

## Biofaktor MTA (Imicryl) Sebagai Alternatif Bahan *Pulp Capping* Bioaktif Dalam Perawatan Gigi Permanen: Laporan Kasus

<sup>1</sup>Rheina Fitriyani<sup>1</sup>, Denny Nurdin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Profesi Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

Email Penulis Korespondensi (K): [rheina18001@mail.unpad.ac.id](mailto:rheina18001@mail.unpad.ac.id)

### ABSTRAK

Terapi pulpa vital merupakan perawatan di bidang konservasi gigi dengan tujuan mempertahankan vitalitas gigi dengan merangsang penyembuhan jaringan pulpa, pembentukan *dental bridge*, dan mencegah nekrosis pulpa. *Pulp capping* menjadi salah satu perawatan dalam terapi pulpa vital yang dapat dilakukan pada gigi permanen. Keberhasilan perawatan *pulp capping* bergantung pada proses ekskavasi karies dan pemilihan bahan yang optimal. Biofaktor MTA (Imicryl) merupakan bahan *pulp capping* bioaktif berbasis kalsium silikat generasi terbaru yang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan bahan *pulp capping* konvensional. Laporan kasus ini membahas mengenai perawatan pada gigi permanen dengan diagnosis pulpitis reversibel gigi 47 dengan rencana perawatan *pulp capping* menggunakan Biofaktor MTA (Imicryl). Prosedur perawatan terdiri dari ekskavasi karies, aplikasi bahan Biofaktor MTA (Imicryl), penutupan dengan *glass ionomer base*, dan restorasi resin komposit kelas I. Evaluasi yang dilakukan pada minggu ke-6 menunjukkan tidak ada gejala nyeri, vitalitas pulpa baik, serta terbentuk dentin reparatif. Biofaktor MTA menunjukkan respon klinis yang baik, serta berpotensi menjadi alternatif bahan *pulp capping* bioaktif yang efektif, mudah diaplikasikan, dan lebih ekonomis di antara bahan dikelasnya pada perawatan gigi permanen vital.

Kata kunci : Biofaktor MTA; *pulp capping*; bioaktif; terapi pulpa vital

### ***Biofactor MTA (Imicryl) as an Alternative Bioactive Pulp Capping Material in the Treatment of Permanent Teeth: A Case Report***

### ABSTRACT

*Vital pulp therapy is a conservative dental treatment aimed at maintaining the vitality of the tooth by stimulating pulp tissue healing, promoting dental bridge formation, and preventing pulp necrosis. Pulp capping is one of the vital pulp therapy procedures that can be performed on permanent teeth. The success of pulp capping treatment depends on proper caries excavation and the selection of an optimal capping material. Biofactor MTA (Imicryl) is a next-generation calcium silicate-based bioactive pulp capping material developed to overcome the limitations of conventional pulp capping agents. This case report discusses the treatment of a permanent tooth diagnosed with reversible pulpitis on tooth #47, with a treatment plan of pulp capping using Biofactor MTA (Imicryl). The treatment procedure included caries excavation, application of the Biofactor MTA (Imicryl) material, placement of a glass ionomer base, and Class I composite resin restoration. Evaluation at the sixth week showed the absence of pain symptoms, good pulp vitality, and the formation of reparative dentin. Biofactor MTA demonstrated favorable clinical outcomes and shows potential as an effective, easily applicable, and more economical bioactive pulp capping material among its class for the treatment of vital permanent teeth.*

Keywords : Biofactor MTA; *pulp capping*; bioactive; vital pulp therapy

### PENDAHULUAN

Masalah karies gigi masih menjadi masalah kesehatan gigi dan mulut Indonesia. Hal ini terlihat pada hasil Riset Kesehatan Dasar 2018 (Risksdas 2018) menunjukkan bahwa prevalensi karies gigi di Indonesia sebesar 88,80%. (Kementerian Kesehatan, 2018) Permasalahan gigi dan mulut pada kelompok umur >35 tahun masih berada pada kategori Indeks DMF-T tinggi

dan sangat tinggi. Perawatan karies gigi dapat dicapai secara optimal dengan melakukan prosedur pengangkatan jaringan karies secara bertahap dan konservatif (Andrews et al., 2021). Prosedur ini menekankan pentingnya mempertahankan vitalitas jaringan pulpa dan struktur sehat gigi secara konservatif dengan mengangkat lesi karies dan struktur yang terinfeksi secara minimal invasif (Olujide, 2021). Hal ini

bertujuan mencegah komplikasi yang merujuk pada terapi endodontik atau pencabutan gigi. Salah satu prosedur yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan ini adalah terapi pulpa vital, termasuk di dalamnya adalah perawatan *pulp capping* yang dilakukan pada gigi dengan keterlibatan pulpa minimal akibat trauma, karies, atau iatrogenik (Andrei et al., 2021). Prinsip umum prosedur ini didasarkan pada kemampuan mekanisme seluler untuk memperbaiki pulpa dan pembentukan *dental bridge*, sehingga menyediakan lingkungan yang dapat mendukung pembentukan jaringan keras dan perlindungan pada lokasi paparan pulpa dan menjaga vitalitas pulpa (Xavier et al., 2024).

