

# Diametrical tensile strength test of dental bioactive cement

## Uji kekuatan tarik diametral semen bioaktif dental

<sup>1</sup>Angela Evelyn, <sup>2</sup>Dian Lesmana, <sup>3</sup>Grace Monica, <sup>1</sup>Fathul Mauludy

<sup>1</sup>Departemen Biomaterial

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kedokteran Dasar

<sup>3</sup>Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Masyarakat  
Bandung, Indonesia

Corresponding author: Angela Evelyn, e-mail: [angela.evelyna@gmail.com](mailto:angela.evelyna@gmail.com)

### ABSTRACT

**Introduction:** Bioactive dental cement material is widely used in root canal treatment in order to provide long lasting result of the root canal treatment. The test of mechanical properties on this bioactive dental cement material is a diametrical tensile test. The purpose of this study was to examine the diametrical tensile strength (DTS) of bioactive dental cement materials found in Indonesia. **Methods:** Specimens of bioactive dental cement material are disc-shaped, 6 mm in diameter, 3 mm in height which were divided into 2 groups; Group I is Maarc MTA and Group II is MTA plus white cerkamed, each group contains 4 specimens. Mechanical properties test was carried out using Universal Testing Machine (UTM), analyzed with one-way Anova. **Results:** The DTS mean of Group I was 2.48564 N/mm<sup>2</sup> and Group II of 7.872175 N/mm<sup>2</sup>; significantly different (f count: 0.065). **Conclusion:** MTA white plus cerkamed has higher DTS than Maarc MTA.

**Kata kunci:** diametral tensile test, material semen bioaktif

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Bahan semen bioaktif dental banyak digunakan pada perawatan saluran akar dengan tujuan dapat bertahan lama pada saluran akar gigi. Uji sifat mekanis pada bahan semen bioaktif ini adalah uji tarik diametral. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji *diametrical tensile strength* (DTS) bahan semen bioaktif yang banyak ditemukan di Indonesia. **Metode:** Spesimen bahan semen bioaktif berbentuk cakram, diameter 6 mm, tinggi 3 mm; dibagi dua menjadi Kelompok I, yaitu *Maarc MTA* dan Kelompok II *MTA plus white cerkamed*, dengan masing-masing kelompok uji berjumlah 4 buah. Uji mekanis DTS dilakukan dengan *Universal Testing Machine* dan dianalisis menggunakan Anova satu arah. **Hasil:** Rerata DTS Kelompok I sebesar 2,48564 N/mm<sup>2</sup> dengan Kelompok II sebesar 7,872175 N/mm<sup>2</sup>; berbeda secara signifikan (f hitung senilai 0,065). **Simpulan:** *MTA white plus cerkamed* memiliki DTS lebih tinggi dari pada *Maarc MTA*.

**Kata kunci:** *diametral tensile strength*, bahan semen bioaktif

Received: 10 February 2022

Accepted: 12 March 2022

Published: 1 August 2022

### PENDAHULUAN

Bahan bioaktif di bidang kedokteran gigi disebut juga *bioactive dental material* didefinisikan sebagai bahan yang menghasilkan efek dari jaringan hidup yang mampu menginduksi pembentukan hidroksiapatit atau melepas fluorida jika teraktivasi oleh saliva sehingga menghasilkan respon perbaikan jaringan keras.<sup>1</sup>

Bahan bioaktif kedokteran gigi mengalami perkembangan yang pesat. Beberapa contoh diantaranya, yaitu kalsium hidroksida, *mineral trioxide aggregate* (MTA), *calcium enriched mixture* (CEM), *Biodentine*, *Doxadent*, *Ceramir*, dan *Bioaggregate*.<sup>1,2</sup>

Banyak manfaat dari bahan bioaktif di bidang kedokteran gigi, antara lain bahan *pulp capping*, restorasi permanen, perawatan saluran akar, penyumbat tubulus dentin pada kasus hipersensitivitas, *scaffold* untuk membantu regenerasi jaringan tulang, regenerasi dan perbaikan jaringan gigi, regenerasi jaringan periodontal, remineralisasi gigi, *bone graft*, pelapis implan dan lain-lain.<sup>2,3</sup> Keberagaman manfaat ini tidak terlepas dari sifat ideal yang dimilikinya yaitu bakterisidal atau bakteriostatik, steril, menstimulasi pembentukan dentin reparatif, dan mampu mempertahankan vitalitas pulpa serta

memiliki sifat mekanis yang baik sehingga dapat digunakan sesuai dengan indikasi yang berbeda-beda.<sup>1,3</sup>

