

# Effect of E-Glass Fiber on Nanofiller Composite Resin Compressive Strength

Noor Hafida Widyastuti<sup>1</sup>✉, Nurul Fahrini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Dentistry, Universitas Muhammadiyah Surakarta., Indonesia

<sup>2</sup> Faculty of Dentistry, Universitas Muhammadiyah Surakarta., Indonesia

✉ [noor.hafida@ums.ac.id](mailto:noor.hafida@ums.ac.id)

## Abstract

*Nanofill composite resin was a new composite resin with good aesthetic properties, polymerization shrinkage were small and had a high filler. Besides these advantages, the composite resin nanofill also has the disadvantage that the compressive strength was still lower than the resin composite microfill and microhybrid. The purpose of this study was to see the effect of the addition E-glass fiber on compressive strength of resin composite nanofill. This study used a sample of the resin composite molds which were divided into two groups: the first group of resin composite with the addition of E-glass fiber and second group was resin composite without the addition of E-glass fiber. The sample size was a diameter of 3 mm and high 6 mm by 32 pieces with each group of 16 pieces. Specimens were stored in distilled water for 24 hours and incubated at 37° C. The test compression strength used the universal testing machine with a crosshead speed of 1 mm / min. The test data were analyzed using t-test Independent test. The results showed that between the two study groups there were different compression strength values were significantly,  $p = 0.000$  ( $P < 0.05$ ) so that it can be concluded that there is a difference in the compression strength of the composite resin nanofill between the use of E-glass fiber and without the addition of E-glass fiber. Compression strength of resin composite nanofill with the addition of E-glass fiber proved the results values greater than of compression strength without the addition of E-glass fiber.*

**Keywords:** nanofiller composite resin, compressive strength, E-glass fiber

## Pengaruh E-Glass Fiber terhadap Kekuatan Kompresi Resin Komposit Nanofil

### Abstrak

Resin komposit nanofil merupakan resin komposit baru dengan sifat estetikanya yang baik, pengerutan polimerisasi yang kecil dan mempunyai *filler* yang tinggi. Disamping keunggulannya tersebut, resin komposit nanofil juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan kompresinya masih lebih rendah dari resin komposit mikrofil dan mikrohybrid. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penambahan *E-glass fiber* terhadap kekuatan kompresi resin komposit nanofil. Penelitian ini menggunakan sampel cetakan resin komposit yang dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok pertama resin komposit dengan penambahan E-glass fiber dan kelompok kedua resin komposit tanpa penambahan E-glass fiber. Ukuran sampel yaitu berdiameter 3 mm dan tinggi 6 mm sebanyak 32 buah dengan masing-masing kelompok 16 buah. Sampel direndam di dalam aquades selama 24 jam dan di inkubasi pada suhu 37° C. Pengujian kekuatan kompresi menggunakan *universal testing machine* dengan kecepatan 1 mm/menit. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan uji *Independent t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antara kedua kelompok penelitian tersebut terdapat perbedaan nilai kekuatan kompresi yang



signifikan yakni  $p=0,000$  ( $P<0,05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan kompresi resin komposit nanofil antara yang menggunakan *E-glass fiber* dan tanpa penambahan *E-glass fiber*. Kekuatan kompresi resin komposit nanofil dengan penambahan *E-glass fiber* memberikan hasil nilai kekuatan kompresi yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa penambahan *E-glass fiber*.

**Kata Kunci:** resin komposit nanofil, kekuatan kompresi, *E-glass fiber*

## 1. Pendahuluan

Restorasi gigi menggunakan resin komposit sering dilakukan oleh dokter gigi untuk mengembalikan bentuk dan wana gigi menjadi normal kembali. Resin komposit sering digunakan dalam kedokteran gigi khususnya dalam ilmu konservasi gigi untuk dijadikan bahan restorasi gigi anterior dan posterior yang sewarna dengan gigi.<sup>1</sup> Resin komposit digunakan sebagai bahan restorasi karena sifatnya yang tidak mudah larut, estetis, tidak peka terhadap dehidrasi dan relatif mudah untuk dimanipulasi. Pada awalnya, bahan ini hanya mampu memenuhi syarat sebagai bahan restorasi untuk gigi anterior saja.<sup>2</sup> Namun, masih terdapat banyak kegagalan restorasi, salah satunya adalah pecahnya resin komposit pada gigi posterior yang disebabkan karena tidak kuat menahan beban pengunyahan.

