

**NASKAH PUBLIKASI**

**PENGARUH POSISI *FIBER POLYETHYLENE* PADA ZONA  
*TENSION* DAN MIKROPOROSITAS TERHADAP  
KEKUATAN FLEKSURAL FRC (*FLOWABLE  
RESIN COMPOSITE*)**



**Disusun oleh :**

**Cindy Firlencia**

**20140340002**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2018**

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF POLYETHYLENE FIBER POSITION IN THE TENSION ZONE AND THE MICROPOROSITY ON THE FLEXURAL STRENGTH OF FRC (FLOWABLE RESIN COMPOSITE)**

**Cindy Firslenia<sup>1</sup>, Widyapramana Dwi Atmaja<sup>2</sup>**

*A Student of Dentistry Program Faculty of Medicine and Health Sciences  
Muhammadiyah University of Yogyakarta<sup>1</sup>*

*A Lecturer of Dentistry Program Faculty of Medicine and Health Sciences  
Muhammadiyah University of Yogyakarta<sup>2</sup>*

*E-mail: [cindcia27@gmail.com](mailto:cindcia27@gmail.com)*

**Background of the Study:** Fiber reinforced composite is a material composed of a polymer resin matrix strengthened by fine thin fibers that are formed as high-strength fibers, easy to bind, biocompatible, have a good aesthetic, colorless and can be attached to the resin structure. The addition of fiber aims to increase the strength of resin composite.

**Research Objective:** This research aims to find out the effects of polyethylene fiber position in the tension zone and the microporosity on the flexural strength of FRC using flowable resin composite.

**Research Methodology:** This is a laboratory experimental research. The materials of the research were polyethylene fiber with a width of 2mm (construct, Kerr, USA), flowable composite resin (Filtek Z350 XT 3M ESPE, USA), silane (Vitique, Germany), and artificial saliva. The sample in this research was FRC rod with size of 25x2x2 mm in one group of fiber position that was at the tension position with total sample size of 4. FRC samples were tested using a Scanning Electron Microscope (SEM) to observe microporosity ( $\text{mm}^2$ ) and a Universal Testing Machine to determine the flexural strength. One Way Anova and LSD ( $P < 0,05$ ) test were used to analyze the data.

**Research Finding:** The statistical test of One Way Anova obtains  $p$  value = 0,002 where  $p < 0,05$ . Thus, there is an effect of polyethylene fiber position in the tension zone and in the microporosity on the FRC flexural strength using flowable resin composite. Sample 4 shows the result of microporosity value of 0,0077  $\text{mm}^2$  with the biggest flexural strength value is 111,46 Mpa. The mean of the microporosity value of the four samples is 0.7569  $\text{mm}^2$  and the mean of the flexural strength is 85.73 MPa.

**Conclusion:** Polyethylene fiber position in the tension zone and in the microporosity affects the FRC flexural strength using flowable resin composite.

**Key words:** Fiber reinforced composite, fiber polyethylene, microporosity, flexural strength

## INTISARI

### PENGARUH POSISI *FIBER POLYETHYLENE* PADA ZONA *TENSION* DAN MIKROPOROSITAS TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL FRC (*FLOWABLE RESIN COMPOSITE*)

Cindy Firslenia<sup>1</sup>, Widyapramana Dwi Atmaja<sup>2</sup>

Mahasiswa Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta<sup>1</sup>

Dosen Program Studi Kedokteran Gigi Faku

Itas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta<sup>2</sup>

*E-mail:* [cindcia27@gmail.com](mailto:cindcia27@gmail.com)

**Latar Belakang:** *Fiber reinforced composite* merupakan material yang tersusun oleh matriks resin polimer yang diperkuat oleh fiber tipis halus yang terbentuk serat berkekuatan tinggi, mudah berikatan, biokompatibel, mempunyai estetis baik, tidak berwarna dan dapat melekat pada struktur resin. Penambahan *fiber* bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dari resin komposit.

**Tujuan Penelitian:** Untuk mengetahui pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap hubungan kekuatan fleksural FRC menggunakan *flowable resin composite*.

