

ISSN e 2716-0718

ISSN p 2685-6867

No 1 | Volume 1 | July 2019

JURNAL KEDOKTERAN GIGI TERPADU



Official Journal of Faculty of Dentistry
Trisakti University, Jakarta, Indonesia
<https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jkgt/index>

JURNAL KEDOKTERAN GIGI TERPADU

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [CATEGORIES](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#)

[Home](#) > [Vol 1, No 2 \(2019\)](#)

JURNAL KEDOKTERAN GIGI TERPADU



VOL 1, NO 2 (2019): JURNAL KEDOKTERAN GIGI TERPADU

TABLE OF CONTENTS

ARTICLES

[Efektivitas Pasta Gigi Pemutih Terhadap Perubahan Warna Gigi Ekstrinsik \(Penelitian\)](#)
Eko Fibryanto

[PDF](#)

| Abstract views: **16** | PDF views: **0**

[Smile Design pada Penutupan Diastema Menggunakan Veneer Porselin pada kasus](#)

[PDF](#)

<https://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/jkgt/index>

USER

Username
 Password

Remember me

NOTIFICATIONS

[View](#)
[Subscribe](#)

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

[By Issue](#)
[By Author](#)
[By Title](#)
[Other Journals](#)
[Categories](#)

FONT SIZE

INFORMATION

[For Readers](#)
[For Authors](#)
[For Librarians](#)

Protrusif (Laporan Kasus)



Eline Elline

 | Abstract views: **8** |  PDF views: **0**
Gambaran Kualitas Hidup Terkait Kesehatan Gigi Dan Mulut Pecandu Narkoba (Penelitian)

PDF

Jackson Jackson, Asyurati Asia, Andrian Nova Fitri
 | Abstract views: **19** |  PDF views: **0**
Restorasi Endocrown Gigi Molar Pertama Rahang Atas Pasca Perawatan Endodontik (Laporan Kasus)



PDF

Rosita Stefani
 | Abstract views: **15** |  PDF views: **0**
Pengaruh Sikat dan Pasta Gigi Anak Terhadap Kekasaran Permukaan SIK dan Kompomer (Penelitian)

PDF

Deviyanti Pratiwi, Syifa Annisa
 | Abstract views: **10** |  PDF views: **0**
Pengaruh Obat Kumur Mengandung Alkohol 9% Dan Non-Alkohol Terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit Bulk-Fill (Penelitian)

PDF

Gabriella Sun, Dewi Liliany Margareta
 | Abstract views: **10** |  PDF views: **0**
Bleaching Gigi Vital pada Gigi Anterior sampai Premolar Pertama Maksila dan Mandibula (Laporan Kasus)

PDF

Melaniwati Melaniwati
 | Abstract views: **2** |  PDF views: **0**
Efek Sari Buah Lemon pada Kekasaran Permukaan Restorasi Alkasit (Penelitian)

PDF



Anastasia Elsa, Steward Hadi
 | Abstract views: **26** |  PDF views: **0**
Revaskularisasi gigi : Prosedur Perawatan Potensial untuk Regenerasi Gigi Nekrosis Pulpa Apeks Terbuka (Tinjauan Pustaka)

PDF



PDF

Tien Suwartini
 | Abstract views: **12** |  PDF views: **0** |  PDF views: **0**
GAMBARAN RESESI GINGIVA PADA PASIEN PENGGUNA NARKOBA (Penelitian)



PDF

Aisy Kahla Nugraha Putri Kahla Nugraha Putri, Lies Zubardiah
 | Abstract views: **11** |  PDF views: **0**
Perbedaan Jumlah Porphyromonas endodontalis pada Diagnosis Pulpitis Ireversibel dan Nekrosis Pulpa (Penelitian)

PDF

Taufiq Ariwibowo, Bryan Wangidjaja, Meiny Faudah Amin
 | Abstract views: **13** |  PDF views: **0**
DIODE LASER IN PERIODONTAL TREATMENT (Tinjauan Pustaka)

PDF

Trijani Suwandi
 | Abstract views: **5** |  PDF views: **0**


ISSN: 2716-0718



Home (<https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt/index>) / Editorial Team

Editorial Team

Editor in Chief

- *drg. Carolina Damayanti Marpaung, SpPros., Ph.D*  Mail
(mailto:%63%61%72%6f%6c%69%6e%61@%74%72%69%73%61%6b%74%69.%61%63.%69%64)
Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Indonesia

Board of Editor

- *drg. Yenny Pragustine, SpPros.*
Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Triakti, Indonesia
- *drg. Enrita Dian Rahmadini, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Tri Putriany Agustin, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Arianne Dwimega, Sp.KGA*
Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Goalbertus, MM., MKM*
Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat dan Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
- *drg. Christiana Rialine Titaley, MPH., Ph.D*
Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura, Maluku, Indonesia
- *drg. Steffano Aditya Handoko, MPH., Sp.Pros*
Departemen Prostodonsia, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi dan Profesi Dokter Gigi (PSSKGPDG), Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana, Bali, Indonesia
- *drg. Marthin Maha, Sp.Ort*
Departemen Ortodonsia, RSGM Gusti Hasan, Kalimantan Selatan, Indonesia

SUBMISSION

[Author Guidelines \(/index.php/jkgt/about/submissions#onlineSubmissions\)](/index.php/jkgt/about/submissions#onlineSubmissions)

[Privacy Statement \(https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt/PrivacyStatement\)](https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt/PrivacyStatement)

POLICIES

(Tinjauan Pustaka)

Revaskularisasi gigi : Prosedur Perawatan Potensial untuk Regenerasi Gigi Nekrosis Pulpa Apeks Terbuka

Tien Suwartini

Bagian Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti
No.Tlp : 08567167007, Email : tiensuwartini@hotmail.com

ABSTRACT

Background: Endodontic treatment of young permanent (immature) necrosis teeth is often challenging because the condition of thin and short roots increases the risk of fracture during treatment. **Review:** The optimum healing condition for teeth with open apex necrotic pulp is to regrow functional pulp tissue and continued root development. A novel concept of revascularization of immature nonvital, infected teeth was recently introduced. **Conclusions:** This paper summarizes the literature supporting biological reasons for considering revascularization procedures for immature permanent teeth with pulp necrosis and the future potential of regenerating the pulp tissue as a routine dental procedure

Keywords: Necrosis Immature Teeth, Revascularization, Regeneration.

LATAR BELAKANG

Hasil riset kesehatan dasar (riskesdas) menunjukkan bahwa 57,6% penduduk Indonesia mengalami masalah gigi dan mulut dan di antaranya adalah pulpa nekrosis. Jika nekrosis pulpa terjadi pada gigi muda dengan apeks masih terbuka, maka pertumbuhan akar tidak berlanjut. Penyebab potensial pulpa nekrotik gigi immature, yang mengarah pada penghentian pembentukan akar adalah : karies gigi (12,9%), trauma (33,8%), dan dens evaginatus (25,9%). Kondisi ini menyebabkan akar gigi pendek, dindingnya tipis sehingga mudah fraktur.^{1,2} Ujung apikalnya sering berbentuk *blunderbuss* sehingga menyulitkan pada saat pembersihan dan pembentukan saluran akar dan obturasi.³ Sisa-sisa debris nekrotik yang tertinggal dalam saluran akar sulit untuk didesinfeksi secara tuntas dan dinding dentin juga tipis dan rapuh sehingga berisiko fraktur saat preparasi mekanik dan obturasi saluran akar.⁴

Perawatan konvensional yang banyak dilakukan pada gigi nekrosis dengan apeks terbuka adalah merangsang penutupan apical dengan cara apeksifikasi dengan kalsium hidroksida [Ca(OH)₂] atau penutupan apical satu-kunjungan dengan menempatkan barrier apikal menggunakan mineral trioksida agregat (MTA).⁵

Prosedur apeksifikasi dilakukan dengan cara mengaplikasikan pasta kalsium hidroksida ke dalam saluran akar secara periodik jangka panjang untuk menginduksi pembentukan barrier kalsifikasi. Namun aplikasi kalsium hidroksida jangka waktu lama dapat menyebabkan melemahnya akar karena sifat higroskopis dan sifat proteolitik kalsium hidroksida, meningkatkan risiko fraktur dan kontaminasi dari ruang pulpa.⁶

Perawatan dengan MTA dapat mempersingkat waktu perawatan antara kunjungan pertama pasien sampai pembuatan restorasi akhir. Tingkat keberhasilan jangka panjang apeksifikasi dengan MTA lebih tinggi dibandingkan dengan apeksifikasi menggunakan Ca(OH)₂.⁷ Mineral trioksida agregat efektif dalam pembentukan barrier jaringan keras baru di daerah apikal gigi; namun, risiko fraktur gigi di masa depan dapat terjadi karena berhentinya penebalan dinding dentin.^{7,8} Sayangnya, prosedur alternatif (misalnya, implan) pada pasien muda merupakan kontraindikasi karena kerangka kraniofasial masih terus berkembang.⁶ Demikian pula penutupan apical secara retrograde melalui pembedahan dapat dilakukan, namun prosedurnya lebih invasif dan mempunyai risiko komplikasinya lebih besar baik secara klinis maupun psikologis terutama pada anak-anak.⁴ Oleh karena itu, dilakukan pencarian alternatif perawatan baru untuk menghindari risiko fraktur akar masa depan.

