

PERBANDINGAN JUMLAH ODONTOBLAST-LIKE CELLS PADA PULPA GIGI SETELAH APLIKASI TIGA JENIS MEDIKAMEN KAPING PULPA Studi Terhadap Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar

¹Rinitha Panbiyani*, ²Andina Rizkia Putri Kusuma, dan ³Anggun Feranisa

¹Program Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung

²Departemen Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung

³Departemen Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

rpanbiyani@std.unissula.ac.id

Abstrak

Kaping pulpa adalah perawatan yang diindikasikan untuk pulpa yang mengalami cedera traumatis maupun karena faktor iatrogenik dengan cara meletakkan medikamen Kalsium Hidroksida, Mineral Trioxide Aggregate (MTA), atau Biodentin secara langsung pada pulpa sehingga dapat menstimulasi pembentukan odontoblast-like cells. Odontoblast-like cells dihasilkan dari sel undifferential mesenchyme setelah mengalami kematian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian medikamen kaping pulpa terhadap jumlah odontoblast-like cells pada pulpa gigi Rattus norvegicus. Metode penelitian ini berjenis true experimental laboratories post test only control group design, terdiri dari empat kelompok dan sampel berjumlah 24 ekor tikus wistar. Gigi molar 1 rahang atas hewan coba dipreparasi sampai timbul perdarahan. Tiga kelompok diberi perlakuan dan seluruh gigi hewan coba ditumpat sementara, kemudian ditunggu selama 7 hari. Jaringan dibuat preparat histologi dengan pewarnaan hematoksilin-eosin dan dihitung jumlah sel odontoblast-like cells, kemudian dianalisa dengan uji One Way Anova dan Post Hoc LSD. Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada pemberian medikamen kaping pulpa terhadap jumlah odontoblast-like cells dengan kelompok kontrol negatif, sedangkan antara kelompok Biodentin dengan MTA tidak terdapat perbedaan jumlah odontoblast-like cells yang signifikan.

Kata kunci: odontoblast-like cells, kalsium hidroksida, mineral trioxide aggregate, biodentin

Abstract

Pulp capping is a treatment indicated for pulp that has a traumatic injury or caused by iatrogenic factors, by placing calcium hydroxide medicaments, Mineral Trioxide Aggregate (MTA), or Biodentine directly on the pulp, stimulating the formation of odontoblast-like cells. Odontoblast-like cells produced from undifferential mesenchyme cells after experiencing death. The objective of this research was to determine the effect of placing three pulp capping medicaments on the odontoblast-like cell numbers in tooth pulp Rattus norvegicus. This research method used a true experimental laboratory post test only design, consisting of four groups and samples of 24 Wistar rats. The maxillary molar teeth 1 were

prepared until bleeding happens. The three groups were given medicaments and all animal teeth were temporarily filled for 7 days. The tissues were made as histological slide by hematoxylin-eosin staining, and odontoblast-like cell counts were observed. Data analyzed by One Way Anova test and LSD Post Hoc. The results indicates some significant effect on the odontoblast-like cell numbers between on the of pulp medicaments with negative control group. There are no significant difference between the Biodentin and MTA groups there in the number of odontoblast-like cells.

Key words: *odontoblast-like cells, calcium hydroxide, mineral trioxide aggregate, biodentine*

1. PENDAHULUAN

Prevalensi penyakit gigi dan mulut menurut data riset kesehatan dasar Indonesia tahun 2018 mencapai 57,6% dan yang mendapat pelayanan tenaga medis sebesar 10,2% (Risikesdas, 2018). Pulpitis adalah salah satu dari penyakit gigi dan mulut yang prevalensinya cukup tinggi sehingga perlu lebih diperhatikan. Berdasarkan Profil Data Kesehatan Indonesia tahun 2011, mencatat bahwa pada tahun 2010 penyakit pulpa dan periapiks terdapat pada urutan ke-7 penyakit rawat jalan di Indonesia (Kemenkes, 2011).

Pulpitis merupakan suatu reaksi pengurangan antigen pada pulpa yang terjadi secara bertahap dibantu oleh dokter gigi melalui pemeriksaan klinis dan radiografi dengan memperhatikan tanda dan gejala yang bervariasi (Ali & Mulay, 2015). Pulpa yang mengalami inflamasi terjadi secara akut atau kronis. Sel utama inflamasi akut pada pulpa adalah neutrofil polimorfonuklear, sedangkan sel utama inflamasi kronis pada pulpa adalah limfosit, sel-sel plasma, dan makrofag. Secara histologis, pulpitis ditandai dengan adanya gangguan sel-sel inflamasi pada lapisan odontoblastik diikuti dengan dilatasi pembuluh darah (Piatelli & Traini, 2007).

