

Uji kekerasan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* dan *non-dental*

Febriani Leni Purnamasari^{1*}, Widya Puspita Sari¹, Dewi Elianora²

¹Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Baiturrahmah, Indonesia

²Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Baiturrahmah, Indonesia

*Korespondensi: febrianiip@gmail.com

Submisi: 30 Juli 2018; Penerimaan: 27 Maret 2019; Publikasi online: 30 April 2019

DOI: [10.24198/jkg.v31i1.18048](https://doi.org/10.24198/jkg.v31i1.18048)

ABSTRAK

Pendahuluan: Salah satu alternatif bahan yang digunakan sebagai gigi tiruan cekat adalah *fiber reinforced composite* (FRC) yaitu kombinasi *fiber* dan matriks resin. *Fiber* yang sering digunakan di kedokteran gigi adalah *e-glass fiber*. Kekurangan *e-glass fiber dental* adalah *modulus tensile* rendah, *self abrasive*, ketahanan *fatigue* rendah, dan harga relatif mahal. *E-glass fiber non-dental* dipilih sebagai alternatif karena komposisinya hampir sama dengan *e-glass fiber dental*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil uji perbedaan kekerasan *fiber reinforced composite* antara *e-glass fiber dental* dan *e-glass fiber non-dental*. **Metode:** Jenis penelitian eksperimental murni. Sampel berbentuk silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 2 mm, terdiri dari 3 kelompok; kelompok *e-glass fiber dental*, *e-glass fiber non-dental*, dan kelompok tanpa *fiber* sebagai kontrol negatif; masing-masing terdiri dari 4 sampel. Kelompok *e-glass fiber non-dental* dan *e-glass fiber dental* diberi *silane*. Uji kekerasan dilakukan dengan Vickers Hardness Testing Machine dengan beban 294,2 N selama 10-15 detik. Analisa statistik menggunakan *independent sample t-test*. **Hasil:** Nilai kekerasan *e-glass fiber dental* 60,83 VHN, *e-glass non-dental* 53,56 VHN, dan kelompok tanpa *fiber* 48,23 VHN. Nilai signifikansi yang diperoleh adalah $p = 0,000$; di mana $p < 0,05$, artinya terdapat perbedaan signifikan antara kekerasan FRC dengan *e-glass fiber dental* dan FRC dengan *e-glass fiber non-dental*. **Simpulan:** Terdapat perbedaan kekerasan antara FRC dengan *e-glass fiber dental* dan *non-dental*, di mana kekerasan FRC dengan *e-glass fiber dental* lebih tinggi dibandingkan dengan FRC dengan *e-glass fiber non-dental*.

Kata kunci: Kekerasan, *fiber reinforced composite*, *glass fiber dental*, *glass fiber non-dental*

Hardness test of dental and non-dental e-glass fiber reinforced composite

ABSTRACT

Introduction: One alternative material can be used as fixed denture is *fiber reinforced composite* (FRC), from a combination of *fiber* and resin matrix. *Fiber* often used in dentistry is *e-glass fiber*. The disadvantages of dental *e-glass fiber* are low tensile modulus, self abrasive, low resistance to fatigue, and relatively high prices. Non-dental *e-glass fiber* was chosen as an alternative because the composition is almost the same as dental *e-glass fiber*. The purpose of this study was to determine the hardness difference test result between dental and non-dental glass fiber reinforced composite. **Methods:** This research was true experimental research. The samples were cylindrical with a diameter of 4 mm and the height of 2 mm, consisted of 3 groups; the dental *e-glass fiber* group, non-dental *e-glass fiber* group, and non-fiber group as negative controls; each consisted of 4 samples. The group of non-dental *e-glass fiber* and dental *e-glass fiber* was given *silane*. The hardness test was carried out with the Vickers Hardness Testing Machine with a load of 294.2 N for 10-15 seconds. Statistical analysis was performed using *independent sample t-test*. **Results:** The hardness value of dental *e-glass fiber reinforced composite* was 60.83 VHN, non-dental *e-glass* was 53.56 VHN, and non-fiber group was 48.23 VHN. The significance value obtained was $p = 0,000$; and $p < 0.05$, means that there was a significant difference between the hardness of dental *e-glass fiber* and non-dental glass fiber FRC. **Conclusion:** There is a difference in the hardness between dental and non-dental *e-glass fiber* FRC, where the hardness of *e-glass dental fiber* is higher than non-dental *e-glass fiber*.

