

PERBEDAAN KEKUATAN FLEKSURAL *FIBER REINFORCED COMPOSITE* DENGAN STRUKTUR *LENO WEAVE* DAN *LONG LONGITUDINAL POLYETHYLENE* PADA GIGI TIRUAN CEKAT ADHESIF

Dewi Yanti*; Heriyanti Amalia K.**; Erwan Sugiarno M.S.**

* Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis, Program Studi Prostodonsia

ABSTRAK

Fiber reinforced composite (FRC) adalah bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan gigi tiruan cekat adhesif, bahan ini merupakan bahan dasar resin yang diperkuat oleh substruktur *fiber* yang bertujuan untuk meningkatkan sifat mekaniknya. *Fiber reinforced* dari *FRC* terdiri dari bermacam-macam struktur serat, perbedaan struktur serat dapat mempengaruhi kekuatan mekanis. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kekuatan fleksural antara *fiber reinforced composite* dengan struktur *leno weave polyethylene* dan *fiber reinforced composite* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*.

Penelitian menggunakan 20 subjek penelitian plat *FRC* dengan ukuran 2 x 2 x 25 cm yang dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok I, *fiber leno weave polyethylene*. Kelompok II, *fiber long longitudinal polyethylene*. Keduanya dilapisi resin komposit *flowable* pada bagian dasar dan atas *fiber* dengan tinggi masing-masing 0,5 mm kemudian disinari 40 detik. Bagian atas resin komposit *flowable* kemudian diberi resin komposit konvensional sampai setinggi mold dan disinari 40 detik. Kemudian subjek penelitian dilakukan uji kekuatan fleksural dengan *universal testing machine*.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kekuatan fleksural *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* dan *FRC* dengan struktur *long longitudinal polyethylene* ($P < 0.05$) dan kekuatan fleksural pada kelompok *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi dari *FRC* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*. Kesimpulan: kekuatan fleksural *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi dan berbeda secara bermakna.

Kata kunci: gigi tiruan cekat adhesif, *fiber reinforced composite*, *leno weave polyethylene*, *long longitudinal polyethylene*, kekuatan fleksural.

ABSTRACT

Fiber reinforced composite (FRC) is a material that can be used for fixed partial bridge, this material is a resin base material reinforced by fiber substructure which aims to improve its mechanical properties. *Fiber reinforced* from *FRC* consists of a variety of fiber structure, differences in fiber structure can affect the mechanical strength. The purpose of this research was to evaluate the difference between the flexural strength of *fiber reinforced composite* with *leno weave polyethylene* and *fiber reinforced composite* with *long longitudinal structure polyethylene*.

The study used 20 subjects *FRC* plate with a size of 2 x 2 x 25 cm which is divided into 2 groups. Group I, *leno weave polyethylene fiber*. Group II, *long longitudinal polyethylene fiber*. Both are coated with *flowable composite resin* on the bottom and top layer *fiber* with a high 0.5 mm each and then cured 40 seconds. The top of the *flowable composite resin* is then given a conventional composite resin to mold and then cured 40 seconds. Then the subjects was treated the test flexural strength with a *universal testing machine*.

From the results showed that there are significant differences between the flexural strength of *FRC* with *leno weave polyethylene* and *FRC* with *long longitudinal polyethylene* ($P < 0.05$) and flexural strength of *FRC* in the group with *leno weave polyethylene* structure is higher than *FRC* with *long longitudinal polyethylene* structure. Conclusion: Flexural strength of *FRC* with *leno weave polyethylene* were higher and significantly different.

Key words: Fixed partial bridge, *fiber reinforced composite*, *leno weave polyethylene*, *long longitudinal polyethylene*, flexural strength

PENDAHULUAN

Pembuatan gigi tiruan cekat konvensional dengan preparasi seluruh permukaan gigi secara luas telah digunakan untuk merestorasi gigi yang rusak. Salah satu kerugian yang signifikan dari gigi tiruan cekat konvensional berbahan *ceramic* adalah banyaknya gigi penyangga yang dipreparasi¹. Gigi tiruan cekat adhesif telah menunjukkan sebagai salah satu perawatan dengan preparasi gigi yang minimal untuk menggantikan satu gigi yang hilang, dengan atau gigi penyangga sebelahnya masih sehat².