Keberhasilan prosedur *pulp capping* sangat bergantung pada pemilihan bahan yang digunakan. Kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) merupakan *gold standard* pada prosedur *pulp capping* (Andrews et al., 2021), namun bahan ini memiliki beberapa kelemahan seperti kemampuan adhesi terhadap dentin atau restorasi resin lemah, sifat mekanik yang buruk, infiltrasi bakteri, adanya *tunnel defect* pada *dental bridge*, dan dapat larut dalam cairan rongga mulut seiring waktu.

Saat ini telah dikembangkan beberapa bahan alternatif *pulp capping* dengan tujuan untuk memperbaiki kelemahan bahan *pulp capping* konvensional serta menyediakan regenerasi jaringan yang lebih baik. Penelitian terbaru memperkenalkan bahan alternatif *pulp capping* seperti material bioaktif berbasis semen kalsium silikat, yaitu biofaktor *mineral trioxide aggregate* (MTA) (Imicryl) (Akyol et al., 2023). Bahan ini merupakan MTA generasi terbaru yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan MTA konvensional, diantaranya waktu pengerasan lebih lama, penanganan produk yang lebih sulit, biaya mahal, dan menyebabkan dikolorasi gigi (Akbulut et al., 2019). Produk ini diklaim memiliki waktu pengerasan lebih cepat, sifat fisik yang lebih stabil, serta dapat mengurangi risiko perubahan warna gigi. Kelebihan yang ditawarkan bahan ini dapat mendukung keberhasilan prosedur *pulp capping*

dengan memberikan perlindungan terhadap pulpa, bersifat biokompatibel, serta dapat mendukung regenerasi jaringan dentin (Xavier et al., 2024). Berdasarkan hal tersebut pada laporan kasus ini membahas mengenai penggunaan bahan biofaktor MTA (Imicryl) pada prosedur *pulp capping* gigi 47 dengan evaluasi 6 minggu.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif berupa studi deskriptif laporan kasus dengan tujuan untuk menggambarkan prosedur *pulp capping* pada gigi 47 dengan diagnosis pulpitis reversibel, dengan menggunakan bahan biofaktor MTA (Imicryl). Penelitian ini dilakukan di Poliklinik Konservasi Gigi, Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM), Universitas Padjadjaran. Waktu penelitian dimulai sejak Juni 2025 – Oktober 2025. Penelitian ini menggunakan alat ekskavasi karies, bur bulat *diamond* dan *carbide* serta set alat restorasi. Bahan *pulp capping* yang digunakan adalah biofaktor MTA (Imicryl) sedangkan untuk restorasi menggunakan resin komposit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

#### Kunjungan 1

Pasien perempuan berusia 22 tahun datang dengan keluhan gigi ngilu saat minum dingin dan berlubang pada daerah gigi bawah belakang kanannya. Keluhan tersebut selalu berulang dan hilang timbul setiap minum dingin. Pasien tidak merasakan riwayat sakit berdenyut spontan. Pasien belum pernah memeriksakannya ke dokter gigi. Riwayat penyakit sistemik dan alergi disangkal. Hasil pemeriksaan ektraoral tidak menunjukkan adanya kelainan. Hasil pemeriksaan intraoral menunjukkan gigi 47 mengalami karies mencapai dentin. Pemeriksaan pulpa gigi 47 dengan tes dingin 47 menunjukkan respon positif, pemeriksaan jaringan periapikal dengan tes perkusi, tes tekan, dan tes palpasi menunjukkan respon negatif. Berdasarkan hasil anamnesis dan

pemeriksaan objektif ditegakan diagnosis reversible *pulpitis* pada gigi 47. Rencana

perawatan yang dipilih adalah *pulp capping* disertai restorasi kelas I komposit pada gigi 47.