Salah satu cara yang dapat mempertahankan vitalitas gigi yang telah mengalami kerusakan yaitu dengan perawatan kaping pulpa. Kaping pulpa ditujukan untuk pulpa yang mengalami cedera traumatis maupun karena faktor iatrogenik dengan cara meletakkan medikamen secara langsung pada pulpa untuk mencegah perawatan saluran akar yang lebih berat (Fuks, 2008 *cit.* Li *et al.*, 2015). Metode ini bertujuan untuk melindungi pulpa yang terbuka dari iritasi sehingga vitalitas gigi dapat dipertahankan dan dapat meregenerasi sel odontoblas, sel fibroblas, dan sel inflamatori (Walton, 2008 *cit.* Santoso, 2017).

Material kaping pulpa yang banyak digunakan antara lain *Calcium hydroxide* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA), dan Biodentin. Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) adalah sebuah bahan berupa bubuk yang bisa dicampur dengan cairan lain memiliki daya biokompatibilitas terhadap jaringan yang baik dan pH 12-13 sehingga mampu membuat lingkungan menjadi basa dan mudah membentuk dentin reparatif yang baru (Sidharta, 2000). *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) adalah bahan berupa semen hidrolis yang mempunyai kemampuan untuk regenerasi jaringan, bioaktif, dan antibakteri (Rao *et al.*, 2009). Biodentin adalah bubuk dan cairan kalsium silikat yang digunakan untuk menstimulasi pembentukan dentin tersier dengan cara meningkatkan sekresi TGF- β 1 dengan *setting time* sekitar 12 menit (Laurent, 2012 *cit.* Nowicka, 2013; Priyalakshmi & Ranjan, 2014).

Bahan-bahan tersebut dapat menstimulasi pembentukan *odontoblast-like cells*. *Odontoblast-like cells* merupakan sel odontoblas yang dihasilkan dari sel *undifferential mesenchyme* karena mengalami kematian seiring berjalannya waktu sehingga tidak bisa membentuk matriks ekstraseluler pada saat pembentukan *dentinal bridge* yang dihasilkan dari sebuah medikamen (Margono, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan signifikan ketiga jenis medikamen kaping pulpa yang paling efektif dalam peningkatan jumlah *odontoblast-like cells* dalam proses pembentukan *dentinal bridge*.

Manfaat penelitian ini yaitu mempelajari efektivitas medikamen kaping pulpa Kalsium hidroksida, *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA), dan Biodentin dalam proses pembentukan *odontoblast-like cells*.

2. METODE

Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komite Etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan No. 167/B.1-KEPK/SA-FKG/I/2020. Jenis penelitian ini menggunakan eksperimental laboratorium *in vivo* dengan rancangan penelitian mencakup *post test only control design* menggunakan 24 ekor tikus wistar yang telah dibuat kavitas pada gigi molarnya menggunakan *round bur* ukuran 008 sebagai objek penelitian. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hewan Coba Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung dan Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada. Subjek yang termasuk kriteria inklusi akan dibagi menjadi 4 kelompok secara acak, yaitu 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan. Setiap kelompok perlakuan akan diberi masing-masing medikamen Ca(OH)₂, MTA, dan Biodentin, sedangkan kelompok kontrol tidak diberi medikamen. Penelitian ini diinkubasi selama 7 hari sebelum akhirnya didekapitasi, pembuatan preparat jaringan, dan pengamatan *odontoblast-like cells* dengan mikroskop perbesaran 1000X.

Analisis dilakukan menggunakan software SPSS 16.00 untuk Windows. Data disajikan dalam bentuk nilai rerata dan standar deviasi. Berdasarkan jumlah sampel yang digunakan untuk mengetahui kenormalan pendistribusian data dilakukan uji *Shapiro Wilk Test*, kemudian dilakukan uji homogenitas data dengan menggunakan *Levene Test*. Jika data yang sudah terdistribusi normal, lalu dilakukan uji parametrik dengan *One Way Anova* untuk menguji dan mengetahui apakah terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* pada semua kelompok dan dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significance Different*) untuk menguji perbedaan antarkelompok. Uji ini dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$.

