

PENGARUH FRAKSI VOLUME *FIBER SISAL (AGAVE SISALANA)* TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN KOMPOSIT

Eko Hadianto*, Liftia Layyinat Syifa**, Helmi Fathurrahman Hanafie***

Keywords:

Composite Resin, Sisal Fiber, Fiber Reinforced Composite, Volume fraction, Flexural strength

ABSTRACT

Background: Composite resin is filling material that used in dentistry field because of good aesthetic. Use of fiber as reinforced composite resin (FRC) begins to be developed because it has a lot of functions, such as increase strength, stiffness, material hardness from fracture, and decrease shrinkage. Fiber composite resin has syntetic characteristic and needs chemical process also has an expensive price. Therefore, natural fiber is easier to find, cheaper and can be developed as an alternative substitute of syntetic fiber. One of the natural alternative is sisal fiber. This study aims to know the effect of volume fraction of sisal fiber to composite resin flexural strength with sisal fiber concentration 1%, 2%, 3%, 4%.

Method: This study was true experimental with post test only control group design which divided into 4 groups RK+FS 1% (K1), RK+FS 2% (K2), RK+FS 3% (K3), RK+FS 4% (K4). The data was analized using one way ANOVA assay and Post Hoc with significant degree 5%.

Results: Mean of flexural strength sum K1=50,87 MPa, K2=42,96 MPa, K3=33,94 MPa, K4=24,32 MPa. Result of one way ANOVA assay showed value $p=0,000$. Result of further assay Post Hoc showed K1 with K2 $p=0,002$, K1 with K3 $p=0,000$, K1 with K4 $p=0,000$, K2 with K3 $p=0,001$, K2 with K4 $p=0,000$, K3 with K4 $p=0,000$.

Conclusions: Concluded that there is good effect of sisal fiber volume fraction to composite resin flexural strength. Flexural strength RK+FS 1% has higher strength than RK+FS 2%,3%,4%. Sisal fiber could become a natural fiber alternative in dentistry restoration material.

PENDAHULUAN

Resin komposit merupakan bahan tumpatan yang sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi karena memiliki estetik baik¹. Selain estetik yang baik, resin komposit memiliki biokompatibilitas, sifat perekat dan penanganan mudah dalam perawatan invasif pada rongga mulut².

Resin komposit dibentuk oleh empat unsur utama yaitu: monomer organik atau polimer, partikel *filler*, *coupling agen* dan aktifator. Resin komposit dapat diklasifikasikan menurut ukuran partikel *filler*, sebagai berikut: resin komposit *macrofill*, *microfill*, *hybrid* dan *nanofill*. Partikel

filler dapat meningkatkan kekerasan, mudah dimanipulasi dan mengurangi perubahan dimensi. *Filler* atau pengisi yang paling umum adalah silikat barium oksida, strontium, seng, alumunium dan zirconium².

Material resin komposit memiliki sifat isotropis karena mengandung *reinforced* dengan *filler* partikulat sehingga dalam strukturnya tidak mempunyai arah *filler* khusus yang mengakibatkan sifat sama untuk semua arah *filler*³. Resin komposit yang diberi penguat fiber memiliki sifat anisotropis yaitu sifat yang tidak sama dalam semua arah. Penggunaan *fiber* sebagai penguat memiliki beberapa fungsi diantaranya meningkatkan

*Departemen Material Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang, **Program Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang, ***Departemen Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Korespondensi : liftianavela@gmail.com

kekuatan dan kekakuan, ketahanan bahan terhadap fraktur, serta menurunkan *shrinkage*. Pengujian kekuatan resin komposit *flowable* dengan partikel *filler* adalah 70-110 MPa, sedangkan jika ditambahkan *fiber* partikulat menjadi 133 Mpa³.

Resin komposit dengan penambahan *fiber* sebagai penguat disebut *fiber reinforced composite* (FRC)³. *Fabricated fiber* yang sering digunakan pada kedokteran gigi diantaranya *ultra high molecular weight polyethylene fiber* (UHMWPE), *glassfiber*, *aramid fiber*, dan *carbon/graphite*⁴. *Fiber* sintetik membutuhkan proses kimiawi dalam proses produksinya dan harganya mahal. Oleh karena itu, digunakan *fiber* alami dari *fiber* alam yang mudah didapat dan murah sebagai alternatif yang dapat dikembangkan, salah satunya yaitu *fiber* sisal (*Agave sisalana*)⁵.