Keywords: Hardness, *fiber reinforced composite*, dental glass fiber, non-dental glass fiber

PENDAHULUAN

Kehilangan gigi merupakan masalah yang dapat berpengaruh pada fungsi pengunyahan sehingga mengganggu fungsi *temporomandibular joint* (TMJ) dan estetis.^{1,2} Gigi-gigi yang hilang dapat diganti dengan protesa cekat yang akan meningkatkan kenyamanan pasien dan kemampuan pengunyahan, mempertahankan kesehatan dan integritas lengkung gigi, serta pada banyak kasus, meningkatkan kepercayaan diri.³

Salah satu alternatif bahan yang dapat digunakan untuk gigi tiruan cekat adalah *fiber reinforced composite* (FRC).⁴ *Fiber reinforced composite* (FRC) umumnya digunakan karena preparasi yang minimal dan dapat digunakan sebagai pengganti restorasi yang menggunakan logam.^{5,6} *E-glass fiber* adalah *fiber* yang lebih sering digunakan karena ketahanannya terhadap reaksi kimia, memiliki sifat estetis yang baik, memiliki sifat mekanik yang hampir sama dengan dentin dan biokompatibel.⁷

E-glass fiber dental memiliki komposisi SiO₂ 54 wt%, Al₂O₃ 14 wt%, CaO + MgO 22 wt%, B₂O₃ 10 wt% dan kurang dari 2 wt% Na₂O + K₂O, sedangkan *e-glass fiber non-dental* memiliki komposisi SiO₂ 55,86 wt%, Al₂O₃ 14 wt%, CaO + MgO 23,82 wt%, dan Na₂O + K₂O 19,03.⁸ Khususnya di Indonesia, *e-glass fiber dental* memiliki keterbatasan yaitu harganya mahal, sulit diperoleh dan melalui pemesanan yang cukup lama, namun tersedia *glass fiber non-dental* di banyak tempat dengan harga terjangkau.^{9,10} *Glass fiber non-dental* biasa digunakan secara umum di dunia teknik, otomotif, kesehatan, kelautan, serta penguat pada pembuatan gypsum.⁹⁻¹³

Material dalam kedokteran gigi memiliki sifat mekanik antara lain adalah tekanan dan regangan, kekuatan, dan kekerasan. Kekerasan dapat diartikan sebagai ketahanan terhadap perubahan bentuk dan aus suatu bahan, serta kemampuannya untuk menahan goresan.^{6,14} Beberapa sifat yang berhubungan dengan kekerasan bahan adalah kekuatan, batas keseimbangan dan kelenturan oleh karena itu uji kekerasan juga dimasukkan ADA (*American Dental Association*) sebagai syarat bahan dalam kedokteran gigi.^{14,15} Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekerasan *fiber reinforced composite* antara *e-glass fiber dental* dan *glass fiber non-dental*.

METODE

Jenis penelitian eksperimen murni. Bahan yang digunakan adalah *e-glass fiber dental* (Fiber-splint, Polydentia SA, Switzerland), *e-glass fiber non-dental (roving)* (HJ, China), *flowable composite nanofiller* (3M ESPE Filtek™ Z350 XT, Jerman) dan *silane coupling agent* (Monobond S, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein). Sampel terdiri dari 3 kelompok, terbagi atas kelompok *e-glass fiber dental* dan *e-glass fiber non-dental*, serta kelompok sampel tanpa *fiber* sebagai kontrol negatif, dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4 sampel.

Sampel dibuat dengan menggunakan cetakan berbentuk silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 2 mm. *Fiber* dipotong sepanjang 3 mm dan ditimbang 1,4 mg dengan neraca digital elektronik dengan ketelitian 0,01 mg (KERN & Sohn GmbH) dan disimpan di *desiccator* selama 24 jam. Selanjutnya cetakan diberi penanda pada tinggi 0,5 mm untuk peletakkan resin dan *fiber*, lalu diletakkan di atas *glass plate*, untuk kelompok tanpa *fiber*, *flowable composite* diinjeksikan hingga penuh, sedangkan kelompok dengan *fiber* diinjeksikan sampai batas penanda.

Kelompok *glass fiber non-dental* diberi *silane* dengan cara *glass fiber* diletakkan di atas *glass plate* lalu *silane* diambil dengan mikropipet sebanyak 1,7 mL, kemudian diteteskkan diatas *glass fiber* (semua permukaan *fiber* dari kedua kelompok dengan *fiber* harus terbasahi *silane*). Selanjutnya didiamkan selama 1 menit menggunakan pengering elektrik. *E-glass fiber non-dental* yang telah diberi *silane* dan *e-glass fiber* dimasukkan ke dalam cetakan dan *flowable composite* diinjeksikan kembali hingga seluruh permukaan *fiber* tertutup resin dan cetakan terisi penuh.