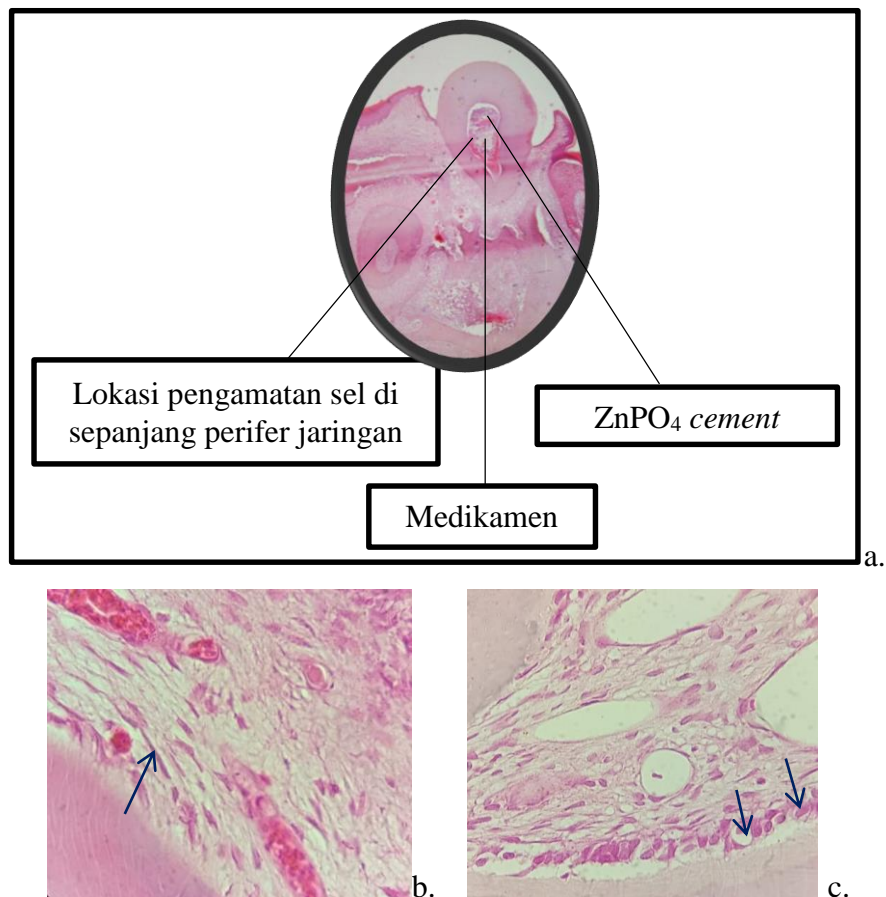
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

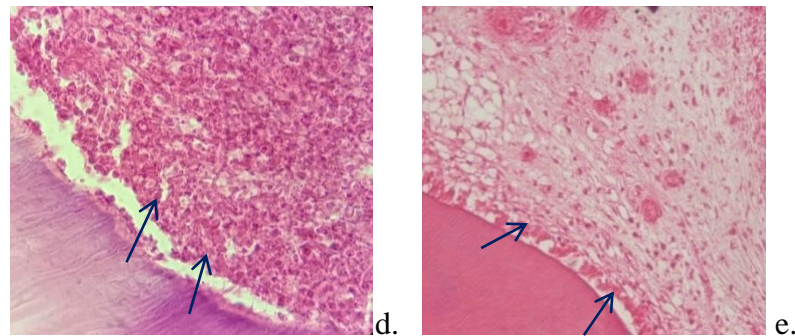
Subjek penelitian ini dilakukan pada 24 gigi molar 1 rahang atas tikus wistar yang dibagi menjadi kelompok tanpa diberi medikamen sebagai kelompok kontrol negatif dan tiga kelompok yang diberi Kalsium Hidroksida, MTA, dan Biodentin, kemudian dilakukan pembuatan preparat dan pengamatan *odontoblast-like cells* menggunakan mikroskop perbesaran 1000x. Hasil rerata penelitian ini dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Hasil rata-rata jumlah *odontoblast-like cells*

Jumlah Sampel	Kelompok	Mean \pm SD
6	Kontrol (Tanpa Medikamen)	3,33 \pm 2,16
6	Kalsium Hidroksida	5,83 \pm 1,72
6	MTA	9,33 \pm 2,42
6	Biodentin	10,00 \pm 0,89

Berdasarkan tabel 1. rata-rata jumlah *odontoblast-like cells* ketiga jenis medikamen kaping pulpa lebih tinggi daripada kelompok kontrol, sedangkan kelompok Biodentin memiliki rata-rata jumlah *odontoblast-like cells* yang paling tinggi daripada kelompok Kalsium Hidroksida dan kelompok MTA. Hasil pengamatan *odontoblast-like cells* pada preparat jaringan dapat dilihat pada gambar 1.