Perawatan ideal gigi apeks terbuka yang telah mengalami nekrosis pulpa adalah mencegah atau menyembuhkan terjadinya periodontitis apikal, merangsang berlanjutnya perkembangan akar dan mengembalikan fungsi jaringan pulpa, baik secara perspektif imunologi maupun sensorik.⁹ Revaskularisasi muncul sebagai alternatif baru perawatan untuk kasus gigi immature, yang memungkinkan tidak hanya terjadinya penutupan apikal, tetapi juga meningkatkan ketebalan dinding dentin akar. Hasil ini diharapkan akan meningkatkan retensi gigi alami jangka panjang. Revaskularisasi merupakan alternatif perawatan apeksifikasi yang direkomendasikan untuk kasus gigi muda apeks terbuka, yang membutuhkan perawatan endodontik.¹⁰

Berdasarkan penelusuran literatur, terdapat bermacam-macam protokol prosedur revaskularisasi pulpa. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk untuk menelusuri mengumpulkan, mendeskripsikan dan membahas protokol revaskularisasi sebagai bahan referensi bagi praktisi dan penelitian baru di bidang revaskularisasi.²

TINJAUAN PUSTAKA

Revaskularisasi / revitalisasi pulpa dan konsep regenerasi

Revaskularisasi dapat didefinisikan sebagai invaginasi sel-sel yang belum berdiferensiasi di area periapikal ke dalam saluran akar gigi immature.^{1,12} Pada perawatan endodontik regeneratif dengan teknik revaskularisasi, saluran akar didisinfeksi untuk mensterilkan saluran akar gigi. Saluran akar tidak diisi dengan bahan obturasi artifisial, sehingga tersedia ruangan untuk tumbuhnya jaringan pulpa vital ke dalam saluran akar dari sel-sel punca dari jaringan periapikal yang terbawa oleh *blood clot*. Sel-sel punca periodontal/periapikal membentuk dentin dan sementum menghasilkan perkembangan ujung akar dan penutupan apikal.⁸

Revaskularisasi pulpa umumnya dilakukan lebih dari dua kunjungan. Pada kunjungan pertama, saluran akar dibersihkan dengan larutan irigasi, diikuti dengan aplikasi medikamen intrakanal selama tiga minggu. Setelah periode ini, dilakukan induksi pembentukan bekuan darah dan penutupan dengan Mineral trioksida agregat (MTA) dan dilanjutkan penempatan dengan resin komposit.² Pendekatan perawatan ini lebih kondusif dibandingkan tindakan apeksifikasi, dan telah dianggap sebagai pilihan yang lebih baik untuk regenerasi jaringan pulpa pada gigi dewasa dengan pulpa nonvital.¹³ Laporan-laporan kasus sebelumnya menunjukkan bahwa prosedur revaskularisasi dapat menghasilkan regenerasi atau revaskularisasi pulpa pada gigi tetap non-vital yang belum matang bahkan dengan periodontitis apikal.⁸

Ukuran Foramen Apikal

Faktor paling penting yang harus dipertimbangkan sebelum perawatan endodontik regeneratif pada gigi muda adalah ukuran foramen apikal, karena berhubungan dengan vaskularisasi yang diperlukan untuk regenerasi. Regenerasi endodontik pada gigi yang terinflamasi akibat trauma mekanis dengan ukuran diameter foramen apikal 1,1 mm atau lebih mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi dibandingkan dengan gigi yang terbuka karena karies atau dengan diameter apikal sempit.¹¹

Dekontaminasi saluran akar

Langkah pertama dalam perawatan endodontik dari saluran akar terinfeksi adalah desinfeksi melalui penggunaan zat kimia dan instrumentation mekanik. Namun, di gigi immature, pemuangan

mikroorganisme secara mekanik tidak dianjurkan karena dinding akar tipis dan rapuh, sehingga dekontaminasi hanya dilakukan dengan menggunakan larutan irigasi dan medication intrakanal.^{2,14}

Induksi perdarahan periapikal

Induksi perdarahan periapikal ke dalam saluran akar merupakan langkah penting dalam prosedur revaskularisasi gigi permanen imatur dengan pulpa nekrotik. Bekuan darah yang terbentuk dalam saluran akar berfungsi sebagai matriks atau perancah untuk dalam proses penyembuhan luka jaringan pulpa¹⁵. Induksi perdarahan periapikal menyebabkan masuknya darah yang mengandung bahan perancah fibrin, sel-sel punca mesenkim, dan faktor-faktor pertumbuhan bioaktif ke dalam saluran akar. Irigasi saluran akar dengan *Ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA) akan menyebabkan terlepasnya faktor pertumbuhan yang tertanam dalam matriks dentin ke saluran akar karena efek demineralisasi dentin.^{16,17}

Konsep Revaskularisasi

Sel punca mesenkim, faktor pertumbuhan dan bahan perancah yang ada dalam bekuan darah berperan dalam regenerasi jaringan gigi. Ketiga komponen tersebut merupakan trias esensial rekayasa jaringan atau regenerasi jaringan. Oleh karena itu, beberapa literatur memasukan prosedur revaskularisasi dalam "endodontik regeneratif"¹⁵

Pada gigi dengan diagnosis nekrotik pulpa, masih tersisa sel-sel pulpa vital di ujung apikal saluran akar.¹ Sel-sel tersebut diduga berproliferasi ke dalam matriks yang baru terbentuk dan berdiferensiasi menjadi odontoblas. Odontoblas baru kemudian membentuk dentin atubular pada ujung apikal, menyebabkan apeksogenesis, ke arah lateral menyebabkan penebalan lateral dinding dentin saluran akar, memperkuat dan memperkuat akar. Sel-sel epitel selubung akar Hertwig, juga diketahui lebih tahan terhadap kerusakan, bahkan ketika terjadi peradangan, sel-sel tersebut berperan dalam pertumbuhan dan pemanjangan akar.¹⁸

Instrumentasi sampai di luar batas-batas saluran akar untuk menginduksi perdarahan juga dapat mengakibatkan terjadinya proses transplantasi sel-sel punca mesenkimal dari tulang (BMSC) ke dalam lumen saluran akar. Sel-sel ini memiliki kemampuan yang tinggi untuk berproliferasi dan differensiasi.¹⁹ Bekuan darah itu sendiri, menjadi sumber yang kaya faktor pertumbuhan, bisa memainkan peran penting dalam regenerasi diantaranya platelet-derived growth factor, *vascular endothelial growth factor* (VEGF), *platelet-derived epithelial growth factor*, dan *tissue growth factor*. Faktor-faktor pertumbuhan tersebut merangsang diferensiasi, pertumbuhan, dan pematangan fibroblas, odontoblas, cementoblas, dan dari yang belum dewasa, sel-sel mesenkim yang belum terdiferensiasi dalam matriks jaringan yang baru terbentuk.⁴

Prosedur Revaskularisasi

Prosedur perawatan revaskularisasi yang telah dipublikasikan memiliki banyak variasi, oleh karena itu para praktisi sebaiknya memiliki pengetahuan tentang prosedur yang umumnya digunakan. *The American Association of Endodontik (AAE)* merekomendasikan indikasi perawatan revaskularisasi gigi *immature* dengan pulpa nekrotik, dimana pada disain restorasinya ruang pulpa tidak memerlukan pasak dan inti. Pada kunjungan perawatan revaskularisasi, risiko dan potensi keberhasilan perawatan harus dijelaskan kepada pasien setelah mengumpulkan informasi klinis dan menetapkan diagnosis pulpa dan periradikuler.

