

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KEPOMPONG ULAT SUTRA (*Bombyx mori*L.) TERHADAP KEKUATAN TARIK DIAMETRAL RESIN KOMPOSIT *FLOWABLE*

Dendy Murdiyanto^{1*}, Adzhana Hadyan Abtha¹

¹Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRAK

Komposit *flowable* adalah komposit yang memiliki viskositas rendah, dan memiliki jumlah *filler* 60% dari berat sehingga sifat mekanisnya lebih rendah dari komposit konvensional. Sifat mekanis yang penting adalah kekuatan tarik diametral yang menyebabkan material menjadi meregang atau memanjang sebelum pecah karena gaya tarikan. Serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori* L.) memiliki kekuatan tarik tinggi dan melimpah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kepompong ulat sutra terhadap kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable*, dan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kepompong ulat sutra terhadap peningkatan kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable*. Desain penelitian *post test-only control design* yang mengukur kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable* dengan penambahan serat kepompong ulat sutra dan kontrol. Objek penelitian adalah resin komposit *flowable* sebanyak 32 sampel yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kontrol dan perlakuan. Hasil *Independent T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan ($<0,05$) dengan rata-rata 43,086 MPa pada kelompok perlakuan dan 38,504 MPa pada kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kepompong ulat sutra berpengaruh terhadap kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable*. Penambahan serat kepompong ulat sutra meningkatkan kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable*.

Kata kunci: Resin komposit *flowable*, Kekuatan tarik diametral, serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori* L.)

ABSTRACT

Composite flowable is composite that have low viscosity and have amount of filler 60% from the total weight, so they have lower mechanical properties than the conventional resin composite. One of the important mechanical properties is the diametral tensile strength, the force that make a material elongated and stretch before the material finally break. Silkworm fiber (bombyx mori L.) actually have high tensile strength. The objective of this research is to determine the effect of adding cocoon silkworm fiber on flowable composite resin diametral tensile strength and to determine the effect of adding cocoon silkworm fiber on the increase of diametral tensile strength. The study design was post-test-only control design which measures the diametral tensile strength of flowable composite resin with and without the addition of silkworm cocoons fibers. The object for the research was flowable composite resin groups as 32 samples were divided into 2 groups: control group and treatment group. Independent T-Test result showed that there was significant means difference (<0.05) with 43,086 MPa for the treatment group and 38,504MPa for the control group. Conclusion of this study was the additional of silkworm cocoons fiber have influence to the diametral tensile strength. The addition of silkworm cocoon fiber increase the diametral tensile strength of flowable composite resin.

Keywords: *flowable composite resin, diametral tensile strength, silkworm cocoon fiber (Bombyx mori L.)*

PENDAHULUAN

Resin komposit adalah salah satu material dalam kedokteran gigi yang memiliki warna yang serupa warna gigi^[1]. Resin komposit dapat di klasifikasikan berdasarkan viskositasnya menjadi komposit *packable* dan komposit *flowable*^[2]. Komposit *flowable* adalah komposit yang memiliki viskositas rendah, dan memiliki jumlah *filler* 60% dari berat. Penambahan matriks TEGDMA berfungsi untuk mengencerkan komposit tersebut sehingga viskositasnya menjadi rendah. Jumlah *filler* yang rendah mengakibatkan sifat mekanisnya lebih rendah dari komposit konvensional^[3,4].

Material dalam kedokteran gigi memiliki berbagai sifat diantaranya sifat fisik, sifat kimia, dan sifat mekanis. Sifat mekanis dibatasi oleh hukum-hukum mekanika, yaitu ilmu fisika yang berhubungan dengan tekanan dan energi serta efeknya pada benda^[5]. Kekuatan tarik diametral adalah sifat mekanis yang penting karena sebagian besar fraktur terjadi oleh komponen tekanan tarik, selain itu sifat ini sangat dibutuhkan oleh material kedokteran gigi untuk menghindari degradasi *marginal* dan fraktur^[6]. Penambahan serat juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap tarikan^[7].