Pada tiga dekade terakhir, ketertarikan gigi tiruan cekat adhesif dengan *partial coverage retainer* seperti mahkota sebagian, *inlay* dan *onlay* meningkat oleh karena protesa ini merupakan pilihan yang lebih konservatif apabila membutuhkan pengurangan gigi yang minimal, mempertahankan gigi yang sehat dan integritas jaringan periodontal. Protesa ini juga dapat dipilih untuk pasien muda dengan jaringan pulpa yang besar, sebagai alasan kesehatan pulpa dan periodontal serta struktur gigi ketika dilakukan pengurangan struktur gigi dalam jumlah banyak memberikan masalah. Gigi tiruan cekat adhesif tipe *inlay-retained* secara umum dapat menggunakan *porcelain fused to metal*, *all porcelain*, dan *fiber reinforced composite (FRC)*³.

Gigi tiruan cekat *FRC* menggunakan teknik *etsa asam* dengan ikatan resin yang disementasi pada email gigi⁴. *FRC* merupakan salah satu jenis bahan yang menggunakan *fiber* untuk memperkuat resin komposit. Resin komposit tidak mempunyai sifat fisik yang memadai untuk digunakan sebagai jembatan gigi tiruan cekat tanpa beberapa penguat substruktur. Resin yang mengandung anyaman *fiber* dapat digunakan untuk struktur dengan jarak antar penyangga yang pendek⁵.

Efektivitas *FRC* tergantung dari beberapa variabel, termasuk resin yang digunakan, kandungan resin dalam *fiber*, perlekatan *fiber* dengan matriks, kuantitas *fiber* dalam *matriks resin*, panjang *fiber*, bentuk *fiber*, dan orientasi (arah) *fiber*⁶.

Produk *fiber reinforced* menurut penggunaannya dapat diklasifikasikan menjadi anyaman *fiber* yang mengandung resin dari pabrik atau anyaman *fiber* yang perlu diberi resin oleh dokter gigi⁷. Klasifikasi *Fiber reinforced* menurut

tipe terdiri dari: *fiber glass*, *fiber karbon*, *fiber kevlar*, *fiber vectran*, *fiber polyethylene*⁸. *FRC* mempunyai berbagai struktur serat yaitu *unidirectional*, *braided* dan *woven (bidirectional)*⁷. *Fiber long longitudinal polyethylene* merupakan salah satu jenis *fiber unidirectional* yang ini berwarna putih, tinggi kristalisasi, memberi sifat mekanik yang tinggi⁹. *Fiber leno weave polyethylene* merupakan salah satu *fiber bidirectional* yang mempunyai pola mata rantai silang yang istimewa, benang jahitan yang mengunci yang mana meningkatkan ketahanan, stabilisasi, dan kekuatan geser antar serat¹⁰.

Perbedaan struktur serat *fiber* lebih mempengaruhi kekuatan fleksural dibandingkan pada perbedaan tipe *fiber*¹¹. Uji kekuatan fleksural secara menyeluruh masih melaporkan sifat mekanis dan hasil tesnya berguna dalam pengembangan dan pemilihan bahan baru untuk penggunaan klinis dan perbandingan produk-produk⁷.

