

Pengaruh penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *reinforced composite* yang diperkuat dengan *glass fiber non-dental*

Farahdina Maulida^{1*}, Widya Puspita Sari¹, Darmawangsa²

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

²Departemen Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Baiturrahmah, Indonesia

*Korespondensi: farahdina.0910@gmail.com

Submisi: 31 Juli 2018; Penerimaan: 27 Maret 2019; Publikasi online: 30 April 2019

DOI: [10.24198/jkg.v31i1.18095](https://doi.org/10.24198/jkg.v31i1.18095)

ABSTRAK

Pendahuluan: *Fiber reinforced composite* terdiri dari gabungan resin komposit dan *fiber*. Kandungan tersebut dapat meningkatkan kekuatan fleksural. Kekuatan fleksural sangat diperlukan pada material kedokteran gigi supaya tahan terhadap tekanan oklusal. Ketersediaan *e-glass fiber dental* masih terbatas dengan harga yang cukup mahal sehingga dibutuhkan alternatif dengan *glass fiber non-dental*. Pemeriksaan komposisi *glass fiber non-dental* dengan teknik *X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)* menunjukkan bahwa *glass fiber non-dental* memiliki komposisi yang hampir sama dengan *e-glass fiber dental*. Aplikasi dengan *silane coupling agent* dibutuhkan agar *glass fiber non-dental* dapat meningkatkan ikatan dengan resin komposit supaya tidak menimbulkan fraktur awal dalam komposit. Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *fiber reinforced composites* pada gigi tiruan cekat. **Metode:** Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *glass fiber non-dental* dengan *silane* dan *glass fiber non-dental* tanpa *silane* masing-masing 4 sampel dengan ukuran sampel balok 25 x 2 x 2 mm. Sampel dilakukan uji kekuatan fleksural menggunakan alat *universal testing machine*. Uji ini dilakukan dengan meletakkan spesimen melintang pada papan penyangga, kemudian pada sumbu vertikal diberikan gaya tepat di tengahnya dengan kecepatan konstan hingga terjadi fraktur, analisa menggunakan uji *independent sample t-test*. **Hasil:** Rerata kekuatan fleksural dengan nilai tertinggi pada kelompok *fiber non-dental dengan silane* dan terendah pada kelompok *fiber non-dental tanpa silane* serta tidak terdapat pengaruh yang signifikan pada penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *glass fiber non-dental* pada *fiber reinforced composite*. **Simpulan:** Tidak terdapat pengaruh penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *glass fiber non-dental* pada *fiber reinforced composite*.

Kata kunci: Kekuatan fleksural, *silane coupling agent*, *fiber reinforced composite*, *glass fiber non-dental*.

The effect of silane addition on the flexural strength of non-dental glass fiber reinforced composite

ABSTRACT

Introduction: *Fiber reinforced composite* is a combination of composite and fiber resin which fabricated to improve the flexural strength. Flexural strength is needed in dental materials to be resistant towards occlusal pressure. The availability of dental glass fiber is still limited at a quite high price thus needed an alternative of non-dental glass fiber. Examination of the composition of non-dental glass fiber using the *X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)* technique showed that non-dental glass fiber had a structure similar to *e-glass fiber dental*. Application of *silane coupling agent* is needed so that non-dental glass fiber can increase the bonding with composite resin thus not causing any fracture site in the composite. This study was aimed to analyse the effect of *silane* addition on the flexural strength of fiber reinforced composites on the fixed denture. **Methods:** The research design used was an experimental laboratory. The study was conducted using non-dental glass fiber with *silane* and non-dental glass fiber without *silane*; each consisted of 4 block samples with a size of 25 x 2 x 2 mm. The sample was tested for the flexural strength using a universal testing machine. This test was carried out by placing the specimen across the suspension board; then a force was given right in the middle of the vertical axis with constant speed until a fracture occurred; data analysis was performed using the *independent sample t-test*. **Result:** The average flexural strength with the highest value was found in the non-dental glass fiber group with *silane* addition, and the lowest was found in the non-dental glass fiber group without *silane*. There was no significant effect of *silane* addition to the flexural strength of non-dental glass fiber reinforced composite. **Conclusion:** There is no effect of *silane* addition to the flexural strength of non-dental glass fiber reinforced composite.

Keywords: Flexural strength, *silane coupling agent*, *fiber reinforced composite*, non-dental glass fiber.