Bahan bioaktif dental merupakan bahan baru yang sedang banyak diteliti dengan banyak modifikasi komposisi, dari awalnya berupa bahan pengisi *inert* menjadi bahan yang dapat beradaptasi secara biologis. Bahan ini mampu membentuk lapisan hidroksiapatit ketika diimersi pada cairan tubuh atau larutan yang mengandung fosfat anorganik sehingga mampu menghasilkan perbaikan lesi jaringan gigi.<sup>4</sup>

Dewasa ini, angka kejadian karies gigi tinggi pada anak maupun dewasa. Karies dapat mengganggu kinerja gigi, yaitu fungsi pengunyahan.<sup>4</sup> Pada gigi yang telah mengalami karies, kekuatan mengunyah menurun sehingga makanan yang terpecah masih dalam ukuran yang cukup besar, sehingga perlu direstorasi dengan bahan bioaktif yang adekuat serta mampu untuk menahan beban kunyah yang besar.<sup>5</sup>

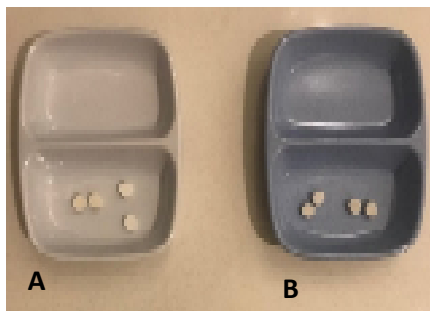
Untuk itu, pada artikel ini dibahas mengenai uji kekuatan tarik diametral semen bioaktif dental

### METODE

Bahan yang digunakan adalah dua jenis semen bio-

aktif yang banyak ditemukan di pasaran, yaitu semen *Maarc MTA* dan semen *MTA plus white cerkamed*, sementara sampel berupa spesimen yang berbentuk piringan atau cakram semen *plexiglass split* berbentuk silinder dengan diameter 6 mm dan tinggi 3 mm. Sampel dibagi menjadi Kelompok I yaitu *Maarc MTA* dan Kelompok II yaitu *MTA plus white cerkamed*. Jumlah sampel dihitung dengan rumus Federer, masing-masing kelompok sebanyak 4 sampel. Penelitian dilakukan secara bertahap, yaitu prosedur pembuatan spesimen, prosedur uji spesimen, dan uji hipotesis dengan analisis statistik.

Untuk pembuatan spesimen, bubuk dan cairan ditakar lalu diaduk sesuai petunjuk pabrik hingga konsistensi *creamy*, menggunakan spatula semen. Adonan diletakkan pada *mold plexiglass split* berbentuk silinder dengan ukuran diameter 6 mm dan tinggi 3 mm, sampai melebihi batas *mold* dan ditunggu waktu *setting* menurut pabrik. Selanjutnya *mold* dipindahkan ke dalam inkubator dengan suhu konstan 37°C dan kelembaban 100% selama 3 jam dalam inkubator. Setelah itu, sampel dikeluarkan dari cetakan dan diperiksa apakah terdapat rongga dan tepi yang terkelupas. Dengan demikian, hanya sampel tanpa cacat yang dipilih untuk pengujian. Persiapan pengujian dilakukan dengan melakukan perendaman spesimen pada *petri dish* yang berisi larutan saliva buatan dengan suhu 37°C selama 24 jam sebelum pengujian sifat mekanis. Suhu dijaga agar tetap stabil di wadah yang berisi spesimen, kemudian spesimen dimasukkan ke dalam inkubator. Spesimen dikeringkan lalu diampelas sampai halus dan memiliki ukuran yang sesuai dengan spesimen uji *diametral tensile strength* (DTS).



**Gambar 1** Sampel semen A *MTA plus white cerkamed*; B *Maarc MTA*.

Sampel dikompresi secara diametrik untuk menghasilkan pengenalan *tensile stress* pada bahan di bidang aplikasi gaya. Uji DTS dilakukan dengan pembebanan maksimal sebesar 1 kN dan dengan kecepatan *cross-head* 1,0 mm/menit dengan keadaan kering menurut ISO 5883:2002. *Tensile stress* (MPa) dihitung dengan formula  $2P/\pi Dt$  ( $P$ =beban maksimal (Newton),  $D$ =diameter sampel (mm),  $t$ =ketebalan sampel).