Keuntungan penggunaan *fiber* alami adalah jumlahnya melimpah, memiliki *specific cost* rendah, dapat didaur ulang dan diperbaharui (*renewable*) serta tidak mencemari lingkungan. *Agave sisalana* merupakan salah satu jenis tanaman penghasil *fiber* yang berasal dari daunnya sehingga tergolong tanaman *fiber* daun⁶.

Fiber sisal merupakan salah satu *fiber* alam yang mudah dibudidayakan dan banyak digunakan dalam bidang kelautan dan pertanian seperti pembuatan benang, jala, tali serta bahan – bahan kerajinan seperti tas. *Fiber* sisal memiliki sifat mekanik yang cukup baik sebagai material *reinforced polymer* sehingga dapat digunakan sebagai penguat basis gigi tiruan resin akrilik⁵.

Penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa kekuatan tarik (*tensile strength*) antara *fiber* sisal dan *fiber glass* terhadap resin komposit diperoleh kecenderungan menurun seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan penguat *fiber glass* yang digantikan dengan

fiber sisal terhadap 4 variasi spesimen dengan kode variasi *fiber* sisal (S) dan *fiber glass* (FG)⁶. Tujuan dari penelitian ini adalah meneliti pengaruh fraksi volume *fiber* sisal terhadap kekuatan fleksural resin komposit. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pengaruh fraksi volume *fiber* sisal terhadap kekuatan fleksural resin komposit, selain itu juga sebagai kemajuan pengembangan ilmu kedokteran gigi serta dapat sebagai salah satu pilihan alternatif praktisi sebagai material bahan tumpatan yang memiliki *specific cost* lebih rendah dibandingkan FRC partikulat

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian analitik dengan rancangan penelitian *true experimental* dengan *post test only control*. Penelitian dilakukan pada 4 kelompok penelitian yaitu Resin Komposit + *Fiber* Sisal 1% (K1), Resin Komposit + *Fiber* Sisal 2% (K2), Resin Komposit + *Fiber* Sisal 3% (K3), Resin Komposit + *Fiber* Sisal 4% (K4).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: *Universal Testing Machine (UTM)*, *light curing unit*, jangka sorong SIGMA 6, neraca analitik *digital jewelry scale*, *plastis filling hand instrument*, cetakan (*Mould*) *stainless steel*, pinset, *glass slide*, *ball pointed*, *stopwatch*, *oven*, gunting, *cutter*, inkubator, *beaker glass*, masker, *handscoon*, termometer, kompor, kuas, gunting. Bahan-bahan penelitian meliputi: Resin komposit *flowable nanofiller* Filtek Z350TM XT, *fiber* sisal, *silane coupling agent*, aquades, larutan CH₃COOH 6%, larutan NaOH 6%, *silicon oil*/vaselin, etanol.

Penelitian diawali dengan proses alkalisasi *fiber* sisal, dimulai dengan pencucian dengan menggunakan etanol dan

dikeringkan dengan dimasukkan kedalam oven selama 10 menit dengan suhu 80°C, kemudian dilakukan alkalisasi dengan cara direbus menggunakan larutan NaOH 6% selama 1 jam pada suhu 100°C kemudian didinginkan hingga suhu ruangan. Setelah itu dicuci dengan menggunakan aquades dan dilakukan netralisasi dengan direbus kembali menggunakan larutan CH₃COOH 6% selama 1 jam pada suhu 100°C dan dikeringkan dengan memasukkan ke dalam oven selama 10 menit pada suhu 80°C.

