

Research Article

THE EFFECT OF REINFORCED POLYETHYLENE FIBER ON FLOWABLE RESIN COMPOSITE AS SPLINTING MATERIAL ON ATTACHEMENT OF *Streptococcus mutans*

Ni Kadek Ari Astuti¹, Sumantri², Komang Sinta Kusumayanti³

^{1,2}Dental Biomaterial, Faculty of Dentistry, Mahasaraswati Denpasar University Indonesia

³Faculty of Dentistry, Mahasaraswati Denpasar University

Received date: May 15, 2022 Accepted date: June 15, 2022 Published date: June 28, 2022

KEYWORDS

Polyethylene fiber, flowable composite, Streptococcus mutans



DOI: [10.46862/interdental.v18i1.3758](https://doi.org/10.46862/interdental.v18i1.3758)

ABSTRACT

Introduction : Tooth mobility is one of the symptoms of periodontal disease which is characterized by loss of attachment and vertical bone damage. One method to overcome this is by splinting. The development of dental materials science has resulted in an innovative splinting technique using a thin band of material, easily bonded, consisting of a series of criss-crossed strands of thin polyethylene fibers. Fiber in the oral cavity will interact with saliva and microorganisms, especially *Streptococcus mutans*. **Objective:** The purpose of this study was to determine the effect of adding polyethylene fiber to flowable composite resin as a splinting material on the attachment of *Streptococcus mutans*. **Materials and Methods:** This research method was an experimental laboratory using a post-test only control group design. Samples in the form of blocks with a size of 5x4x2 mm were immersed in artificial saliva for 1 hour then soaked in liquid medium containing *Streptococcus mutans* and incubated for 2x24 hours, diluted to 100 or dilution of 10⁻² then 0.1 mL of liquid medium put into TYC agar media in petridishes and incubated at 37°C for 48 hours anaerobically. **Results and Discussion:** Statistical tests showed that the addition of polyethylene fiber to the flow composite resin splinting material increased the attachment of *Streptococcus mutans* bacteria . The results of the Saphiro-Wilk test showed that the growth of *Streptococcus mutans* bacteria in each group was normally distributed ($p > 0.05$). Lavene's test results obtained a statistical levene value of 0.695 with a significance value of $0.410 > 0.05$, this proves that the data used is homogeneous. In the One Way Anova test, it can be seen that the sig value is 0.000 ($p < 0.05$). From the results of the analysis with LSD shows there is a significant difference in treatment between variables. **Conclusion:** From the results of the study, there is an influence of the addition of polyethylene fiber to flowable composite resins as a splinting material on increasing the attachment of *Streptococcus mutans*.

Corresponding Author:

Ni Kadek Ari Astuti
Faculty of Dentistry, Mahasaraswati Denpasar University
Jl. Kamboja No.11 A Denpasar, Bali-Indonesia
e-mail address: ariastuti@unmas.ac.id

How to cite this article: Astuti, N. K. A. (2022). The Effect of Reinforced Polyethylene Fiber on Flowable Resin Composite as Splinting Material on Attachement of *Streptococcus mutans*. *Interdental: Jurnal Kedokteran Gigi*, 18(1), 1-7.

Copyright: ©2022 Ni Kadek Ari Astuti. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Authors hold the copyright without restrictions and retain publishing rights without restrictions.

PENGARUH PENAMBAHAN POLYETHYLENE FIBER PADA RESIN KOMPOSIT FLOWABLE SEBAGAI BAHAN SPLINTING TERHADAP PERLEKATAN *Streptococcus mutans*

