pH rendah, proton yang terdapat dalam jumlah tinggi pada bahan antibakteri akan masuk ke dalam sitoplasma sel. Proton (ion H^+) dari asam masuk ke dalam sel melalui gradien proton transmembran sehingga menyebabkan pH sitoplasma bakteri menurun kemudian enzim-enzim akan bekerja keras mengembalikan pH internal sel menjadi pH normal. Proton harus dikeluarkan untuk mencegah terjadinya pengasaman dan denaturasi komponen-komponen sel. Aktivitas mengembalikan pH internal menjadi pH normal memerlukan banyak energi. Jika energi yang dibutuhkan tinggi akan mengganggu metabolisme sel sehingga dapat menyebabkan kematian sel bakteri.²³

Timol iodida berfungsi sebagai antiseptik. Iodida teroksidasi menjadi iodoform. Iodoform secara ireversibel dapat menonaktifkan komponen metabolik protein sehingga menghambat terjadinya metabolisme dan replikasi bakteri.²⁴

Kelompok siler berbahan dasar resin epoksi pada uji *LSD* memiliki daya antibakteri yang lebih rendah dibanding siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate*, dengan perbedaan rerata -0,53. Kayaoglu dkk. berpendapat siler berbahan dasar resin epoksi diketahui memiliki daya antibakteri dan aktivitas antimikroba tersebut berkurang atau tidak ada setelah 24 jam. Hasil ini didukung oleh penelitian Finger dkk. bahwa keadaan pH siler berbahan dasar resin epoksi pada saat pencampuran bahan bernilai pH 7,4 dan terus menurun hingga hari ke 120.^{15, 25} Daya antibakteri yang dimiliki oleh siler berbahan dasar resin epoksi terjadi karena peran aktif

kandungan resin epoksi dan amin. Sifat toksik yang terkandung dalam amin dan resin epoksi, serta residu yang tidak terpolimerisasi saat pencampuran pasta dapat meningkatkan efek toksik yang berpengaruh pada daya antibakteri terhadap *E. faecalis*.⁶

Polimerisasi resin epoksi diawali dengan pembukaan cincin epoksi. Pada tahap ini terbentuk gugus hidroksil yang akan berikatan dengan amin.⁸ Ion hidroksil akan mempengaruhi permeabilitas dinding sel, merusak DNA dan enzim bakteri. Permeabilitas dinding sel yang terganggu memudahkan zat antibakteri masuk ke dalam sel bakteri sehingga merusak komponen dalam sel, DNA dan kerja enzim pun terhambat sehingga metabolisme bakteri tidak berjalan karena kurangnya energi yang dibutuhkan dalam aktivitasnya.⁹

Amin memiliki daya antibakteri dengan cara mengubah pH lingkungan. Pada kondisi pH awal (pH 5) terjadi aktifitas antibakteri minimal antara nanopartikel resin epoksi dengan *E. faecalis* sehingga membran sel bakteri yang bermuatan negatif dan interaksi nanopartikel resin epoksi yang bermuatan positif akan meningkat dan menghasilkan efek antibakteri yang baik. Amin pada siler resin epoksi berinteraksi dengan sel bakteri dengan cara merusak membran sel bakteri, menghambat enzim dan mendenaturasi protein bakteri.²⁶ Amin merusak peptidoglikan dinding sel dan menghambat sintesis peptidoglikan bakteri. Mekanisme sintesis peptidoglikan membutuhkan enzim, bila sintesis peptidoglikan terganggu maka kerja enzim menjadi terganggu sehingga metabolisme bakteri menjadi terganggu dan bakteri mati.²⁷

Kelompok siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* memiliki daya antibakteri lebih baik dibandingkan siler berbahan dasar resin epoksi dikarenakan pada siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* mengandung kalsium hidroksid yang ketika berkontak dengan air akan terurai menjadi ion kalsium dan ion hidroksil. Ion hidroksil berperan dalam menciptakan lingkungan alkali karena melepaskan ion OH⁻ yang akan menonaktifkan enzim membran sitoplasma bakteri, merusak komponen organik, dan menghambat transfor nutrisi. Untuk dapat berfungsi, enzim membutuhkan energi besar dalam menjalankan aktivitasnya. Bila kerja enzim terganggu karena energi yang dibutuhkan untuk aktivitasnya menjadi berkurang, maka aktivitas metabolisme

bakteri dan dapat menyebabkan kematian sel bakteri.²² Peningkatan pH memudahkan ion positif bahan antibakteri berhubungan dengan lipid membran bakteri dan mengubah konsentrasi efektif bahan antibakteri pada permukaan sel sehingga menyebabkan permeabilitas membran bakteri menjadi terganggu. Hal ini menyebabkan bahan antibakteri mudah memasuki sel dan mendenaturasi protein sel bakteri.¹⁶ Siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* memiliki pH alkali (10,8). Derajat keasaman (pH) ini meningkat dari saat pencampuran bahan hingga mencapai pH 12 pada hari pertama dan menurun menjadi pH 10,8 pada hari ke 24, dan stabil dari hari ke 48 hingga hari ke 120 pada pH 10,3.^{15, 28} Peningkatan pH hingga 12 merupakan sifat siler *mineral trioxide aggregate* yang menguntungkan karena pH yang dihasilkan melebihi tingkat pH *E. faecalis* (pH 11,5) untuk dapat tumbuh.²⁹