PENDAHULUAN

Pada tahun 1996 diperkenalkan *Fiber Reinforced Composite* (FRC) yang merupakan resin komposit dikombinasikan dengan bahan *fiber*.¹ FRC merupakan material bebas logam yang sedang berkembang di dunia kedokteran gigi dengan nilai estetika dan adhesif yang cukup baik, higienis, memberikan kenyamanan, serta tidak mengiritasi.^{2,3}

Fiber yang biasa digunakan dalam dunia kedokteran gigi adalah *polyethylene fiber* dan *glass fiber*.² *Glass fiber* paling sering digunakan karena memiliki sifat ketahanan kimia yang baik.⁴ Lebih dari 90% *fiber* tipe *e-glass* sering digunakan dari semua tipe *glass fiber* lainnya.⁵ Kelebihannya antara lain yaitu estetika dan biokompatibilitas yang baik, memiliki kekuatan kompresi, serta aman bagi pasien dengan alergi nikel.⁶ Ketersediaan *glass fiber dental* di Indonesia masih terbatas dengan harga yang cukup mahal, namun demikian pemanfaatan *glass fiber* secara umum telah digunakan di bidang teknik yang biasanya digunakan sebagai penguat dalam pembuatan panel *gypsum*, patung, komponen otomatis, industri pesawat terbang, kapal, militer, infrastruktur dan konstruksi bangunan, dekorasi rumah, perabot rumah tangga, peralatan olah raga, serta elektronik.^{2,4}

Pemeriksaan komposisi *glass fiber non-dental* dengan teknik *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF) menunjukkan bahwa *glass fiber non-dental* memiliki komposisi yang hampir sama dengan *e-glass fiber dental*.² Berdasarkan hal tersebut, timbul pemikiran kemungkinan *glass fiber non-dental* dapat dijadikan alternatif dalam konstruksi FRC *dental*. Hal ini dapat berpengaruh pada kekuatan fleksural dari *fiber reinforced composite*.^{2,7}

Sifat mekanis FRC dapat dipengaruhi oleh orientasi dan posisi *fiber*, jumlah *fiber*, impregnasi dari *fiber* dengan matriks, komposisi *fiber*, dan adhesi dari *fiber* ke matriks.⁸ Sifat adhesi antara *fiber* dan matriks dapat diperoleh dengan menggunakan *silane coupling agent*.⁹ *Silane* adalah bahan yang mendukung dan meningkatkan ikatan kimia antara bahan organik (matriks) dan anorganik (*fiber*).¹⁰ Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *fiber* yang telah disilanisasi, secara signifikan menghasilkan kekuatan fleksural yang baik karena energi dari permukaan meningkat

serta menghasilkan impregnasi yang baik dengan matriks.⁸ Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *fiber reinforced composites* pada gigi tiruan cekat.

METODE

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratorium. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 8 sampel yang dibagi dua kelompok, 4 sampel *glass fiber non-dental* dengan *silane*, dan 4 sampel *glass fiber non-dental* tanpa *silane* dengan ukuran sampel balok 25 x 2 x 2 mm (sesuai ISO 10477).

Alat dan bahan yang digunakan adalah neraca digital, gunting, *mold*, *glass plate*, *plastic instrument*, pinset, mikropipet, *microbrush*, pengering elektrik, *aluminium foil*, *LED light curing* (LED C Woodpecker, Cina), *celluloid strip*, inkubator, *desicator*, *conical tube* 50 ml, benang jahit, *tissue*, *Universal Testing Machine* (UTM), masker, sarung tangan, *fiber non-dental* (HJ, China), *flowable composite* (Te-econom flow, Ivoclar Vivadent), *silane coupling agent* (Monobond S, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), dan akuades.

Prosedur penelitian dilakukan dengan persiapan sampel yang diawali dengan penginjeksian *flowable composite* kedalam cetakan, kelompok *glass fiber non-dental* yang tidak diberi *silane* langsung dimasukkan kedalam cetakan, sedangkan kelompok *glass fiber non-dental* yang diberi *silane* didiamkan terlebih dahulu selama 1 menit lalu dikeringkan, selanjutnya sampel tersebut dimasukkan kedalam cetakan. Semua kelompok sampel diinjeksikan kembali dengan *flowable composite* hingga penuh kemudian lakukan penyinaran dengan *LED light curing* pada tiap-tiap sampel selama 20 detik. Lalu seluruh sampel dikeluarkan dari cetakan dan dilakukan perendaman kedalam akuades dengan suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu, setiap sampel dilakukan uji kekuatan fleksural dengan cara meletakkan spesimen melintang pada papan penyangga dengan jarak tumpuan 20 mm (L), kemudian pada sumbu vertikal diberikan gaya tepat ditengahnya dengan kecepatan konstan hingga terjadinya fraktur. Pada monitor akan muncul suatu angka (P) yang merupakan tekanan maksimal yang dapat diterima oleh sampel. Selanjutnya data

pengukuran yang di peroleh dimasukkan ke dalam rumus¹¹ dan setelah itu hasilnya dianalisis secara statistik dengan uji *t-test*.