Gambar 1. Identifikasi *odontoblast-like cells* dengan pewarnaan Hematoksilin dan eosin pulpa gigi tikus wistar. Pada hari ke-7 setelah aplikasi medikamen dengan perbesaran 1000x, terlihat adanya *odontoblast-like cells* (panah biru). (a) Hasil preparat dengan potongan sagital, (b) Kontrol, (c) Kalsium Hidroksida, (d) MTA, (e) Biodentin

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Normalitas (*Shapiro-Wilk*)

Kelompok	<i>p-value</i>	Keterangan
Kontrol	0,129	Normal
Kalsium Hidroksida	0,830	Normal
MTA	0,415	Normal
Biodentin	0,167	Normal

Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa semua kelompok data memiliki $p > 0,05$, artinya sebaran data terdistribusi normal.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Homogenitas (*Levene test*)

	<i>p-value</i>	Keterangan
Jumlah <i>Odontoblast-like Cells</i>	0,086	Homogen

Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan nilai $p > 0,05$, yang berarti bahwa sebaran data penelitian tersebut homogen.

Tabel 4. Hasil Analisis Uji Beda Jumlah *Odontoblast-like Cells* Dalam Kelompok (*One Way Anova*)

Kelompok	<i>p-value</i>	Keterangan
Kontrol	0,000	Terdapat perbedaan rata-rata jumlah <i>odontoblast-like cells</i> antarkelompok
Kalsium Hidroksida		
MTA		
Biodentin		

Hasil uji parametrik *One Way Anova* dapat dilihat pada tabel 4. Hasil uji anova menunjukkan $p < 0,05$, sehingga terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* yang signifikan antara empat kelompok penelitian.

Tabel 5. Hasil Analisis Uji Beda *Odontoblast-like Cells* Antarkelompok (*Post Hoc LSD*)

Uji Post Hoc LSD	Perbedaan Rerata	<i>p-value</i>
Kontrol vs Kalsium Hidroksida	-2.50000*	0,033
Kontrol vs MTA	-6.00000*	0,000
Kontrol vs Biodentin	-6.66667*	0,000
Kalsium Hidroksida vs MTA	-3.50000*	0,004
Kalsium Hidroksida vs Biodentin	-4.16667*	0,001
MTA vs Biodentin	-.66667	0,548

Keterangan : *berbeda makna ($p < 0,05$)

Setelah dilakukan uji beda, dapat dilakukan uji *Post Hoc LSD (Least Significance Different)* untuk mengetahui perbedaan antarkelompok. Hasil uji *Post Hoc LSD* pada tabel 5 menunjukkan nilai $p < 0,05$, yang artinya bahwa terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* yang signifikan antara kelompok kontrol dengan ketiga kelompok medikamen kaping pulpa dan antara kelompok Kalsium Hidroksida dengan kelompok MTA dan kelompok Biodentin. Kelompok MTA dengan kelompok Biodentin memiliki nilai $p > 0,05$, artinya terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* yang tidak signifikan.

Pemberian medikamen dalam perawatan kaping pulpa dapat meningkatkan sel progenitor untuk merangsang protein *growth factor* dalam meregulasi proses seluler dan pembentukan *odontoblast-like cells* yang dihasilkan dari sel *undifferential mesenchyme dental papilla* sebagai respons untuk menggantikan sel odontoblas yang mengalami kematian (Haniastuti *et al.*, 2008 *cit.* Octiara, 2015).

Kalsium hidroksida selama ini merupakan *gold standard* dalam perawatan kaping pulpa, namun medikamen ini juga memiliki kelemahan. Kelemahan tersebut ditunjukkan pada studi yang dilakukan oleh Tran *et al.* (2012), yaitu struktur dentin reparatif pada Kalsium Hidroksida memiliki porus yang disebabkan oleh kebocoran mikro bakteri, sehingga dapat merangsang inflamasi pulpa dan mengurangi area pembentukan *odontoblast-like cells*. Kelemahan Kalsium Hidroksida tersebut menyebabkan defek *tunnel*, medikamen mudah larut dalam saliva, degradasi secara jangka panjang, terjadi mikrofiltrasi akibat resistensi mekanik, dan hasil yang tidak tahan lama (Cengiz & Yilmaz, 2016; Hilton, 2009 *cit.* Mostafa & Moussa, 2018).