Mulai dikembangkan material modifikasi dari resin komposit guna meningkatkan kekuatan mekanis agar dapat diaplikasikan di hampir setiap restorasi. Salah satunya adalah *Fiber Reinforced Composite* yang menggunakan serat untuk memperkuat resin komposit^[8]. *Fiber Reinforced Composite* mulai banyak digunakan oleh praktisi di bidang kedokteran gigi sebagai alternatif pembuatan pasak, mahkota jembatan dan splinting^[9].

Indonesia memiliki potensi alam yang melimpah, salah satunya adalah ulat sutra yang memiliki nama latin *Bombyx mori L.* Ulat sutra ini memiliki nilai ekonomis tinggi bagi manusia, karena di akhir fase larvanya dapat membentuk kokon dari serat sutra. Serat sutra memiliki sifat lentur dan ujung seratnya halus dan tidak berumbai^[10]. Serat sutra sendiri memiliki kekuatan tarik yang tinggi diatas resin komposit *flowable* yaitu 600 Mpa sedangkan kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable* 33-48 Mpa dan *extensibility* sebesar 18%^[11,12].

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimen laboratoris murni dengan rancangan *Posttest – only control group design*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin komposit *flowable* dan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori L.*) dengan jumlah sampel 32. Sampel ini dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok kontrol tanpa penambahan serat dan kelompok perlakuan dengan penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori L.*) dengan jumlah masing – masing kelompok 16 sampel. Bentuk dari sampel dibuat sesuai dengan kriteria ADA no. 27 berupa diskus dengan ukuran diameter 6mm dan tinggi 3mm dan cetakan dari bahan akrilik dibuat sedemikian rupa.

Langkah awal pada penelitian ini dimulai dengan persiapan serat dengan menyimpan serat ke dalam desikator selama 24jam. Pembuatan sampel pada kelompok kontrol dengan cara resin komposit *flowable* diaplikasikan kedalam cetakan sampai merata kemudian dilakukan penyinaran selama 20 detik dengan *visible light curing*. Pembuatan sampel kelompok perlakuan dilakukan pengukuran serat dengan penggaris terlebih dahulu kemudian dipotong menggunakan gunting *fiber* sesuai dengan panjang sampel dan ditimbang untuk standarisasi dengan berat 1,7mg. Serat diletakkan diatas *glass plate* kemudian ditetesi *silane* dengan perbandingan 1,7 mg : 3,4 µl menggunakan mikropipet. Serat didiamkan 60 detik dan dikeringkan menggunakan kipas angin tangan selama 60 detik.

Resin komposit diaplikasikan kedalam cetakan dengan ketebalan awal 1,5 mm. Serat yang sudah dipotong sesuai panjang sampel dan yang sudah diaplikasikan *silane* diletakkan di atas resin komposit lapisan pertama

menggunakan pinset dalam posisi horizontal. Serat diletakkan pada ketinggian ½ sampel dengan orientasi serat *unidirectional*. Serat diletakkan tegak lurus dengan arah datang gaya. Serat ditutup dengan resin komposit *flowable* lapisan kedua sampai memenuhi cetakan, kemudian ditutup dengan pita seluloid dan dipolimerisasi menggunakan *visible light curing* selama 20 detik pada bagian atas dan bawah cetakan.

Sampel dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Spesimen dikeluarkan dari inkubator setelah 24 jam kemudian dikeringkan dengan *absorbent paper*.

*)Dendy Murdiyanto

E-mail: dendymurdiyanto@ums.ac.id

Jl. Kebangkitan Nasional No. 101 Penumping,
Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Submisi : Mei 2020; Revisi : November 2020;

Penerimaan : Desember 2020

Pengujian kekuatan tarik diametral dilakukan di laboratorium bahan Fakultas Teknik Mesin Fakultas Teknik UGM. Semua cetakan diuji menggunakan alat uji *Universal Testing Machine*. Cetakan diletakan pada alat tersebut dalam posisi diametral dan diberi tekanan. Spesimen diuji dengan *crosshead speed* 0.5 mm/menit sampai cetakan mengalami pecah atau patah. Angka yang muncul pada monitor lalu dihitung dengan rumus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan hasil nilai rerata dan standar deviasi dari kekuatan tarik diametral pada resin resin komposit *flowable* tanpa penambahan serat dan dengan penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori L.*).