**Metode Penelitian:** Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental murni laboratoris. Bahan penelitian menggunakan *fiber polyethylene* (Construct, Kerr, USA) lebar 2mm, resin komposit *flowable* (Filtek Z350 XT 3M ESPE, USA), *silane* (Vitique, Germany), dan saliva buatan. Sampel dalam penelitian ini adalah batang *polyethylene fiber reinforced composite* (FRC) dengan ukuran 25 x 2 x 2 mm dalam satu kelompok posisi fiber yaitu pada posisi *tension* dengan jumlah total sampel adalah 4 sampel. Sampel FRC diuji dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati mikroporositas (mm<sup>2</sup>) dan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mengetahui kekuatan fleksural (Mpa). Analisis data menggunakan uji *One Way Anova* dan LSD ( $p < 0,05$ ).

**Hasil Penelitian:** Dari hasil uji statistik *One Way Anova* diperoleh nilai  $p = 0,002$ , dimana  $p < 0,05$  sehingga terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC menggunakan *flowable resin composite*. Sampel 4 menunjukkan hasil nilai mikroporositas 0,0077 mm<sup>2</sup> dengan nilai kekuatan fleksural terbesar yaitu 111,46 Mpa. Hasil rerata nilai mikroporositas keempat sampel yaitu 0,7569 mm<sup>2</sup> dan rerata kekuatan fleksuralnya sebesar 85,73 Mpa.

**Kesimpulan:** Terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC menggunakan *flowable resin composite*.

**Kata Kunci:** *Fiber reinforced composite*, *fiber polyethylene*, mikroporositas, kekuatan fleksural.

## Pendahuluan

*Fiber reinforced composite* merupakan material yang tersusun oleh matriks resin polimer yang diperkuat oleh fiber tipis halus yang terbentuk serat berkekuatan tinggi, mudah berikatan, biokompatibel, mempunyai estetis baik, tidak berwarna dan dapat melekat pada struktur resin (Sakaguchi & Powers, 2012). Penambahan *fiber* bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dari resin komposit. Komposit resin dengan penguat *fiber* (*fiber reinforced composite*/FRC) mulai banyak digunakan oleh para praktisi dibidang kedokteran gigi sebagai alternatif yang potensial dalam pembuatan gigi tiruan jembatan (*bridge*) ataupun *implant* (Mozarta dkk., 2010).

Kelebihan yang ditawarkan oleh FRC sebagai bahan *bridge* adalah gigi penyangga tidak perlu diasah terlalu banyak sehingga jauh lebih konservatif (Rappelli & Coccia, 2005). Proses pembuatannya di laboratorium lebih sederhana karena tidak membutuhkan proses *casting*, sehingga biayanya lebih murah (Meiers & Freilich, 2006). Restorasi ini juga dapat dibuat secara langsung oleh dokter gigi, sehingga perawatan dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat. Namun ketahanan jangka panjang FRC sebagai material untuk restorasi permanen pada gigi posterior masih diperdebatkan dan masih belum banyak penelitian tentang sifat mekanisnya (Mozarta dkk., 2010).

Aplikasi FRC sebagai bahan restorasi sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti jenis, jumlah lapisan, pola susunan, serta posisi *fiber* (Freilich dkk., 2002). Jenis *fiber* yang lazim digunakan dibidang kedokteran gigi diantaranya yaitu *glass fiber*, *carbon/graphit fiber*, *aramid fiber*, dan *polyethylene fiber* dengan pola susunan serat *unidirectional*, *woven*, dan *braided* (Le Bell-Ronnlof & Anna-Maria, 2007). Posisi *fiber* dapat ditempatkan pada salah satu zona, yakni pada zona *compression*, *neutral* dan *tension* serta GTC akan menerima gaya selama digunakan untuk pengunyahan diantaranya adalah gaya *compression*, *tension*, dan *shear* (Vallitu, 2001).

*Fiber* yang digunakan pada penelitian ini adalah *polyethylene fiber* dengan jenis *braided* yang berfungsi sebagai penguat *fiber reinforced composite* yang akan diletakkan pada posisi *tension*. Dari hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kombinasi posisi *fiber* pada sisi *compression – tension* FRC UHMWPE memiliki kekuatan fleksural dan ketangguhan retak (*fracture toughness*) paling tinggi. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa untuk mengoptimalkan posisi dan volume *fiber* pada penggunaan gigi tiruan cekat dengan volume 1 lembar *fiber polyethylene* sudah optimal untuk digunakan sebagai gigi tiruan cekat (Widyapramana, 2013).