ABSTRAK

Pendahuluan : kegoyangan gigi merupakan salah satu gejala penyakit periodontal yang ditandai dengan hilangnya perlekatan serta kerusakan tulang vertikal. Salah satu metode untuk mengatasinya adalah dengan splinting. Perkembangan ilmu bahan kedokteran gigi menghasilkan sebuah teknik inovatif splinting dengan menggunakan pita material yang tipis, mudah berikatan, terdiri dari rangkaian untaian jalinan serat *polyethylene* tipis yang silang menyilang. *Fiber* di dalam rongga mulut akan berinteraksi dengan saliva dan mikroorganisme, khususnya *Streptococcus mutans*. **Tujuan** : Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *polyethylene fiber* pada resin komposit *flowable* sebagai bahan splinting terhadap perlekatan *Streptococcus mutans*. **Bahan dan Metode** : Metode penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian tipe *post-test only control group design*. Sampel berbentuk balok dengan ukuran 5x4x2 mm direndam dalam saliva buatan selama 1 jam. Kemudian direndam dalam media cair berisi *Streptococcus mutans* dan diinkubasi selama 2x24 jam, lalu diencerkan sampai dengan pengenceran 10⁻², kemudian diambil sebanyak 0,1 mL dimasukkan ke media TYC agar pada cawan petri dan diinkubasi pada suhu 37° C selama 48 jam secara anaerob. **Hasil dan Pembahasan** : Uji statistik menunjukkan bahwa penambahan *polyethylene fiber* pada bahan splinting resin komposit *flow* meningkatkan perlekatan bakteri *Streptococcus mutans*. Hasil uji *Saphiro-Wilk* menunjukkan bahwa perlekatan bakteri *Streptococcus mutans* pada setiap kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$). Hasil uji *Lavene's test* diperoleh nilai *lavene statistic* 0,695 dengan nilai signifikansi 0,410 > 0,05, hal ini membuktikan bahwa data yang digunakan homogen. Pada uji *One Way Anova* terlihat bahwa nilai sig 0,000 ($p < 0,05$). Dari hasil analisa dengan *LSD* menunjukkan ada perbedaan yang signifikan perlakuan antar variabel. **Simpulan** : Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penambahan *polyethylene fiber* pada resin komposit *flowable* sebagai bahan splinting terhadap peningkatan perlekatan *Streptococcus mutans*.

KATA KUNCI: Polyethylene fiber, komposit flowable, *Streptococcus mutans*.

PENDAHULUAN

Kegoyangan gigi merupakan salah satu gejala penyakit periodontal yang ditandai dengan hilangnya perlekatan serta kerusakan tulang vertikal. Kegoyangan dapat disebabkan karena adanya kerusakan tulang yang mendukung gigi, trauma dari oklusi dan adanya perluasan peradangan dari gingiva ke jaringan pendukung yang lebih dalam serta proses patologi rahang^{1,2}. Kegoyangan gigi diklasifikasikan menjadi tiga derajat. Derajat 1 yaitu kegoyangan gigi sedikit lebih besar dari normal. Derajat 2 yaitu kegoyangan sekitar 1 mm, dan derajat 3 yaitu kegoyangan sekitar > 1 mm pada segala arah dan gigi dapat ditekan kearah apikal.^{1,2,3}

Salah satu metode untuk mengontrol dan menstabilkan kegoyangan gigi adalah dengan splinting. Splinting diindikasikan pada keadaan kegoyangan gigi derajat 3 dengan kerusakan tulang berat. *Splint* periodontal adalah alat yang digunakan untuk mengimobilisasi atau menstabilkan gigi-gigi yang mengalami kegoyangan dan memberi hubungan

yang baik antara tekanan oklusal dengan jaringan periodontal, dengan cara membagi tekanan oklusal ke seluruh gigi secara merata sehingga dapat mencegah kerusakan lebih lanjut akibat kegoyangan tersebut^{1,2,3}. Berdasarkan bahan yang digunakan, dikenal *wire-composite splint*, resin *splint*, dan *Kevlar/fiber glass splint*. *Wire-composite splint* meliputi kawat lentur yang diadaptasikan pada kurvatura lengkung gigi dan difiksasi ke gigi dengan komposit adesif. Metode resin *splint* dilakukan dengan pemasangan full resin *splint* ke permukaan gigi. *Kevlar/fiber glass splint* menggunakan fiber nilon, *Kevlar bands* atau fiber *glass* yang dibasahi dalam resin dan dipasang dengan serangkaian polimerisasi ke permukaan gigi yang telah dietsa.²