Tabel 1. Nilai rerata dan standar deviasi hasil pengukuran kekuatan tarik diametral kontrol dan perlakuan (Mpa)

Kekuatan Tarik	$\bar{X} \pm SD$
Nilai Kontrol	38,504 ± 1,124
Nilai Perlakuan	43,086 ± 1,010

Keterangan :

n: Jumlah sampel, X: Rata-rata, SD: Standar deviasi

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rerata kekuatan tarik diametral dari resin komposit *flowable* dengan penambahan serat kepompong ulat sutra (43,086±1,010), lebih tinggi dari kelompok kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable* tanpa penambahan serat (38,504±1,124). Uji normalitas dilakukan dengan tujuan untuk melihat sebaran nilai kekuatan tarik diametral pada sampel terdistribusi normal atau tidak. Tabel 2 menggambarkan hasil dari uji normalitas *Shapiro-wilk*.

Tabel 2. Uji normalitas *Shapiro-wilk* hasil pengukuran kekuatan tarik diametral kontrol dan perlakuan

Kelompok	<i>Shapiro-wilk</i> Sig.
Kontrol	0,801
Perlakuan	0,960

Keterangan : Sig. : Signifikansi

Tabel 2 diketahui bahwa data terdistribusi normal dengan signifikansi lebih dari 0,05. Data kekuatan tarik diametral dianalisis dengan uji parametrik yaitu *independent t-test*. Setelah uji

normalitas dilakukan, selanjutnya dilakukan uji *Levene's test* untuk mengetahui homogenitas data. Uji homogenitas dilakukan untuk melihat varian data kedua kelompok. Nilai signifikansi $p > 0,05$ menunjukkan data yang homogen. Tabel 4 menunjukkan hasil dari uji *Levene's test*.

Hasil uji *Levene's Test* hasil pengukuran kekuatan tarik diametral kontrol dan perlakuan diketahui bahwa nilai signifikansi dari data lebih dari 0,05 dimana nilai p adalah 0,728 yang menunjukkan bahwa data kedua kelompok homogen. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan diketahui data terdistribusi normal dan homogen oleh karena itu analisis data dapat dilakukan dengan uji *Independent t-test* untuk memenuhi perbandingan antara kekuatan tarik diametral dari resin komposit *flowable* tanpa penambahan serat dan dengan penambahan serat kepompong ulat sutra.

Uji *independent t-test* hasil pengukuran kekuatan tarik diametral kontrol dan perlakuan menunjukkan hasil uji *independent t-test* dengan signifikansi 0,000 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan perlakuan. Perbedaan yang bermakna menunjukkan adanya pengaruh penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori L.*) terhadap kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable* dan dilihat dari hasil perbedaan rerata kekuatan tarik diametral antara kedua kelompok menunjukkan adanya peningkatan dalam kelompok perlakuan. Peningkatan kekuatan tarik diametral pada kelompok perlakuan disebabkan oleh adanya penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori L.*). Serat sutra mengandung dua macam protein, yaitu fibroin sebesar 70%-80% dan sericin sebesar 20%-30%. Sericin adalah protein seperti lem yang menjaga bentuk cocoon. Sericin dihilangkan karena keterlibatannya dalam respon inflamasi saat dikombinasikan dengan fibroin^[14]. Sericin juga diketahui mengakibatkan reaksi alergi dan beberapa efek contohnya reaksi alergi tipe 1. Hilangnya sericin meningkatkan load bearing capacity dan elastisitas serat sutra. Kekuatan tarik dari serat sutra (*Bombyx mori L.*) juga meningkat dengan penghilangan sericin ini hingga 740Mpa^[15]. Pada penelitian ini sericin pada serat surta (*Bombyx mori L.*) dihilangkan dengan proses degumming. Fibroin terdiri dari rantai *Light (L)* polipeptida dan rantai *Heavy (H)* polipeptida dan dihubungkan bersama melalui sebuah ikatan disulfida. Rantai H berbentuk