Medikamen MTA dan Biodentin berasal dari bahan dasar yang sama yaitu trikalsium silikat yang biokompatibel dan menghasilkan ion kalsium. Kedua medikamen tersebut dapat meningkatkan modulasi sekresi TGF- β 1 dalam pembentukan *odontoblast-like cells*. Penelitian dari Camilleri (2007), yang membandingkan ukuran partikel kedua medikamen tersebut menunjukkan hasil ukuran partikel Biodentin lebih kecil daripada ukuran partikel MTA, sehingga permukaan saat reaksi hidrasi lebih luas. Permukaan reaksi hidrasi yang semakin luas menyebabkan waktu pengerasan semakin cepat dengan kisaran 12 menit. Akibat waktu pengerasan yang semakin singkat, kontak antara ion kalsium dengan fosfat jaringan juga akan berkurang. Hal-hal yang berkaitan

dengan efek samping penggunaan Biodentin dalam jangka panjang, antara lain terbentuknya gap yang besar dan ketebalan yang lebih rendah dibandingkan MTA pada struktur dentin reparatif (Kaur *et al.*, 2017; Brizuela *et al.*, 2017).

Jumlah *odontoblast-like cells* pada kelompok Biodentin memiliki jumlah yang paling tinggi. Menurut Peng *et al.* (2017), ion silikon dan ion kalsium yang dihasilkan dari reaksi Biodentin menyebabkan terjadinya peningkatan proliferasi sel induk pulpa gigi, membantu metabolisme sel dalam ekspresi gen, meningkatkan proses diferensiasi sel, sintesis kolagen, dan mineralisasi tulang. Biodentin memiliki kelebihan sebagai medikamen kaping pulpa, di antaranya adalah lebih mudah ditangani, *setting time* lebih cepat, lebih kuat secara mekanis, tidak menyebabkan diskolorasi gigi, dan tingkat porisitas yang rendah (About, 2016). Medikamen MTA memiliki kapasitas yang baik dalam merangsang diferensiasi sel untuk melakukan pembentukan matriks jaringan keras. Medikamen MTA ini dapat menginduksi sel-sel osteogenik dan menstimulasi produksi BMP-2 dan TGF- β 1 dari fibroblas untuk pembentukan *odontoblast-like cells*. Kelebihan dari MTA adalah biokompatibel, memiliki sifat hidrofilik untuk kontrol kelembaban, memiliki pH alkali yang tinggi sebagai antibakteri, dan kemampuan untuk stimulasi pembentukan jembatan dentin (Parirokh *et al.*, 2010; Akhlaghi *et al.*, 2015).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* pada pulpa gigi tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur wistar jantan yang signifikan antara kelompok yang diberi medikamen Kalsium Hidroksida, *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA), dan Biodentin dengan kelompok kontrol (tanpa medikamen), sedangkan antara kelompok MTA dengan kelompok Biodentin terdapat perbedaan jumlah *odontoblast-like cells* yang tidak signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan saya kesempatan untuk menyelesaikan penelitian ini, juga saya ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, dosen pembimbing, dan dosen penguji yang selalu membimbing saya ketika melakukan penelitian ini. Terima kasih juga saya sampaikan kepada keluarga dan teman-teman saya yang selalu mendukung dan mendoakan.

DAFTAR PUSTAKA

- About, Imad. 2016. Biodentine: From Biochemical and Bioactive Properties to Clinical Applications. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 30: 81-88.
- Akhlaghi N, Khademi A. 2015. Outcomes of Vital Pulp Therapy in Permanent Teeth With Different Medicaments Based on Review of The Literature. *Dent Res J (Isfahan)*.12(1):406-417.
- Ali, S. G., & Mulay, S. 2015. Pulpitis : A review. *Inter Scie Res J Dent Med Scie*. 4(8): 92–97.
- Brizuela, C., Ormeno, A., Cabrera, C., Cabezas, R., Silva, C. I., Ramirez, V., & Mercade, M. 2017. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide, Mineral Trioxide Aggregate, and Biodentine in Permanent Young Teeth with Caries: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 43(11): 1776-1780.