Indikasi utama penggunaan *splint* dalam mengontrol kegoyangan gigi, yaitu imobilisasi kegoyangan yang menyebabkan ketidak nyamanan pada pasien serta menstabilkan gigi pada derajat kegoyangan yang semakin bertambah. *Splint* periodontal digunakan jika kapasitas adaptasi periodonsium telah terlampaui dan derajat kegoyangan

gigi tidak kompatibel dengan fungsi pengunyahan. Splinting gigi satu sama lain akan mendistribusikan tekanan dari gigi yang mobile ke gigi tetangganya yang tidak mobile, sehingga diperoleh dukungan gigi yang lebih kuat.⁴

Salah satu teknik splinting yang digunakan adalah splinting yang diperkuat dengan berbagai bahan tambahan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanam *wire*, pin, nilon, kerangka *stainless steel* dan lain sebagainya, dengan restorasi resin. Masalah yang timbul dari penggunaan bahan tersebut adalah ketidakmampuan secara kimia untuk menyatu dengan komposit. Hal ini memicu beberapa penelitian untuk mengembangkan bahan yang sesuai agar dapat mengatasi kekurangan dari bahan sebelumnya. Suatu tantangan untuk menempatkan suatu *splint* berbahan dasar komposit yang tipis namun kuat harus memiliki kekuatan yang tinggi, dapat diikat (*bondable*), biokompatibel, estetik serta mudah dimanipulasi dalam hal warna alami dari fiber sehingga dapat dipendam dalam struktur resin.⁵

Fiber yang sering digunakan adalah *glass fiber*, *aramid fiber*, *carbon/graphite fiber* dan *ultra high molecular weight polyethylene fiber* (UHMWPE) dengan pola susunan serat *unidirectional*, *braided* dan *woven*.^{6,7} Baru-baru ini terdapat beberapa bahan fiber *reinforcement* yang tersedia di pasaran. Bahan *fiber reinforcement* mempengaruhi daya tarik fisik dan reaksi bahan-bahan komposit. Suatu masalah yang ada dengan bahan *fiber reinforcement* saat ini adalah ketebalan yang tidak dapat dipisahkan ketika berikatan dengan komposit pada *splint*. Untuk mengatasi masalah ini, diperkenalkan suatu pita yang terdiri dari rangkaian untaian jalinan serat *polyethylene* tipis yang silang menyilang, salah satunya yaitu *Ribbon THM Reinforcement*.⁸

Resin komposit *flowable* merupakan komposit yang memiliki modulus elastisitas yang rendah, resin komposit ini dapat ditempatkan pada spuit agar lebih mudah dalam penggunaannya.⁹ Resin komposit *flowable* merupakan komposit yang memiliki jumlah filler lebih rendah dari jenis komposit yang lain, hal tersebut menyebabkan konsistensi menjadi lebih cair,

membuat kekuatan modulus lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis komposit lain yang terisi penuh *filler*.¹⁰ Komposit ini memiliki daya alir yang baik sehingga dapat beradaptasi dengan baik ke dinding kavitas.¹¹ Bahan ini juga mengalami *shrinkage* yang lebih besar dan mudah aus karena kurangnya kekuatan.^{11,12}

Material yang berada didalam rongga mulut akan berada pada lingkungan yang basah karena adanya saliva.¹³ Saliva mengandung air mencapai 99%. Kandungan lain yang terdapat pada saliva adalah protein, enzim, dan bakteri. Protein dan saliva nantinya akan membentuk pelikel pada seluruh permukaan material, termasuk pada material FRC.¹³ Material yang berada di dalam rongga mulut akan berada pada lingkungan yang basah karena adanya saliva. Saliva mengandung air, protein, enzim, dan bakteri.

