

Korespondensi:

Prihashinta Uswatun Hasanah

Departemen Ilmu Biomaterial
Kedokteran Gigi, Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas
Gadjah Mada, Yogyakarta
Email: widji_biomat@yahoo.com

Perbandingan kekuatan tarik antara *stranded fiber* dengan *braided fiber* pada *fiber reinforced composite* jenis *ultra high molecular weight polyethylene* (uhmwpe)

Prihashinta Uswatun Hasanah

Departemen Ilmu Biomaterial Kedokteran Gigi, Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Purwanto Agustiono

Departemen Ilmu Biomaterial Kedokteran Gigi, Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Widjijono

Departemen Ilmu Biomaterial Kedokteran Gigi, Fakultas
Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Fiber reinforced composite (FRC) merupakan material yang mempunyai minimal 2 buah komponen yaitu matriks yang diperkuat oleh fiber. Perbedaan *fiber architecture* pada FRC dapat mempengaruhi kekuatan mekanis FRC. *Stranded fiber* dan *braided fiber* merupakan salah satu sediaan yang sering digunakan dalam praktek kedokteran gigi, keduanya mempunyai perbedaan dari sisi arsitekturnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik antara *stranded fiber* dengan *braided fiber* pada FRC jenis UHMWPE. Penelitian ini menggunakan 8 buah sampel yang dibagi menjadi 2 kelompok. Sampel pada setiap kelompok merupakan FRC jenis UHMWPE dengan 2 buah fiber yang berbeda yaitu *braided fiber* (Construct TM, Kerr, USA) dan *stranded fiber* (Biodental TM, Australia). Bentuk cetakan sampel sesuai ASTM 638M berukuran 20x10x2mm. Kekuatan tarik diukur dengan menggunakan universal testing machine. Data kekuatan tarik kemudian diuji menggunakan independent t-test. Hasil penelitian menunjukkan rerata kekuatan tarik *stranded fiber* dan *braided fiber* yaitu sebesar $35,65 \pm 2,538$ MPa dan $49,43 \pm 2,953$ MPa. Hasil uji independent t-test menunjukkan terdapat perbedaan kekuatan tarik yang bermakna antara *stranded fiber* dan *braided fiber* ($p < 0,05$). Kesimpulan penelitian adalah terdapat kekuatan tarik *stranded fiber* lebih tinggi dibanding dengan *braided fiber* pada FRC jenis UHMWPE.

Kata kunci: FRC, UHMWPE, arsitek fiber, kekuatan tarik

Abstract

Fiber reinforced composite (FRC) is a material that has at least two components were matrix and fiber. Difference of fiber architecture on the FRC may affect the mechanical strength of FRC. Stranded and braided fiber fiber is one of materials that are commonly used in dentistry, both have differences from the sides of the fiber arcitecture. This research aims to know the comparative tensile strength between fiber stranded with braided fiber on FRC type of UHMWPE. This research uses 8 samples were divided into 2 groups. The types of UHMWPE fiber with braided fiber (Construct TM, Kerr, USA) and stranded fiber (Biodental TM, Australia). The sample is 20x10x2mm according ASTM 638M. Tensile strength is measured by using a universal testing machine. Tensile strength data then tested using the indepedent t-test. The results showed the tensile strength fiber and fiber braided stranded i.e. of 35.65 ± 2.538 MPa and 49.43 ± 2.953 MPa. Independent t-test results test shows there is difference significantly in tensile strength between fiber and fiber braided stranded ($p < 0.05$). The conclusion of the research was there stranded fiber tensile strength higher than with braided fiber on FRC type of UHMWPE.

Keywords: FRC, UHMWPE fiber, architect, tensile strength

Pendahuluan

Pasien dengan kegoyahan gigi merupakan masalah yang sering ditemui dalam praktek kedokteran gigi.¹ Salah satu perawatan untuk mengatasi kegoyahan gigi adalah dengan periodontal splinting menggunakan fiber reinforced composite (FRC).² Fiber reinforced composite dalam istilah kedokteran gigi merupakan material yang mempunyai minimal 2 buah komponen yaitu fiber yang dikelilingi oleh matriks berupa resin.³ Matriks yang sering digunakan pada FRC untuk aplikasi periodontal splinting adalah flowable composite.⁴