Gigi dianestesi dan diisolasi dengan *rubber dam* kemudian dilakukan pembuatan akses kavitas korona. Irigasi saluran akar dilakukan secara berulang dengan hati-hati menggunakan larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 20 mL selama 5 menit menggunakan sistem irigasi yang meminimalkan kemungkinan ekstrusi bahan irigasi ke dalam ruang periapikal dan konsentrasi yang lebih rendah dari NaOCl disarankan untuk meminimalkan sitotoksitas sel-sel punca dalam jaringan apikal gigi. Saluran akar dikeringkan dengan poin kertas steril, dan pasta triple antibiotik diaplikasikan ke dalam saluran akar untuk mendisinfeksi saluran akar.²⁰ Pasta triple antibiotik merupakan kombinasi antibiotik yang sangat efektif terhadap microorganisms saluran akar.²¹

Setelah aplikasi intramedikamen, gigi di tumpat sementara dan pasien diminta untuk setelah 3 sampai 4 minggu kemudian. Pada kunjungan kedua, pasien dievaluasi apakah ada tanda dan gejala infeksi akut. Jika tidak ada gejala atau tanda-tanda infeksi, perawatan dilanjutkan dengan prosedur revaskularisasi. Pada kunjungan ini, dilakukan anestesi lokal tanpa vasokonstriktor. Gigi diisolasi dengan *rubber dam* dan tumpatan sementara dibuang. Gigi diirigasi dengan 20 mL *ethylenediamine tetraacetic acid* (EDTA), diikuti dengan larutan normal saline dan dilakukan pembuangan intramedikamen secara hati-hati. Setelah pengeringan saluran akar dengan *paper point*, file steril ditusukkan 2 - 3 milimeter sampai ke luar foramen apikal untuk menginduksi perdarahan. Darah yang masuk ke dalam saluran akar akan membentuk bekuan darah (*blood clot*). Barrier kolagen (Colla-Plug) ditempatkan di atas bekuan darah dilanjutkan dengan aplikasi MTA setebal 3 mm kemudian dilakukan pembuatan restorasi akhir. Evaluasi pemeriksaan klinis keberhasilan perawatan dan radiografi dilakukan minimal setelah 12 sampai 18 bulan untuk mengevaluasi perkembangan akar.²²

Setelah pengendalian infeksi prosedur revaskularisasi ini dapat diselesaikan dalam satu kunjungan, sehingga sangat hemat biaya, karena

jumlah kunjungan berkurang, dan tidak ada bahan tambahan diperlukan. Keuntungan terbesar adalah terus berlanjutnya pematangan akar (akar memanjang) dan penguatan akar akibat penebalan dinding dentin lateral dengan deposisi dentin baru / keras, sehingga memperkuat akar terhadap fraktur.¹⁸

Evaluasi Perawatan

Penyembuhan prosedur revaskularisasi bervariasi tergantung pada kondisi awal perawatan. Pada beberapa kasus ditemukan respon positif terhadap tes pulpa dingin dan / atau *electric pulp tester*.²³ Penyembuhan apikal secara radiografi biasanya terlihat sebelum berlanjutnya perkembangan akar. Hasil perawatan revaskularisasi gigi *immature* yang didiagnosis nekrosis pulpa dan periodontitis apikal dapat dibedakan menjadi empat jenis hasil revaskularisasi : Tipe I , terjadinya peningkatan lebar dinding dentin dan pertumbuhan ujung akar; Tipe II , berlanjutnya pertumbuhan ujung akar yang tidak signifikan berkaitan dengan penutupan apikal ; Tipe III , pertumbuhan ujung akar tanpa penutupan apikal ; Tipe IV , kalsifikasi (penyumbatan) dari saluran akar ; Tipe V , terbentuknya barrier jaringan mineralisasi antara MTA penutup servikal gigi dan apeks radikuler.²⁴

PEMBAHASAN

Revaskularisasi gigi nonvital dewasa yang terinfeksi bertujuan untuk merangsang regenerasi jaringan pulpa periapikal dan untuk mendorong apeksogenesis.¹⁸ Prosedur revaskularisasi adalah prosedur untuk membangun kembali vitalitas pada gigi nonvital untuk memungkinkan perbaikan dan regenerasi jaringan. Hal ini didasarkan pada konsep bahwa jika matriks jaringan steril disediakan di mana sel-sel baru dapat tumbuh, vitalitas pulpa dapat dibangun kembali.¹⁸ Pada gigi muda non vital dan terinfeksi, pengendalian infeksi dicapai dengan instrumentasi minimal, tergantung pada teknik dan pengulangan irigasi dengan natrium hipoklorit, klorheksidin, atau povidone-iodine.²⁵ Beberapa penulis menyarankan penggunaan pasta ciprofloxacin dan metronidazole²⁶ atau pasta kalsium hidroksida²⁷ sebagai intramedikamen saluran akar untuk mengendalikan infeksi.¹⁸

Pada gigi dengan diagnosis periodontitis apikal, lumen saluran akar mungkin tidak mengandung jaringan vital. Namun, berdasarkan penelitian, terdapat tanda-tanda adanya jaringan pulpa vital dapat bertahan hidup di area apikal, bahkan pada kasus lesi periapikal besar.^{28,29} Prosedur revaskularisasi mencoba untuk melestarikan sel-sel punca pulpa gigi yang tersisa dan sel-sel punca mesenkim dari papilla apikal (SCAP) dapat menghasilkan revaskularisasi saluran akar dan penyelesaian maturasi akar.³⁰ Sel-sel punca tersebut umumnya tetap bertahan dalam keadaan tidak aktif untuk menekan potensi

proliferatif *in vivo*.³¹ Sel-sel punca tersebut dapat diaktifkan oleh perubahan kondisi lingkungan mikro seperti cedera jaringan atau penyakit.³²

Prosedur utama protokol regeneratif meliputi instrumentasi saluran akar minimal atau tanpa instrumentasi, dan disinfeksi dengan larutan irigasi secara seksama dan menyeluruh sistem saluran akar dilanjutkan dengan medikasi intrakanal, dan penutupan dengan MTA dilanjutkan dengan semen ionomer kaca / semen resin. Kontrol secara berkala dilakukan untuk mengamati berlanjutnya pematangan akar gigi.³³ Sampai saat ini, revaskularisasi pulpa dilaporkan merupakan pendekatan perawatan gigi permanen *immature* yang cukup menjanjikan.^{34,35}

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan revaskularisasi mencakup keparahan infeksi saluran akar, diameter apical dan umur pasien. Makin lama dan parah infeksi gigi maka keberhasilannya makin kecil. Revaskularisasi mungkin tidak dapat menjadi pilihan jika telah terjadi resorpsi akar. Demikian pula pada kasus kerusakan gigi yang memerlukan pasak dan inti pada restoratif akhir, karena jaringan vital pada area dua pertiga apikal saluran akar tidak boleh dilewati untuk penempatan pasak.¹⁸ Perawatan ini direkomendasikan pada pasien berumur 8 – 16 tahun dan keberhasilannya meningkat 18 – 34 % pada gigi dengan apeks terbuka berdiameter lebih besar dari 1,1 mm.³⁶

Pemilihan bahan irigasi untuk regenerasi jaringan pulpa selain didasarkan sifat bakterisida/bakteriostatik, juga harus mempertimbangkan biokompatibilitasnya pada sel-sel punca serta kemampuannya untuk meningkatkan viabilitas dan proliferasi sel-sel punca.³⁷ Bahan desinfeksi yang direkomendasikan untuk regenerasi endodontik adalah natrium hipoklorit (NaOCl) 1,5%.³⁸ Pembilasan dengan EDTA 17% setelah irigasi NaOCl dianjurkan dengan tujuan untuk menginduksi pelepasan faktor pertumbuhan yang terpendam dalam dinding dentin yang dapat menginduksi proliferasi dan diferensiasi sel-sel punca. Irigasi NaOCl 1,5% dilanjutkan dengan EDTA 17% dan air salin dapat meningkatkan viabilitas sel-sel punca dan ekspresi dentinsialophosphoprotein (DSPP), matriks protein yang di sekresikan oleh sel pembentuk dentin.³⁷