Penelitian ini akan menggunakan matriks polimer *flowable resin composite*. Resin komposit *flowable* dikembangkan sebagai dua material baru

yang didesain untuk memudahkan proses insersi ke dalam kavitas (Gladwin & Bagby, 2001). Keunggulan resin komposit *flowable* yaitu mengandung monomer adhesif disebut sebagai *glycerol phosphate dimethacrylate monomer* (GPDM) yaitu monomer adhesif yang berfungsi sebagai silan dan mempunyai kelompok asam fosfat yang berfungsi sebagai etsa. Penggunaan silan pada tahap awal akan membentuk lapisan pada permukaan dan memberi efek pembasahan, sehingga resin komposit lebih mudah mengalir. Keuntungan penggunaan resin komposit *flowable* ini adalah reparasi yang lebih merata pada seluruh permukaan serta viskositas yang rendah sehingga mudah mengalir membasahi seluruh permukaan (Montes MAJR dkk., 2003).

## **Bahan dan Metode**

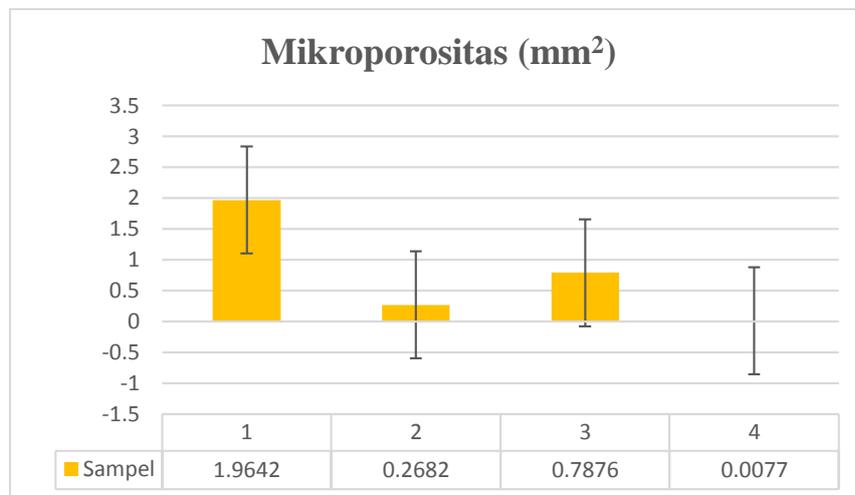
Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni secara laboratoris tentang pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC menggunakan *flowable resin composite*. Bahan penelitian menggunakan *fiber polyethylene* (Construct, Kerr, USA) lebar 2mm, resin komposit *flowable* (Filtek Z350 XT 3M ESPE, USA), *silane* (Vitique, Germany), dan saliva buatan. Sampel dalam penelitian ini adalah batang *polyethylene fiber reinforced composite* (FRC) dengan ukuran 25 x 2 x 2 sebanyak 4 sampel. *Fiber* ditempatkan pada posisi *tension* dengan ketebalan 0,2 mm dan *flowable resin composite* dengan ketebalan 1,8 mm (sesuai ISO 10477). Sampel FRC diuji dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati mikroporositas ( $\text{mm}^2$ ) dan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk mengetahui kekuatan fleksural (Mpa). Analisis data menggunakan uji *One Way ANOVA*.