Tahap persiapan dengan cara mengambil satu persatu secara manual dengan menggunakan pinset untuk mendapatkan bentuk benang – benang kemudian dipotong sepanjang 40 mm kemudian dilakukan penimbangan dengan timbangan digital berdasarkan fraksi volume yang didapatkan dengan rumus berikut ini :

$$V_f = V_{serat} \% \times V_{cetak} \dots\dots\dots (1)$$

$$M_f = \rho_f \times V_f \dots\dots\dots (2)$$

$$V_m = V_m \% \times V_{cetak} \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{katalis} = \frac{1}{100} \times V_m \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- Vf = Volume fiber (cm³)
- Vfiber % = Volume fiber (%)
- Vcetak = Volume cetakan (cm³)
- Mf = Massa fiber (gr)
- Pf = Massa jenis fiber (gr/cm³)
- Vm = Volume resin (cm³)
- Vm% = Volume resin (%)
- Vkatalis = Volume katalis (cm³)

Sehingga didapatkan hasil perhitungan berikut:

- 1% = 0,015 gr
- 2% = 0,030 gr
- 3% = 0,045 gr
- 4% = 0,060 gr

Pembuatan Spesimen didalam *Mould* dengan *Fiber* Sisal dengan ketentuan panjang 40 mm, lebar 5 mm dan tinggi 2 mm. Cetakan

yang tersedia diolesi tipis *silicon oil* sebagai media pemisah. Resin komposit *flowable* diambil dari *tube* kemudian diletakkan ke plat cetakan dan diratakan menggunakan *plastis filling instrument*. Selapis resin komposit *nanofiller flowable* diletakkan di dasar cetakan *stainless steel*. Bahan *silane coupling agent* ditetesi diatas *glass slide*. *Fiber* sisal yang telah disiapkan dibasahi bahan *silane* dan diletakkan didalam cetakan. *Fiber* dipegang dengan pinset kemudian diaplikasikan. Resin komposit diletakkan lagi hingga memenuhi cetakan. Setelah ditumpatkan, bagian atas cetakan diratakan dengan *glass slide* dan dilakukan penekanan ringan kemudian ditutup, kemudian lakukan *light cure* selama 20 detik. Setelah polimerisasi selesai, spesimen dibiarkan selama 60 menit. Letakan dalam inkubator selama 24 jam dan spesimen siap diuji.

Pengujian Kekuatan Fleksural Menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Spesimen diletakkan pada alat uji dengan *bending span* 20 mm. *Loading piston* tegak lurus dengan lebar spesimen. Spesimen diberikan beban dengan kecepatan *crosshead* 0,5 mm/mnt sepanjang sumbu spesimen hingga spesimen fraktur tau hingga mencapai beban puncak. Hasil dilayar dicatat setelah alat berhenti membebani spesimen. Hasil pengujian kekuatan fleksural kemudian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = (3FL)/(2BH^2)$$

- Dengan =
- σ = Flexural strength (MPa)
- F = Beban maksimum diberikan pada spesimen (kgf)
- L = Panjang span / support (mm)
- B = Lebar spesimen (mm)
- H = Ketebalan spesimen (mm)

Mencatat hasil perhitungan kekuatan fleksural resin komposit dengan *fiber* sisal

selanjutnya dilakukan analisa data.

Analisis hasil penelitian data dimasukkan uji normalitas dengan uji *shapiro-wilk*. Uji homogenitas dilakukan dengan uji *levene statistic*. Setelah data yang didapat terdistribusi normal dan homogen maka dilanjutkan dengan analisa uji *One Way ANOVA* untuk mengetahui apakah ada pengaruh fraksi volume *fiber* sisal terhadap kekuatan fleksural resin komposit. Kemudian dilakukan uji *Post Hoc Test* yaitu *LSD multi comparison* untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan signifikan. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan dan Kedokteran Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi UNISSULA Semarang.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Nilai rata-rata dan standar deviasi kekuatan fleksural antara RK + FS dengan fraksi volume 1% - 4%

Fraksi volume RK+FS	N	Rata-rata (MPa)	Standar Deviasi
1%	6	50,87	3,47
2%	6	42,96	4,49
3%	6	33,94	3,76
4%	6	24,32	3,43

Tabel 2. Uji Post Hoc LSD kekuatan fleksural antara RK + FS dengan fraksi 1% - 4%