Beberapa penelitian dilakukan untuk menambah kekuatan mekanis bahan resin komposit salah satunya adalah kandungan filler yang berukuran nano (nanofiller). Pengerutan polimerisasi resin komposit nanofil menjadi kecil disebabkan berkurangnya ukuran partikel *filler* pada nanofil.<sup>3</sup> Resin komposit nanofil masih mempunyai kekurangan yaitu kekuatan kompresi dan fleksural yang rendah dibanding resin komposit mikrofil dan mikrohybrid. Partikel-partikel dari resin komposit ini akan memisahkan diri dari matriks ketika resin komposit nanofil mengalami abrasi.<sup>4</sup>

Bahan restorasi yang digunakan di kedokteran gigi harus bersifat mampu bertahan dari tekanan pengunyahan baik pada anterior maupun posterior. Pengukuran kekuatan terhadap tekanan pengunyahan dapat dilakukan dengan cara melakukan uji kekuatan kompresi pada resin komposit tersebut.<sup>5</sup> Ketahanan internal dari benda tersebut untuk menahan suatu beban itulah yang disebut kekuatan kompresi.<sup>2</sup>

Banyak cara yang dilakukan untuk menambah kekuatan kompresi pada resin komposit diantaranya: menambah bonding *agent*, menambah lapisan daya elastis, meningkatkan intensitas *light curing*, memakai teknik perlekatan resin komposit lapis demi lapis, menambah monomer *low shrinking* dan memasukkan bahan *fluoride* pada monomer resin untuk mencegah *marginal gap*.<sup>6</sup> Kekuatan kompresi dapat ditingkatkan dengan cara menambah lapisan daya elastis yaitu dengan *fiber*. *Fiber* yang biasa digunakan di kedokteran gigi adalah *glass fiber*. *Glass fiber* mempunyai sifat adhesi yang baik dengan bahan *silane* dan sifat estetis yang bagus.<sup>7</sup> *Glass fiber* mempunyai daya lentur yang tinggi dan sifat yang keras sehingga sangat cocok digunakan pada gigi yang menerima tekanan pengunyahan yang besar.<sup>8</sup> *Glass fiber* mempunyai beberapa jenis diantaranya adalah *glass fiber* tipe E. *E-glass fiber* atau *electrical glass* mempunyai sifat mekanik yang sama dengan dentin dan tahan terhadap air.<sup>9</sup>

Pada resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* diharapkan memiliki nilai kekuatan kompresi lebih tinggi daripada resin komposit tanpa *E-glass fiber*. Keadaan ini penting untuk dilakukan penelitian oleh karena salah satu syarat utama bahan restorasi adalah mempunyai kekuatan mekanis yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *E-glass fiber* terhadap kekuatan kompresi resin komposit nanofil.

## 2. Literatur Review

Penelitian oleh Martha dkk., (2010) tentang pemilihan resin komposit dan *fiber* untuk meningkatkan kekuatan fleksural *Fiber Reinforced Composite* (FRC), didapatkan hasil bahwa resin komposit yang ditambah dengan *fiber* mempunyai kekuatan fleksural yang tinggi dibanding yang tidak ditambah dengan *fiber*, yaitu mencapai  $115,87 \pm 28,62$  MPa.

