

Perbedaan Kekuatan Tekan Antara Resin Modified Glass Ionomer Cement dengan Mineral Trioxide Aggregate sebagai Bahan Kaping Pulpa

(The Differences of Compressive Strength between Resin Modified Glass Ionomer Cement and Mineral Trioxide Aggregate as a Pulp Capping Material)

Sartika Puspita¹, Irma Dewi Setyowati², Dwi Aji Nugroho³, Widyapramana Dwi Atmaja³

¹Departemen Biologi Oral, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

³Departemen Dental Material, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

Abstrak

Pemilihan bahan kaping pulpa merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan perawatan kaping pulpa. Syarat bahan kaping pulpa salah satunya adalah memiliki kekuatan mekanik yang baik. Uji kekuatan tekan adalah satu uji untuk mengetahui kekuatan mekanik dan kestabilan dari material. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tekan dari Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) dengan Mineral Trioxide Aggregate (MTA) sebagai bahan kaping pulpa. Metode penelitian ini adalah eksperimental laboratoris, dengan jumlah seluruh sampel 12 buah yang dibagi dalam 2 kelompok sampel yang dicetak pada cetakan dengan ukuran diameter 3mm dan tinggi 6mm. Kelompok pertama adalah RMGIC (Fuji II LC, GC Japan) dan kelompok kedua cetakan MTA (Rootdent®, Technodent Rusia) dan dilapisi RMGIC. Kekuatan tekan diukur menggunakan Universal Testing Machine (UTM) dengan satuan MPa. Hasil menunjukkan nilai rerata kekuatan tekan RMGIC sebesar 1313.987 MPa dan MTA 392.372 MPa. Hasil kekuatan tekan dianalisa menggunakan uji statistik Mann-Whitney U test dengan hasil uji $p=0.004$ yang menunjukkan pengaruh signifikan ($p<0.05$). Kesimpulan penelitian ini Resin Modified Glass Ionomer Cement memiliki kekuatan tekan lebih besar dibandingkan Mineral Trioxide Aggregate.

Kata kunci: Bahan Kaping Pulpa, Kekuatan tekan, Mineral Trioxide Aggregate, Resin Modified Glass Ionomer Cement

Abstract

Pulp capping material is one of the factors to determine the success of pulp capping treatment. One of the requirements for pulp capping material is having good mechanical strength. The compressive strength test is a test to determine the mechanical strength and stability of the material. The purpose of this study was to compare the compressive strength between Resin Modified Glass Ionomer Cement and Mineral Trioxide Aggregate as a pulp capping material. The method of the research was experimental laboratory with 12 samples, the samples divided into 2 groups in mold with a diameter 3mm and height 6mm. The first group was Resin Modified Glass Ionomer Cement (Fuji II LC, GC Japan) and the second group was Mineral Trioxide Aggregate (Rootdent®, Technodent Rusia) restored by Resin Modified Glass Ionomer Cement. The compressive strength measurements are using Universal Testing Machine (MPa). The results showed the average compressive strength of Resin Modified Glass Ionomer Cement was 1313.987 MPa and Mineral Trioxide Aggregate was 392.372 MPa. The compressive strength results were analyzed using Mann-Whitney U test with the test results $p = 0.004$ which showed a significant effect ($p < 0.05$). The conclusion of this study there is a difference in the compressive strength between Resin Modified Glass Ionomer Cement and Mineral Trioxide Aggregate with the highest compressive strength is Resin Modified Glass Ionomer Cement as a pulp capping material.

Keywords: Compressive Strength, Mineral Trioxide Aggregate, Pulp Capping Material, Resin Modified Glass Ionomer Cement

Korespondensi (Correspondence): Sartika Puspita, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, Telp: +62 274 387656, Email: sartika.puspita@umy.ac.id.