Fraksi volume RK+FS	Selisih rata-rata	p
1% dan 2%	7,92	0,002 [*]
1% dan 3%	16,93	0,000 [*]
1% dan 4%	26,55	0,000 [*]
2% dan 3%	9,01	0,001 [*]
2% dan 4%	18,63	0,000 [*]
3% dan 4%	9,61	0,000 [*]

Pada tabel 1 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata kekuatan fleksural dari keempat kelompok perlakuan. Kekuatan fleksural RK + FS 1% (50,87 MPa± 3,47) lebih tinggi dari 3 kelompok lainnya. Sedangkan RK + FS 4% (24,32 MPa± 3,43) paling rendah dari kelompok lainnya. Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas didapatkan data yang normal dan homogen untuk selanjutnya dilakukan uji *One Way ANOVA*. Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari hasil rata-rata ketiga kelompok dengan p value <0,05.

Pada tabel 2. menunjukkan bahwa pada uji *Post Hoc* LSD kekuatan fleksural RK + FS dengan fraksi 1% - 4% menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antar kelompok spesimen perlakuan.

DISKUSI

Hasil penelitian tentang ada atau tidaknya pengaruh fraksi volume *fiber* sisal terhadap kekuatan fleksural resin komposit menunjukkan bahwa pada masing – masing kelompok perlakuan terdapat perbedaan bermakna antara RK + FS 1%, RK + FS 2%, RK + FS 3%, dan RK + FS 4%.

Nilai kekuatan fleksural pada kelompok RK + FS 1% paling tinggi dibandingkan kelompok lainnya dengan nilai rata-rata kekuatan fleksural 50,87 Mpa. *Fiber* sisal yang ditambahkan dalam resin komposit dapat meningkatkan kekuatan fleksural jika ketebalan *fiber* sisal tersebut ideal dan mampu melakukan adhesi *interface* secara baik, sehingga dapat menahan serta menghambat tekanan yang diterima yang berdampak pada peningkatan kekuatan fleksural resin komposit ⁷.

Rendahnya kekuatan RK + FS 2%, RK + FS 3% dan RK + FS 4% dibandingkan RK + FS 1%

diduga karena rasio *fiber* dan komposit yang digunakan pada perlakuan tidak seimbang antara *fiber* dan resin komposit sehingga tidak mampu mengisi *fiber* dengan sempurna.

Ketidakseimbangan rasio *fiber* dan komposit yang menyebabkan ketidakmampuan komposit mengisi *fiber* dengan sempurna mengakibatkan kekuatan fleksural menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan penambahan *fiber* mampu meningkatkan kekuatan fleksural, akan tetapi jika melampaui nilai optimum maka penambahan *fiber* akan cenderung menyebabkan penurunan kekuatan mekanis dikarenakan resin tidak mampu berkontak rapat dengan *fiber* sehingga berakibat nilai energi serap menurun⁸.

Pada uji lanjutan LSD, terlihat adanya perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan RK + FS 1%, RK + 2%, RK + FS 3% dan RK + FS 4%. Hal ini diduga karena perbedaan ketebalan resin komposit dan *fiber* yang digunakan, pembasahan bahan adhesif, dan polimerisasi yang kurang sempurna.

Ketebalan resin komposit serta *fiber* sebagai pengisi yang berbeda antar kelompok perlakuan menjadi penyebab perbedaan kekuatan fleksural yang dihasilkan⁷. Pada penelitian ini RK + FS 1% memiliki % berat *fiber* paling rendah dan memiliki ketebalan resin komposit yang paling tinggi, kemudian diikuti RK + FS 2%, RK FS 3%, dan RK FS 4%. Ketebalan resin komposit dan *fiber* yang digunakan menyebabkan perbedaan kekuatan sehingga dapat diasumsikan berat yang berbeda pada setiap spesimen dalam kelompok menghasilkan kekuatan fleksural yang berbeda pula, hal tersebut sesuai dengan penelitian Syuhada, yang menyatakan bahwa % resin komposit yang sama dapat memberikan kekuatan fleksural yang hampir sama pula⁹.