Penelitian Sharafeddin dkk., (2013) tentang kekuatan fleksural *glass fiber* dan *polyethylene fiber* terhadap 3 resin komposit, didapatkan hasil untuk resin komposit dengan penambahan *polyethylene fiber* mempunyai nilai kekuatan fleksural sebesar 203, 188 dan 203 MPa. Penambahan *glass fiber* dalam resin komposit mempunyai kekuatan fleksural yang lebih tinggi yaitu 243,331 dan 500 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa *glass fiber* lebih baik dibandingkan dengan *polyethylene fiber*.

## 3. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental laboratories murni. Objek penelitian ini yaitu sampel berbentuk silinder dengan ukuran diameter 3 mm dan tinggi 6 mm yang disesuaikan dengan standard ISO 10477. Sampel terdiri dari cetakan resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* dan cetakan resin komposit tanpa *E-glass fiber*. Penghitungan besar sampel menurut rumus Federer untuk setiap perlakuan terdiri dari 16 buah sampel.

Penelitian ini menggunakan bahan resin komposit nanofil (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE, St. Paul, Minnessota, USA), *silane* sebagai coupling agent (Monobond S, Vivadent Ivoclar, Liechtenstein), dan *E-glass fiber* ( Polidentia<sub>SA</sub>, Switzerland). Prosedur pertama yang dilakukan adalah membuat cetakan sampel dari akrilik dengan ukuran diameter 3 mm dan tinggi 6 mm. Langkah selanjutnya adalah membuat sampel yaitu resin komposit di masukkan ke dalam cetakan menggunakan plastis instrument dengan teknik *layering* setinggi 2 mm setiap aplikasi kemudian dilakukan polimerisasi menggunakan *light curing* selama 20 detik. Pembuatan sampel resin komposit dengan penambahan *fiber* dilakukan dengan cara *fiber* dipotong sesuai diameter cetakan kemudian dibasahi dengan *silane* menggunakan mikropipet sebelum di masukkan ke dalam cetakan. *Fiber* yang sudah diberi *silane* kemudian dikeringkan menggunakan kipas angin berkekuatan rendah dari jarak 30 cm selama 20 detik. *Fiber* dimasukkan ke dalam cetakan di atas resin komposit dalam posisi horizontal dan diletakkan mendekati posisi permukaan atas.

Sampel dilepas dari cetakan kemudian dimasukkan kedalam *conical tube* untuk proses inkubasi, sampel direndam dalam aquades dengan volume 20 ml. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam inkubator selama 24 jam dalam suhu 37<sup>0</sup> C. Sampel dikeluarkan dari inkubator kemudian dikeringkan menggunakan tisu sebelum pengujian. Pengujian kompresi dilakukan menggunakan alat *universal testing machine* dengan kecepatan 1 mm/menit dan beban awal 50 N. penghitungan kekuatan kompresi didapatkan dari rumus  $CS=F/A$  dengan CS adalah kekuatan kompresi (MPa), F adalah gaya maksimal sampai sampel hancur (N) dan A adalah luas penampang sampel (mm<sup>2</sup>). Rerata dan standard deviasi dari tiap kelompok dibandingkan dan dianalisa menggunakan *Independent Sampel t-test*.

## 4. Hasil dan Pembahasan

Rerata dan standar deviasi hasil pengujian kekuatan kompresi dari masing-masing kelompok perlakuan ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Nilai rerata kekuatan kompresi (MPa)

| Perlakuan                                  | X      | SD   |
|--|--------|------|
| Resin komposit tanpa <i>E-glass fiber</i>  | 348,91 | 7,63 |
| Resin komposit dengan <i>E-glass fiber</i> | 544,18 | 8,83 |

Keterangan: X (Rerata), SD (*Standard Deviation*)

**Tabel 1.** menunjukkan bahwa nilai rerata dan standar deviasi kekuatan kompresi kelompok resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* ( $544,18 \pm 8,83$ ), lebih tinggi dari kelompok resin komposit tanpa penambahan *E-glass fiber* ( $348,91 \pm 7,63$ ). Selanjutnya akan diuji normalitas data menggunakan *Shapiro-wilk* untuk mengetahui data berasal dari populasi yang terdistribusi normal ditunjukkan oleh Tabel 2