diskret *B-sheet crystalline* bertindak sebagai komponen struktural utama yang bertanggung jawab terhadap sifat mekanis superior. Rantai H utamanya terdiri dari 3 asam amino yaitu: *glycine*, *alanine*, dan *serine*^[15].

Serat sutra (*Bombyx mori* L.) pada penelitian ini bekerja sebagai penguat dengan fungsi sebagai pendistribusi tekanan, apabila pendistribusian tekanan lebih merata fraktur akan lebih sukar terjadi. Serat berfungsi sebagai penahan retak dan meningkatkan sifat mekanis^[16]. Dilihat dari sudut pandang mikroskopis serat mencegah terjadinya retak dengan ikatan kima pada matriks polimer dengan ikatan kovalen^[17].

Penelitian ini menggunakan orientasi serat *unidirectional*, yang artinya serat ditempatkan dalam satu arah. Orientasi serat *unidirectional* akan memiliki kekuatan tarik diametral dan modulus, *impact strength*, *koefisien thermal ekspansi*, dan konduktivitas *thermal* berbeda jika diukur dari arah yang berbeda^[17]. Serat pada penelitian ini ditempatkan pada gaya yang datang tegak lurus dengan orientasi serat untuk mendapatkan hasil maksimal dari kekuatan tarik diametral.

Adhesi yang kuat antara serat dan matriks memberikan transfer beban yang baik antar keduanya, dan memastikan bahwa beban ditransfer ke serat yang lebih kuat, begitulah serat tersebut benar-benar bekerja sebagai penguat^[17]. Diperlukan suatu *coupling agent* untuk menyatukan serat sutra dan resin komposit *flowable* karena keduanya tidak dapat berikatan secara langsung. Pemberian *coupling agent* pada serat dapat meningkatkan *wet abillity* dengan matriks, kekasaran permukaan, energi permukaan, serta meningkatkan ikatan interfacial dari serat dan matriks. Meningkatnya energi permukaan menghasilkan peningkatan *wet abillity* yang lebih baik untuk berikatan^[18,19].

Penelitian ini menggunakan *silane* Monobond N untuk membentuk ikatan adhesi antara serat kepompong ulat sutra (*bombyx mori* L.) dan resin komposit *flowable*. Monobond N memiliki senyawa *-methacryloxypropyltrimethoxysilane* atau *3-trimethoxysilylpropyl methacrylate* (MPS). *Silane* berperan sebagai jembatan untuk menyatukan material organik dan anorganik. Rumus kimia umum untuk *silane* sebagai *coupling agent* adalah Y-(CH₂)_m-Si-(OR)₃. Y adalah gugus organofungsional yang bereaksi dengan matriks, -(CH₂)_m- adalah gugus

penghubung, dan OR adalah gugus alkoksi akan mengikat serat sutra. Ikatan kimia yang terbentuk kemungkinan adalah ikatan kovalen antara Serat kepompong ulat sutra (*bombyx mori* L.), *silane* dan resin komposit *flowable*. *Silane* harus teraktivasi dengan hidrolisis dengan gugus OH dari permukaan substrat ($\equiv S \rightarrow \equiv S$) menjadi silanol sebelum bisa berikatan. Molekul silanol kemudian akan terkondensasi untuk membentuk siloxane^[19].

Penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori* L.) diketahui mampu meningkatkan kekuatan tarik diametral dari resin komposit *flowable*. Faktor lain yang mempengaruhi dari peningkatan kekuatan tarik diametral adalah orientasi serat yang *unidirectional* dan penambahan *silane* pada serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori* L.). Penambahan *silane* dapat meningkatkan ikatan antara resin komposit *flowable* dan serat kepompong ulat sutra (*bombyx mori* L.). Serat sutra meski meningkatkan kekuatan tarik diametral resin komposit, tetapi serat sutra masih diperlukan penelitian lanjutan dalam pengaplikasiannya di klinis.