Infeksi sistem saluran akar terdiri dari beberapa jenis bakteri, sehingga diperlukan kombinasi antibiotik untuk memerangi mikroorganisme dalam rangka menciptakan lingkungan steril untuk regenerasi jaringan pulpa. Pasta triple antibiotik digunakan dalam sebagian besar penelitian dan laporan kasus. Pasta antibiotik terdiri dari 400 mg Metronidazol, 250 mg Ciprofloxacin dan 50 mg Minocycline, dengan bahan pembawa propilen glikol untuk mencapai konsistensi pasta. Pasta dapat dimasukkan dengan

menggunakan lentulo spiral, jarum suntik atau *file* manual.^{2,39}

Kandungan Minocyclin pada triple antibiotik dapat menyebabkan perubahan warna gigi, oleh karena itu untuk gigi yang memerlukan estetik direkomendasikan untuk menggunakan kalsium hidroksida sebagai intramedikamen. Keberhasilan perawatan dengan intramedikamen kalsium hidroksida 1/3 servikal saluran akar dilaporkan sama efektifnya dengan antibiotik dalam hal menginduksi pemanjangan akar untuk dan penebalan dinding dentin saluran akar.² Penggunaan kalsium hidroksida juga telah diuji pada revaskularisasi pulpa, menunjukkan hasil klinis dan radiografis yang baik.^{2,27} Penggunaan medikamen kalsium hidroksida dapat melarutkan molekul bioaktif, termasuk faktor pertumbuhan matriks dentin yang kemungkinan akan merangsang sel-sel pulpa mesenkimal untuk berdiferensiasi menjadi sel-sel lir-odontoblast⁴⁰, dan mencegah kerusakan epitel selubung akar Hertwig⁴¹.

Pada umumnya diperlukan jangka waktu minimal sekitar 6 bulan setelah perawatan, untuk mengevaluasi keberhasilan dan mengidentifikasi kemajuan hasil perawatan. Berdasarkan literatur, pembentukan akar lengkap pada gigi *immature* yang mengalami nekrosis dengan lesi periapikal dapat dicapai antara 10 dan 13 bulan.⁴² Prosedur endodontik Regenerative berpotensi memungkinkan penebalan dinding dentin (76%) dan perpanjangan saluran akar (54%).⁴³

Keterbatasan perawatan diantaranya adalah karakteristik jaringan regenerasi pada manusia belum teridentifikasi. Beberapa laporan kasus menunjukkan adanya revitalisasi gigi, namun keberhasilan jangka panjang masih perlu diamati untuk mengetahui kemungkinan rentannya gigi terhadap penyakit pulpa lebih lanjut yang memerlukan perlu dan mungkin memerlukan perawatan ulang, seluruh saluran mungkin dapat terkalsifikasi, mengganggu estetika dan berpotensi meningkatkan kesulitan dalam prosedur endodontik ulang jika diperlukan. Prosedur revaskularisasi bukan merupakan pilihan tepat untuk kasus gigi yang memerlukan restorasi pasak dan inti. Metode revaskularisasi mengasumsikan bahwa pembentukan bekuan darah menghasilkan matriks yang memerangkap sel yang mampu membentuk jaringan baru. Tetapi konsentrasi dan komposisi sel yang terperangkap dalam bekuan fibrin tidak dapat diprediksi.⁴⁴

Meskipun keberhasilan perawatan tidak dapat dilihat secara histologis atau penilaian berbasis biokimia, namun kembalinya fungsi secara klinis dan radiografis menginterpretasikan adanya proses penyembuhan.¹⁸ Setelah tindakan perawatan regenerasi selesai, gigi ini dapat terus berkembang, dengan gambaran radiografi pertumbuhan gigi

lengkap dan secara klinis asimtomatik dan dapat berfungsi dengan baik.⁴⁵

Keuntungan pendekatan revaskularisasi pada gigi muda apeks terbuka adalah : (1) secara teknis sederhana dan dapat diselesaikan menggunakan instrumen dan obat yang tersedia saat ini tanpa bioteknologi mahal⁴⁵, (2) biaya lebih ekonomis, karena jumlah kunjungan berkurang, dan tidak ada bahan tambahan yang diperlukan, (3) tidak diperlukan obturasi saluran akar seperti pada kasus apeksifikasi yang diinduksi kalsium hidroksida, sehingga menghilangkan kemungkinan fraktur akar selama kondensasi lateral. Keuntungan terbesar adalah kemungkinan berlanjutnya pemanjangan akar dan penebalan dinding saluran akar sebagai hasil dari regenerasi jaringan dentin baru.⁴⁶

KESIMPULAN

Regenerasi endodontic melalui prosedur revaskularisasi pulpa merupakan terapi menjanjikan dan direkomendasikan sebagai alternatif untuk apeksifikasi dalam kasus perawatan nekrosis pulpa, dengan atau tanpa disertai dengan lesi periapikal. Revaskularisasi secara teknis cukup sederhana dengan hasil perawatan lebih menguntungkan dibandingkan dengan apeksifikasi, karena teknik ini dapat merangsang penebalan dinding dentin dan penutupan apikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreasen J, Borum M, Jacobsen H, Andreasen F. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. *Endod & dent traumatol.* 1995;11:51-8.
- Albuquerque MTP, Nagata JY, Soares ADJ, Zaia AA. Pulp revascularization: An alternative treatment to the apexification of immature teeth. *Rev Gaúch Odontol.* 2014;62(4):401-10.
- Rafter M. Apexification; a review. *Dent Traumatol.* 2005;21:1-8.
- Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital immature teeth: A pilot clinical study. *J Endod.* 2008;34:919-25.
- Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen J. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2008;24:272-6.
- Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: Biological basis of regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):30-43.
- Jeeruphan T, Jantarajit J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves K. Mahidol study 1: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *J Endod.* 2012;38:1330-6.
- Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen J. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2008;24:272-6.
- Hargreaves KM, Geisler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: What does the future hold? *J Endod.* 2008;34:51-6.
- Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: Biological basis of regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):S30-43.
- Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol.* 2012;28:33-41.
- Zhang W, Yelick PC. Vital pulp therapy-current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *In J Dent.* 2010;2010:1-9.
- Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT-J. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2010;36:56-63.
- Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, Diogenes A. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *J Endod.* 2011;37(2):133-8.
- Saoud TMA, Ricucci D, Lin LM, Gaengler P. Regeneration and repair in endodontics—a special issue of the regenerative endodontics—a new era in clinical endodontics. *Dent J.* 2016;4(3):2-15.
- Galler K, Buchalla W, Hiller K, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfections on growth factor release from dentin. *J Endod.* 2015;41:363-8.
- Saoud T, Martin G, Chen Y, Chen K, Chen C, Songtrakul K, et al. Treatment of mature permanent teeth with necrotic pulps and apical periodontitis using regenerative endodontic procedures: A case series. *J Endod.* 2016;42(1):57-65.
- Archana MS, Sujana V, Nagesh B, Babu PJK. Revascularization – an overview. *J Int Dent Med Res.* 2012;5(1):55-9.
- Gronthos S, Mankani M, Brahimi J, Robey P, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (dpscs) in vitro and in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2000;97:13625-30.
- Hargreaves KM, Law AS. Regenerative endodontics. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Pathways of the pulp.* 10 ed. St Louis, MO: Mosby Elsevier; 2011. p. 602-19.
- Jung I, Lee S, Hargreaves K. Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: A case series. *J Endod.* 2008;34:876-87.
- Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2009;35:1343-9.
- Law A. Considerations for regeneration procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):44-56.
- Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, PA PAR, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical

- periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J.* 2012;45(2):294-305.
25. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Pulp revascularization in reimplanted immature monkey incisors: Predictability and the effect of antibiotic systemic prophylaxis. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6:157-69.
 26. Akgun OM, Ceyhan Altun GG. Use of triple antibiotic paste as a disinfectant for a traumatized immature tooth with a periapical lesion: A case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:62-5.
 27. Chueh L, Huang G. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: A paradigm shift. *J Endod.* 2006;32:1205-13.
 28. Ding RY, Cheung GS-p, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: A clinical study. *J Endod.* 2009;35:745-9.
 29. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: Report of a case. *J Endod.* 2008;34:611-6.
 30. Sonoyama W, Liu Y, Yamaza T, Tuan RS, Wang S, Shi S, et al. Characterization of the apical papilla and its residing stem cells from human immature permanent teeth: A pilot study. *J Endod.* 2008;34:166-71.
 31. Sang L, Collier HA, Roberts JM. Control of the reversibility of cellular quiescence by the transcriptional repressor *hes1*. *Science.* 2008;321:1095-100.
 32. Mitsiadis T, Barrandon O, Rochat A, Barrandon Y, Bari CD. Stem cell niches in mammals. *Exp Cell Res.* 2007;313:3377-85.
 33. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: New treatment protocol. *J Endod.* 2004;30:196-200.
 34. Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. *J Endod.* 2012;38:1428-34.
 35. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: A case series. *J Endod.* 2010.;36.
 36. Ding RY, Cheung GS-p, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: A clinical study. *J Endod.* 2009;35:745-9.
 37. Trevino EG, Patwardhan AN, Henry MA, Perry G, Dybdal-Hargreaves N, Hargreaves KM, et al. Effect of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips. *J Endod.* 2011;37:1109-15.
 38. Nosrat A, Kim JR, Verma P, Chanda PS. Tissue engineering considerations in dental pulp regeneration. *Iran Endod J.* 2014;9(1):30-9.
 39. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, K KK. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J.* 1996;29(2):125-30.
 40. Grahama L, Coopera PR, Cassidy N, Norb JE, Sloana AJ, Smitha AJ. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials.* 2006;27(14):2865-73.
 41. Soares AdJ, Lins FF, Nagata JY, Gomes BPFdA, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod.* 2013;39:417-20.
 42. Chueh L, Ho Y, Kuo T, Lai W, Chen Y, Chiang G. Regenerative endodontic treatment for necrotic immature permanent teeth. *J Endod.* 2009;35:160-4.
 43. Aksel H, Serper A. Recent considerations in regenerative endodontic treatment approaches. *J Dent Sci.* 2014;9:207-13.
 44. Udhyia J, Varadharaja M. Revascularization of dental pulp - contemporary review. *IJRID.* 2013;3(6):1-6.
 45. Murray P, Garcia-Godoy F, Hargreaves K. Regenerative endodontics: A review of current status and a call for action. *J Endod.* 2007;33:377-90.
 46. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: A pilot clinical study. *J Endod.* 2008;34:919-25.

Revaskularisasi Gigi

by Tien Suwartini

Submission date: 07-Apr-2023 12:24AM (UTC+0700)

Submission ID: 2057723034

File name: Revaskularisasi_gigi.pdf (502.12K)

Word count: 4000

Character count: 25519

Revaskularisasi gigi : Prosedur Perawatan Potensial untuk Regenerasi Gigi Nekrosis Pulpa Apeks Terbuka

Tien Suwartini

Bagian Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti
No.Tlp : 08567167007, Email : tiensuwartini@hotmail.com

ABSTRACT

Background: Endodontic treatment of young permanent (immature) necrosis teeth is often challenging because the condition of thin and short roots increases the risk of fracture during treatment. **Review:** The optimum healing condition for teeth with open apex necrotic pulp is to regrow functional pulp tissue and continued root development. A novel concept of revascularization of immature nonvital, infected teeth was recently introduced. **Conclusions:** This paper summarizes the literature supporting biological reasons for considering revascularization procedures for immature permanent teeth with pulp necrosis and the future potential of regenerating the pulp tissue as a routine dental procedure

Keywords: Necrosis Immature Teeth, Revascularization, Regeneration.

LATAR BELAKANG

Hasil riset kesehatan dasar (riskesdas) menunjukkan bahwa 57,6% penduduk Indonesia mengalami masalah gigi dan mulut dan di antaranya adalah pulpa nekrosis. Jika nekrosis pulpa terjadi pada gigi muda dengan apeks masih terbuka, maka pertumbuhan akar tidak berlanjut. Penyebab potensial pulpa nekrotik gigi immature, yang mengarah pada penghentian pembentukan akar adalah : karies gigi (12,9%), trauma (33,8%), dan dens evaginatus (25,9%). Kondisi ini menyebabkan akar gigi pendek, dindingnya tipis sehingga mudah fraktur.^{1,2} Ujung apikalnya sering berbentuk blunderbuss sehingga menyulitkan pada saat pembersihan dan pembentukan saluran akar dan obturasi.³ Sisa-sisa debris nekrotik yang tertinggal dalam saluran akar sulit untuk didesinfeksi secara tuntas dan dinding dentin juga tipis dan rapuh sehingga berisiko fraktur saat preparasi mekanik dan obturasi saluran akar.⁴

Perawatan konvensional yang banyak dilakukan pada gigi nekrosis dengan apeks terbuka adalah merangsang penutupan apikal dengan cara apeksifikasi dengan kalsium hidroksida [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] atau penutupan apikal satu-kunjungan dengan menempatkan barrier apikal menggunakan mineral trioksida agregat (MTA).⁵

Prosedur apeksifikasi dilakukan dengan cara mengaplikasikan pasta kalsium hidroksida ke dalam saluran akar secara periodik jangka panjang untuk menginduksi pembentukan barrier kalsifikasi. Namun aplikasi kalsium hidroksida jangka waktu lama dapat menyebabkan melemahnya akar karena sifat higroskopis dan sifat proteolitik kalsium hidroksida, meningkatkan risiko fraktur dan kontaminasi dari ruang pulpa.⁶

Perawatan dengan MTA dapat mempersingkat waktu perawatan antara kunjungan pertama pasien sampai pembuatan restorasi akhir. Tingkat keberhasilan jangka panjang apeksifikasi dengan MTA lebih tinggi dibandingkan dengan apeksifikasi menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.⁷ Mineral trioksida agregat efektif dalam pembentukan barrier jaringan keras baru di daerah apikal gigi; namun, risiko fraktur gigi di masa depan dapat terjadi karena berhentinya penebalan dinding dentin.^{7,8} Sayangnya, prosedur alternatif (misalnya, implan) pada pasien muda merupakan kontraindikasi karena kerangka kraniofasial masih terus berkembang.⁶ Demikian pula penutupan apikal secara retrograde melalui pembedahan dapat dilakukan, namun prosedurnya lebih invasif dan mempunyai resiko komplikasinya lebih besar baik secara klinis maupun psikologis terutama pada anak-anak.⁴ Oleh karena itu, dilakukan pencarian alternatif perawatan baru untuk menghindari risiko fraktur akar masa depan.

Perawatan ideal gigi apeks terbuka yang telah mengalami nekrosis pulpa adalah mencegah atau menyembuhkan terjadinya periodontitis apikal, merangsang berlanjutnya perkembangan akar dan mengembalikan fungsi jaringan pulpa, baik secara perspektif imunologi maupun sensorik.⁹ Revaskularisasi muncul sebagai alternatif baru perawatan untuk kasus gigi immature, yang memungkinkan tidak hanya terjadinya penutupan apikal, tetapi juga meningkatkan ketebalan dinding dentin akar. Hasil ini diharapkan akan meningkatkan retensi gigi alami jangka panjang. Revaskularisasi merupakan alternatif perawatan apeksifikasi yang direkomendasikan untuk kasus gigi muda apeks terbuka, yang membutuhkan perawatan endodontik.¹⁰

Berdasarkan penelusuran literatur, terdapat bermacam-macam protokol prosedur revaskularisasi pulpa. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk untuk menelusuri mengumpulkan, mendeskripsikan dan membahas protokol revaskularisasi sebagai bahan referensi bagi praktisi dan penelitian baru di bidang revaskularisasi.²

TINJAUAN PUSTAKA

Revaskularisasi / revitalisasi pulpa dan konsep regenerasi

Revaskularisasi dapat didefinisikan sebagai invaginasi sel-sel yang belum berdiferensiasi di area periapikal ke dalam saluran akar gigi immature.^{11,12} Pada perawatan endodontik regeneratif dengan teknik revaskularisasi, saluran akar didisinfeksi untuk mensterilkan saluran akar gigi. Saluran akar tidak diisi dengan bahan obturasi artifisial, sehingga tersedia ruangan untuk tumbuhnya jaringan pulpa vital ke dalam saluran akar dari sel-sel punca dari jaringan periapikal yang terbawa oleh *blood clot*. Sel-sel punca periodontal/periapikal membentuk dentin dan sementum menghasilkan perkembangan ujung akar dan penutupan apikal.⁸

Revaskularisasi pulpa umumnya dilakukan lebih dari dua kunjungan. Pada kunjungan pertama, saluran akar dibersihkan dengan larutan irigasi, diikuti dengan aplikasi medikamen intrakanal selama tiga minggu. Setelah periode ini, dilakukan induksi pembentukan bekuan darah dan penutupan dengan Mineral trioksida agregat (MTA) dan dilanjutkan penempatan dengan resin komposit.² Pendekatan perawatan ini lebih kondusif dibandingkan tindakan apeksifikasi, dan telah dianggap sebagai pilihan yang lebih baik untuk regenerasi jaringan pulpa pada gigi dewasa dengan pulpa nonvital.¹³ Laporan-laporan kasus sebelumnya menunjukkan bahwa prosedur revaskularisasi dapat menghasilkan regenerasi atau revaskularisasi pulpa pada gigi tetap non-vital yang belum matang bahkan dengan periodontitis apikal.⁸