Rumus kekuatan fleksural = $\sigma = 3Fl/2bd^2$, dimana, σ = modulus of rupture atau kekuatan fleksural (MPa atau N/mm²); F = beban maksimal yang diberikan sebelum benda patah (N); L = panjang tumpuan/penyangga (mm); b = lebar spesimen (mm); d = panjang spesimen (mm).

HASIL

Hasil pengukuran menghasilkan rerata dan standar deviasi dari kekuatan fleksural seperti pada Tabel 1, yang menunjukkan rerata kekuatan fleksural dengan nilai rerata tertinggi pada kelompok *glass fiber non dental* dengan *silane dental* dan terendah pada kelompok *glass fiber non-dental* tanpa *silane*.

Perbedaan nilai rata-rata kekuatan fleksural diuji menggunakan analisis *independent sample t-test*. Tabel 2 menunjukkan hasil statistik *independent sample t-test* menunjukkan nilai $p = 0,368 > 0,05$; dapat disimpulkan bahwa *glass fiber non-dental* dengan penambahan *silane* dan tanpa penambahan *silane* tidak berpengaruh terhadap kekuatan fleksural pada *fiber reinforced composite*.

Tabel 1. Rerata dan standard deviasi kekuatan fleksural (Mpa) FRC dengan kelompok yang berbeda

Kelompok	Kekuatan fleksural	
	Rerata	Std. deviasi
<i>Glass fiber non dental (+) silane</i>	125,44	30,484
<i>Glass fiber non dental (-) silane</i>	105,19	28,296

Tabel 2. Analisis data statistik kekuatan fleksural antara *glass fiber non-dental* dengan *silane* dan tanpa *silane*

Kelompok	Kekuatan_fleksural (Mpa) $\bar{x} \pm SD$	p
<i>Glass fiber non dental (+) silane</i>	125,44 ± 30,484	0,368
<i>Glass fiber non dental (-) silane</i>	105,19 ± 28,296	

PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan kekuatan fleksural kelompok sampel *glass fiber non-dental* yang diberi *silane* memiliki rerata lebih tinggi dibanding kan dengan kelompok *glass fiber non-dental* tanpa *silane*. *Silane* adalah bahan yang mendukung dan meningkatkan ikatan kimia antara bahan organik (matriks) dan anorganik (*fiber*) sehingga menghasilkan reaksi kimia yang dapat meningkatkan kekuatan fleksural.^{12,13}

Dalam pembuatan gigi tiruan cekat, *fiber* dibutuhkan sebagai penguat untuk meningkatkan kekuatan fleksural. Kekuatan ini merupakan gabungan dari gaya tarik dan kompresi dimana sangat dibutuhkan untuk material kedokteran gigi agar tahan terhadap tekanan oklusal yang cukup berat.¹⁴ Gaya pengunyahan pada gigi anterior sekitar 232 MPa dan pada gigi posterior bisa mencapai 305 MPa.¹⁵ Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *fiber* dengan volumetrik 4,6 vol % memiliki kekuatan fleksural yaitu sekitar 239,9 MPa yang dapat mencapai kekuatan pengunyahan untuk gigi anterior.¹⁶ Untuk dapat mencapai kekuatan pengunyahan gigi di posterior maka dibutuhkan kekuatan fleksural yang lebih tinggi.

Volumetrik dalam penelitian ini yang digunakan lebih tinggi yaitu sebesar 6,75 vol% dengan hasil kekuatan fleksural sebesar 125,91 Mpa (Tabel 1) namun ternyata didapatkan bahwa tidak terdapat peningkatan kekuatan fleksural yang lebih tinggi tetapi lebih rendah dan juga tidak mencapai kekuatan pengunyahan untuk gigi anterior. Hal ini diduga terjadi karena rasio *fiber* dan komposit yang digunakan tidak seimbang antara *fiber* dan resin sehingga resin tidak mampu mengisi *fiber* dengan sempurna yang dapat menyebabkan kekuatan fleksural menjadi rendah. Sesuai hasil penelitian sebelumnya, dengan penambahan *fiber* mampu meningkatkan kekuatan fleksural, akan tetapi setelah melampaui nilai optimum maka penambahan jumlah *fiber* pada bahan komposit cenderung akan menurunkan sifat mekanis bahan, yang mana dengan volume *fiber* 4,6 vol% bisa mencapai kekuatan pengunyahan di anterior dan

pada saat volume ditambahkan menjadi 6,75 vol% maka penambahan *fiber* cenderung menurun.¹⁵

