

Efek Larutan Kopi Robusta terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanofiller

(The Effect of Robusta Coffee Solution to Nanofilled Composite Resin Compressive Strength)

Endang Sasi Andari¹, Erawati Wulandari², Dwi Merry Ch. Robin³

¹Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

²Bagian Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

³Bagian Biomedik, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

ABSTRACT

Nanofilled composite resin is a restorative material that can withstand mastication force in the posterior region. The compressive strength of composite resin is influenced by beverages consumption. Robusta coffee is the most consumed beverages by Indonesian society. It is an acidic-beverage that containing chlorogenic acid, therefore coffee solution can be expected to increase water absorption and solubility of restorative materials. This study was aimed to know the effect of robusta coffee solution to the compressive strength of nanofilled composite resin. Samples were 64 discs nanofilled composite resin, diameter 5 mm and thickness 2 mm. Samples were divided into 4 control group (immersed in aquadest) and 4 treatment group (immersed in robusta coffee solution). Every group contained of 8 samples and immersed for 1, 3, 5, and 7 days. Compressive strength was tested by using Universal Testing Machine. It showed average compressive strength value of control group was higher than treatment group. It increased on 3rd and 5th day then decreased on 7th day. Compressive strength value in treatment group approximately decreased on 3rd, 5th, and 7th day. Nonparametric statistic analysis Kruskal-Wallis and Mann-Whitney showed no difference among control group and treatment group ($p > 0,05$) according to immersion time (days). It concluded that robusta coffee solution decrease the compressive strength of nanofilled composite resin.

Key words: compressive strength, nanofilled composite resin, robusta coffee

Korespondensi (Correspondence): Bagian Konservasi FKG Universitas Jember. Jl. Kalimantan 37 Jember 68121, email: esandari@gmail.com

Kehilangan permukaan gigi akibat abrasi, atrisi, erosi, dan karies pada gigi dapat dijadikan pertimbangan untuk melakukan perawatan restoratif.¹ Gigi pada regio posterior memerlukan suatu bahan restorasi yang memiliki kekuatan tekan yang baik agar mampu menahan tekanan pengunyahan. Kekuatan tekan adalah tekanan maksimal yang dapat ditahan oleh suatu struktur hingga struktur tersebut mengalami fraktur atau deformasi. Bahan restorasi dengan kekuatan tekan yang lebih rendah daripada gigi cenderung mudah fraktur dan mengalami kegagalan.^{2,3}

Beberapa bahan restorasi yang digunakan oleh dokter gigi antara lain amalgam, semen ionomer kaca, dan resin komposit. Masing-masing bahan restorasi memiliki kelebihan dan kekurangan. Amalgam memiliki sifat mekanis yang kuat, tetapi memiliki estetika yang buruk dan efek toksik dari kandungan merkuri di dalamnya. Semen ionomer kaca memiliki estetika yang baik tetapi sifat mekanisnya lemah. Oleh karena itu dikembangkan bahan restorasi yang memiliki estetika yang baik dan sifat mekanis yang kuat, seperti resin komposit.¹

Saat ini telah dikembangkan resin komposit jenis terbaru yaitu resin komposit *nanofiller* yang memiliki partikel bahan pengisi (*filler*) berukuran nano. Partikel *filler* berukuran nano menyebabkan distribusi partikel lebih merata, sehingga kandungan partikel bahan pengisi meningkat yang diikuti dengan berkurangnya penyusutan polimerisasi dan

meningkatnya sifat mekanis bahan.⁴ Sifat ini sangat penting untuk bahan restorasi yang digunakan pada daerah dengan stres fungsional yang tinggi seperti regio posterior.⁵ Resin komposit secara umum memiliki sifat mampu menyerap air yang dapat mempengaruhi sifat mekanis bahan itu sendiri. Penyerapan air pada resin komposit dipengaruhi oleh monomer resin yang digunakan.^{6,7} Menurut Ferracane, monomer TEGDMA (*tri-ethylene glycol dimethacrylate*) memiliki kemampuan menyerap air yang lebih besar daripada monomer lainnya, seperti Bis-GMA (*bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate*), UDMA (*urethane dimethacrylate*), dan Bis-EMA (*bisphenol-A-ethoxylated dimethacrylate*).⁸ Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tekan resin komposit antara lain komposisi bahan, proses polimerisasi, dan kondisi rongga mulut seperti minuman yang dikonsumsi.⁹

Selain kekuatan tekan, syarat penting keberhasilan klinis suatu restorasi adalah kemampuan bahan restorasi untuk bertahan terhadap paparan berbagai cairan di dalam rongga mulut.¹⁰ Cairan di dalam rongga mulut dapat berasal dari saliva atau makanan dan minuman yang dikonsumsi sehari-hari.¹¹ Permukaan tumpatan sama halnya dengan permukaan gigi akan mudah mengalami erosi apabila terpapar makanan atau minuman dengan pH rendah (asam).¹²