Ukuran Foramen Apikal

Faktor paling penting yang harus dipertimbangkan sebelum perawatan endodontik regeneratif pada gigi muda adalah ukuran foramen apikal, karena berhubungan dengan vaskularisasi yang diperlukan untuk regenerasi. Regenerasi endodontik pada gigi yang terinflamasi akibat trauma mekanis dengan ukuran diameter foramen apikal 1,1 mm atau lebih mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi dibandingkan dengan gigi yang terbuka karena karies atau dengan diameter apikal sempit.¹¹

Dekontaminasi saluran akar

Langkah pertama dalam perawatan endodontik dari saluran akar terinfeksi adalah desinfeksi melalui penggunaan zat kimia dan instrumentation mekanik. Namun, di gigi immature, pembuangan

mikroorganisme secara mekanik tidak dianjurkan karena dinding akar tipis dan rapuh, sehingga dekontaminasi hanya dilakukan dengan menggunakan larutan irigasi dan medication intrakanal.^{2,14}

Induksi perdarahan periapikal

Induksi perdarahan periapikal ke dalam saluran akar merupakan langkah penting dalam prosedur revaskularisasi gigi permanen imatur dengan pulpa nekrotik. Bekuan darah yang terbentuk dalam saluran akar berfungsi sebagai matriks atau perancah untuk dalam proses penyembuhan luka jaringan pulpa¹⁵. Induksi perdarahan periapikal menyebabkan masuknya darah yang mengandung bahan perancah fibrin, sel-sel punca mesenkim, dan faktor-faktor pertumbuhan bioaktif ke dalam saluran akar. Irigasi saluran akar dengan *Ethylendiaminetetraacetic acid* (EDTA) akan menyebabkan terlepasnya faktor pertumbuhan yang tertanam dalam matriks dentin ke saluran akar karena efek demineralisasi dentin.^{16,17}

Konsep Revaskularisasi

Sel punca mesenkim, faktor pertumbuhan dan bahan perancah yang ada dalam bekuan darah berperan dalam regenerasi jaringan gigi. Ketiga komponen tersebut merupakan trias esensial rekayasa jaringan atau regenerasi jaringan. Oleh karena itu, beberapa literatur memasukan prosedur revaskularisasi dalam "endodontik regeneratif"¹⁵

Pada gigi dengan diagnosis nekrotik pulpa, masih tersisa sel-sel pulpa vital di ujung apikal saluran akar.¹ Sel-sel tersebut diduga berproliferasi ke dalam matriks yang baru terbentuk dan berdiferensiasi menjadi odontoblas. Odontoblas baru kemudian membentuk dentin atubular pada ujung apikal, menyebabkan apeksogenesis, ke arah lateral menyebabkan penebalan lateral dinding dentin saluran akar, memperkuat dan memperkuat akar. Sel-sel epitel selubung akar Hertwig, juga diketahui lebih tahan terhadap kerusakan, bahkan ketika terjadi peradangan, sel-sel tersebut berperan dalam pertumbuhan dan pemanjangan akar.¹⁸

Instrumentasi sampai di luar batas-batas saluran akar untuk menginduksi perdarahan juga dapat mengakibatkan terjadinya proses transplantasi sel-sel punca mesenkim dari tulang (BMSC) ke dalam lumen saluran akar. Sel-sel ini memiliki kemampuan yang tinggi untuk berproliferasi dan differensiasi.¹⁹ Bekuan darah itu sendiri, menjadi sumber yang kaya faktor pertumbuhan, bisa memainkan peran penting dalam regenerasi diantaranya *platelet-derived growth factor*, *vascular endothelial growth factor (VEGF)*, *platelet-derived epithelial growth factor*, dan *tissue growth factor*. Faktor-faktor pertumbuhan tersebut merangsang diferensiasi, pertumbuhan, dan pematangan fibroblas, odontoblas, cementoblas, dan dari yang belum dewasa, sel-sel mesenkim yang belum terdiferensiasi dalam matriks jaringan yang baru terbentuk.⁴

Prosedur Revaskularisasi

Prosedur perawatan revaskularisasi yang telah dipublikasikan memiliki banyak variasi, oleh karena itu para praktisi sebaiknya memiliki pengetahuan tentang prosedur yang umumnya digunakan. *The American Association of Endodontik (AAE)* merekomendasikan indikasi perawatan revaskularisasi gigi *immature* dengan pulpa nekrotik, dimana pada disain restorasinya ruang pulpa tidak memerlukan pasak dan inti. Pada kunjungan perawatan revaskularisasi, risiko dan potensi keberhasilan perawatan harus dijelaskan kepada pasien setelah mengumpulkan informasi klinis dan menetapkan diagnosis pulpa dan periradikuler.

Gigi dianestesi dan diisolasi dengan *rubber dam* kemudian dilakukan pembuatan akses kavitas korona. Irigasi saluran akar dilakukan secara berulang dengan hati-hati menggunakan larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 20 mL selama 5 menit menggunakan sistem irigasi yang meminimalkan kemungkinan ekstrusi bahan irigasi ke dalam ruang periapikal dan konsentration yang lebih rendah dari NaOCl disarankan untuk meminimalkan sitotoksitas sel-sel punca dalam jaringan apikal gigi. Saluran akar dikeringkan dengan poin kertas steril, dan pasta triple antibiotik diaplikasikan ke dalam saluran akar untuk mendisinfeksi saluran akar.²⁰ Pasta triple antibiotik merupakan kombinasi antibiotik yang sangat efektif terhadap microorganisms saluran akar.²¹

Setelah aplikasi intramedikamen, gigi di tumpat sementara dan pasien diminta untuk setelah 3 sampai 4 minggu kemudian. Pada kunjungan kedua, pasien dievaluasi apakah ada tanda dan gejala infeksi akut. Jika tidak ada gejala atau tanda-tanda infeksi, perawatan dilanjutkan dengan prosedur revaskularisasi. Pada kunjungan ini, dilakukan anestesi lokal tanpa vasokonstriktor. Gigi diisolasi dengan *rubber dam* dan tumpatan sementara dibuang. Gigi diirigasi dengan 20 mL *ethylenediamine tetraacetic acid* (EDTA), diikuti dengan larutan normal saline dan dilakukan pembuangan intramedikamen secara hati-hati. Setelah pengeringan saluran akar dengan *paper point*, file steril ditusukkan 2 - 3 milimeter sampai ke luar foramen apikal untuk menginduksi perdarahan. Darah yang masuk ke dalam saluran akar akan membentuk bekuan darah (*blood clot*). Barrier kolagen (Colla-Plug) ditempatkan di atas bekuan darah dilanjutkan dengan aplikasi MTA setebal 3 mm kemudian dilakukan pembuatan restorasi akhir. Evaluasi pemeriksaan klinis keberhasilan perawatan dan radiografi dilakukan minimal setelah 12 sampai 18 bulan untuk untuk mengevaluasi perkembangan akar.²²

Setelah pengendalian infeksi prosedur revaskularisasi ini dapat diselesaikan dalam satu kunjungan, sehingga sangat hemat biaya, karena

jumlah kunjungan berkurang, dan tidak ada bahan tambahan diperlukan. Keuntungan terbesar adalah terus berlanjutnya pematangan akar (akar memanjang) dan penguatan akar akibat penebalan dinding dentin lateral dengan deposisi dentin baru / keras, sehingga memperkuat akar terhadap fraktur.¹⁸

Evaluasi Perawatan

Penyembuhan prosedur revaskularisasi bervariasi tergantung pada kondisi awal perawatan. Pada beberapa kasus ditemukan respon positif terhadap tes pulpa dingin dan / atau *electric pulp tester*.²³ Penyembuhan apikal secara radiografi biasanya terlihat sebelum berlanjutnya perkembangan akar. Hasil perawatan revaskularisasi gigi *immature* yang didiagnosis nekrosis pulpa dan periodontitis apikal dapat dibedakan menjadi empat jenis hasil revaskularisasi : Tipe I , terjadinya peningkatan lebar dinding dentin dan pertumbuhan ujung akar; Tipe II , berlanjutnya pertumbuhan ujung akar yang tidak signifikan berkaitan dengan penutupan apikal ; Tipe III , pertumbuhan ujung akar tanpa penutupan apikal ; Tipe IV , kalsifikasi (penyumbatan) dari saluran akar ; Tipe V , terbentuknya barrier jaringan mineralisasi antara MTA penutup servikal gigi dan apeks radikuler.²⁴