Fiber yang sering digunakan pada praktek kedokteran gigi adalah fiber jenis polyethylene yaitu ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE).⁵ Kekuatan mekanis FRC tergantung pada kualitas fiber kekuatan ikatan antara fiber dengan resin komposit, ketebalan fiber, dan fiber architecture. Perbedaan karakteristik fiber architecture

dapat mempengaruhi kekuatan mekanis FRC. Kontinuitas dan orientasi merupakan faktor yang mempengaruhi karakteristik fiber architecture.⁶ Fiber dapat dibagi menjadi 2 berupa fiber continuous (long fibers) dan discontinuous (short fibers).^{3,6} Fiber jenis UHMWPE merupakan continuous fiber yang dapat berupa unidirectional, bidirectional dan multidirectional.^{5,6} Sediaan fiber UHMWPE yang sering digunakan pada praktek kedokteran gigi adalah stranded fiber dan braided fiber.⁷

Stranded fiber adalah fiber berbentuk untaian benang yang merupakan unidirectional fiber atau fiber dengan satu arah yaitu longitudinal.⁶ Fiber tersebut mempunyai kekuatan mekanis dan modulus yang tinggi pada arah longitudinal, tetapi rendah pada arah transversal.⁸ Stranded fiber merupakan susunan fiber yang masing-masing sejajar dengan sumbu x yang merupakan aksis fiber.⁶ Braided fiber yang digunakan adalah biaxial braided yaitu

2 buah untaian benang fiber berbentuk ayaman. Braided fiber merupakan anyaman 2 buah untaian benang dengan sudut masing-masing benang terhadap aksis adalah $+0$ dan -0 . Sudut yang dibentuk antara $+0$ dan -0 disebut braid angle adalah $15-75^{\circ}$. Perbedaan braid angle dapat mempengaruhi kekuatan dari FRC.⁹

Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang dapat diterima oleh suatu bahan dalam bentuk tarikan hingga terjadi fraktur.¹⁰ Alat untuk menguji kekuatan tarik adalah universal testing machine. Universal testing machine juga dikenal sebagai penguji universal, digunakan untuk menguji tegangan tarik, tekan dan kekuatan fleksural material.¹¹

Material dan metode

Sampel dibuat dengan cetakan split mould akrilik sesuai dengan standar ASTM 638M berukuran $20 \times 10 \times 2$ mm dengan area uji $10 \times 3 \times 2$ mm.¹² Sampel berjumlah 8 buah dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama merupakan FRC dengan stranded fiber (BIODENTAL TM, Australia), sedangkan kelompok 2 merupakan FRC dengan braided fiber (CONSTRUCT TM, KERR, USA). Matriks yang digunakan adalah flowable composite (Master Flow, BIODINAMICA TM, Brazil). Sampel dipolimerisasi menggunakan light curing unit (Woodpecker, China) selama 20 detik dengan jarak penyinaran 1 pita celluloid, kemudian sampel diambil dari cetakan dan dibersihkan eksese-eksesnya menggunakan amplas halus. Setelah itu, sampel direndam dalam conical tube berisi akuades, dan disimpan dalam incubator dengan suhu $37 \pm 1^{\circ}$ C selama 24 jam.⁵

Pengukuran kekuatan tarik menggunakan universal testing machine dengan kecepatan 1 mm/ menit sampai terjadi fraktur.¹³ Gaya maksimal sebelum benda patah (P) dapat dilihat pada layar universal testing machine dalam satuan Newton (N). Nilai P yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam rumus kekuatan tarik sehingga didapatkan nilai kekuatan tarik dengan satuan MPa.¹⁰ Data yang diperoleh

kemudian di uji menggunakan independent t-test untuk mengetahui beda rerata 2 buah kelompok sampel.

Hasil

Rerata kekuatan tarik FRC jenis UHMWPE (MPa) jenis stranded fiber sebesar $35,65 \pm 2,538$ MPa dan braided fiber $49,43 \pm 2,953$ MPa. Hasil rerata ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik braided fiber lebih tinggi dibandingkan dengan stranded fiber. Uji statistik menggunakan independent t-test menunjukkan hasil $t = 7,081$ dengan signifikansi $< 0,05$ sehingga disimpulkan kekuatan tarik antara stranded fiber dan braided fiber pada FRC jenis UHMWPE berbeda secara signifikan.