## **Hasil Penelitian**

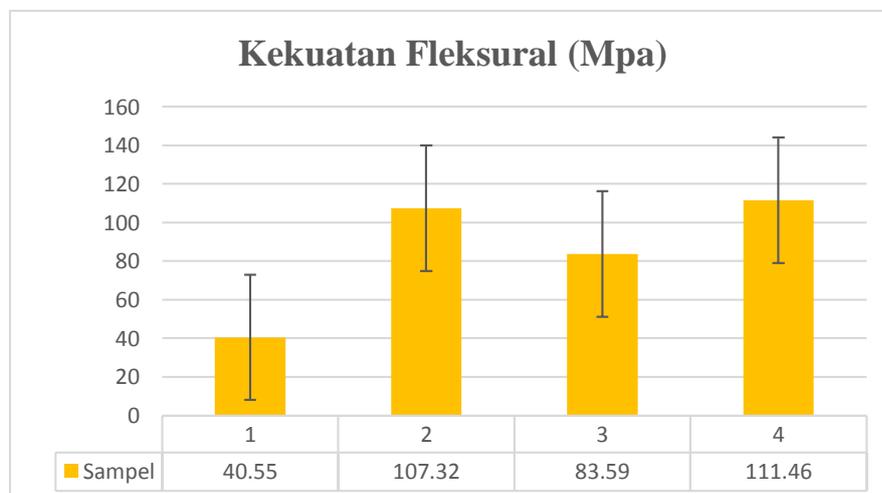
Setelah dilakukan pengamatan mikroporositas dan pengujian kekuatan fleksural, didapatkan hasil dari keempat sampel yaitu, sampel 1 dengan mikroporositas sebesar 1,9642  $\text{mm}^2$  diperoleh kekuatan fleksural sebesar 40,55 Mpa; sampel 2 dengan mikroporositas sebesar 0,2682  $\text{mm}^2$  diperoleh kekuatan fleksural sebesar 107,32 Mpa; sampel 3 dengan mikroporositas sebesar 0,7876  $\text{mm}^2$  diperoleh kekuatan fleksural sebesar 83,59 Mpa; dan sampel 4 dengan mikroporositas sebesar 0,0077  $\text{mm}^2$  diperoleh kekuatan fleksural sebesar 111,46 Mpa. Hasil pengamatan mikroporositas dan pengujian kekuatan fleksural tiap sampelnya dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel.1 Data hasil pengamatan mikroporositas dan pengujian kekuatan fleksural**

Sampel	Mikroporositas (mm <sup>2</sup> )	Kekuatan Fleksural (Mpa)
1	1,9642	40,55
2	0,2682	107,32
3	0,7876	83,59
4	0,0077	111,46
Rata-rata	0,7569	85,7300
Standar Deviasi	0,86769	32,52677



**Gambar 1. Rerata Standar Deviasi mikroporositas tiap sampel FRC**



**Gambar 2. Rerata standar deviasi kekuatan fleksural tiap sampel FRC**

Dari data hasil pengamatan mikroporositas dan pengujian kekuatan fleksural di atas, kemudian dilakukan uji normalitas data menggunakan metode *saphiro-wilk* untuk mengetahui apakah sebaran data normal atau tidak. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel.2 Hasil uji normalitas dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk***

Pengujian	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Mikroporositas	0,907	4	0,465
Kekuatan Fleksural	0,874	4	0,315

Dari hasil uji normalitas di atas, diperoleh nilai  $p=0,465$  setelah dilakukan pengamatan mikroporositas dan  $p=0,315$  setelah dilakukan pengujian kekuatan fleksural pada keempat sampel, hal ini menunjukkan bahwa sebaran data keempat sampel adalah normal, sehingga dapat dilakukan uji *One Way Anova*. Hasil uji statistik *One Way Anova* dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel.3 Hasil uji statistik menggunakan *One Way Anova***

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14440.847	1	14440.847	27.279	0,002
Within Groups	3176.232	6	529.372		
Total	17617.079	7			

Dari hasil uji statistik *One Way Anova* pada tabel.3 diperoleh nilai  $p=0,002$ , dimana  $p<0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC dengan menggunakan *flowable resin composite*.

## Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC dengan menggunakan *flowable resin composite*, sehingga hipotesis yang telah dibuat penulis diterima.

Terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC dengan menggunakan *flowable resin composite* yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain posisi penempatan *fiber*, mikroporositas, serta matriks resin komposit yang digunakan.