PEMBAHASAN

Revaskularisasi gigi nonvital dewasa yang terinfeksi bertujuan untuk merangsang regenerasi jaringan pulpa periapikal dan untuk mendorong apeksogenesis.¹⁸ Prosedur revaskularisasi adalah prosedur untuk membangun kembali vitalitas pada gigi nonvital untuk memungkinkan perbaikan dan regenerasi jaringan. Hal ini didasarkan pada konsep bahwa jika matriks jaringan steril disediakan di mana sel-sel baru dapat tumbuh, vitalitas pulpa dapat dibangun kembali.¹⁸ Pada gigi muda non vital dan terinfeksi, pengendalian infeksi dicapai dengan instrumentasi minimal, tergantung pada teknik dan pengulangan irigasi dengan natrium hipoklorit, klorheksidin, atau povidone-iodine.²⁵ Beberapa penulis menyarankan penggunaan pasta ciprofloxacin dan metronidazole²⁶ atau pasta kalsium hidroksida²⁷ sebagai intramedikamen saluran akar untuk mengendalikan infeksi.¹⁸

Pada gigi dengan diagnosis periodontitis apikal, lumen saluran akar mungkin tidak mengandung jaringan vital. Namun, berdasarkan penelitian, terdapat tanda-tanda adanya jaringan pulpa vital dapat bertahan hidup di area apikal, bahkan pada kasus lesi periapikal besar.^{28,29} Prosedur revaskularisasi mencoba untuk melestarikan sel-sel punca pulpa gigi yang tersisa dan sel-sel punca mesenkim dari papilla apikal (SCAP) dapat menghasilkan revaskularisasi saluran akar dan penyelesaian maturasi akar.³⁰ Sel-sel punca tersebut umumnya tetap bertahan dalam keadaan tidak aktif untuk menekan potensi

proliferasi *in vivo*.³¹ Sel-sel punca tersebut dapat diaktifkan oleh perubahan kondisi lingkungan mikro seperti cedera jaringan atau penyakit.³²

Prosedur utama protokol regeneratif meliputi instrumentasi saluran akar minimal atau tanpa instrumentasi, dan disinfeksi dengan larutan irigasi secara seksama dan menyeluruh sistem saluran akar dilanjutkan dengan medikasi intrakanal, dan penutupan dengan MTA dilanjutkan dengan semen ionomer kaca / semen resin. Kontrol secara berkala dilakukan untuk mengamati berlanjutnya pematangan akar gigi.³³ Sampai saat ini, revaskularisasi pulpa dilaporkan merupakan pendekatan perawatan gigi permanen *immature* yang cukup menjanjikan.^{34,35}

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan revaskularisasi mencakup keparahan infeksi saluran akar, diameter apikal dan umur pasien. Makin lama dan parah infeksi gigi maka keberhasilannya makin kecil. Revaskularisasi mungkin tidak dapat menjadi pilihan jika telah terjadi resorpsi akar. Demikian pula pada kasus kerusakan gigi yang memerlukan pasak dan inti pada restoratif akhir, karena jaringan vital pada area dua pertiga apikal saluran akar tidak boleh dilewati untuk penempatan pasak.¹⁸ Perawatan ini direkomendasikan pada pasien berumur 8 – 16 tahun dan keberhasilannya meningkat 18 – 34 % pada gigi dengan apeks terbuka berdiameter lebih besar dari 1,1 mm.³⁶

Pemilihan bahan irigasi untuk regenerasi jaringan pulpa selain didasarkan sifat bakterisida/bakteriostatik, juga harus mempertimbangkan biokompatibilitasnya pada sel-sel punca serta kemampuannya untuk meningkatkan viabilitas dan proliferasi sel-sel punca.³⁷ Bahan desinfeksi yang direkomendasikan untuk regenerasi endodontik adalah natrium hipoklorit (NaOCl) 1,5%.³⁸ Pembilasan dengan EDTA 17% setelah irigasi NaOCl dianjurkan dengan tujuan untuk menginduksi pelepasan faktor pertumbuhan yang terpendam dalam dinding dentin yang dapat menginduksi proliferasi dan diferensiasi sel-sel punca. Irigasi NaOCl 1,5% dilanjutkan dengan EDTA 17% dan air salin dapat meningkatkan viabilitas sel-sel punca dan ekspresi dentinsialophosphoprotein (DSPP), matriks protein yang di sekresikan oleh sel pembentuk dentin.³⁷

Infeksi sistem saluran akar terdiri dari beberapa jenis bakteri, sehingga diperlukan kombinasi antibiotik untuk memerangi mikroorganisme dalam rangka menciptakan lingkungan steril untuk regenerasi jaringan pulpa. Pasta triple antibiotik digunakan dalam sebagian besar penelitian dan laporan kasus. Pasta antibiotik terdiri dari 400 mg Metronidazol, 250 mg Ciprofloxacin dan 50 mg Minocycline, dengan bahan pembawa propilen glikol untuk mencapai konsistensi pasta. Pasta dapat dimasukkan dengan

menggunakan lentulo spiral, jarum suntik atau *file manual*.^{2,39}

Kandungan Minocyclin pada triple antibiotik dapat menyebabkan perubahan warna gigi, oleh karena itu untuk gigi yang memerlukan estetika direkomendasikan untuk menggunakan kalsium hidroksida sebagai intramedikamen. Keberhasilan perawatan dengan intramedikamen kalsium hidroksida 1/3 servikal saluran akar dilaporkan sama efektifnya dengan antibiotik dalam hal menginduksi pemanjangan akar untuk dan penebalan dinding dentin saluran akar.² Penggunaan kalsium hidroksida juga telah diuji pada revaskularisasi pulpa, menunjukkan hasil klinis dan radiografis yang baik.^{2,27} Penggunaan medikamen kalsium hidroksida dapat melarutkan molekul bioaktif, termasuk faktor pertumbuhan matriks dentin yang kemungkinan akan merangsang sel-sel pulpa mesenkimal untuk berdiferensiasi menjadi sel-sel *ir-odontoblast*⁴⁰, dan mencegah kerusakan epitel selubung akar Hertwig.⁴¹

Pada umumnya diperlukan jangka waktu minimal sekitar 6 bulan setelah perawatan, untuk mengevaluasi keberhasilan dan mengidentifikasi kemajuan hasil perawatan. Berdasarkan literatur, pembentukan akar lengkap pada gigi *immature* yang mengalami nekrosis dengan lesi periapikal dapat dicapai antara 10 dan 13 bulan.⁴² Prosedur endodontik Regenerative berpotensi memungkinkan penebalan dinding dentin (76%) dan perpanjangan saluran akar (54%).⁴³

Keterbatasan perawatan diantaranya adalah karakteristik jaringan regenerasi pada manusia belum teridentifikasi. Beberapa laporan kasus menunjukkan adanya revitalisasi gigi, namun keberhasilan jangka panjang masih perlu diamati untuk mengetahui kemungkinan rentannya gigi terhadap penyakit pulpa lebih lanjut yang memerlukan perawatan ulang, seluruh saluran mungkin dapat terkalsifikasi, mengganggu estetika dan berpotensi meningkatkan kesulitan dalam prosedur endodontik ulang jika diperlukan. Prosedur revaskularisasi bukan merupakan pilihan tepat untuk kasus gigi yang memerlukan restorasi pasak dan inti. Metode revaskularisasi mengasumsikan bahwa pembentukan bekuan darah menghasilkan matriks yang memerangkap sel yang mampu membentuk jaringan baru. Tetapi konsentrasi dan komposisi sel yang terperangkap dalam bekuan fibrin tidak dapat diprediksi.⁴⁴