Bahan adhesif yang digunakan dalam penelitian juga dapat berpengaruh terhadap perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan. Semakin tebal *fiber* yang digunakan dalam spesimen maka bahan adhesif tidak mampu membasahi *fiber* dengan sempurna sehingga mempengaruhi kekuatan fleksural yang berbeda pula, hal tersebut sesuai yang dikemukakan Martha bahwa pembasahan yang tidak sempurna menyebabkan perlekatan tidak baik sehingga dapat menurunkan kekuatan fleksural⁴.

Selain itu, polimerisasi yang tidak sempurna juga menjadi faktor penyebab terjadinya perbedaan yang bermakna antar perlakuan. Ketebalan *fiber* yang berbeda antar kelompok menyebabkan pada saat resin komposit dipolimerisasi memiliki hasil yang berbeda pula. Semakin tebal *fiber* maka resin komposit bagian *tensile base* akan semakin jauh dari sinar karena terhalang oleh *fiber*. Hal tersebut menyebabkan resin tidak terpolimerisasi secara sempurna sehingga berpengaruh pula terhadap kekuatan mekanik yang semakin menurun, selaras dengan penelitian Susanto menyatakan bahwa polimerisasi yang tidak sempurna karena ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran resin komposit berpengaruh besar menurunkan kekuatan, kekerasan serta stabilitas warna resin komposit¹⁰.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat pengaruh fraksi volume *fiber* sisal terhadap kekuatan fleksural resin komposit. Kekuatan fleksural resin komposit dengan fraksi volume *fiber* sisal 1% memiliki kekuatan fleksural lebih tinggi dibandingkan dengan resin komposit dengan fraksi volume *fiber* sisal 2%, 3% dan

4% sehingga dapat dijadikan alternatif pilihan dalam penggunaan *fiber* alami sebagai bahan restorasi dalam bidang kedokteran gigi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putriyanti F, Herda E, Soufyan A. Strength Micro Fine Hybrid Resin Composite Yang Direndam Dalam Minuman Isotonic. Jurnal PDGI. 2012. 61(1):43–8.
2. García-Contreras R, Scougall-Vilchis R, Acosta-Torres L, Arenas-Aroccena M, García-Garduño R, Fuente-Hernández J de la. Vickers microhardness comparison of 4 composite resins with different types of filler . Jurnal Oral Research. 2014 : 313–20.
3. Septommy C, Widjijono, Dharmastiti R. Pengaruh posisi dan fraksi volumetrik fiber polyethylene terhadap kekuatan fleksural fiber reinforced composite. Dental Journal. 2014. 47(1):52–6.
4. Martha M, Herda E, Soufyan A. Pemilihan resin komposit dan fiber untuk meningkatkan kekuatan fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). Jurnal PDGI. 2010. 59(1):29–34.
5. Hadianto E, Widjijono, Herliansyah MK. Pengaruh Penambahan Polyethylene Fiber Dan Fiber Sisal Terhadap Kekuatan Flek- sural Dan Impak Base Plate Komposit Resin Akrilik. Insisiv Dental Journal. 2013. 2(2):57–67.
6. Yudhanto F, Sudarisman, Ridlwan M. Karakterisasi Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Lamina Fiber Anyam Sisal Dan Gelas Diperkuat Polyester. Jurnal Ilmu Semesta Teknik. 2016 19(May):48–54.
7. Chianelli-Junior R, Reis JML, Cardoso JL, Castro PF. Mechanical characterization of sisal fiber-reinforced recycled HDPE composites. Materials Research. 2013. 16(6):1393–7.
8. Sujito, Sudarmadji, Purwandari E. Pengembangan Bahan Komposit Ramah Lingkungan Berpenguat Fiber Ampas Tebu dan Resin Biodegradable. Jurnal MIPA Universitas Jember. 2014;1–12.
9. Syuhada A. Pengaruh Fraksi Volume Fiber Ampas Tebu. Jurnal Universitas Syiah Kuala. 2014 :1–60.
10. Susanto AA. Pengaruh ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan permukaan resin komposit sinar.Dental Journal. 2005. 38:32–5.