Didalam rongga mulut setiap individu terdapat berbagai macam jenis bakteri. *Streptococcus mutans* merupakan salah satu bakteri yang berada di dalam rongga mulut. Bakteri ini bersifat kariogenik dan memiliki salah satu ciri yang mampu menempel pada suatu permukaan yang padat di dalam mulut.¹³ *Streptococcus mutans*, *S. sanguinis* dan *S. oralis* merupakan bakteri yang bersifat hidrofobik. Bakteri yang bersifat hidrofob cenderung untuk melekat pada permukaan material yang juga bersifat hidrofobik.¹⁴

Sifat *surface roughness*, *surface free energy*, dan hidrofobisitas yang dimiliki oleh suatu material menjadi perhatian penting dalam proses adhesi bakteri didalam rongga mulut.¹⁵ Definisi hidrofobisitas yaitu senyawa non polar yang pada tekanan dan suhu tertentu sukar larut dalam air, dengan kata lain senyawa tersebut tak suka air, namun senyawa tersebut bukanlah menolak air melainkan hanya menyerap sebagian kecil air, tidak sebanyak senyawa hidrofilik. Penilaian sifat hidrofobilitas suatu material dapat dilakukan dengan pengukuran sudut kontak.¹⁶

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan *polyethylene fiber* pada resin komposit *flowable* sebagai bahan splinting terhadap perlekatan *Streptococcus mutans*.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian tipe *post-test only control group design*. Resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *flowable (Beautiful Injectable, shade A1, SHOFU Dental Asia Pasifik)* dan *polyethylene fiber (Ribbon THM 2 mm, OPTIDENT)*.

Sampel berbentuk balok dengan ukuran 5 x 4 x 2 mm (n=6) direndam dalam saliva buatan selama 1 jam. Saliva buatan diperoleh dari 4 probandus dan disentrifugasi dengan laju 1000 rpm selama 20 menit pada suhu 4°C. Penanaman stok bakteri *Streptococcus mutans* dilakukan dengan menggunakan *OSSE* pada media *Brain Heart Infussion (BHI)*, lalu diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya tanam kultur bakteri pada media BHI sebanyak 38 tabung. Sampel diambil dengan menggunakan pinset dan dibilas dengan larutan *Phospat Buffered Saline (PBS)*, kemudian dimasukkan ke dalam 5 mL media cair BHI yang sudah terdapat kultur *Streptococcus mutans* pada *conical tube*. Lalu diinkubasi selama 2x24 jam. *Conical tube* kemudian digetarkan dengan menggunakan *vortex mixer* selama 1 menit untuk melepas *Streptococcus mutans* yang menempel pada sampel.

Media yang mengandung *Streptococcus mutans* diencerkan sampai 10^{-2} . Selanjutnya media cair BHI diambil sebanyak 0,1 ml dimasukkan ke media agar *Tryptone Yeast Cystine (TYC)* pada cawan pentri dan diratakan dengan menggunakan *spreader* steril kemudian diinkubasi pada suhu 37° C selama 48 jam secara anaerob. Setelah itu dilakukan penghitungan jumlah koloni *Streptococcus mutans* yang tumbuh pada media plat agar darah dalam satuan CFU/mL. Data jumlah koloni pada resin komposit *flow* dan resin komposit *flow* dengan penambahan *polyethylene fiber* diuji secara statistic dengan uji-t tidak berpasangan. Data terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk menentukan data terdistribusi normal, dilanjutkan uji homogenitas menggunakan uji *varians Levene's test* ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui apakah data pada masing-masing kelompok sampel homogen. Apabila hasil analisis data

menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal dan homogen maka dilakukan uji statistik parametrik menggunakan *One Way ANOVA* untuk menguji perbedaan masing-masing kelompok dengan ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rerata dan simpangan baku dari jumlah koloni *Streptococcus mutans* pada bahan splinting resin komposit *flow* dan komposit *flow* dengan penambahan *polyethylene fiber* dapat dilihat pada tabel I.