Kopi merupakan minuman banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Jenis

kopi yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah kopi robusta.¹³ Kopi merupakan salah satu minuman dengan pH asam. Keasaman kopi didapatkan dari salah satu komposisi kimia kopi yaitu asam klorogenat yang merupakan senyawa fenol.¹⁴ Kandungan asam klorogenat dalam setiap jenis kopi berbeda, kopi robusta memiliki kandungan asam klorogenat sebesar 3,3-3,8 g/100 g bubuk kopi. Kandungan asam klorogenat pada kopi robusta ini lebih tinggi daripada kopi arabika yang hanya sebesar 1,9-2,5 g/100 g bubuk kopi.¹⁵ Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan penulis menunjukkan pH larutan kopi robusta berkisar antara 5,8-5,9.

Penelitian sebelumnya mengenai pengaruh minuman asam (jus jeruk dan coke) terhadap kemampuan penyerapan air resin komposit *nanofiller*, *microhybrid*, dan *microfiller* menunjukkan penyerapan air dan kelarutan pada resin komposit mengalami peningkatan setelah direndam dalam minuman asam. Penyerapan air yang terjadi pada resin komposit tersebut dapat menyebabkan degradasi dan menurunkan sifat mekanis resin komposit.¹⁶ Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis ingin melakukan penelitian mengenai efek larutan kopi robusta terhadap kekuatan tekan resin komposit *nanofiller*.

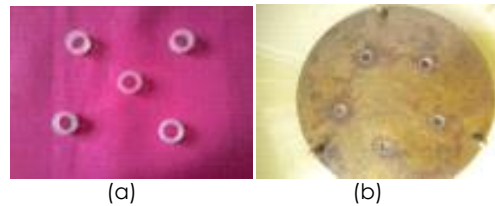
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *experimental laboratories* dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 64 sampel resin komposit *nanofiller* berbentuk cakram dengan diameter 5 mm dan tebal 2 mm. Sampel dibagi menjadi 4 kelompok kontrol (direndam dalam akuades) dan 4 kelompok perlakuan (direndam dalam larutan kopi robusta). Masing-masing kelompok terdiri dari 8 sampel dengan lama perendaman 1, 3, 5, dan 7 hari.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *syringe insulin*, plat kuningan, anak timbangan 1 kg, *plastic filling instrument*, sonde lurus, stoper semen, pinset kedokteran gigi, *stopwatch*, *light-emitting diode (LED) curing unit* (Litex 680A, Dentamerica), wadah plastik tertutup, inkubator, gelas ukur, sendok takar, termos air panas, gelas kecil, pH meter, termometer, *Universal Testing Machine* (Model TM 113 30 KN, Essom, Germany). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: kopi bubuk robusta (Singa Robusta Java), resin komposit *nanofiller* (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE), akuades, air, *celluloid strip*, kertas *tissue*, kertas label, *aluminium foil*.

Cetakan sampel berupa cincin plastik yang dibuat dari *syringe insulin* berdiameter 5 mm dan dipotong-potong dengan ketebalan 2 mm (Gambar 1 a). Pada bagian dasar masing-masing lubang plat kuningan dilapisi *celluloid strip*, kemudian cetakan cincin plastik

dimasukkan ke dalam masing-masing lubang plat kuningan (Gambar 1 b).



Gambar 1. Persiapan cetakan sampel (a) Cetakan cincin plastik; (b) Plat kuningan

Sampel dibuat dengan cara memasukkan resin komposit *nano filler* ke dalam cincin plastik menggunakan *plastic filling instrument* kemudian dipadatkan dengan stoper semen. Cetakan diisi resin komposit sampai penuh, kemudian pada bagian atasnya dilapisi dengan *celluloid strip*, di bagian atas *celluloid strip* diletakkan plat kuningan, dan diberi beban anak timbangan seberat 1 kg selama 30 detik.¹⁷ Setelah 30 detik, anak timbangan, plat kuningan bagian atas, dan *celluloid strip* bagian atas diangkat. Resin komposit *nano filler* disinari menggunakan *LED curing unit* pada sisi bagian atas selama 20 detik dengan ujung LED menempel dan membentuk bidang tegak lurus dengan permukaan sampel.⁷ Sampel resin komposit yang telah disinari kemudian dilepas dari cetakan (Gambar 2).