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan suatu permasalahan apakah ada perbedaan kekuatan fleksural pada *FRC* struktur *leno weave* dengan *long longitudinal polyethylene* pada gigi tiruan cekat adhesif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan fleksural antara *FRC* dengan struktur *leno weave* dan *long longitudinal polyethylene* pada gigi tiruan cekat adhesif.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbedaan kekuatan fleksural antara *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* dan *long longitudinal polyethylene*, sehingga dapat dipertimbangkan penggunaan *FRC* dalam gigi tiruan cekat adhesif dan untuk menambah pengetahuan tentang *FRC* sebagai bahan alternatif yang mempunyai kekuatan yang cukup pada pembuatan *GTC*.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian berupa batang *FRC* dengan diberi *fiber reinforced* yang berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran 2 X 2 X 25 mm. Subjek penelitian yang digunakan berjumlah 20 buah yang dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok I dengan pemberian *fiber leno weave polyethylene* sedangkan kelompok II dengan pemberian *fiber long longitudinal polyethylene*.

Sebelum dibuat Subjek penelitian berupa batang *FRC* dilakukan pembuatan

cetakan batang uji *FRC* (2 x 2 x 25) mm. Pertama, model cetakan dibuat dengan menggunakan malam merah berbentuk empat persegi panjang dengan panjang 25 mm, lebar 2 mm, dan tebal 2 mm kemudian model malam diletakkan memanjang pada *glass slide* lalu dicetak dengan *polysiloxane mold* yang menutupi semua sisi. Setelah *polysiloxane mold* keras, model malam dikeluarkan.

Setelah cetakan untuk membuat batang uji *FRC* jadi, dilakukan pembuatan batang uji *FRC* dengan ditambahkan *fiber reinforced* bentuk *leno weave* dan *long longitudinal polyethylene*. Pertama pada dasar cetakan *polysiloxane mold* diberi selapis resin komposit *flowable* ± 0,5 mm kemudian *fiber* yang telah dipotong sesuai ukuran dibasahi dengan *bonding agent* menggunakan *microbrush* dengan tiga kali ulasan tiap sisi. *Fiber* yang telah dibasahi kemudian diletakkan diatas resin komposit tersebut. Setelah itu diberikan kembali resin komposit *flowable* diatas *fiber* sampai menutupi seluruh *fiber* dengan tinggi ± 0,5 mm, kemudian disinari selama 40 detik dengan jarak 20 mm. Bagian atasnya kemudian diaplikasi dengan resin komposit konvensional dan sampai setinggi mold kemudian ditutup dengan *glass slide* dan diikat dengan *rubber band* lalu di sinar selama 40 detik dengan jarak 20 mm. Setelah itu plat *FRC* diukur dengan jangka sorong kemudian dipoles dengan *polishing disc*.

Subjek penelitian diberi perlakuan uji kekuatan flexural dengan three-point bending test dan dikerjakan dengan alat *universal testing machine*. Uji ini dilakukan dengan meletakkan subjek penelitian pada papan penyangga dengan jarak tumpuan 2 titik sejauh 20 mm (l), kemudian sampel dibebani tepat ditengahnya sampai fraktur. Setelah dilakukan perusakan, pada layar monitor akan menunjukkan suatu angka (P) yang merupakan beban maksimal yang dapat diterima oleh *FRC* sebelum fraktur. Selanjutnya data pengukuran yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus (σ) yang digunakan untuk menghitung nilai kekuatan flexural setiap sampel *FRC* sehingga diperoleh kekuatan flexural dalam Mpa:

$$\sigma = \frac{3Pl}{2bd^2}$$

Keterangan σ = kekuatan flexural (Mpa/ Megapascal); l = jarak antar-tumpuan (mm); b = lebar contoh bahan (mm); d = kedalaman atau ketebalan contoh bahan (mm); P = beban maksimal saat kurva defleksi berada di titik tertinggi(N).

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian kekuatan flexural kemudian dilakukan analisis statistik. Analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara kekuatan flexural *FRC* dengan struktur *leno weave* dan *long longitudinal polyethylene* pada gigi tiruan cekat *adhesive* adalah metode t-test.