Permukaan FRC ditutup *celluloid strip* kemudian disinari dengan LED light curing (LED B, Woodpecker, Cina) tegak lurus terhadap sampel penelitian dengan jarak 2 mm selama 20 detik. Setelah penyinaran selesai sampel dikeluarkan dari cetakan dan direndam dalam akuades pada suhu 37°C selama 24 jam sebelum diuji.

Uji kekerasan sampel dilakukan dengan menggunakan alat Vickers Hardness Testing Machine. Uji ini dilakukan dengan meletakkan spesimen pada papan penyangga dengan sudut 136°, dengan pemberian beban kepada spesimen sebesar 294,2 N selama 10 sampai 15 detik.

Tabel 1. Kekerasan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental*, *glass fiber non-dental*, dan tanpa *fiber*

No	Sampel	Rata-rata Kekerasan (VHN)
1	<i>Fiber reinforced composite</i> dengan <i>e-glass fiber dental</i>	60,83
2	<i>Fiber reinforced composite</i> dengan <i>e-glass fiber non-dental</i>	53,56
3	Kontrol negatif (tanpa <i>fiber</i>)	48,23

Tabel 2. Hasil uji normalitas

Kelompok	Uji Shapiro-Wilk		
	Stat.	df	Sig.
Kekerasan FRC (<i>e-glass fiber dental</i>)	,994	4	,976
FRC (<i>e-glass fiber non-dental</i>)	,992	4	,966

Tabel 3. Hasil *independent sample t-test* kekerasan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental*, *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber non-dental*

F	Levene's test for equality of variances		t-test for equality of means		
	Sig.	Sig. (2-tailed)	Mean Difference		
Kekerasan	Equal variances assumed	1,767	0,232	0,000	7,25
	Equal variances not assumed			0,001	7,25

Panjang diagonal diukur dengan mikroskop atau alat ukur yang mampu untuk menentukan panjang indentasi pada diagonal. Hasil ukur dapat dilihat dengan menggunakan Vickers *hardness number*. Vickers *hardness number* adalah angka yang diberikan sebagai hasil aplikasi tekanan dan area permukaan yang telah diukur berdasarkan indentasi dari indenter berbentuk piramid. Angka ini dapat dihitung dari besar indentasi (F) dan rata-rata diagonal (d^2) indentasi.

Data jumlah kekerasan FRC dari sampel yang telah diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *independent sample t-test* untuk meneliti perbedaan kekerasan *fiber* yang diberi *e-glass fiber dental* dan *e-glass fiber non-dental* terhadap kekerasan *fiber reinforced composite* (FRC). Uji normalitas dan homogenitas sebagai syarat untuk melakukan uji *independent sample t-test*.

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk karena sampel kurang dari 50, sedangkan uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's test untuk menentukan dua atau lebih kelompok data yang mempunyai varians yang sama atau tidak (Tabel 3). Hasil uji Shapiro-Wilk diperoleh nilai p pada kedua kelompok sampel $>0,05$ artinya data yang diperoleh terdistribusi normal, dengan demikian syarat untuk melakukan

independent sample t-test terpenuhi sehingga *independent sample t-test* dapat dilakukan.

HASIL

Nilai rata-rata kekerasan paling tinggi terdapat pada kelompok *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* (60,83VHN), kelompok dengan *e-glass fiber non-dental* (53,56 VHN), sedangkan pada kelompok tanpa *fiber* memiliki nilai kekerasan yang paling rendah (48,23 VHN).

Tabel 3 menunjukkan hasil *independent sample t-test* dengan perolehan nilai $p = 0,000 < 0,05$ artinya terdapat perbedaan kekerasan antara *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* dan *e-glass fiber non-dental* secara signifikan dimana nilai kekerasan tertinggi terdapat pada kelompok *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental*.

Terdapat perbedaan nilai kekerasan yang dihasilkan oleh *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* dengan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber non-dental* di mana perbedaan rata-rata sebesar 7,25 VHN. Walaupun nilai kekerasan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber non-dental* masih berada di bawah nilai kekerasan *fiber reinforced composite* dengan

e-glass fiber dental tetapi hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol negatif (tanpa *fiber*) sebagai kontrol negatif di mana perbedaannya adalah 5,33 VHN.