Berdasarkan nilai rerata pada tabel I, nilai rerata jumlah koloni *Streptococcus mutans* pada bahan splinting resin komposit *flow* dengan penambahan

Tabel I. Analisis deskriptif pertumbuhan koloni *Streptococcus mutans* pada setiap kelompok

Kelompok Perlakuan	n	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviation
Komposit <i>flow</i>	18	27,00	36,00	31,00	2,89
Komposit <i>flow</i> dengan penambahan <i>polyethylene fiber</i>	18	44,00	57,00	49,72	3,69

polyethylene fiber lebih tinggi dibandingkan pada resin komposit *flow* saja. Data hasil penelitian selanjutnya diuji normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,84 pada bahan splinting resin komposit *flow* dengan penambahan *polyethylene fiber* dan 0,125 pada splinting resin komposit *flow* yang berarti kedua data tersebut terdistribusi normal ($p > 0,05$). Hasil uji homogenitas Levene's Test nilai *levene statistic* 0,695 dengan nilai signifikansi 0,410 $> 0,05$, hal ini membuktikan bahwa data yang digunakan homogen dan dilanjutkan dengan uji parametrik.

Uji statistik yang dilakukan menggunakan uji *One Way Anova* terlihat bahwa nilai sig 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dapat dinyatakan bahwa terdapat pengaruh penambahan *polyethylene fiber* pada bahan splinting resin komposit *flow* terhadap pertumbuhan jumlah bakteri *Streptococcus mutans*. Berdasarkan hasil diatas

maka dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Deference*). Dari hasil analisa dengan LSD menunjukkan ada perbedaan yang signifikan antara bahan splinting resin komposit *flow* dan komposit *flow* dengan penambahan *polyethylene fiber* karena nilai $p < 0,000 < 0,05$.

Penggunaan *splint* sebagai usaha untuk menstabilkan gigi cukup menjadi pertimbangan dalam mengurangi ketidaknyamanan pasien. Sebelum dilakukan *splint* perlu diketahui penyebab kegoyangan gigi atau migrasi patologis yang terjadi. Perlunya mengidentifikasi etiologi kegoyangan gigi, seperti adanya oklusi traumatik, atau penyakit periodontal yang berkembang atau etiologi lainnya merupakan hal yang penting.²

Penambahan fiber pada bahan splinting resin komposit *flow* berperan untuk menggantikan sebagian volume matriks polimer pada resin komposit. Fiber *ultra high molecular weight polyethylene fiber* (UHMWPE) bersifat hidrofobik. Penambahan *polyethylene fiber* jenis UHMWPE diperkirakan akan menyebabkan bahan fiber cenderung lebih bersifat hidrofob dibandingkan resin komposit. Sifat hidrofobitas yang dimiliki oleh suatu bahan menjadi perhatian penting dalam proses adhesi mikroorganisme di dalam rongga mulut.

Material yang ada di dalam rongga mulut akan dilapisi oleh saliva. *Fiber reinforced composite* (FRC) dalam mulut akan berkontak dengan saliva. *Fiber reinforced composite* dalam air akan menyebabkan konsentrasi kelembaban dapat meningkat seiring bertambahnya waktu.¹⁷

Proses perlekatan mikroorganisme pada suatu material terdiri dari dua mekanisme, yaitu mekanisme non spesifik dan spesifik. Mekanisme non spesifik terdiri dari interaksi elektrostatis, interaksi van der Waals dan ikatan hidrofobik.¹³ Mekanisme yang pertama adalah terjadinya ikatan elektrostatis pada mikroorganisme dengan permukaan material karena adanya perbedaan muatan sehingga terjadi gaya tarik-menarik antara keduanya.^{13,14} Selanjutnya terjadi ikatan Van der Waals yang terjadi karena terdapat

perbedaan molekul. Interaksi ini melibatkan proses *calcium bridging*, yang merupakan interaksi antara ion kalsium pada pelikel dengan dinding sel mikroorganisme.¹³