PENUTUP

Penambahan serat kepompong ulat sutra (*Bombyx mori* L.) berpengaruh terhadap kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable* dan meningkatkan kekuatan tarik diametral resin komposit *flowable*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice K.J. 2004. *Phillips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi: 10. Jakarta: EGC 32-227.
2. Irawan, B. 2005. Karakteristik Komposit Resin Berkemampuan Mengalir. *Indonesian Journal of Dentistry*. Vol.12 No.1: 36-41
3. Garg, N. dan Garg, A. 2013. *Textbook of Operative Dentistry*. New Delhi. Jaypee. pp. 299-303.
4. McCabe, J. F. Walls, A. G. 2008. *Bahan Kedokteran Gigi*. Jakarta: EGC. pp. 5-23.
5. Anusavice, K.J. Shen, C. Rawls, H. R. 2013. *Phillips' Science of Dental Materials 12th Edition*. St. Louis. ELSEVIER. pp. 48-285.
6. Bona, A. D. Benetti, P. Borba, M. Cecchetti, D. 2008. Flexural and diametral tensile strength of composite resins. *J. Bras Oral Res*. Vol22 No.1:84-9

7. Septommy, C. Widjijono, Dharmastiti, R. 2014. Pengaruh Posisi dan Fraksi Volumetrik Fiber Polyethylene Terhadap Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite. *Dent. J. (Maj. Ked. Gigi)*. Vol. 47. No. 1: 52-56
8. Yanti, D. Amalia, K. H. Sugiano, E. 2011. Perbedaan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite Dengan Struktur Leno Weave dan Longitudinal Polyethylene Pada Gigi Tiruan Cekat Adhesif. *Jurnal Kedokteran Gigi*. Vol. 2. No. 4: 230-235
9. Mozartha, M. Herda, E. Soufyan, A. 2010. Pemilihan Resin Komposit dan Fiber Untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI*, Vol. 59 No. 1: 29-34.
10. Puspo, G. 2005. *Pemilihan Bahan Tekstil*. Yogyakarta: Kanisius. pp. 65-67
11. Power, J. M. Sakaguchi, R. L. 2008. *Craig's Restorative Dental Materials*. ELSEVIER. pp. 68-73
12. Ramamoorthy, S. K. Skrifvars, M. Persson, A. 2015. A Review of Natural Fibers Used in Biocomposites: Plant, Animal and Regenerated Cellulose. *Fibers, Polymer Reviews*. Vol.55 No.1: 107-162
13. Partlow, B. P. Tabatabai, A. P. Leisk G. G. Cebe, P. Blair, D. L. Kaplan D.
14. L. 2016. Silk Fibroin Degradation Related to Rheological and Mechanical Properties. *Macromol. Biosci*. Vol 10 : 1002
15. Thakur, V.K. Thakur, M.K. Kessler, M.R. 2017. *Handbook of Composites from Renewable Materials, Structure and Chemistry*. John Wiley & Sons. Pp. 268-297
16. [Moezizadeh](#), M., dan Shokripour, M. 2011. Effect of fiber orientation and type of restorative material on fracture strength of the tooth. *JCD*. 4(14): 341- 345.
17. Zhang, M. dan Matinlinna, J. P. 2011. E-Glass Fiber Reinforced Composites in Dental Applications. *Silicon*. 4(1): 73-78
18. Lung, C. Y. K., Matinlinna, J. P., 2004. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: An overview. *Dental materials* Vol. 28: 467-477
19. Mallick, P. K. 2007. *Fiber-Reinforced Composites : Materials, Manufacturing, and Design*. Edisi: 3. Boca Rotan, Taylor & Francis Group, LLC. pp. 51-55