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan penelitian terhadap kekuatan flexural dari plat *fiber reinforced composite* dengan *universal testing machine*, didapatkan hasil rerata kekuatan flexural. Dari nilai rerata kekuatan flexural subjek penelitian menunjukkan rerata *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* adalah 226.014 MPa, sedangkan pada plat *fiber reinforced composite* dengan struktur *long longitudinal polyethylene* adalah 178.613 Mpa. Hal ini menunjukkan kekuatan flexural kelompok *fiber reinforced composite* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok *Fiber-Reinforced Composite* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*. Hasil rerata kekuatan flexural dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata dan *Standart deviasi* kekuatan flexural (Mpa) plat *FRC* dengan struktur *long longitudinal polyethylene* dan *leno weave polyethylene*

Kelompok	N	Rerata	Standart Deviasi
1	10	178.613	±16.632
2	10	226.014	±18.997

Keterangan :Kelompok 1 = *FRC* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*; Kelompok 2 = *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene*; N = Jumlah subjek penelitian; Rerata = Rerata kekuatan flexural (MPa).

Sebelum dilakukan uji t, dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji Saphiro-Wilk untuk menguji distribusi data. Hasil uji normalitas kekuatan fleksural pada kelompok 1 dan kelompok 2 adalah p 0,348 dan p 0,844 atau $p > 0,05$, menunjukkan data terdistribusi normal, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Kekuatan fleksural plat FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene* dan *leno weave polyethylene*

Kelompok	N	Uji Saphiro-Wilk	
		P	
1	10	0,348	
2	10	0,844	

Keterangan : Kelompok 1 = FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene*; Kelompok 2 = FRC dengan struktur *leno weave polyethylene*; N = jumlah subjek penelitian; p = signifikansi

Selanjutnya dilakukan *independent* subjek penelitian *t-test* untuk mengetahui kemaknaan perbedaan kekuatan fleksural antara kedua kelompok dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Hasil statistik untuk kekuatan fleksural dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang bermakna pada kekuatan fleksural antara plat FRC dengan struktur *leno weave polyethylene* dengan FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene* ($p < 0,05$). Perbedaan yang bermakna dapat dilihat juga dengan nilai t hitung yang lebih besar dari t tabel, yaitu t hitung 5.937 > t tabel 2.1009.

Tabel 3. Hasil Statistik Uji T Kekuatan fleksural plat FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene* dan *leno weave polyethylene*

Kelompok	Df	Taraf nyata $\alpha = 0,05$		P
		t hitung	t tabel	
1	1	5.9	2.1	0.0
2	8	37	009	00*

Keterangan : Kelompok 1 = FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene*; Kelompok 2 = FRC dengan struktur *leno weave polyethylene*; df = derajat bebas; α = taraf kepercayaan; t hitung = hasil pengujian uji t subjek penelitian; t tabel = nilai t pada tabel; p = Probabilitas; * = perbedaan yang signifikan

PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada kekuatan fleksural menunjukkan kekuatan fleksural kelompok FRC dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok FRC dengan struktur *long longitudinal polyethylene*. Hal ini dapat terjadi karena *fiber leno weave polyethylene* mempunyai pola mata rantai silang yang istimewa dan benang jahitan yang mengunci sehingga dapat meningkatkan ketahanan, stabilisasi, dan kekuatan geser antar serat untuk menghindari dari keretakan. Desain jahitan yang mengunci tersebut juga efektif menghantarkan tekanan sepanjang anyaman *fiber* tanpa tekanan dihantar kembali menuju resin. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan bahwa penggunaan *fiber bidirectional* dapat memperkuat struktur FRC untuk menahan gaya yang tegak lurus dibandingkan kerangka *fiber unidirectional*¹². Penguat *fiber* dapat berbentuk *unidirectional (rovings)*, *bidirectional (woven)* dan *continuous random-oriented (mat)*¹³.