Permukaan suatu material dan mikroorganisme yang memiliki sifat hidrofob dapat membentuk suatu ikatan hidrofobik.¹⁶ Ikatan hidrofobik antara 2 permukaan pada dasarnya terjadi karena kedua komponen memiliki kemampuan untuk menyingkirkan air disekitarnya sehingga akan terjadi kontak yang cukup rapat.^{16,17} Mekanisme perlekatan mikroorganisme pada suatu material secara spesifik melibatkan molekul adhesin pada dinding sel mikroorganisme dan reseptor spesifik pada pelikel.^{13,14,16,17} Sifat material juga ditentukan oleh komposisi suatu material, selain itu lama kontak, jenis bahan dan tingkat kekasaran permukaan mempengaruhi perlekatan bakteri *Streptococcus mutans*.¹³

Streptococcus mutans merupakan suatu bakteri yang memiliki sifat hidrofob.¹⁵ Bakteri yang bersifat hidrofob cenderung untuk melekat pada permukaan material yang bersifat hidrofob.¹⁶ Bakteri *Streptococcus mutans* dapat melekat dan berkembang biak dengan cara menempel pada permukaan di dalam rongga mulut.¹⁸

Interaksi hidrofobik didasari oleh kontak yang rapat antara molekul pada pelikel dengan permukaan bakteri. Komponen organik *Streptococcus mutans* dengan mempergunakan enzim *glycosyltransferase* (GTF) dan *non-enzym glucan-binding protein* untuk mensintesis polisakarida ekstraseluler dan membentuk suatu glukukan yang bersifat lengket. Glukan merupakan tempat perlekatan, sehingga keduanya dapat membantu perlekatan *Streptococcus mutans* pada permukaan gigi dan juga bahan kedokteran gigi. Hal ini menandakan bahwa mekanisme interaksi hidrofobik adalah hal yang penting dalam perlekatan suatu bakteri.¹⁸

Material resin komposit dengan penambahan *polyethylene fiber* diperkirakan cenderung lebih bersifat hidrofobik dibandingkan material resin komposit. Sifat hidrofobitas yang dimiliki oleh suatu

material menjadi perhatian penting dalam proses adhesi bakteri didalam rongga mulut.¹⁵

Interaksi hidrofobik didasari kontak yang rapat antara molekul pada pelikel dengan permukaan bakteri. Sudut kontak permukaan yang lebih besar mengindikasikan permukaan yang bersifat lebih hidrofobik. *Streptococcus mutans* yang merupakan bakteri yang bersifat hidrofobik cenderung untuk melekat pada permukaan material yang bersifat hidrofob.¹⁹

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan jumlah koloni *Streptococcus mutans* yang lebih banyak pada material resin komposit dengan penambahan *polyethylene fiber* diperkirakan terjadi karena adanya ikatan hidrofobik yang lebih kuat antara *Streptococcus mutans* dengan permukaan material tersebut dibandingkan dengan resin komposit. Perkiraan peningkatan sifat hidrofobitas pada material resin komposit dengan penambahan *polyethylene fiber* dibandingkan material resin komposit masih perlu dibuktikan dengan uji pengukuran sudut kontak.¹⁷