PEMBAHASAN

Perbedaan kekerasan antara *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* dan *e-glass fiber non-dental* disebabkan oleh komposisinya. Walaupun komposisinya hampir sama tetapi ada terdapat sedikit perbedaan jumlah komposisi diantaranya SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , dan K_2O , di mana komposisi tersebut lebih tinggi pada *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental* dibandingkan dengan *e-glass fiber non-dental*.

E-glass fiber dental memiliki kandungan SiO_2 dengan konsentrasi yang tinggi mampu berikatan baik dengan matriks sehingga menghasilkan kekuatan mekanis yang baik.⁸ Penambahan Al_2O_3 memodifikasi SiO_2 sehingga meningkatkan kekuatan mekanis. Al_2O_3 juga dapat meningkatkan ketahanan kimia terhadap air dan modulus elastis. Komponen MgO dan CaO yang terkontrol dapat menjaga kesesuaian sifat mekanis dengan modulus dan kekuatan yang tinggi.

MgO dan CaO berfungsi sebagai *stabilizer* yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap air. Kandungan CaO yang tinggi dapat memberikan efek terhadap penurunan viskositas *glass fiber* dan menurunkan kelarutan *glass fiber* dalam air, meningkatkan ketahanan kimia terhadap air dengan cara menurunkan jumlah Na_2O pada permukaan *glass fiber*.⁹ Komponen Na_2O dan K_2O merupakan alkali oksida yang dapat menurunkan viskositas dari *e-glass fiber non-dental* dan meningkatkan ketahanan terhadap asam, namun kedua oksida ini dapat meningkatkan penyerapan air dan kelarutan biologis.¹⁶

E-glass fiber dental tidak memiliki kandungan Na_2O , namun *glass fiber non-dental* memiliki kandungan tersebut (Tabel 1), dimana kandungan Na_2O dapat mempengaruhi penyerapan air. Penyerapan air yang meningkat dapat menyebabkan keretakan, sehingga, terjadi kapilaritas dan menyebabkan keretakan mikro menjadi aktif akibat adanya penyerapan air

yang banyak dan molekul air dapat mengalir di sepanjang permukaan matriks *fiber*. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya kekuatan dari *fiber* dan matriks (Tabel 3).¹⁷

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Abouelleil *et al.*¹⁸ mengenai uji kekerasan menunjukkan bahwa *e-glass fiber* memiliki tingkat kekerasan yang tinggi. Hasil uji juga menunjukkan *e-glass fiber* memiliki nilai kekerasan permukaan yang ideal, yaitu lebih dari 50 VHN dan memiliki ratio lebih dari 80% pada ketebalan sampel 4 mm. Hasil ini dapat menjadi bukti bahwa *e-glass fiber* dapat digunakan untuk tambalan kavitas dengan kedalaman 4 mm. Tidak hanya pada kekerasan saja, *e-glass fiber* juga memiliki ketahanan fraktur, kekuatan fleksural dan modulus yang sama tinggi nilainya dengan angka kekerasan permukaan.

Salah satu sifat yang berhubungan dengan kekerasan suatu bahan adalah kekuatan.¹⁴ Pada Tabel 1 menunjukkan kekerasan dari *e-glass fiber dental* lebih baik dibanding *e-glass fiber non-dental*, menurut Imam dkk.⁷ dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa komposisi SiO_2 dan Al_2O_3 yang tinggi pada *e-glass fiber non-dental* serta penambahan *silane* dapat meningkatkan kekuatan geser *fiber reinforced composite*. Penelitian ini menunjukkan kekuatan geser *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber non-dental* masih berada dibawah *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber dental*. Selain itu, Sari dkk.¹³ dalam penelitiannya juga menyimpulkan bahwa komposisi *fiber* memiliki pengaruh bermakna terhadap kekuatan fleksural. Kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , dan alkali tanah oksida (MgO dan CaO) yang tinggi pada *glass fiber* dapat meningkatkan kekuatan fleksural dari *fiber reinforced composite*.

Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan secara klinis untuk penggunaan *e-glass fiber non-dental* pada bidang kedokteran gigi. Penambahan volumetrik pada *fiber* juga bisa diteliti lebih lanjut terhadap pengaruhnya pada penambahan kekerasan bahan itu sendiri. Kekerasan *fiber reinforced composite* dengan *e-glass fiber non-dental* masih di bawah dari *e-glass fiber dental*, akan tetapi diharapkan dengan adanya penambahan volumetrik akan dapat membuat kekerasan FRC

dengan *e-glass fiber non-dental* menjadi lebih baik, sehingga bisa dijadikan alternatif pilihan bahan yang baik.