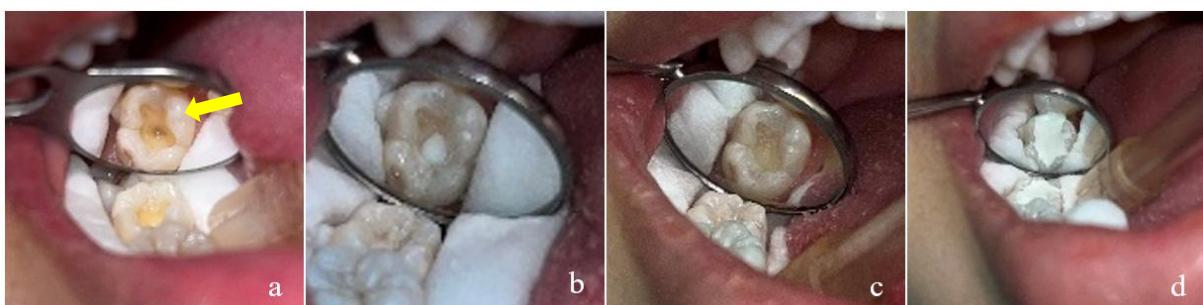
*Gambar 1. Gambaran klinis gigi 47*



Perawatan dimulai dengan melakukan isolasi area kerja menggunakan *cotton roll*, dilanjutkan dengan ekskavasi lesi karies sesuai perluasan karies menggunakan bur *diamond* bulat hingga di bawah *dentino enamel junction* (DEJ) (Gambar 2a), pengangkatan karies dilanjutkan secara lokal dan selektif pada daerah yang mendekati pulpa menggunakan bur *carbide* bulat hingga seluruh lesi karies terambil (Gambar 2a). Evaluasi hasil pengangkatan karies menggunakan *excavator* secara visual dan taktil untuk memastikan seluruh jaringan karies dan struktur enamel yang tidak terdukung dentin terambil, preparasi tidak meninggalkan daerah kecoklatan,

dan struktur dentin yang tersisa keras dan tidak dapat terambil dengan *excavator*. Selanjutnya preparasi dibersihkan dari sisa debris dan dikeringkan. Prosedur *pulp capping* dilakukan menggunakan bahan biofaktor MTA (Imicryl), bahan dimanipulasi dengan mencampurkan 1 sendok *powder* dengan 2 tetes *liquid* menggunakan spatula dan diaplikasikan secara selektif menggunakan *syringe* pada lokasi paparan pulpa (Gambar 2b), dilanjutkan dengan mengaplikasikan *glass ionomer base* (Ketac Universal (3M)) (Gambar 2c), dan kavitas ditutup dengan tambalan sementara (Gambar 2d). Pasien diinstruksikan untuk kontrol 6 minggu kemudian.

*Gambar 2. Prosedur ekskavasi karies dan pulp capping, a) pengangkatan lesi karies, b) aplikasi bahan pulp capping biofaktor MTA (Imicryl), c) aplikasi glass ionomer base (Ketac Universal (3M)), d) aplikasi tambalan sementara.*

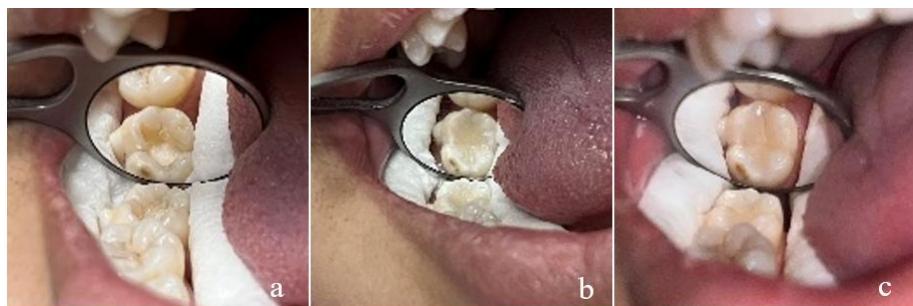


*Gambar 3. Biofaktor MTA (Imicryl)*

## Kunjungan 2

Pada kunjungan dua, 6 minggu setelah kunjungan sebelumnya, pasien mengaku keluhan ngilu sudah berkurang dan gigi sudah nyaman untuk digunakan makan dan minum sehari-hari. Pemeriksaan subjektif ekstraoral dan intraoral menunjukkan tidak ada kelainan, pemeriksaan pulpa dengan tes dingin menunjukkan respon positif, serta pemeriksaan periapikal dengan tes

tekan dan perkusi menunjukkan respon negatif. Pada kunjungan ini, area kerja diisolasi menggunakan *cotton roll*, dilanjutkan dengan pembongkaran tambalan sementara. Pembuatan restorasi direk komposit kelas I menggunakan resin komposit pada gigi 47, dilanjutkan dengan *finishing*, *polishing* dan evaluasi oklusi pasien. Pasien diinstruksikan untuk kontrol 1 minggu kemudian.