Peningkatan pH siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* lebih tinggi dibanding siler berbahan dasar resin epoksi. Peningkatan pH siler berbahan dasar resin epoksi terjadi pada pencampuran pH 7,4, pada hari ke 24 menurun pada pH 7,2 dan terus menurun hingga pH 6,3 pada hari ke 120¹⁵, didukung oleh Ustun dkk. yang menyatakan bahwa siler *mineral trioxide aggregate* memiliki efek bakterisidal lebih baik dibandingkan siler resin epoksi.³⁰ Pada penelitian Mohammed dkk. hal ini mungkin disebabkan rendahnya kandungan dari komponen toksik yang dapat larut dalam air seperti formaldehid, dan waktu pencampuran singkat yang dapat mempengaruhi aktivitas antibakteri siler.³¹

Kelompok siler berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* pada uji LSD terlihat memiliki daya antibakteri yang lebih rendah dibandingkan siler berbahan dasar seng oksid eugenol ditunjukkan dengan perbedaan rerata -2,86. Hal ini mungkin dikarenakan siler berbahan dasar seng oksid eugenol memiliki daya antibakteri dari beberapa bahan yang terkandung didalamnya yaitu eugenol dan timol iodida yang efektif menghambat pertumbuhan *E. faecalis*, sedangkan pada *mineral trioxide aggregate* memiliki daya antibakteri hanya dari kandungan kalsium hidroksid yang dapat melepaskan ion hidroksil.

KESIMPULAN

Hasil penelitian tentang perbedaan daya antibakteri siler saluran akar berbahan dasar