Posisi penempatan *fiber* yang digunakan oleh penulis terletak pada zona *tension*. Zona *tension* atau sisi tarikan terletak pada dasar sampel, jika *fiber* diletakkan pada dasar sampel maka akan berpengaruh terhadap kekuatan fleksuralnya, karena pada sisi tarikan akan terjadi tekanan tarik maksimal (Ellakwa dkk., 2003). Berdasarkan penelitian Widyapramana (2013), pada pengujian kekuatan fleksural bagian bawah FRC akan mengalami tarikan yang diakibatkan oleh terjadinya defleksi, *fiber* pada posisi *tension* bagian bawah FRC akan mampu mendistribusikan tekanan dan menghasilkan resultan gaya yang lebih kecil dibandingkan bagian atas yaitu matriks komposit pada FRC. Penempatan *fiber* pada sisi tarikan maka tekanan akan didistribusikan merata pada FRC sehingga kekuatan fleksuralnya akan semakin meningkat.

Mikroporositas juga berpengaruh terhadap kekuatan fleksural FRC. Dari hasil pengamatan mikroporositas menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan perbesaran 50 x didapatkan hasil yang berbeda-beda pada tiap sampelnya. Mikroporositas dipengaruhi oleh teknik kondensasi pada saat pembuatan sampel. Pada saat pembuatan sampel, penulis menggunakan teknik *handling procedure* (manual) yaitu dengan menggunakan *glass slide* yang diletakkan pada bagian atas sampel. Teknik kondensasi manual ini dapat menyebabkan masuknya udara ke dalam resin sehingga terjadi porositas pada masing-masing sampel (Van Dijken dkk., 1985). Porositas dapat meningkatkan perambatan retakan di dalam resin serta dapat mengurangi kekuatan dari material. Hal ini juga berpengaruh terhadap daya tahan (kekuatan mekanis) dari material tersebut (McCabe & Ogden, 1987).

Selain itu, matriks resin komposit merupakan salah satu yang mempengaruhi kekuatan fleksural pada pembuatan FRC. Pada penelitian ini, penulis menggunakan matriks resin komposit jenis *flowable Z350 XT* yang hanya mengandung 46% filler dari berat volume matriks. Tetapi salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam meningkatkan kekuatan mekanis (kekuatan fleksural) dari suatu bahan restorasi adalah kandungan *filler* yang dimiliki bahan restorasi itu sendiri (Van Noort, 2002). *Filler* pada resin komposit *flowable* yang digunakan pada penelitian ini merupakan kombinasi dari *non-agglomerated/non-aggregated 20nm silica filler*, *non-agglomerated/non-aggregated 4-11 nm zirconia filler*, and *aggregated zirconis/silica cluster filler (comprised of 20 nm silica dan 4-11 nm zirconia particles)*. Dengan ukuran rata-rata tiap partikel adalah 0,6-1,6 mikron (3M, 2010). Dalam penelitiannya Raffiee (2009) menjelaskan, tingginya kekuatan mekanis (kekuatan fleksural) dari Z350 XT disebabkan oleh adanya kandungan

*aggregated zirconia/silica cluster filler* pada bahan *fillernya*. Selain itu, kepadatan *zirconia* pada Z350 XT juga cukup tinggi, yaitu 11 nm *zirconia particles*. Hal ini juga menjadi faktor tingginya kekuatan fleksural yang dimiliki oleh Z350 XT.

Kekuatan fleksural pada resin komposit untuk kebutuhan prostodontik adalah sebesar 123 Mpa. Terdapat sebuah penelitian eksperimental FRC yang dapat menghasilkan kekuatan fleksural mendekati 140 Mpa (Xu dkk., 1997). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan nilai mikroporositas terbesar adalah pada sampel 1 yaitu 1,9642 mm<sup>2</sup> dengan nilai kekuatan fleksuralnya sebesar 40,55 Mpa, Sedangkan nilai mikroporositas terkecil adalah pada sampel 4 yaitu 0,0077 mm<sup>2</sup> dengan nilai kekuatan fleksuralnya sebesar 111,46 Mpa. Nilai mikroporositas terbesar kedua adalah pada sampel 3 yaitu 0,7569 mm<sup>2</sup> dengan nilai kekuatan fleksuralnya sebesar 83,59 Mpa. Dan nilai mikroporositas terbesar ketiga yaitu pada sampel 2 yaitu 0,2682 mm<sup>2</sup> dengan kekuatan fleksuralnya sebesar 107,32 Mpa.