*Gambar 4. Prosedur kontrol pulp capping dan pembuatan restorasi kelas I komposit pada gigi 47, a) pembongkaran tambalan sementara, b) pembuatan restorasi resin komposit kelas I, c) finishing dan polishing resotrasi.*

## Kunjungan 3

Pada kunjungan ini, 1 minggu setelah kunjungan sebelumnya, pasien mengaku keluhan sudah tidak terasa dan gigi sudah bisa digunakan untuk makan dan minum sehari-hari tanpa keluhan apapun. Pemeriksaan objektif tidak menunjukkan adanya kelainan. Tidak ada keluhan yang dirasakan pasien pada gigi 47 tersebut menjadi indikator bahwa perawatan *pulp capping* menggunakan bahan alternatif biofaktor MTA (Imicryl) dianggap berhasil.

## PEMBAHASAN

Terapi pulpa vital merupakan teknik yang digunakan untuk mempertahankan vitalitas dan fungsi pulpa yang terganggu akibat adanya lesi karies, trauma, atau iatrogenik (Andriani, 2024). Paparan pulpa ini jika dibiarkan akan menyebabkan infeksi pulpa dan pulpa kehilangan vitalitasnya (Gill & Stevenson, 2024). Salah satu terapi pulpa yang dapat dilakukan adalah *pulp capping*, terapi ini bertujuan untuk merangsang proses penyembuhan jaringan pulpa,

pembentukan *dentinal bridge*, dan mencegah nekrosis pulpa. Keberhasilan prosedur *pulp capping* bergantung pada beberapa hal yaitu, penentuan diagnosis *preoperative* yang akurat, ekskavasi karies, pemilihan material yang tepat, dan restorasi serta *follow-up* (Gill & Stevenson, 2024).

Gigi yang membutuhkan perawatan *pulp capping* memiliki diagnosis pulpa vital atau pulpitis reversibel, dan memiliki karakteristik tidak adanya nyeri spontan, merespon terhadap stimulus dingin, tidak sakit saat dilakukan tes perkusi, dan tidak ada kelainan radiolusen periapikal (Alp, 2024). Prosedur Pulp capping dapat dilakukan dengan teknik *direct* dan *indirect* (AAE Special Committee on Vital Pulp Therapy, 2021). Gigi yang menunjukkan temuan klinis dan diagnostik berupa pulpitis irreversibel atau nekrosis pulpa, berdasarkan pemeriksaan subjektif, objektif, termasuk uji sensibilitas pulpa dan evaluasi jaringan periodontal, dikategorikan sebagai kondisi dengan kerusakan pulpa yang tidak lagi dapat dipulihkan. Oleh karena itu, perawatan seperti *pulp capping* atau terapi pulpa vital tidak dianjurkan, dan perawatan perawatan saluran akar menjadi indikasi utama.

Teknik *direct pulp capping* diindikasikan pada kasus di mana terjadi paparan pulpa langsung atau ketebalan dentin yang tersisa kurang dari 0,5 mm (Gill & Stevenson, 2024). Prosedur ini diawali dengan melakukan isolasi area kerja untuk mencegah kontaminasi. Selanjutnya, diaplikasikan larutan sodium hipoklorit selama 10 menit guna mengontrol perdarahan, namun apabila perdarahan berlangsung lebih dari 10 menit, maka disarankan untuk melakukan perawatan saluran akar. Setelah perdarahan terkontrol, bahan *pulp capping* setebal 0,5 mm diaplikasikan sebagai *liner* pada area pulpa yang terekspos, kemudian dilapisi dengan *resin-modified glass ionomer* (RMGI) atau *glass ionomer cement* (GIC) setebal 0,5 mm di atas bahan *pulp capping* tersebut. Proses penyinaran dilakukan dengan bantuan tiupan udara untuk menghindari peningkatan suhu. Tahapan

berikutnya adalah aplikasi etsa dan *bonding*, dilanjutkan aplikasi larutan *chlorhexidine* 2% selama 60 detik menggunakan *microbrush* untuk meningkatkan kekuatan ikatan restorasi. Prosedur diakhiri dengan pembuatan restorasi resin komposit kelas I.