Bahan *silane* yang digunakan dapat menyebabkan tidak adanya pengaruh yang bermakna antar semua kelompok. Hal ini diduga karena semakin tebal *fiber* yang digunakan maka *silane* tidak mampu membasahi *fiber* dengan sempurna sehingga mempengaruhi kekuatan fleksural. Sesuai hasil penelitian sebelumnya, pembasahan *fiber* dengan *silane* yang tidak sempurna dapat berujung kepada penurunan kekuatan fleksural.¹²

SIMPULAN

Tidak terdapat pengaruh penambahan *silane* terhadap kekuatan fleksural *glass fiber non-dental* pada *fiber reinforced composite*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badung DAMM. Analisa Ketahanan Gigi Tiruan Jembatan *Fiber-reinforced Composite* Terhadap Fraktur dan Gambaran Fraktur yang Terjadi [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2012. h. 1-33.
2. 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.
3. Pintadi H. *Fiber Reinforced Composite* Sebagai Alternatif Adhesive Bridges Pada Gigi. *Mutiara Med*. 2007; 7(1): 27-32.
4. Zhang M, Matinlinna JP. *E-Glass Fiber Reinforced Composites in Dental Application*. *Silicon*. 2011; 4(1): 73-8. DOI: [10.1007/s12633-011-9075-x](https://doi.org/10.1007/s12633-011-9075-x)
5. Wallenberger FT, Watson JC, Li H. *Glass Fibers*. *ASM Int*. 2001; 21: 27-35.
6. Geserick M, Ball J, Wichelhaus A. *Bonding Fiber-Reinforced Lingual Retainers with Color-Reactivating Flowable Composite*. *J Clin Orthod*. 2004; 38(10): 560-2.
7. Juloski J, Beloica M, Goracci C, Chieffi N, Vichi A, Vulicevic ZR, et al. *Shear Bond Strength to Enamel and Flexural Strength of Different Fiber-Reinforced Composite*. *J Adhes Dent*. 2013; 15(2): 123-30. DOI: [10.3290/j.jad.a28362](https://doi.org/10.3290/j.jad.a28362)
8. Fonseca RB, Favarao IN, Kasuya AVB, Abrao M, da Luz NFM, Navez LZ. *Influence of Glass Fiber wt% and Silanization on Mechanical Flexural Strength of Reinforced Acrylics*. *J Mater Sci Chem Eng*. 2014; 2(2): 11-15. DOI: [10.4236/msce.2014.22003](https://doi.org/10.4236/msce.2014.22003)
9. 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)
10. Rosyida NF, Sunarintyas S, Pudyani PS. *The Effect Of Silanated and Impregnated Fiber on The Tensile Strength of E-Glass Fiber Reinforced Composite Retainer*. *Dent J (Maj Ked Gi)*. 2015; 48(1): 22-25. DOI: [10.20473/j.djmkkg.v48.i1.p22-25](https://doi.org/10.20473/j.djmkkg.v48.i1.p22-25)
11. British Standards Institute Staff. *Dentistry – Polymer-Based Crown and Bridge Materials*. London: B S I Standards; 2004. h. 8-10.
12. Kim JG, Choi I, Lee DG, Seo IS. *Flame and Silane Treatments For Improving The Adhesive Bonding Characteristics Of Aramid/Epoxy Composites*. *Comp Structure*. 2011; 93(11): 2696-705. DOI: [10.1016/j.compstruct.2011.06.002](https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2011.06.002)
13. Wang RM, Zheng SR, Zheng YG. *Polymer Matrix Composite and Technology*. Amsterdam: Elsevier Science; 2011. h. 33-44.
14. Mozartha M, Herda E, Soufyan A. Pemilihan Resin Komposit dan Fiber Untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural *Fiber Reinforced Composite* (FRC). *J PDGI*. 2010; 59(1): 29-34.
15. Sujito, Sudarmadji, Purwandari E. Pengembangan Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Serat Ampas Tebu dan Resin *Biodegradable*. Universitas Jember. 2014; h. 1-12.
16. Sari WP. Pengaruh Komposisi dan Volumetrik *Glass Fiber Non-Dental* Terhadap Penyerapan Air dan Kekuatan Fleksural Dari *Fiber Reinforced Composites* Pada Gigi Tiruan Cekat [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2015.