FRC dengan struktur *unidirectional* menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan FRC yang menggunakan struktur *bidirectional* pada uji kekuatan fleksural tiga titik. Hal ini dikarenakan serat *fiber unidirectional* mengarah hanya pada satu arah maka disebut juga *krechel factor 1* atau kekuatannya maksimal, sedangkan *fiber bidirectional* seratnya mengarah pada dua arah, disebut *krechel factor 0,5* atau kekuatan berkurang 50% karena tiap masing-masing arah serat mempunyai kekuatan 50%¹⁴. *Fiber unidirectional* akan memberikan kekuatan secara efektif pada komposit apabila diberi tekanan sejajar atau paralel terhadap sumbu serat, tetapi jika serat *fiber unidirectional* diberi tekanan tegak lurus terhadap sumbu serat, kekuatan yang dijabarkan oleh Krenchel tidak berlaku¹.

Kekuatan fleksural *fiber reinforced composite* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi juga dapat terjadi oleh karena proses *wetting fiber leno weave polyethylene* dengan *bonding* lebih baik dibandingkan dengan *fiber long longitudinal polyethylene*. Pada saat *fiber leno weave polyethylene* dibasahi oleh *bonding agent*, *fiber leno weave polyeth-*

ylene menjadi lebih kaku dan terjadi perubahan warna sedangkan pada *fiber long longitudinal polyethylene* tidak tampak adanya perbedaan. Hal ini terjadi oleh karena pada *fiber leno weave polyethylene* dilakukan proses *glass plasma* yang dapat membantu meningkatkan proses wetting. Proses *wetting* dengan *bonding* membantu memberi ikatan antara fiber dengan resin komposit¹⁵. Proses perlekatan resin yang baik akan menghasilkan distribusi tekanan dari matriks resin ke *fiber*, apabila distribusi tekanan baik maka sifat mekanis meningkat¹⁶. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikatakan bahwa perlekatan *fiber* dengan matriks resin mempengaruhi sifat mekanik¹⁷. Pada saat membasahi penguat *fiber* dianjurkan menggunakan *bonding* generasi empat atau enam dikarenakan sistem *bonding* ini mengandung komponen seperti asam untuk mengets dentin dan *solvent* yang merusak ikatan antara resin dan *fiber*¹⁸.

Hasil statistik menunjukkan perbedaan yang bermakna pada kekuatan fleksural antara kelompok *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* dan kelompok *FRC* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*. Hal ini dapat terjadi oleh karena distribusi tekanan pada *FRC* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih merata dibandingkan dengan struktur *long longitudinal polyethylene*. Apabila distribusi tekanan lebih merata maka fraktur tidak mudah terjadi, sehingga distribusi tekanan memberi pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan fleksural *FRC*. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa struktur serat *fiber* secara signifikan mempengaruhi *stress value* (besar tekanan) dan distribusi tekanan dan harus menjadi pertimbangan ketika menempatkan *fiber reinforced* sebagai bahan restorasi. Distribusi tekanan pada *fiber* dengan struktur *unidirectional* lebih tidak merata. *Fiber* dengan struktur *leno weave*, daerah tekanan yang tinggi berkurang dan daerah tekanan yang rendah meningkat ketika dibandingkan dengan *fiber* dengan struktur *unidirectional*, hal ini terjadi karena pendistribusian tekanan lebih merata¹⁹.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan:

1. Terdapat perbedaan kekuatan fleksural antara *fiber reinforced composite* dengan struktur *long longitudinal polyethylene* deng-

an *fiber reinforced composite* dengan struktur *leno weave polyethylene*.