Pembahasan

Telah dilakukan penelitian mengenai perbandingan kekuatan tarik antara stranded fiber dan braided fiber pada FRC jenis UHMWPE. Rerata kekuatan tarik menunjukkan kecenderungan braided fiber lebih tinggi dibandingkan dengan stranded fiber dan dibuktikan dengan hasil uji t-test yang menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil yang didapatkan sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan kekuatan tarik antara stranded fiber dengan braided fiber pada FRC jenis UHMWPE. Stranded fiber dan braided fiber adalah dua jenis fiber yang berbeda dari segi arsitekturnya. Stranded fiber adalah fiber yang disusun satu arah sedangkan braided fiber adalah fiber yang disusun 2 arah terhadap aksis⁷⁾. Sudut antar benang yang terdapat pada braided fiber dapat menyebabkan perbedaan resultan gaya dengan stranded fiber yang tidak mempunyai sudut antar benang. Resultan gaya akan semakin besar apabila sudut yang dibentuk oleh kedua gaya semakin kecil.¹⁴

Pada stranded fiber posisi fiber tidak membentuk sudut sehingga dapat dikatakan bahwa sudut yang terbentuk antar benang 0° sedangkan braided fiber mempunyai sudut yang berkisar antara $15^{\circ}-75^{\circ}$. Sudut

0° pada stranded fiber membuat resultan gaya yang diteruskan oleh fiber lebih besar dibandingkan dengan braided fiber.¹⁴ Braided fiber mempunyai mechanical interlocking antar benang dan berbentuk continuous.¹⁵ Ukuran volumetrik stranded fiber lebih kecil dibandingkan dengan braided fiber pada ukuran sampel yang sama.⁶

Keadaan tersebut menyebabkan braided fiber mempunyai sifat yaitu dapat mendistribusikan beban ke seluruh struktur lebih kecil daripada fiber yang tidak dianyam. Saat braided fiber menerima beban, fiber tersebut akan mengabsorpsi tekanan lebih besar daripada fiber yang tidak dianyam.¹⁵ Distribusi kekuatan ke seluruh permukaan fiber pada saat fiber menerima beban dapat menahan terjadinya crack lebih besar daripada fiber yang tidak dianyam. Persimpangan anyaman serabut yang saling tumpang tindih dapat menjadi hambatan pada perambatan retakan dan dapat berfungsi sebagai *crack arrestor*.⁸ Karakteristik *fiber architecture* yang mempengaruhi sifat mekanis dari FRC adalah kontinuitas, orientasi, naik turunnya fiber dalam suatu anyaman (*fiber crimping*) dan *fiber interlocking*.⁶

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perbandingan kekuatan tarik antara stranded fiber dengan braided fiber pada FRC jenis UHMWPE, dapat disimpulkan bahwa: 1. Terdapat perbedaan kekuatan tarik antara stranded fiber dengan braided fiber ($p < 0,05$); 2. Braided fiber mempunyai kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan stranded fiber.

Daftar pustaka

1. Wolf HF, Rateitschak KH, Hassel TM. Color Atlas of Dental Medicine Periodontology, 3rd ed, Thieme, Germany, 2005. h. 471-8.
2. Stassler HE. Fiber Reinforcing Materials for Dental Resins, Inside Dentistry., 2008;4(5).
3. Freilich MA, Meiers JC, Goldberg AJ. Fiber Reinforced Composites in Clinical Dentistry. Quintessence Publishing, Chichago, 2000. h. 17.
4. Suwandi T. Perawatan Awal Penutupan Diastema Gigi Goyang pada Penderita Periodontitis Kronis Dewasa, J. PDGI , 2008;53(3):105-9.
5. Mozharta 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
6. Mallick PK. Fiber-reinforced Composite: Materials, Manufacturing, and Design, Edisi ke-3, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 2007. h. 32-65
7. Kharbari VM, Stassler H. Effect of Fiber Architecture on Flexural Characteristics and Fracture of Fiber Reinforced Dental Composites, Dental Material 2007;23:960-68.
8. Kharbari VM, Wang Q. Influence of Triaxial Braid Denier on Ribbo- Based Fiber Reinforced Dental Composites, Dental Material, 2007;23:969-76.
9. Air Traffic Organization. Characterization and Structural Behavior of Braided Composites, US Departement of Transportation, 2009. h. 1-2.
10. Combe EC. Sari Dental Material (terj.). Balai Pustaka, Jakarta, 1992. h. 52-4
11. Irawan AP, Soemardi TP, Widjajalaksmi K, Reksoprodjo AHS. Tensile and Flexural Strength of Ramie Fiber Reinforced Epoxy Composites for Socket Prosthesis Application, IJMME 2010;6(1):46-50.
12. ASTM D 638. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic. American Society for Testing Materials, Phladelphia, PA 2002. h. 48-9.
13. ASM. Tensile Testing, ASM International, USA 2004. h. 66-9.
14. Abdullah M. IPA Fisika SMP dan Mts Jilid 2, Esis. 2004. h. 4-8
15. Anonim. Braid Basic. www.braider.com/braid-basics/ diakses pada tanggal 03 Mei 2013.