**Tabel 2.** Uji normalitas data *Shapiro-wilk*

| Kelompok                                   | Statistic | Sig. |
|--|-----------|------|
| Resin komposit tanpa <i>E-glass fiber</i>  | ,971      | ,853 |
| Resin komposit dengan <i>E-glass fiber</i> | ,947      | ,438 |

Berdasarkan uji normalitas *Shapiro-wilk* yang ditunjukkan tabel 2, kelompok resin komposit tanpa *E-glass fiber* menunjukkan nilai  $p > 0,05$  dan kelompok resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* juga menunjukkan nilai  $p > 0,05$ , hal ini menunjukkan bahwa data penelitian kedua kelompok ini terdistribusi normal. Data penelitian kemudian dilakukan tes homogenitas menggunakan *Levene's test* untuk mengetahui apakah data penelitian homogen atau tidak.

**Tabel 3.** Hasil uji homogenitas *Levene's test*

| Levene's Test for Equality of Variances |      |
|---|------|
| F                                       | Sig. |
| ,100                                    | ,754 |

**Tabel 3.** menunjukkan bahwa data hasil uji *Levene's test* tersebut homogen ( $p > 0,05$ ), artinya terdapat homogenitas pada data kelompok. Dalam uji parametrik, terdapat tiga syarat yang harus diperhatikan, yaitu skala pengukuran harus numerik, data terdistribusi normal, varians data harus homogen. Diketahui bahwa semua syarat sudah terpenuhi, maka dapat dilakukan uji *Independent t-test* untuk mengetahui perbedaan kekuatan kompresi antara resin komposit tanpa penambahan *E-glass fiber* dengan resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber*, dengan taraf signifikansi 95% ( $\alpha = 0,05$ ) yang ditunjukkan Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil uji *Independent t-test*

| Kelompok                                   | df | t     | Sig. |
|--|----|-------|------|
| Resin komposit tanpa <i>E-glass fiber</i>  | 30 | 66,93 | ,000 |
| Resin komposit dengan <i>E-glass fiber</i> |    |       |      |

Hasil uji *Independent t-test* menunjukkan nilai signifikansi uji-t adalah 0,000 ( $p < 0,05$ ) yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna pada kedua kelompok perlakuan. Hasil

tersebut sesuai dengan hipotesis bahwa *E-glass fiber* dapat meningkatkan kekuatan kompresi resin komposit nanofil ( $p < 0,05$ ).

Hasil rerata antara kedua kelompok perlakuan mempunyai nilai kekuatan kompresi lebih besar pada kelompok resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* daripada kelompok resin komposit tanpa penambahan *E-glass fiber*. Kedua kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil tersebut sesuai dengan hipotesis penelitian bahwa penambahan *E-glass fiber* dapat menambah kekuatan kompresi resin komposit nanofil.

Penelitian ini menggunakan bahan resin komposit jenis nanofil yang merupakan salah satu bahan restorasi yang mempunyai kekuatan kompresi rendah yaitu Filtex Z 350 XT (3M ESPE). Kekuatan kompresi memiliki peranan penting dalam proses pengunyahan. Berbagai cara dapat dilakukan untuk menambah kekuatan kompresi suatu bahan restorasi salah satunya dengan menambah *fiber*. Penguatan *fiber* pada resin komposit didasarkan pada volume *fiber*, peletakan *fiber*, kualitas pengikatan atau perekatan antara *fiber* dengan resin, arah peletakan dan panjang *fiber*.<sup>10</sup> Komposisi *fiber* juga merupakan salah satu penentu penguatan *fiber* pada matriks resin selain hal-hal diatas. Variasi dalam komposisi *fiber* memegang peranan penting dalam adhesi dan retensi.<sup>11</sup>

*Fiber* yang sering digunakan adalah jenis *Glass fiber*. *Glass fiber* memiliki kelebihan yaitu mampu berikatan baik dengan resin matriks melalui *silane coupling agent*, memiliki ketahanan panas dan zat kimia serta relatif tidak sensitif terhadap kelembaban. Ketahanan kimiawi *glass fiber* terhadap korosi berkaitan dengan komposisi, keadaan permukaan *glass fiber*, jumlah dan jenis pelarut, suhu dan waktu.<sup>11</sup> *Glass fiber* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *E-glass fiber*.