seng oksid eugenol, resin epoksi dan *mineral trioxide aggregate* terhadap *E. faecalis* dapat menunjukkan daya antibakteri siler saluran akar terhadap *E. faecalis* berturut-turut mulai dari yang paling besar adalah siler saluran akar berbahan dasar seng oksid eugenol, siler saluran akar berbahan dasar *mineral trioxide aggregate* dan siler saluran akar berbahan dasar resin epoksi.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan toksisitas siler saluran akar berbahan dasar seng oksid eugenol, siler saluran akar berbahan dasar resin epoksi dan siler saluran akar berbahan dasar *mineral trioxide aggregate*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baum, L.; Philip, R.W., Lund., 2003, *Buku Ajar Ilmu Konservasi Gigi*, EGC, Jakarta, 2.
- Garg, N. dan Garg, A., 2010, *Textbook of Endodontics*, Unipress, Malaysia, 1, 164-165, 181, 208.
- Agnihotri, Y., Patri, G., Singh, G., Rajaraman, G.; dan Namratha, L., 2013, Antimicrobial Activity of Different Root Canal Sealer using Agar Diffusion, *J. Res. Adv. Dent*, 2(3):16-20.
- Marinho, A., Martins, P., Ditmer, E., Azevedo, P., Frazzon, J., Sand, S., dan Frazzon, A., 2013, Biofilm Formation on Polystyrene under Different Temperatures by Antibiotics Resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* Isolated from Food, *Braz J. Microbiol*, 44(2):423-426
- Mohammadi, Z., Giardino, L., Palazzi, F., dan Shalavi, S., 2012, Antibacterial Activity of a New Mineral Trioxide Aggregate-based Root Canal Sealer, *Int. Dental Journal*, 62:70-73.
- Nawal, R., Parende, M., Sehgal, R., Naik, A., dan Rao, A., 2011, A Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy and Flow Properties for Epiphany, Guttaflow, and AH-Plus Sealer, *Int. Endodontic Journal*, 44:307-313.
- Seelan, R. G., Kumar, A., dan Jonathan R., 2014, Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficiency of Different Root Canal Sealers Against the Microorganism *Enterococcus Faecalis* in an Ex Vivo Infected Root Canal Model by Using Colony Forming Unit, *UJMDS*, 02(02):43-48.
- Cohen, S., dan Hargreaves, K.M., 2010, *Pathways of The Pulp*, 10th ed., Mosby Elsevier, Saint Louis, 368-370.
- Gao, B., Zhang, X., dan Zhu, Y., 2007, Studies on the Preparation and Antibacterials of Quaternized Polyethylenen, *J. Biomater*, 18(5):531-44.
- Ulilalbab, 2012, *Mekanisme Antibakteri*, diambil dari webunair.ac.id, pada 14 Oktober 2015.
- Rawtiya, M., Verma, K., Singh, S., Munuga, S., dan Khan, S., 2013, MTA-based Root Canal Sealer, *J. of Orofacial Research*, 3(1):16-21.
- Kuga, M., Campos, E., Viscardi, P., Carrilho, P., Xavier, F., dan Silvestre, N., 2011, Hydrogen Ion and Calcium releasing of MTA Fillapex and MTA-based Formulations, *RSBO*, 8(3):271-6.
- Angelus, 2010, *Scientific Profile Product: MTA Fillapex®*, Angelus, Brazil.
- Martu, M., Aminov, L., Martu, S., dan Vataman, M., 2013, The Assessment of Root Canal Sealers pH in the Treatment of Periapical Inflammation Processes – an in vitro Study, *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, 5(1).
- Finger, M., Faraoni, G., Masson, M., Santos, R., Cimardi, A., dan Victorino, F., 2014, Comparative Evaluation of pH and Solubility of MTA Fillapex® Endodontic Sealer, *RSBO*, 11(1):41-46.
- Kusnadi, 2015, *Buku Common Text Mikrobiologi*, diambil dari file.upi.edu, pada 8 Oktober 2015.
- Marbun, R., 2014, *Chapter II*, diambil dari repositoryusu.ac.id, pada 14 Oktober 2015.
- Hafidloh, D., 2015, *diversifikasi Minyak Atsiri Daun Kemangi (Ocimum basilicum L.) dan Rosemary (Rosmarinus officinalis) sebagai Antiketombe*, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, diambil dari magisterkimiaub14-15.blogspot.co.id pada 8 Oktober 2015
- Anwari, S., 2013, *Daya Antibakteri Ekstrak Kulit Manggis*, diambil dari adln.lib.unair.ac.id, pada 10 Oktober 2015.
- Aditya, R., 2015, *Mekanisme Antibakteri*, diambil dari rhimaditz.blogspot.co.id pada 8 Oktober 2015.
- Adrianto, K., 2012, *Skripsi: Efek Antibakteri Polifenol Biji Kakao pada Streptococcus mutan*, FKG UNEJ, Jember.
- Tarigan, G., 2013, *Chapter II: Mekanisme Kerja Kalsium Hidroksida*, diambil dari repositoryusu.ac.id, diunduh pada 14 Oktober 2015.
- Naufalin, R., Jenie, B., Kusnandar, F., Sudarwanto, M., dan Rukmini, H., 2010, Pengaruh pH, NaCl dan Pemanasan terhadap Stabilitas Antibakteri Bunga Kecombrang dan Aplikasinya pada Daging Sapi Giling, *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, 18:3.
- Kaiwar, A., Nadig, G., Hedge, J., dan Lekha, S., 2012, Assesment of Antimicrobial Activity of Endodontic Sealers on *Enterococcus faecalis*: An in vitro Study, *World J. Dent*, 3(1):26-31.
- Kayaoglu, G., Erten, H., Alacam, T., dan Orztavik, D., 2005, Short-term Antibacterial Activity of Root Canal Sealers towards *Enterococcus faecalis*, *Int. Endodontic Journal*, 38:483-488.
- Beyth, N., Shvero, D., Zaltsman, Hour-Haddad, Y., Abramovitz, I., Davidi, M., dan Weiss, E.,

- 2013, Rapid Kill-Novel Endodontic Sealer and *Enterococcus Faecalis*, *Plos One*. 8(11):e78568.
27. Anonim, 2015, *Amina*, diambil dari konsultanobat.wordpress.com, pada 14 Oktober 2015.
28. Schmalz, G., dan Bindsvlev, D. A., 2009, *Biocompatibility of Dental Materials*, Springer, Leipzig, 195-213.
29. Weckwerth, P., Zapata, R., Vivan, R., Filho, M., Maliza, M., dan Duarte, M., 2013, In vitro Alkaline pH Resistance of *Enterococcus faecalis*, *Brazilian Dental Journal*, 24(5):474-476
30. Ustun, Y., Sagsen, B., Durmaz, S., dan Percin, D., 2013, In Vitro Antimicrobial Efficiency of different Root Canal Sealers Againsts *Enterococcus Faecalis*, *European Journal of General Dentistry*, 2(2).
31. Mohammed, A., Oglah, F., dan Naser, S., 2014, In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Activity of Four Resin Based Endodontic Sealers on Three Bacterial Spesies, *MDJ*, 11(1)