Berdasarkan hasil yang telah dijelaskan diatas, dapat diketahui bahwa Nilai mikroporositas berbanding terbalik dengan kekuatan fleksural. Jika nilai mikroporositas kecil maka kekuatan fleksuralnya akan bertambah besar dan sebaliknya. Sampel 4 menunjukkan hasil nilai mikroporositas 0,0077 mm<sup>2</sup> dengan nilai kekuatan fleksural terbesar yaitu 111,46 Mpa. Hasil rata-rata nilai mikroporositas keempat sampel yaitu 0,7569 mm<sup>2</sup> dan rata-rata kekuatan fleksuralnya sebesar 85,73 Mpa.

## **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh posisi *fiber polyethylene* pada zona *tension* dan mikroporositas terhadap kekuatan fleksural FRC dengan menggunakan *flowable resin composite*.

## **Saran**

1. Penggunaan matriks resin komposit jenis *packable* yang memiliki kandungan *filler* 70% dari berat volume matriks resin komposit akan lebih menyempurnakan penelitian ini dibandingkan resin komposit jenis *flowable* yang hanya mengandung *filler* 35-50% dari berat volume matriks resin komposit.
2. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan oleh para dokter gigi dalam memilih bahan restorasi khususnya untuk bahan gigi tiruan jembatan.

## Referensi

- 3M, E. (2010). *Filtek™ Z350 XT Universal and Flowable Restoratives*. USA.
- Ellakwa, A., Shortall, A., & Marquis, P. (2003). Influence of fiber position on the flexural properties and strain energy of a fibre-reinforced composite. *J Oral Rehabilitation*, 30(07):679-82.
- Freilich, M., Meiers, J., Duncan, J., Eckrote, K., & Goldberg, J. (2002). Clinical Evaluation of Fiber-reinforced Fixed Bridge. *J Am Dent Assoc*.
- Gladwin, M., & Bagby, M. (2001). *Clinical Aspects of Dental Materials* (2nd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Le Bell-Ronnlof, & Anna-Maria. (2007). Fiber Reinforced Composite as Root Canal Posts. *Turku: Medical Odontologica*.
- McCabe, J., & Ogden, A. (1987). The relationship between porosity, compressive fatigue limit and wear in composite restorative materials. *Dent. Mater.* 3, 9-12.
- Meiers, J., & Freilich, M. (2006). Desain and use of a prefabricated fiber-reinforced composite substructure for the chairside replacement of missing premolars. *Quintessence*.
- Montes MAJR, de Goes MF, Ambrosano GMB, Duarte RM, & Sobrinho LC. (2003). The Effect of collagen removal and the use of a low viscosity resin liner on marginal adaption of resin composite restoration with margin in dentin. *J. Oper. Dent*, 28(4):378-387.
- Mozarta, M., Herda, E., & Soufyan, A. (2010). Pemilihan resin komposit dan fiber untuk meningkatkan kekuatan fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI*.
- Rappelli, G., & Coccia, E. (2005). Fiber-Reinforced Composite Fix Partial Denture to Restore Missing Posterior Teeth: A Case Report. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 168-77.
- Sakaguchi, R., & Powers, J. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials* 13th ed. Philadelphia: Mosby Elseiver Inc.
- Vallitu, P. (2001). 2nd International symposium on fiber reinforced plastics in dentistry. *Nijmegen*. The Netherlands.
- Van Dijken, J., Ruyter, I., & Holland, R. (1985). Porosity in composite resin-- an Achilles'heel? *J. Dent*, 13, 331-340.
- Van Noort, R. (2002). *Introduction to Dental Material* 2nd ed. Philadelphia: Saunders WB.

- Widyapramana. (2013). Pengaruh Kombinasi Posisi Fiber Terhadap Kekuatan Fleksural dan Ketangguhan Retak Fiber Reinforced Composite Polyethylene . *IDJ, Vol. 2 No. 2*.
- Xu, H., Jahanmir, S., & Ives, L. (1997). Effect of grinding on strength of tetragonal zirconia and zirconia-toughened alumina. *Machining Sci Technol*, 1:49-66.