*E-glass fiber* mempunyai ciri utama yaitu memiliki kandungan  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  dan  $B_2O_2$ . *Glass fiber* jenis E memiliki kandungan silica oksida yang tinggi sehingga mampu berikatan baik dengan matriks.  $CaO$  merupakan stabilisator yang dapat meningkatkan kekuatan serta ketahanan kimiawinya sedangkan  $Al_2O_3$  mempunyai fungsi untuk memodifikasi struktur jaringan dan meningkatkan kemampuan kerja. Kandungan ion  $Na^+$  memberikan resistensi yang lebih baik terhadap kekuatan kompresi dan ion  $K^+$  mempunyai peran dalam meningkatkan kekerasan mikro.<sup>11</sup>

*E-glass fiber* memiliki kelebihan dalam sistem adhesi dengan matriks resin. Proses adhesi (*silanization*) antara *E-glass fiber* dengan resin matriks terjadi dengan baik dikarenakan kandungan silica oksida yang tinggi dari *E-glass fiber*. *Silanization* ini dibantu dengan *silane (coupling agent)* yang merupakan molekul fungsional yang mampu menyatukan antara *glass fiber* dengan matriks resin.<sup>12</sup> Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Rosyida dkk bahwa penyatuan antara matriks resin dengan *E-glass fiber* menggunakan *silane* dapat meningkatkan kekuatan tarik dari resin komposit.<sup>13</sup>

Proses *silanization* antara *fiber* dengan matriks resin tidak lepas dari volume. Volume antara *fiber* dan *silane* sebagai *coupling agent* penting diketahui karena dapat berpengaruh pada kekuatan kompresi resin komposit. Penelitian-penelitian sebelumnya belum begitu banyak meneliti tentang berapa volume yang harus digunakan dalam satu kali aplikasi, tetapi dalam penelitian Rosyida dkk menyatakan bahwa pemberian *silane* yang terlalu banyak, akan menyebabkan kekuatan tarik dari resin komposit menjadi berkurang.<sup>13</sup>

Matriks resin yang terdapat dalam resin komposit memiliki fungsi yaitu memegang *fiber* secara bersamaan dan diikat kedalam struktur komposit.<sup>9</sup> Hal ini terjadi disebabkan oleh kandungan *E-glass fiber* yaitu  $Al_2O_3$  yang berfungsi untuk memodifikasi struktur jaringan

dan meningkatkan kemampuan kerja. Kandungan lainnya seperti CaO berperan sebagai stabilisator sehingga kekuatan *fiber* akan merata keseluruhan bagian resin komposit.<sup>11</sup>

*Fiber* yang digunakan dalam penelitian berbentuk anyaman. Arah peletakan dari *fiber* ditempatkan secara horizontal secara menyeluruh agar peletakannya dapat maksimal. Arah peletakan *fiber* menurut faktor Krenchel's dibagi dalam beberapa arah. Penguatan sifat mekanik dengan nilai tertinggi dalam skala 0-1 diperhatikan pada *fiber* dengan arah vertikal. Arah horizontal mempunyai nilai 0,5 sehingga sesuai dengan hasil pada penelitian bahwa kekuatan kompresi resin komposit tetap dapat meningkat walau tidak dua kali lipat.<sup>9</sup>

Penelitian ini menggunakan *fiber* yang diletakkan mendekati permukaan atas. Hal ini sesuai dengan penelitian Lassila dkk bahwa untuk peletakan *fiber* pada kekuatan kompresi yaitu berada mendekati permukaan atas.<sup>14</sup> Sebaliknya jika *fiber* diletakkan di dasar mendekati titik tarik maka kekuatan kompresinya akan berkurang. Efek *fiber* memperkuat resin komposit nanofil adalah karena pengalihan stres dari matriks polimer untuk serat.<sup>15</sup>

## 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini bahwa *E-glass fiber* dapat menambah kekuatan kompresi resin komposit. Resin komposit dengan penambahan *E-glass fiber* memiliki nilai kekuatan kompresi yang tinggi yang signifikan dibandingkan resin komposit tanpa penambahan *E-glass fiber*.