2. Kekuatan fleksural kelompok *fiber reinforced composite* dengan struktur *leno weave polyethylene* lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok *fiber reinforced composite* dengan struktur *long longitudinal polyethylene*.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan kekuatan tekan, tarik dan geser pada kedua struktur *fiber reinforced composite* yang diaplikasi pada gigi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Xie QF, Lassila LVJ, & Vallitu PK: Comparison of Load-Bearing Capacity of Direct Resin-Bonded Fiber-Reinforced Composite Fpds with Four Framework Designs, *Journal of Dentistry*, 2007; 35(7): 578-582.
2. Moschen I, Berger P, Falk M, Horl R, Horle M, & Gausch K: Comparisioan of Resin-Bonded Prosthesis Groove Parallelism With The Use of Four Tooth, Preparation Methods, *J Prosthet Dent*, 1999; 82:398-409.
3. Kilcarslan MA, Kedici PS, Kucukesman HC, & Uludag BC: In Vitro Fracture Resistance of Posterior Metal-Ceramic and All-Ceramic Inlay-Retained Resin-Bonded Fixed Partial Dentures, *J Prosthet Dent*, 2004; 92(4):365-70.
4. Vallitu PK: Resin Bonded , Glass Fibre Reinforced Composite Fixed Partial Denture, *Eur J Prosthodontic Rest Dent*, 2000; 9: 35-38.
5. Van Noort R: *Introduction to Dental Materials*, Mosby, St. Louis, 2007; 89-121.
6. Garoushi S, Vallittu PK, Watts DC, & Lassila LVJ: Polymerization shrinkage of experimental Short Glass Fiber Reinforced Composite with Semi – Inter Penetrating Polymer Network Matriks, *Dental Material*, 2008; 24: 211-215.
7. Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, & Goldberg AJ: *Fiber – Reinforced Composites*, Quintessence Publishing Co, Illinois, 2000; 1-21.
8. Tuloglu N, Bayrak S, & Tunc ES: Different Clinical Applications of Bondable Reinforcement Ribbond in Pediatric Dentistry, *European Journal of Dentistry*, 2009; 3: 329-334.
9. Freedmann G: Infibra Ribbon System Global Dental Products, *Dentistry Today*, 2009; 28(2) : 84.
10. Karbhari VM, & Strassler H: Effect of Fiber Architecture on Flexural Characteristics and Fracture of Fiber – Reinforced Dental Composites, *Dental Material*, 2007; 23: 960-

- 968.
11. Van Heumena CCM, Kreulena CM, Bronkhorstlo EM, Lesaffrec E, & Creugersa NHJ: Fiber-Reinforced Dental Composites in Beam Testing, *Dental Material*, 2008; 24(11): 1435-1443.
 12. Shi L, & Fok ASL: Structural Optimization of The Fibre-Reinforced Composite Substructure in a Three-Unit Dental Bridge, *Dental Material*, 2009; 25(6): 791-801.
 13. Shuman IE: Replacement of a Tooth with a Fiber-Reinforced Direct Bonded Restoration, *Gen. Dent*, 2000; 48(3): 314-318.
 14. Dyer SR, Lassila LVJ, Jokinen M, & Vallittu PK: Effect of Fiber Position and Orientation on Fracture Load of Fiber-Reinforced Composite, *Dental Material*, 2004; 20(10): 947-955.
 15. Curtis RV, & Watson TF: Fiber-Reinforced for Dental Applications, *Dental Biomaterial Imaging, Testing dan Modelling*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, 2008; 9: 239-255.
 16. Miettinen VM, & Vallittu PK: Water Sorption and Solubility of Glass Fiber-Reinforced Denture Polymethyl-Methacrylate Resin, *Journal Prosthetic Dentistry*, 1997; 77: 531-534.
 17. Al-Darwish M, Hurley RK, & Drummond JL: Flexure Strength Evaluation of a Laboratory-Processed Fiber-Reinforced Composite Resin, *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2007; 97(2): 266-270.
 18. Ganesh M, & Tandon S: Versatility of Ribbond in Contemporary Dental Practice, *Trends Biomater. Artif. Organs*, 2006; 20(1): 53-58.
 19. Belli S, & Eskitascioglu G: Biomechanical Properties and Clinical Use of a Polyethylene Fibre Post-Core Material, *International Dentistry South Africa*, 2006; 8(3): 20-26.