Dentin memiliki peranan untuk melindungi pulpa dari berbagai stimulus yang dapat membahayakan pulpa itu sendiri. Apabila permukaan dentin diatas pulpa ada yang hilang harus secepatnya dilindungi dengan bahan yang dapat mengeluarkan produk yang merangsang terbentuknya dentin tersier sehingga dapat meregenerasi dentin baru¹. Kaping pulpa adalah perawatan gigi yang diindikasikan pada gigi yang masih vital dan berguna untuk mempertahankan fungsi pulpa, morfologi, dan integritasnya. Ada dua macam kaping pulpa, yaitu kaping pulpa direk dan indirek.¹

Salah satu bahan yang digunakan untuk kaping pulpa yaitu Mineral Trioxide Aggregate (MTA) dan Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC). RMGIC adalah suatu modifikasi dari Semen Ionomer Kaca yang terdiri dari SIK dan sejumlah resin dalam skala kecil.² RMGIC memiliki sifat mekanik, fisik dan sifat adhesive yang lebih baik dari SIK konvensional. Bahan ini juga memiliki sifat dan biokompatibilitas yang baik sehingga digunakan sebagai bahan liners atau basis.³

RMGIC sering digunakan untuk perawatan kaping pulpa indirek karena memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk ikatan kimia dengan struktur gigi.⁴

MTA merupakan semen endodontik bersifat hidrofilik dan biokompatibel yang memiliki kemampuan untuk merangsang penyembuhan dan osteogenesis.⁵ Kelebihan MTA dibandingkan bahan lain yaitu MTA memiliki resiko peradangan pulpa yang kecil, mampu mempermudah proliferasi dan differensiasi sel-sel gigi pada manusia, juga memiliki kemampuan yang cepat untuk menstimulasi jembatan dentin maupun pembentukan jaringan keras.⁶ MTA memiliki sifat *sealing ability* yang baik dan efektif digunakan sebagai bahan kaping pulpa. Dengan sifatnya yang hidrofilik, membuat MTA menjadi material yang ideal untuk beberapa perawatan, misalnya ketika berkontak dengan darah, cairan tubuh, ataupun suatu kelembapan yang tidak bisa dihindari. Selain memiliki kelebihan, MTA juga memiliki kekurangan diantaranya membutuhkan *setting time* yang lama dan tidak mudah untuk di

manipulasi sebagai bahan kaping pulpa direk. Kelebihan bahan MTA adalah memiliki performa yang lebih baik dalam pembentukan dentin tersier dibandingkan Ca(OH)_2 dan Biodentin.⁶ Penempatan RMGIC secara langsung setelah aplikasi MTA dapat dilakukan dalam proses direk kaping pulpa. Hal ini terbukti efektif dan memiliki daya ikatan yang sebanding dengan bahan resin komposit yang biasa digunakan sebagai bahan restorasi setelah aplikasi MTA pada kaping pulpa.⁷

Bahan yang digunakan untuk prosedur kaping pulpa harus memiliki syarat-syarat agar perawatan kaping pulpa dapat berhasil yang ditandai dengan pasien tidak ada keluhan, terbentuk dentin tersier dan tidak ada kelainan periapikal. Syarat-syarat bahan kaping pulpa yaitu dapat mengontrol terjadinya infeksi, melekat baik dengan dentin sehingga dapat mencegah kebocoran mikro serta mendukung terbentuknya dentin tersier.⁸ Berdasarkan syarat tersebut diatas, bahan kaping pulpa harus memiliki *mechanical properties* yang baik, antara lain adalah kekuatan tekan dan kekuatan tarik. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan kekuatan tekan antara dua bahan kaping pulpa indirek yaitu RMGIC dan MTA.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris. Bahan yang digunakan yaitu RMGIC (Fuji II LC, GC Japan) dan MTA (Rootdent®, Technodent Rusia). Sampel terbagi dalam 2 kelompok, kelompok pertama adalah RMGIC dan kelompok kedua MTA dimana masing-masing terdiri dari 6 sampel. Sampel dibuat menggunakan cetakan dengan diameter 3mm dan tinggi 6mm (Gambar 1). Kelompok pertama berisi RMGIC 3mm sebagai bahan medikamen kaping pulpa indirek dan Resin Komposit 3mm sebagai lining dan restorasi permanen (Gambar 2). Kelompok kedua 6 buah hasil cetakan yang berisi 1 mm MTA sebagai medikamen, 2 mm RMGIC sebagai lining, 3mm Resin Komposit sebagai restorasi permanen (Gambar 3). Metode aplikasi bahan medikamen, lining dan restorasi akhir ini disesuaikan dengan pendekatan klinis yang dilakukan pada perawatan pasien kaping pulpa indirek.