SIMPULAN

Terdapat perbedaan kekerasan antara FRC dengan *e-glass fiber dental* dan *non-dental*, di mana kekerasan FRC dengan *e-glass fiber dental* lebih tinggi dibandingkan dengan FRC dengan *e-glass fiber non-dental*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agtini MD. Presentase Pengguna Protosa di Indonesia. *Med Litbang Kes*. 2010; 20(2): 50-8.
2. Siagian KV. Kehilangan Sebagian Gigi Pada Rongga Mulut. *J eCI*. 2016; 4(1): 1-6.
3. Shillingburg HT, Sather DA, Wilson EL, Cain JR, Mitchell DL, Blanco LJ, et al. *Fundamentals of Fixed Prosthodontics*. 4th ed. Chicago: Quintessence Pub Co.; 2012. h.69.
4. Khan AS, Azam MT, Khan M, Mian SA, Ur Rehman I. *An Update on Glass Fiber Dental Restorative Composite: A Systematic Review*. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2015; 47: 26-39. DOI: [10.1016/j.msec.2014.11.015](https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.11.015)
5. Vallittu P. *Non-metallic Biomaterial for Tooth Repair and Replacement*. Cambridge: Woodhead Publishing; 2013.
6. Zhang M, Matinlinna JP. *E-Glass Fiber Reinforced Composites in Dental Application*. *Silicon*. 2012; (4)1: 73-8. DOI: [10.1007/s12633-011-9075-x](https://doi.org/10.1007/s12633-011-9075-x)
7. Imam DNA, Sunarintyas S, Nuryono. Pengaruh Komposisi *Glass Fiber Non Dental* dan Penambahan *Silane* terhadap Kekuatan Geser *Fiber Reinforced Composite* sebagai *Retainer* Ortodonsi. *Maj Ked Gi Ind*. 2015; 1(1): 53-8. DOI: [10.22146/majkedgiind.8966](https://doi.org/10.22146/majkedgiind.8966)
8. Mallick PK. *Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design*. 3rd ed. Florida: CRC Press; 2007.
9. Faizah A, Widjijono, Nuryono. Pengaruh Komposisi Beberapa *Glass Fiber Non Dental* terhadap Kelarutan Komponen *Fiber Reinforced Composites*. *Maj Ked Gi Ind*. 2016; 2(1): 13-19. DOI: [10.22146/majkedgiind.11249](https://doi.org/10.22146/majkedgiind.11249)
10. Nayiroh N. Teknologi Material Komposit. [Catatan Kuliah] Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 3 Juli 2013. h. 1-21.
11. Lestari LP, Usri K, Febrida R. *The comparison of color stability between thermoplastic nylon resin and heat-cured acrylic resin after tea-soaking using spectrophotometer*. *Padjadjaran J Dent*. 2009; 21(3): 143-6. DOI: [10.24198/pjd.vol21no3.14107](https://doi.org/10.24198/pjd.vol21no3.14107)
12. Westman MP, Fifield LS, Simmons K, Laddha S, Kafentzis TA. *Natural Fiber Composites: A Review*. United States Department of Energy. 2010.
13. Sari WP, Sumantri D, Imam DNA, Sunarintyas S. Pemeriksaan Komposisi *Glass Fiber* Komersial dengan Teknik *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF). *J B-Dent*. 2014; 1(2): 155-60.
14. Anusavice K. *Phillip's science of dental material*. 11th ed. Philadelphia: Saunders; 2003. h. 55-8.
15. Goodman C. *American Dental Association Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment*. Dalam: *Medical Technology Assessment Directory. A Pilot Reference to Organizations, Assessments, and Information Resources*. Washington D.C.; National Academies: 1988.
16. Suparno NR, Sunarintyas S, Herliansyah MK. *Non-Dental glass fiber impregnation on flexural strength of fiber reinforced composite*. *Maj Ked Gi Ind*. 2018; 4(1): 39-45. DOI: [10.22146/majkedgiind.17137](https://doi.org/10.22146/majkedgiind.17137)
17. Dagwa I, Ohaeri JO. *Property Evaluation of Hybrid OPEBF/Banana/ Glass Fiber Reinforced Unsaturated Polyester Composites*. *Am J Mater Sci Eng*. 2014; 2(4): 45-53. DOI: [10.12691/ajmse-2-4-1](https://doi.org/10.12691/ajmse-2-4-1)
18. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N, Colon P, Grosogeat B. *Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites*. *Restor Dent Endod*. 2015; 40(4): 262-70. DOI: [10.5395/rde.2015.40.4.262](https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.4.262)