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bahwa terdapat pengaruh penambahan *polyethylene fiber* pada resin komposit *flowable* sebagai bahan splinting terhadap peningkatan perlekatan *Streptococcus mutans*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, keluarga penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Sianturi, T.W.R., Nasution, R.O., Splinting periodontal estetik dengan fiber komposit (Tinjauan Pustaka), B-Dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah, Special Edition (September 2021); Vol 8, No. 2: page 115-120.
- Suwandi, T., The initial treatment of mobile teeth closure diastema in chronic adult periodontitis, PDGI Journal, 2010; 59: hal. 105-109.
- Arni Irawaty Djais, Berbagai jenis splint untuk mengurangi kegoyangan gigi sebagai perawatan penunjang pasien penyakit periodontal, Dentofasial, Vol.10, No.2, Juni 2011:124-127.
- Octavia M, Soeroso Y, Kemal Y., *Adjunctive intracoronar splint in periodontal treatment: report of two cases*. J Dent Indonesia 2014; 21: 94-9.
- Kathariya R, Archana D, Rahul G, Nan-dita B, Venu V, Mohammad YSB. To splint or not to splint: the current status of periodontal splinting. J Int Acad Periodontol 2016; 18(2): 45-56.
- Mozartha, M., Herda, E., dan Soufyhan A., 2010, Pemilihan Resin Komposit dan *Fiber* untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural *Fiber Reinforced Composite*, *Jurnal PDGI*, 59(1): 29-34.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., Fujimoto, J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 3rd Edition. USA: Mosby Inc. 2001.
- Strassler HE, Brown C. *Periodontal splinting with a thin-high-modulus polyethylene ribbon*. Compendium 2001; 22: 610-20.
- Sakaguchi, RL., dan Powers, JM. 2012. *Craig's : Restorative Dental Materials*. 13th. United States of America : Mosby. Inc. pp: 84-181.
- Garg, Nisha., Garg, Amit., 2013, *Textbook of Endodontics*, Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.: New Delhi, 476.
- Tarle, Z., Marović, D., Pandurić, V., 2012. *Contemporary Concepts On Composite Materials. Medical Sciences*. 38 : 23-38.
- Karthick, A., Kaisalam, S., Priya, P.R.G. and Shanter, S. 2011. *Polymerization Shrinkage Of Composites A Review. JIADS*. Vol 2 : 32-36.
- Tanner, J., Vallittu, P. K., dan Soderling E., 2001, *Effect of Water Storage of E-Glass Fiber Fiber-Reinforced Composite on Adhesion of Streptococcus mutans*, *Biomaterials.*, 22(2001): 1613-8.
- Grivet, M., Morrier, J. J., Benay, G., dan Barsotti, O., 2000, *Effect of Hidrophobicity in Vitro Streptococcal Adhesion to Dental Alloys*, *Journal of Material Science*, Vol. 11(10): 637-642.
- Akalin-Evren, B., Kulak-Ozkan, Y., Ozcan, M., dan Kadir, T., 2012, *Candida albicans Adhesion on Reinforce Polymethylmethacrylate Denture Resin: Effect of Fiber Architecture and Exposure of Saliva*, *Gerodontology* 2012, doi: 10.1111/ger.12024, 1-8.
- Namen, F., Galan Jr, J., de Oliveira, J. F., Cabreira, R. D., Filho, F. C. S., Souza, A. B., dan de Deus, G., 2008, *Surface Properties of Dental Polymers: Measurement of Contact Angles, Roughness, and Fluoride Release*, *Material Research*, 11(3): 239- 43.
- Larasati, K., Siswomihardjo, W., Sunarintyas, S., Pengaruh *Polyethylene Fiber* pada Material Resin Komposit, *JMKG*, 2017;6(2):33-38
- Yoshida Y, Wakasa K, Kajie Y, Takahashi H, Urabe H, Satou N, Shintani H, Yamaki M. Adherent bacteria cells in five dental materials: sonication effect. *Journal of Material Science Materials in Medicine* 1998; 6: 117-20.

19. Yulianto,H.D.K., Morita, Potensi Herbal Buah Mahkota Dewa (*Phaleria Macrocarpa* (scheff.) Boerl) yang Dimanfaatkan sebagai Modifikator Permukaan dan Anti Adhesi Bakteri *S.mutans* pada Permukaan Material Restorasi Resin Komposit, *Dentika Dental Journal*, Vol 18, No. 2, 2014: 158-164