Gambar 1. Cetakan dengan diameter 3mm dan tinggi 6mm untuk membuat sampel penelitian



Gambar 2. Foto sampel kelompok pertama yaitu 6 buah hasil cetakan berisi RMGIC 3mm sebagai bahan medikamen kaping pulpa dan Resin Komposit 3mm sebagai bahan lining dan restorasi akhir



Gambar 3. Foto sampel kelompok kedua yaitu 6 buah hasil cetakan berisi 1 mm MTA sebagai medikamen kaping pulpa, 2 mm RMGIC sebagai lining, 3mm Resin Komposit sebagai restorasi permanen



Gambar 4. Foto Alat UTM (Mettler Toledo AL 204) untuk mengukur kekuatan tekan sampel uji.

Pengujian kekuatan tekan dilakukan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) torsee Mettler Toledo AL 204 (Gambar 4). Pengujian kekuatan tekan dilakukan dengan cara meletakkan sampel dengan posisi vertikal dan ditekan dengan permukaan UTM dari arah atas, penekanan dimulai dari titik nol sampai sampel pecah. Hasil yang didapatkan data dalam bentuk *KilogramForce* (KgF) lalu dikonversikan ke Newton dan dimasukkan ke rumus kekuatan tekan dan kekuatan tekan yang memiliki satuan *MegaPascal* (MPa),

dengan rumus :

$$\text{Kekuatan Tekan (Sc)} = F / [(0.25 \times \pi \times d \times d)] = F/A$$

Keterangan : Sc = kekuatan tekan (MPa)
F = beban (N)
d = diameter silinder (3mm)
 π = tetapan yang mempunyai nilai 3.14

HASIL

Berdasarkan pengujian mengenai Universal Testing Machine didapatkan kekuatan tekan RMGIC dan MTA sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Kekuatan Tekan Bahan Medikamen Kaping Pulpa indirek menggunakan RMGIC dan MTA

	Kekuatan Tekan (Mpa)	
	RMGIC	MTA
1	1433.31	416.42
2	1591.83	440.57
3	1429.15	390.32
4	1375.85	396.71
5	1231.49	348.12
6	822.29	361.73
Σ	1313.98	392.37

Keterangan : Σ = rata-rata

Berdasarkan hasil penelitian secara laboratoris mengenai uji kekuatan tekan RMGIC dan MTA sebagai bahan medikamen kaping pulpa indirek pada Tabel 1 diketahui kekuatan tekan RMGIC lebih tinggi (1213,98 MPa) dibandingkan MTA (392,37MPa) sebagai bahan medikamen kaping pulpa indirek.

Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kekuatan tekan yang signifikan pada kedua bahan tersebut, maka dilakukan uji secara statistik *Mann-Whitney test* yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil uji statistik Mann-Whitney test

	Asymp.Sig (2-tailed)
Kekuatan tekan	0.004

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat signifikansi uji perbedaan kekuatan tekan RMGIC dan MTA sebesar 0.004 (<0.05). Maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kekuatan tekan antara *Resin Modified Glass Ionomer Cement* dengan *Mineral Trioxide Aggregate* sebagai bahan medikamen kaping pulpa. Pada data hasil pengujian didapatkan rata-rata kekuatan tekan *Resin Modified Glass Ionomer Cement* 1313.987 MPa sedangkan *Mineral Trioxide Aggregate* memiliki kekuatan tekan sebesar 392.372 Mpa. Nilai kekuatan tekan dan kekuatan tarik tertinggi pada kelompok *Resin Modified Glass Ionomer Cement*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uji statistik menggunakan Mann Whitney Test, RMGIC(Fuji II LC, GC Japan) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap MTA(Rootdent®, Technodent Rusia). Bahan RMGIC terbukti memiliki kekuatan tekan lebih tinggi yaitu dengan rata-rata 1313.987 MPa