Uji DTS dilakukan dengan menggunakan mesin uji UTM *Shimadzu Autograph AGS-5kNX*.

Uji hipotesis dengan menggunakan uji Anova, dilanjutkan dengan uji *post hoc* untuk mengetahui sifat mekanis yang terbaik dari antara bahan kedokteran gigi.  $H_0$  diterima jika  $F_{hitung}$  lebih kecil atau sama  $F_{tabel}$ .

## HASIL

Data DTS dua kelompok spesimen bahan bioaktif *Maarc MTA* dan *MTA plus white cerkamed* dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil uji *diametral tensile strength*  
DTS (N/mm<sup>2</sup>)

	Kel I: <i>Maarc MTA</i>	Kel II: <i>Cerkamed MTA</i>
Spesimen 1	2,48379	10,7582
Spesimen 2	2,82955	6,80704
Spesimen 3	2,30367	7,05839
Spesimen 4	2,32555	6,86507
Rerata	2,48564	7,872175

Uji statistik untuk menguji normalitas data hasil penelitian menggunakan uji *Shapiro-Wilk* kemudian uji signifikansi dilakukan dengan menggunakan *t-test one sample statistics* (Tabel 2 dan 3). Uji normalitas *Shapiro-Wilk* memperlihatkan data yang normal dengan  $F_{hitung}$  0,065. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran data normal dan uji statistik dapat dilanjutkan ke uji signifikansi. Uji *t* memperlihatkan perbedaan yang signifikan antara DTS kedua kelompok (Sig. 0,002).

## PEMBAHASAN

Bahan bioaktif atau semen bioaktif merupakan bahan yang membentuk *apatite* jika berkontak dengan cairan tubuh. Semen bioaktif banyak digunakan di bidang endodontik sebagai agen *pulp capping*, terapi pulpa, pul-

**Tabel 2** Uji normalitas data

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00003	0,272	8	0,083	0,834	8	0,065

a. Lilliefors Significance Correction

**Tabel 3** *t-test one sample*

					95% Confidence Interval of Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
VAR00003	4,654	7	0,002	5,17891	2,5475	7,8103

potomi, apeksogenesis, apeksifikasi, perbaikan perforasi, pengisi saluran akar, dan *seal* saluran akar. Perforasi pada dinding saluran akar bagian apikal maupun dekat furkasi dapat disebabkan oleh kebocoran tepi restorasi dan over instrumentasi.<sup>6</sup>

Semen bioaktif yang digunakan untuk perbaikan perforasi atau *seal* saluran akar harus memiliki kekuatan atau sifat mekanis yang baik karena bahan ini harus mampu menahan gaya kunyah tanpa fraktur dan dapat bertahan lama untuk menjamin keberhasilan perawatan saluran akar.<sup>7</sup> Sifat mekanis yang perlu dimiliki oleh semen bioaktif antara lain adalah kekuatan tekan yang dapat diuji dengan menggunakan DTS, yaitu untuk mengukur kekuatan bahan *brittle*, termasuk semen bioaktif.<sup>8</sup>

*Mineral trioxide aggregate* (MTA) merupakan bahan bioaktif berbasah dasar semen *Portland* tipe I; MTA merupakan biomaterial yang dapat melepaskan kalsium dan menciptakan lingkungan basa dengan nilai pH 10,5-12,5 sehingga dapat merangsang terjadinya regenerasi dan terbentuknya jaringan keras gigi dengan cara aktivasi sementoblas untuk memproduksi matriks pembentukan sementum.<sup>9</sup> Komposisi utama MTA adalah kalsium, silika, bismut oksida serta aluminium oksida dan magnesium oksida. Kalsium dan silika terdapat dalam bentuk dikalsium silikat dan trikalsium silikat.<sup>7,10-12</sup>

Penelitian ini membandingkan sifat mekanis dua jenis semen MTA yang tersedia di pasaran, yaitu Maarc