- Camilleri J. 2007. Hydration Mechanisms of Mineral Trioxide Aggregate. *Intern Endod J.* 40 (6):462-70
- Cengiz, E., & Yilmaz, H. G. 2016. Gallium and Garnet Laser Irradiation Combined with Resin-based Tricalcium Silicate and Calcium Hydroxide on Direct Pulp Capping : A Randomized Clinical Trial. *J Endod.* 42(3):351–355.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2012. Profil Data Kesehatan Indonesia[online]. terdapat di: <http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/profil-kesehatan-indonesia/profil-kesehatan-indonesia-2011.pdf> [25 Oktober 2019].
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2018. Hasil Utama Riskesdas 2018 [online]. terdapat di: <http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/hasil-riskesdas-2018.pdf> [3 Oktober 2019].
- Fuks, A. B. 2008. Vital Pulp Therapy with New Materials for Primary Teeth : New Directions and Treatment Perspectives. *J Endod.* 34(78) : 18-24.
- Haniastuti, T., Nunez, P., & Djais, A.A. 2008. The role of transforming growth factor beta in tertiary dentinogenesis. *Dent J (Maj Ked Gigi).* 41 (1): 15-20.
- Hilton, T.J. 2009. Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature. *Oper Dent.* 34(5): 615-625.
- Kaur, M., Singh, H., Dhillon, J. S., Batra, M., & Saini, M. 2017. MTA versus Biodentine: Review of Literature with A Comparative Analysis. *J Clin Diagn Res.* 11(8), ZG01–ZG05.
- Laurent, P., Camps, J., & About, I. 2012. Biodentine TM Induces TGF-B1 Release from Human Pulp Cells and Early Dental Pulp Mineralization. *Intern Endod J.* 45 :439–448.
- Li, Z., Cao, L., Fan, M., & Xu, Q. 2015. Direct Pulp Capping with Calcium Hydroxide or Mineral Trioxide Aggregate : A Meta-analysis. *J Endod.* 1–6.
- Margono, A. 2012. Potensi Sel Punca Mesenkhim Asal Jaringan Lemak dengan Produk Plasma untuk Regenerasi Sel Odontoblas Jaringan Pulpa In Vitro [disertasi]. Universitas Indonesia.
- Mostafa, N., & Moussa, S. A. 2018. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) vs Calcium Hydroxide in Direct Pulp Capping – Literature Review. *On J Dent & Oral Health.* 1(2): 1-6.
- Nowicka, A., Wilk, G., Lipski, M., Kolecki, J., & Radińska, J. B. 2015. Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)₂, MTA, Biodentin, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *J Endod.* 41 : 1234-1240.
- Octiara, E. 2015. Dentin Reparatif dan Growth Factor yang Berperan dalam Dentinogenesis Reparatif. *dentika Dental Journal.* 18(3): 294-299.
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. 2010. Mineral Trioxide Aggregate : A Comprehensive Literature Review - Part III : Clinical Applications, Drawbacks , and Mechanism of Action. *J Endod.* 36(3): 400–413.
- Peng W, Liu W, Zhai W, Jiang L, Li L, Chang J, et al. 2017. Effect of tricalcium silicate on the proliferation and odontogenic differentiation of human dental pulp cells. *J Endod.* 37: 6-1240.
- Piattelli, A. & Traini, T. 2007. Diagnosis and Managing Pulpitis: Reversible or Irreversible?. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry.* 19(2): 1-4.

- Priyalakshmi, S. & Ranjan, M. 2014. Review on Biodentine-A Bioactive Dentin Substitute. *IOSR J Dent and Med Sci.* 13(1): 13-17.
- Rao, A., Rao, A., & Shenoy, R. 2009. Mineral Trioxide Aggregate- A Review. *J Clin Pediatr Dent.* 34(1): 1-8.
- Santoso, B. 2017. Perbedaan Jumlah Fibroblas pada Pulpa Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Diberi Bahan Pulp Capping Pasta Biji Kopi Robusta dengan Kalsium Hidroksida. [Skripsi]. Universitas Jember.
- Sidharta, W. 2000. Penggunaan Kalsium Hidroksida di Bidang Konservasi Gigi. (Jur. Ked. Gigi) *Univ. Ind.* 7 : 435-443.
- Tran XV, Gorin C, Willig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, et al. 2012. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res.* 91:71-1166.
- Walton RE, T. M. 2008. Prinsip dan Praktik Ilmu Endodonsi (B. N. Alih Bahasa : Narlan, Winiati, Ed.). Jakarta: EGC.