sedangkan kelompok dengan menggunakan bahan MTA memiliki kekuatan tekan lebih rendah yaitu dengan rata-rata 392.372. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini memiliki angka yang sangat besar jika dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya dikarenakan pada saat dilakukan uji menggunakan Universal Testing Machine beban yang diberikan tidak pada semestinya yaitu sebesar 1000N.

Kekuatan tekan MTA dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya tipe MTA yang digunakan, percampuran bubuk dan cairannya, tekanan saat mengkondensasi, prosedur etsa-asam dan teknik mengaduknya.⁹ Faktor yang mempengaruhi adalah teknik mengaduk dan tekanan saat mengkondensasi yang tidak bisa dipastikan kesamaannya. Kekuatan tekan MTA pada penelitian ini memiliki rata-rata 392.372 MPa dengan MTA yang digunakan adalah MTA Rootdent® (Technodent, Rusia) sedangkan pada penelitian Basturk⁹, MTA ProRoot memiliki rata-rata kekuatan tekan 93.38 ± 26.27 MPa dan MTA Angelus 65.06 ± 25.54 MPa. Penelitian ini memiliki kekuatan tekan yang lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian Basturk⁹ karena MTA yang digunakanpun berbeda. Komposisi dari MTA (Rootdent®, Technodent Rusia) yaitu calcium oxide, silicon oxide, aluminium oxide and zirconia oxide, dan komposisi dari MTA ProRoot yaitu tricalcium silicate, bismuth oxide (Bi₂O₃), dicalcium silicate, tricalcium aluminate, tetracalcium aluminoferrite, dan calcium sulfate dihydrate. Kekuatan tekan MTA tertinggi yang di dapat dari penelitian ini 440.57 MPa, jauh lebih tinggi jika dibandingkan penelitian Basturk⁹ yang memiliki kekuatan tekan tertinggi 101.71 MPa pada MTA ProRoot. Kekuatan tekan MTA dapat dipengaruhi oleh komponen fisik dan kimianya.¹⁰ Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kekuatan tekan yang signifikan antara RMGIC dengan MTA dengan kekuatan RMGIC yang jauh lebih tinggi dibandingkan MTA yaitu memiliki rata-rata kekuatan tekan 1313.987. Perbedaan kekuatan tekan yang signifikan pada RMGIC dan MTA disebabkan karena RMGIC memiliki kekuatan tekan yang besar yang berasal dari kandungan resin dalam RMGIC. Kandungan resin pada RMGIC meningkatkan sifat mekanik, transparansi, hasil estetika, mengurangi sensitivitas kelembapan awal, dan mempersingkat *setting time* yang berkontribusi besar pada kekuatan terhadap fraktur.⁸

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan yang signifikan dalam kekuatan tekan antara *Resin Modified Glass Ionomer Cement* (RMGIC) dan *Mineral Trioxide Aggregate* (MTA) sebagai bahan kaping pulpa. RMGIC menunjukkan rata-rata kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan MTA.^{11,12,13} Implikasi hasil penelitian ini pada perawatan klinis dapat disarankan bahwa setiap tindakan perawatan kaping pulpa yang menggunakan MTA dapat dilakukan restorasi sandwich menggunakan RMGIC sebagai bahan lining dan Resin Komposit sebagai bahan restorasi akhir. Jumlah sampel yang terbatas pada penelitian ini dapat membatasi keterwakilan hasil yang diperoleh. Penelitian selanjutnya disarankan untuk