Meskipun keberhasilan perawatan tidak dapat dilihat secara histologis atau penilaian berbasis biokimia, namun kembalinya fungsi secara klinis dan radiografis menginterpretasikan adanya proses penyembuhan.¹⁸ Setelah tindakan perawatan regenerasi selesai, gigi ini dapat terus berkembang, dengan gambaran radiografi pertumbuhan gigi

lengkap dan secara klinis asimtomatik dan dapat berfungsi dengan baik.⁴⁵

Keuntungan pendekatan revaskularisasi pada gigi muda apeks terbuka adalah : (1) secara teknis sederhana dan dapat diselesaikan menggunakan instrumen dan obat yang tersedia saat ini tanpa bioteknologi mahal⁴⁵, (2) biaya lebih ekonomis, karena jumlah kunjungan berkurang, dan tidak ada bahan tambahan yang diperlukan, (3) tidak diperlukan obturasi saluran akar seperti pada kasus apeksifikasi yang diinduksi kalsium hidroksida, sehingga menghilangkan kemungkinan fraktur akar selama kondensasi lateral. Keuntungan terbesar adalah kemungkinan berlanjutnya pemanjangan akar dan penebalan dinding saluran akar sebagai hasil dari regenerasi jaringan dentin baru.⁴⁶

KESIMPULAN

Regenerasi endodontic melalui prosedur revaskularisasi pulpa merupakan terapi menjanjikan dan direkomendasikan sebagai alternatif untuk apeksifikasi dalam kasus perawatan nekrosis pulpa, dengan atau tanpa disertai dengan lesi periapikal. Revaskularisasi secara teknis cukup sederhana dengan hasil perawatan lebih menguntungkan dibandingkan dengan apeksifikasi, karena teknik ini dapat merangsang penebalan dinding dentin dan penutupan apikal.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreasen J, Borum M, Jacobsen H, Andreasen F. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnosis of healing complications. *Endod & dent traumatol.* 1995;11:51-8.
- Albuquerque MTP, Nagata JY, Soares ADJ, Zaia AA. Pulp revascularization: An alternative treatment to the apexification of immature teeth. *Rev Gaúch Odontol.* 2014;62(4):401-10.
- Rafter M. Apexification; a review. *Dent Traumatol.* 2005;21:1-8.
- Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital immature teeth: A pilot clinical study. *J Endod.* 2008;34:919-25.
- Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen J. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2008;24:272-6.
- Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: Biological basis of regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):30-43.
- Jeeruphan T, Jantarajit J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves K. Mahidol study I: Comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: A retrospective study. *J Endod.* 2012;38:1330-6.
- Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, Chong L, Friedman M, Andreasen J. Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2008;24:272-6.
- Hargreaves KM, Geisler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: What does the future hold? *J Endod.* 2008;34:51-6.
- Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: Biological basis of regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):S30-43.
- Garcia-Godoy F, Murray PE. Recommendations for using regenerative endodontic procedures in permanent immature traumatized teeth. *Dent Traumatol.* 2012;28:33-41.
- Zhang W, Yelick PC. Vital pulp therapy-current progress of dental pulp regeneration and revascularization. *In J Dent.* 2010;2010:1-9.
- Wang X, Thibodeau B, Trope M, Lin LM, Huang GT-J. Histologic characterization of regenerated tissues in canal space after the revitalization/revascularization procedure of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2010;36:56-63.
- Lovelace TW, Henry MA, Hargreaves KM, Diogenes A. Evaluation of the delivery of mesenchymal stem cells into the root canal space of necrotic immature teeth after clinical regenerative endodontic procedure. *J Endod.* 2011;37(2):133-8.
- Saoud TMA, Ricucci D, Lin LM, Gaengler P. Regeneration and repair in endodontics — a special issue of the regenerative endodontics—a new era in clinical endodontics. *Dent J.* 2016;4(3):2-15.
- Galler K, Buchalla W, Hiller K, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfections on growth factor release from dentin. *J Endod.* 2015;41:363-8.
- Saoud T, Martin G, Chen Y, Chen K, Chen C, Songtrakul K, et al. Treatment of mature permanent teeth with necrotic pulps and apical periodontitis using regenerative endodontic procedures: A case series. *J Endod.* 2016;42(1):57-65.
- Archana MS, Sujana V, Nagesh B, Babu PJK. Revascularization – an overview. *J Int Dent Med Res.* 2012;5(1):55-9.
- Gronthos S, Mankani M, Brahimi J, Robey P, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (dpSCs) in vitro and in vivo. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2000;97:13625-30.
- Hargreaves KM, Law AS. Regenerative endodontics. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Pathways of the pulp.* 10 ed. St Louis, MO: Mosby Elsevier; 2011. p. 602-19.
- Jung I, Lee S, Hargreaves K. Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: A case series. *J Endod.* 2008;34:876-87.
- Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2009;35:1343-9.
- Law A. Considerations for regeneration procedures. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):44-56.
- Chen MY, Chen KL, Chen CA, Tayebaty F, PA PAR, Lin LM. Responses of immature permanent teeth with infected necrotic pulp tissue and apical

- periodontitis/abscess to revascularization procedures. *Int Endod J.* 2012;45(2):294-305.
25. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Pulp revascularization in reimplanted immature monkey incisors: Predictability and the effect of antibiotic systemic prophylaxis. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6:157-69.
 26. Akgun OM, Ceyhan Altun GG. Use of triple antibiotic paste as a disinfectant for a traumatized immature tooth with a periapical lesion: A case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:62-5.
 27. Chueh L, Huang G. Immature teeth with periradicular periodontitis or abscess undergoing apexogenesis: A paradigm shift. *J Endod.* 2006;32:1205-13.
 28. Ding RY, Cheung GS-p, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: A clinical study. *J Endod.* 2009;35:745-9.
 29. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: Report of a case. *J Endod.* 2008;34:611-6.
 30. Sonoyama W, Liu Y, Yamaza T, Tuan RS, Wang S, Shi S, et al. Characterization of the apical papilla and its residing stem cells from human immature permanent teeth: A pilot study. *J Endod.* 2008;34:166-71.
 31. Sang L, Collier HA, Roberts JM. Control of the reversibility of cellular quiescence by the transcriptional repressor *hes1*. *Science.* 2008;321:1095-100.
 32. Mitsiadis T, Barrandon O, Rochat A, Barrandon Y, Bari CD. Stem cell niches in mammals. *Exp Cell Res.* 2007;313:3377-85.
 33. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: New treatment protocol. *J Endod.* 2004;30:196-200.
 34. Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: A literature review and report of a case. *J Endod.* 2012;38:1428-34.
 35. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, Bowles WR, McClanahan SB. Challenges in regenerative endodontics: A case series. *J Endod.* 2010;36:367-71.
 36. Ding RY, Cheung GS-p, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: A clinical study. *J Endod.* 2009;35:745-9.
 37. Trevino EG, Patwardhan AN, Henry MA, Perry G, Dybdal-Hargreaves N, Hargreaves KM, et al. Effect of irrigants on the survival of human stem cells of the apical papilla in a platelet-rich plasma scaffold in human root tips. *J Endod.* 2011;37:1109-15.
 38. Nosrat A, Kim JR, Verma P, Chanda PS. Tissue engineering considerations in dental pulp regeneration. *Iran Endod J.* 2014;9(1):30-9.
 39. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, Uematsu H, Sato M, K KK. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J.* 1996;29(2):125-30.
 40. Grahama L, Coopera PR, Cassidy N, Norb JE, Sloana AJ, Smitha AJ. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials.* 2006;27(14):2865-73.
 41. Soares AdJ, Lins FF, Nagata JY, Gomes BPFdA, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod.* 2013;39:417-20.
 42. Chueh L, Ho Y, Kuo T, Lai W, Chen Y, Chiang G. Regenerative endodontic treatment for necrotic immature permanent teeth. *J Endod.* 2009;35:160-4.
 43. Aksel H, Serper A. Recent considerations in regenerative endodontic treatment approaches. *J Dent Sci.* 2014;9:207-13.
 44. Udhyia J, Varadharaja M. Revascularization of dental pulp - contemporary review. *IJRID.* 2013;3(6):1-6.
 45. Murray P, Garcia-Godoy F, Hargreaves K. Regenerative endodontics: A review of current status and a call for action. *J Endod.* 2007;33:377-90.
 46. Shah N, Logani A, Bhaskar U, Aggarwal V. Efficacy of revascularization to induce apexification/apexogenesis in infected, nonvital, immature teeth: A pilot clinical study. *J Endod.* 2008;34:919-25.

Revaskularisasi Gigi

ORIGINALITY REPORT

1 %

SIMILARITY INDEX

1 %

INTERNET SOURCES

1 %

PUBLICATIONS

0 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[docplayer.net](#)

Internet Source

1 %

2

[www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id](#)

Internet Source

1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On