## Referensi

1. Arhun, H., Celik, C., dan Yamanel, K., 2010, Clinical Evaluation of Resin-based Composite in Posterior Restoration:Two-year Results, *Op Dent J*, 35(4):397-404.
2. Anusavice, K.J., 2003, *Phillips : Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*, Ed 10., Jakarta, EGC.
3. Rosa, R.S., Carlos E.A.B., Eduardo B., Eduardo G.M., Hugo M.S.O., Luciana H., Luis A.G.P., dan Ruberto H., 2012, Evaluation of Mechanical Properties on Three Nanofilled Composites, *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 14:126-30.
4. Ozak, S.T. dan Pelin Ozak, 2013, Nanotechnology and Dentistry, *European Journal of Dentistry*, Vol 7:145-151.
5. John, M.P., dan John C.W., 2008, *Dental Materials Properties and Manipulation*, St.Louis:MOSBY An Imprint of Elsevier.
6. Susanto, A.A., 2005, Pengaruh Ketebalan Bahan dan Lamanya Waktu Penyinaran Terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit Sinar, *e-journal unair*, 38(1):32-35.
7. Natarajan, P. dan C. Thulasingham, 2013, The Effect of Glass and Polyethylene Fiber Reinforcement on Flexural Strength of Provisional Restorative Resins: An In Vitro Study, *J Indian Prosthodont Soc*, 13(4):421-427.
8. Kanie T., Fujii K., dan Arikawa H., 2000, Flexural Properties and Impact Strength of Denture base Polymer Reinforced With Woven Glass Fibers. *Dental material*, 16: 150-158.
9. Khan, A.S., Maria T.A., Maria K., Salman A.M., dan Ihtesham Ur R., 2015, An Update On Glass Fiber Dental Restorative Composite: A Systematic Review, *Materials Science and Engineering C*, 47:26-39.
10. Mc Cabe, J.F. dan Angus W. G. W., 2014, *Applied Dental Material, 9<sup>th</sup> Ed*, Jakarta, EGC.
11. Sari, Widya P., Dedi Sumantri, Dian Novianti A. I., dan Siti Sunarintyas, 2014, Pemeriksaan Komposisi *Glass Fiber* Komersial dengan Teknik *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF), *Jurnal B-Dent*, 1(2):155-160.
12. Rosatto, Camila M.P., Marina G.R., Veridiana R.N., Murilo S.M., dan Carlos J.S., 2014, Effect of Silane Type and Air-Drying Temperature on Bonding Fiber Post to Composite Core and Resin Cement, *Brazilian Dental Journal*, 25(3):217-224.
13. Rosyida, Niswati F., Siti Sunarintyas, dan Pinandi Sri P., 2015, The Effect of Silanated and Impregnated Fiber On the Tensile Strength of E-Glass Fiber Reinforced Composite Retainer, 48(1):22-25

14. Lassila, Lippo V.J., dan P. K. Vallitu, 2004, The Effect of Fiber Position and Polymerization Condition on the Flexural Properties of Fiber-Reinforced Composite, *Journal of Contemporary Dental Practice*, 5(2):1-12.
15. Garoushi, Sufyan, Muhammad K., Akikazu S., Pekka K.V., Julian D.S., David C.W., dan Lippo V.J.L., 2012, Creep of Experimental Short Fiber-Reinforced Composite Resin, *Dental Material Journal*, 31(5):731-74



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---