menggunakan jumlah sampel yang lebih besar agar diperoleh data yang lebih akurat dan representatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Riset dan Inovasi, Direktorat Riset dan Pengabdian, Universitas Muhamamdiyah Yogyakarta yang telah memberikan support dana untuk terlaksananya penelitian ini. Diucapkan terimakasih kepada drg. Chairul Muhtadin Dwi Burhani dan drg. Irma Dewi Setyowati sebagai tim perdana riset kerjasama dosen bersama mahasiswa terkait bahan medikamen kaping pulpa gigi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alovizi M, Baldi A, Comba A, Gambero R, Paolone G, Mandurino M, et al. Long-Term Evaluation of Pulp Vitality Preservation in Direct and Indirect Pulp Capping: A Retrospective Clinical Study. *JCM*. 2024 Jul 6;13(13):3962.
2. Dewi MS, Nugraha PY. Resin modified glass ionomer cement as an alternative restoration material. *Makassar Dental Journal*. 2024;13(3):470–3.
3. Wijayanti N, Hartoyo DLAD. Perbedaan Kekerasan Resin Modified Glass Ionomer Cement dan Kompomer pada Pengguna Obat Kumur Alkohol dan Non Alkohol. *STOMATOGNATIC - Jurnal Kedokteran Gigi*. 2022 Oct 31;19(2):142.
4. Khalil RJ, Al-Shamma AMW. Physicomechanical Characterization of a Novel Resin-Modified Glass Ionomer Luting Cement Functionalized with a Phosphate Functional Monomer. Wally Z, editor. *International Journal of Dentistry*. 2023 Oct 18;2023:1–13.
5. Cervino G, Laino L, D'Amico C, Russo D, Nucci L, Amoroso G, et al. Mineral Trioxide Aggregate Applications in Endodontics: A Review. *Eur J Dent*. 2020 Oct;14(04):683–91.
6. Muruganandhan J, Sujatha G, Poorni S, Srinivasan MR, Boreak N, Al-Kahtani A, et al. Comparison of Four Dental Pulp-Capping Agents by Cone-Beam Computed Tomography and Histological Techniques—A Split-Mouth Design Ex Vivo Study. *Applied Sciences*. 2021 Mar 29;11(7):3045.
7. Radhakrishnan S, Rao A, Shenoy R, Suprabha B. Comparative Evaluation of Tensile Bond Strength and Shear Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate with Composite Resin and Resin Modified Glass Ionomer. *Ind Jour of Publ Health Rese & Develop*. 2019;10(7):156.
8. Rêgo HMC, Butler S, Santos MJC. Evaluation of the Mechanical Properties of Three Resin-Modified Glass-Ionomer Materials. Mendes Tribst JP, editor. *BioMed Research International*. 2022 Jan;2022(1):4690656.
9. Basturk FB, Nekoofar M.H, Gunday M, Dummer PM. Effect Of Various Mixing And Placement Techniques On The Flexural Strength And Porosity Of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*. 2014 Oct 40(3), 441–445.
10. Kazemipoor M, Azizi N, Farahat F. Evaluation of Microhardness of Mineral Trioxide Aggregate After Immediate Placement of Different Coronal Restorations: An In Vitro Study. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*. 2018 Mar 15(2), 116–122.
11. Driastuti R, Puspita, S. Evaluasi Kebocoran Tepi Bonding Generasi V Dan Bonding Generasi VII Pada Restorasi Kelas V Resin Komposit Microhybrid. *Stomatognatic: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Jember*. 2015 12(2), 38–41
12. Lestari S, Aju FDW. Kebocoran Tepi Restorasi Semen Ionomer Kaca Dengan Bahan Fuji® II, Fuji® VII (White), dan Fuji® VII (pink). *Stomatognatic: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Jember*. 2012 9(1), 23–27
13. Marisnawati A, Sutjiati, R. Kekuatan Perlekatan Geser Antara Bahan Perekat Resin Komposit Dan Gelas Ionomer Hibrid Pada Perawatan Ortodonsi Dengan Sistem Perlekatan Langsung. *Stomatognatic: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Jember*. 2012 9(2), 90–92.