Teknik *indirect pulp capping* diindikasikan pada kasus dimana pulpa tidak mengalami paparan langsung dan ketebalan dentin yang tersisa masih lebih dari 1 mm (Gill & Stevenson, 2024). Prosedur ini diawali dengan melakukan isolasi area kerja untuk menjaga kondisi tetap kering dan bebas kontaminasi. Setelah itu, kavitas hasil preparasi didesinfeksi menggunakan larutan *chlorhexidine* 2% selama 2 menit untuk mengeliminasi mikroorganisme yang tersisa. Selanjutnya, diaplikasikan bahan *pulp capping* secara lokal, dilanjutkan dengan lapisan *resin-modified glass ionomer* (RMGI) setebal 0,5 mm sebagai *liner* untuk menutupi bahan *pulp capping*, kemudian dilakukan penyinaran sambil diberikan tiupan udara guna mengontrol peningkatan suhu selama proses tersebut. Tahapan berikutnya meliputi proses etsa dan aplikasi bonding, diikuti dengan penggunaan larutan *chlorhexidine* 2% selama 60 detik untuk meningkatkan kekuatan ikatan restorasi terhadap dentin. Prosedur ini diakhiri dengan pembuatan restorasi resin komposit kelas I. *Pulp capping indirect* dapat dilakukan dengan dua tahap, yaitu pendekatan satu tahap dan dua tahap (Alex, 2018). Pendekatan dua tahap dilakukan dengan dua kunjungan, pada kunjungan pertama dilakukan ekskavasi karies, aplikasi bahan *pulp capping*, dan ditutup dengan restorasi sementara. Kunjungan kedua dilakukan 6-12 minggu kemudian, pada kunjungan ini dilakukan ekskavasi ulang sisa karies yang lunak, dan evaluasi vitalitas pulpa, serta pembuatan restorasi definitif. Sedangkan *pulp capping indirect* satu tahap dilakukan dengan satu kali kunjungan, dengan tahapan berupa ekskavasi karies hingga lapisan dentin yang mendekati pulpa, dilanjutkan aplikasi bahan *pulp capping*, aplikasi *base*, dan terakhir pembuatan restorasi definitif.

Hasil yang diharapkan dari perawatan *pulp capping* yaitu menghentikan aktivitas karies dan memperbaiki struktur dentin, melindungi pulpa dengan mengurangi inflamasi dan meningkatkan sirkulasi pulpa, menstimulasi pembentukan fibroblas, sel mesenkim, dan odontoblas, dan mempertahankan vitalitas pulpa (Alp, 2024).

### Bahan *Pulp Capping*

Pemilihan bahan *pulp capping* merupakan faktor penentu keberhasilan terapi pulpa vital. Berbagai bahan *pulp capping* telah dikembangkan dengan tujuan meningkatkan keberhasilan perawatan, mulai dari bahan konvensional seperti kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ ) hingga bahan generasi baru berbasis kalsium silikat seperti mineral trioxide aggregate (MTA), Biofaktor MTA, dan Biodentine.

Kalsium hidroksida menjadi *gold standard* sebagai bahan *pulp capping* selama beberapa dekade sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 1921 (Andrei et al., 2021). Bahan ini memiliki kelebihan yaitu, sifat antibakteri yang baik, sifat sitotoksik lebih rendah, dan memiliki PH tinggi untuk menstimulasi fibroblas. Disamping kelebihannya bahan ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya, kemampuan adhesi terhadap dentin atau restorasi resin lemah, sifat mekanik yang buruk, adanya *tunnel defect* pada *dentin bridge*, dan dapat larut dalam cairan rongga mulut seiring waktu sehingga meningkatkan risiko infiltrasi bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan kemampuan kalsium hidroksida dalam pembentukan dentinal bridge membutuhkan waktu 2-3 bulan untuk menginduksi jaringan keras (Shinde et al., 2024), selain itu dentin reparatif yang baru dihasilkan menunjukkan adanya *tunnel defect* (Nie et al., 2021) serta memiliki kemampuan adhesi yang lemah dapat larut seiring berjalannya waktu.

Dalam upaya meningkatkan keberhasilan terapi pulpa vital ini, pada tahun 1993 bahan *pulp capping* berbasis semen kalsium silikat *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) mulai diperkenalkan.

Penelitian terbaru menunjukkan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi pada penggunaan bahan *pulp capping* MTA dibandingkan dengan kalsium hidroksida (Gill & Stevenson, 2024). MTA memberikan keberhasilan yang lebih tinggi dari bahan pendahulunya, dengan derajat keberhasilan perawatan 85-100% pada 1-2 tahun setelah perawatan (AAE Special Committee on Vital Pulp Therapy, 2021). Hal ini didukung oleh penelitian lain yang menyebutkan bahwa probabilitas kegagalan dalam 24 bulan setelah *pulp capping* ditemukan lebih tinggi pada kasus yang menggunakan bahan kalsium hidroksida daripada MTA (Gill & Stevenson, 2024). Material MTA berbasis semen kalsium silikat diklaim dapat menjadi bahan alternatif dalam mendukung pembentukan dentin reparatif karena memiliki kemampuan bioaktif sehingga dapat membentuk *dentin bridge* yang lebih baik serta mennghasilkan derajat inflamasi pulpa yang lebih rendah daripada kalsium hidroksida (Paula et al., 2019).

*Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) diperkenalkan pada tahun 1993 sebagai salah satu bahan generasi baru berbasis kalsium silikat, dengan tujuan awal sebagai bahan pengisi saluran akar dalam prosedur endodontik, dan memiliki probabilitas dalam perawatan apeksifikasi gigi *immature* (Andrei et al., 2021). Kemampuan bioaktifnya mendukung stimulasi dan regenerasi kompleks dentin-pulpa, sehingga cocok digunakan sebagai bahan *pulp capping*. Tahun 2004 diperkenalkan *white MTA* untuk menggantikan *grey MTA* dengan pertimbangan estetika, bahan ini mengandung lebih sedikit *tetracalcium aluminoferrite* dan *iron oxide* sehingga menurunkan efek samping diskolorasi (Kadali et al., 2020).

MTA bekerja dengan menstimulasi regenerasi dentin dengan melepaskan ion kalsium, ion ini kemudian bereaksi dengan ion fosfat dalam cairan jaringan membentuk kristal hidroksiapatit (Gill & Stevenson, 2024), sehingga menstimulasi pembentukan dentin reparatif yang lebih baik

daripada kalsium hidroksida (Alp, 2024). Proses biomineralisasi ini bertujuan untuk menutup area paparan pulpa, menstimulasi diferensiasi sel pembentukan odontoblas, sehingga memicu pembentukan dentin tersier reparatif. PH yang tinggi pada MTA memiliki sifat antimikroba dan memberikan lingkungan yang mendukung regenerasi jaringan (Misra et al., 2025). Penelitian penggunaan MTA pada gigi permanen dalam prosedur *direct pulp capping* menunjukkan prognosis yang baik dengan tingkat kesuksesan 87%, ditantai dengan adanya pembentukan dentin reparatif (Shinde et al., 2024). Meskipun MTA masih merupakan semen kalsium silikat bahan yang ideal, namun bahan ini memiliki beberapa kelemahan seperti waktu *setting* yang lama dan membutuhkan beberapa kunjungan, biaya yang tinggi, serta kesulitan dalam penanganan (Andrei et al., 2021). Berdasarkan hal ini, muncul berbagai bahan turunan baru berbasis kalsium silikat yang diformulasikan untuk mengatasi kekurangan MTA sekaligus meningkatkan respon pulpa. Saat ini, penggunaan istilah "MTA" tidak hanya merujuk pada formula awal yang dikembangkan pada tahun 1993, tetapi juga mencakup setiap bahan yang mengandung kalsium silikat (Nie et al., 2021). Oleh karena itu, penting untuk dipahami bahwa perkembangan formulasi MTA generasi terbaru telah berhasil mengatasi kelemahan yang terdapat pada formula MTA awal.

Biofaktor MTA (Imicryl) merupakan salah satu inovasi terbaru dari MTA, yang dapat digunakan sebagai bahan *pulp capping*, pulpotomi, apeksifikasi, perforasi akar, penutupan apikal dan bahan pengisi saluran akar (Akyol et al., 2023). Material ini terdiri dari *powder* dan *liquid*. Powder mengandung *tricalcium dicalcium silicate*, *tricalcium aluminate*, dan *ytterbium oxide*. *Liquid* biofaktor MTA (Imicryl) mengandung 0.5%–3% *hydrosoluble carboxylated polymer* dan air demineralisasi (Akkus et al., 2024).

Berdasarkan instruksi pabrik, teknik manipulasi biofaktor MTA (Imicryl) dilakukan dengan mencampurkan *powder* dan *liquid* untuk

mendapatkan konsistensi yang diinginkan, apakah kental, *putty*, atau cair dengan waktu *setting* 24 jam (Buldur, 2018). Konsistensi cair dapat dicapai dengan mencampurkan 0,2 gram *powder* (1 dosis botol sediaan) dengan 3 tetes *liquid*, dimanipulasi dengan spatula lalu dimasukan ke dalam *syringe*. Konsistensi *putty* dicapai dengan mencampurkan 0,2 gram *powder* (1 dosis botol sediaan) dengan 2 tetes *liquid* dan diaplikasikan menggunakan *spatula*. Konsistensi kental dicapai dengan mencampurkan 1 sendok besar *powder* dari sediaan botol coklat (1 gram *powder*), dicampurkan dengan 4 tetes *liquid* menggunakan spatula dan dimasukan ke dalam *syringe* lalu diaplikasikan. Perbedaan konsistensi ini digunakan pada kasus yang berbeda, konsistensi cair diindikasikan untuk kasus resorpsi akar, apeksifikasi, dan penutupan apikal. Sedangkan konsistensi *putty* dan kental diindikasikan untuk kasus *pulp capping direct* dan *indirect*, pulpotomi, dan pengisian saluran akar perawatan endodontik (Akyol et al., 2023).