MTA dan MTA white plus *Cerkamed*. Hasil penelitian memperlihatkan perbedaan yang signifikan yaitu *MTA white plus Cerkamed* memperlihatkan rerata DTS yang lebih tinggi dibandingkan dengan Maarc MTA. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perbedaan komposisi kedua jenis semen tersebut; MTA *white plus Cerkamed* mengandung zirkonium yang merupakan komponen penguat. Zirkonium merupakan bahan inorganik dengan kekuatan dan stabilitas yang sangat tinggi. Penambahan zirkonia pada MTA meningkatkan sifat mekanis juga sifat optis semen tersebut.<sup>13</sup>

Faktor lain yang memengaruhi sifat mekanis semen bioaktif adalah waktu *setting* dan proses hidrasi. Kontak berlebih antara semen bioaktif dan cairan dapat menyebabkan kegagalan *setting* dan menurunkan sifat mekanis. Porositas semen juga memengaruhi sifat mekanis; semakin tinggi porositas maka sifat mekanis semen semakin rendah. Waktu juga sangat memengaruhi sifat mekanis, semakin lama waktu penempatan maka semakin tinggi pula sifat mekanis bahan bioaktif.<sup>7,14</sup>

Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan sifat mekanis *diametral tensile strength*, yaitu *MTA white plus Cerkamed* lebih tinggi daripada *Maarc MTA* secara signifikan. Untuk selanjutnya perlu diteliti dengan *scanning electron microscope* dan *x-ray diffraction* untuk mendapatkan analisis lebih dalam dari struktur mikro semen bioaktif.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badami V, Ahuja B. Biosmart materials: breaking new ground in dentistry. *Sci World J* 2014; 1-7. doi:10.1155/2014/986912.
2. Sonarkar S, Purba R. Bioactive materials in conservative dentistry. *Int J Contemp Dent* 2015;1-4. doi:10.15713/ins.ijcdmr.47.
3. Bhushan M, Tyagi S, Nigam M, Choudhary A, Khurana N, Dwivedi V. Bioactive materials: a short review. *J Orofac Res* 2015;5:138-41. doi:10.5005/jp-journals-10026-1198.
4. Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillip's science of dental materials. :721-724, 94-108.
5. Abbasi Z, Bahrololoum ME, Shariat MH, Bagheri R. Bioactive glasses in dentistry: a review. *J Dent Biomater* 2015;2:1-9.
6. Maru V, Dixit U, Patil RSB, Parekh R. Cytotoxicity and bioactivity of mineral trioxide aggregate and bioactive endodontic type cements: a systematic review. *Int J Clin Pediatr Dent* 2021;14(1):30-9. doi:10.5005/jp-journals-10005-1880.
7. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod* 2010;36(1):16-27. doi:10.1016/j.joen.2009.09.006.
8. Wang L, D'Alpino PHP, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci* 2003;11(3):162-7. doi:10.1590/s1678-77572003000300002.
9. Hashem AAR, Hassani EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. *J Endod* 2008;34(1):59-61. doi:10.1016/j.joen.2007.09.007.
10. Salehimehr G, Nobahar S, Hosseini-Zijoud SM, Yari S. Comparison of physical & chemical properties of angelus MTA and new endodontic restorative material. *J Appl Pharm Sci* 2014;4(7):105-9. doi:10.7324/JAPS.2014.40718.
11. Unal GC, Maden M, Isidan T. Repair of furcal iatrogenic perforation with mineral trioxide aggregate: two years follow-up of two cases. *Eur J Dent* 2010;04:475-81. doi:10.1055/s-0039-1697868.
12. Zafar K, Jamal S, Ghafoor R. Bio-active cements-mineral trioxide aggregate based calcium silicate materials: a narrative review. *J Pak Med Assoc* 2020;70(3):497-504. doi:10.5455/JPMA.16942.
13. Vibulcharoenkitja P, Banomyong D, Sirisinsuk B, Angnanon P. Effect of adding zinc oxide and zirconium oxide on decreasing tooth discoloration from mineral trioxide aggregate in a regenerative endodontic model. *Mahidol Dent J* 2021;41:91-6.
14. Chung C-R, Kim E, Shin S-J. Biocompatibility of bioaggregate cement on human pulp and periodontal ligament (PDL) derived cells. *J Korean Acad Conserv Dent* 2010;35(6):473. doi:10.5395/jkacd.2010.35.6.473.