Produsen Biofaktor MTA (Imicryl) mengklaim bahwa generasi terbaru MTA ini memiliki sifat *handling* yang lebih baik, ukuran partikel yang lebih halus sehingga mempercepat proses hidrasi, daya sealing yang lebih kuat, waktu pengerasan yang lebih singkat, serta stabilitas warna yang lebih baik sehingga tidak menyebabkan perubahan warna gigi (Çelik et al., 2019). Selain itu biofaktor MTA (Imicryl) memiliki harga yang lebih terjangkau dari MTA lainnya dan dapat dimanipulasi sesuai dengan preferensi klinisi atau tipe perawatan, apakah lebih kental atau cair (Akbulut et al., 2019). Keunggulan bahan biofaktor MTA ini ditunjukkan pada penelitian mengenai kekuatan ikat antara bahan MTA, hal penelitian menunjukkan bahwa biofaktor MTA (Imicryl) memiliki kekuatan ikat yang tinggi daripada MTA dikelasnya (Akbulut et al., 2019), hal ini disebabkan karena biofaktor MTA (Imicryl) memiliki struktur yang lebih halus, sehingga memiliki kemampuan penetrasi ke tubulus dentin yang lebih baik dan meningkatkan kemampuan adhesi bahan.

## Restorasi

Setelah prosedur *pulp capping* selesai, gigi yang telah dirawat harus segera dibuatkan restorasi permanen. Hal ini bertujuan untuk mengurangi risiko *microleakage*, menurunkan sensitivitas gigi *postoperative*, dan meningkatkan respon penyembuhan pulpa, sehingga dapat meningkatkan derajat keberhasilan perawatan (Gill & Stevenson, 2024). Beberapa peneliti merekomendasikan waktu terbaik untuk pembuatan restorasi pada gigi yang telah dilakukan perawatan *pulp capping* dengan biofaktor MTA (Imicryl) dapat dilakukan setelah waktu *setting time* terlewati, bervariasi mulai dari 24 jam, 48 jam, 72 jam, bahkan 96 jam (Buldur, 2018). Prosedur restorasi diawali dengan mengaplikasikan *chlorhexidine digluconate* 2% sebagai kondisioner untuk meningkatkan kekuatan ikatan. Selanjutnya menempatkan material *liner* dan *base* seperti *resin-modified glass ionomer cement* (RMGI) atau *glass ionomer cement* (GIC) yang bertujuan sebagai seal dan memproteksi pulpa di bawahnya, serta mengurangi sensitivitas setelah perawatan. Selanjutnya pembuatan restorasi dilakukan dengan teknik *layered composite build-up*. Pada kasus ini dilakukan restorasi menggunakan resin komposit kelas I (Gill & Stevenson, 2024).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Prosedur *pulp capping* merupakan upaya mempertahankan vitalitas pulpa dengan memanfaatkan bahan yang mampu menstimulasi pembentukan dentin reparatif dan mencegah nekrosis pulpa. Perkembangan bahan *pulp capping* dari kalsium hidroksida hingga kini biofaktor MTA(Imicryl) menunjukkan peningkatan dalam aspek bioaktivitas, waktu pengerasan, stabilitas warna, dan kemudahan manipulasi bahan. Biofaktor MTA (Imicryl) terbukti memiliki kemudahan manipulasi yang lebih baik, *sealing* yang lebih kuat serta mampu mendukung regenerasi jaringan pulpa-dentin, sehingga berpotensi menjadi bahan alternatif yang dapat

dipilih dalam perawatan *pulp capping* pada gigi permanen. Penting bagi dokter gigi untuk meningkatkan tingkat keberhasilan perawatan *pulp capping* dengan melakukan diagnosis akurat, ekskavasi lesi yang optimal, pemilihan bahan yang tepat, serta pembentukan restorasi definitif yang baik untuk mencegah kebocoran mikro dan menjamin penyembuhan pulpa jangka panjang. Diperlukan penelitian lebih lanjut dan observasi yang lebih panjang untuk menilai efektivitas jangka panjang biofaktor MTA (Imicryl) dibandingkan bahan *pulp capping* lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- AAE Special Committee on Vital Pulp Therapy. (2021). AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. *American Association of Endodontists*.
- Akulut, M. B., Bozkurt, D. A., & Terlemez, A. (2019). The Push-Out Bond Strength of Biofactor Mineral Trioxide Aggregate , A Novel Root Repair Material. *44(1)*, 1–9.
- Akkus, G., Salmaz, E., & Ozdas, D. O. (2024). The Effect of Two Different MTA (Mineral Trioxide Aggregate) On Thermal Insulation. *The Open Dentistry Journal*, *18(1)*, 1–9. <https://doi.org/10.2174/0118742106347774241024112633>
- Akyol, G. D., Kolcu, M. I. B., Alpaslan, N. Z., Taşpinar, F., Mızrak, R. Y., Tunç, S. K., & İnanç, B. (2023). Investigation of cyto-toxicity of an Innovative Biofactor Mta product In different human cells: a pilot study. *Journal of Stomatology*, *76(2)*, 71–76. <https://doi.org/10.5114/jos.2023.128770>
- Alex, G. (2018). Direct and Indirect Pulp Capping: A Brief History, Material Innovations, and Clinical Case Report. *Dentalaegis*, *39(3)*, 2–8.
- Alp, Ş. (2024). Current Approaches in Pulp Capping: A Review. *Cyprus Journal of Medical Science*, *9(3)*, 154–160. <https://doi.org/10.4274/cjms.2023.2022-37>
- Andrei, M., Vacaru, R. P., Coricovac, A., Ilinca, R., Didilescu, A. C., & Demetrescu, I. (2021). The effect of calcium-silicate cements on reparative dentinogenesis following direct pulp capping on animal models. *Molecules*, *26(9)*. <https://doi.org/10.3390/molecules26092725>
- Andrews, J. L., Ahmed, S. P., & Blakemore, S.-J. (2021). Navigating the Social Environment in Adolescence: The Role of Social Brain Development. *Biological Psychiatry*, *89(2)*.

- 109–118.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.09.012>
- Andriani, P. (2024). *Successful Regenerative Approach With Direct Pulp Capping Using Mineral Trioxide Aggregate After Pulpal Injury 2 Years Follow-Up: Case Report Keberhasilan Kaping Pulpa Direk Menggunakan Mineral Trioxide Aggregate Paska Injuri 2 Tahun Follow-Up : Laporan* . 36, 105–110.  
<https://doi.org/10.24198/jkg.v36i4.49194>
- Buldur, B. (2018). *Shear Bond Strength Of Two Calcium Silicate-Based Cements To Compomer Shear Bond Strength Of Two Calcium Silicate-Based Makale Kodu / Article Code Makale Gönderilme Tarihi. April.* <https://doi.org/10.7126/cumudj.381422>
- Çelik, B. N., Mutluay, M. S., Arıkan, V., & Sari, Ş. (2019). The evaluation of MTA and Biodentine as a pulpotomy materials for carious exposures in primary teeth. *Clinical Oral Investigations*, 23(2), 661–666.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-018-2472-4>
- Gill, K., & Stevenson, R. G. (2024). Navigating Through Caries Excavation and Pulp Capping Techniques in Permanent Teeth. *Dentistry Review*, 4(1), 100078.  
<https://doi.org/10.1016/j.dentre.2024.100078>
- Kadali, N., Alla, R. K., Guduri, V., Av, R., & Mc, S. S. (2020). Mineral Trioxide Aggregate : An Overview Of Composition , Properties And Clinical Applications. *International Journal of Dental Material*, 2(1), 11–18.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37983/IJD.M.2020.2103>
- Kementrian Kesehatan. (2018). Kesehatan Gigi dan Mulut di Indonesia. *Kemenkes*, 2–3.
- Misra, R., Toprani, N., Bhagwat, S., Vaishnav, A., Dureja, A., & Bhosale, O. (2025). Efficacy of Mineral Trioxide Aggregate Versus Biodentine as a Direct Pulp Capping Material in Carious Human Mature Permanent Teeth: A Systematic Review. *Cureus*, 17(7).  
<https://doi.org/10.7759/cureus.89154>
- Nie, E., Yu, J., Jiang, R., Liu, X., Li, X., & Islam, R. (2021). Effectiveness of Direct Pulp Capping Bioactive Materials in Dentin Regeneration : A Systematic Review. *MDPI*.
- Olujide, S. (2021). Cohen's Pathways of the Pulp. In *Dental Update* (11th ed., Vol. 48, Issue 3).  
<https://doi.org/10.12968/denu.2021.48.3.248>
- Paula, A., Carrilho, E., Laranjo, M., Abrantes, A. M., Casalta-lopes, J., Botelho, M. F., Marto, C. M., & Ferreira, M. M. (2019). Direct Pulp Capping: Which is the Most Effective Biomaterial? A Retrospective Clinical Study. *MDPI*, 4, 1–13.
- Shinde, M., Pandit, V., Singh, S., Jadhav, A., Marium, S., & Patil, S. (2024). Reparative Mineralized Tissue Characterization by Different Bioactive Direct Pulp-capping Agents. *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 16(1), 8–16.  
[https://doi.org/10.4103/jicdro.jicdro\\_79\\_23](https://doi.org/10.4103/jicdro.jicdro_79_23)
- Xavier, M. T., Costa, A. L., Ramos, J. C., Caramês, J., Marques, D., & Martins, J. N. R. (2024). Calcium Silicate-Based Cements in Restorative Dentistry: Vital Pulp Therapy Clinical, Radiographic, and Histological Outcomes on Deciduous and Permanent Dentition—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials*, 17(17).  
<https://doi.org/10.3390/ma17174264>