Gambar 2. Sampel yang telah dikeluarkan dari cetakan

Sampel yang telah dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam dalam akuades selama 24 jam sebelum diberi perlakuan. Setelah 24 jam, masing-masing sampel dilakukan perendaman sesuai kelompoknya selama 1, 3, 5, dan 7 hari. Pada penelitian ini perendaman sampel selama 1 hari setara dengan 6 bulan pemakaian restorasi resin komposit, 3 hari setara dengan 1 tahun pemakaian, 5 hari setara dengan 1,5 tahun pemakaian, dan 7 hari setara dengan 2 tahun pemakaian.¹⁵ Larutan kopi robusta dan akuades diganti setiap 24 jam sekali. Setelah dilakukan perendaman sampel dikeluarkan dari larutan, dicuci dengan air mengalir, dikeringkan dengan kertas *tissue*, kemudian dilakukan pengujian kekuatan tekan.

Uji kekuatan tekan dilakukan pada hari ke-1, 3, 5, dan 7 menggunakan alat *Universal Testing Machine* (Essom, Germany). Cara kerja alat ini yaitu sampel diletakkan tepat di tengah meja uji. Mata uji atau

indentor diletakkan pada posisi tepat di atas sampel sehingga ujung mata uji menyentuh permukaan sampel, kemudian dilakukan pemberian tekanan sehingga mata uji bergerak turun dan menekan sampel. Pemberian tekanan dilakukan sampai sampel pecah. Apabila sampel telah pecah, maka pemberian tekanan dihentikan. Besar tekanan yang diberikan tercatat pada layar digital, kemudian besar tekanan tersebut dimasukkan ke dalam rumus kekuatan tekan:¹⁸

$$CS = \frac{F \times 9,80}{\pi r^2}$$

Keterangan:

CS= kekuatan tekan (N/mm² atau MPa), F= beban yang diberikan (N), r= jari-jari sampel (mm), π= 3,14

HASIL PENELITIAN

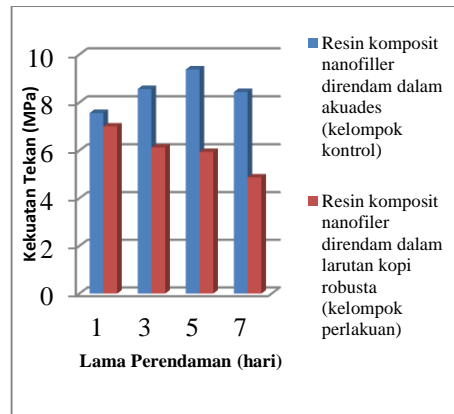
Rata-rata nilai kekuatan tekan pada kelompok kontrol (K1, K3, K5, K7) dan kelompok perlakuan (P1, P3, P5, P7) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1. Pada Tabel 1 dan Gambar 3 rata-rata nilai kekuatan tekan kelompok kontrol terendah terdapat pada perendaman hari pertama (K1) dan tertinggi pada perendaman hari kelima (K5). Pada kelompok perlakuan rata-rata nilai kekuatan tekan terendah terdapat pada perendaman hari ketujuh (P7) dan tertinggi pada perendaman hari pertama (P1). Semakin tinggi nilai kekuatan tekannya maka sampel tersebut semakin kuat, sedangkan semakin rendah nilai kekuatan tekannya maka sampel tersebut mudah pecah. Hasil uji kekuatan tekan sampel resin

komposit *nanofiller* dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Rata-rata nilai kekuatan tekan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan (MPa)

Kelompok	$\bar{x} \pm SD$	Kelompok	$\bar{x} \pm SD$
K1	7,56 ± 1,35	P1	7 ± 1,96
K3	8,56 ± 1,66	P3	6,12 ± 4,26
K5	9,37 ± 4,69	P5	5,94 ± 4,14
K7	8,44 ± 4,26	P7	4,87 ± 2,39

\bar{x} : rata-rata nilai kekuatan tekan
SD : standar deviasi



Gambar 3. Histogram rata-rata nilai kekuatan tekan (MPa) resin komposit *nanofiller*



Gambar 4. Hasil pengujian kekuatan tekan sampel resin komposit *nanofiller* (a) Perendaman hari ke-1; (b) Perendaman hari ke-2; (c) Perendaman hari ke-3; (d) Perendaman hari ke-4

Tabel 2. Hasil uji *Mann-Whitney*

	K1	K3	K5	K7	P1	P3	P5	P7
K1	-	0,234	0,959	0,878	0,645	0,328	0,279	0,021*
K3	0,234	-	0,798	0,505	0,161	0,130	0,195	0,007*
K5	0,959	0,798	-	0,798	0,721	0,195	0,442	0,050*
K7	0,878	0,505	0,798	-	0,798	0,279	0,382	0,105
P1	0,645	0,161	0,721	0,798	-	0,382	0,442	0,083
P3	0,328	0,130	0,195	0,279	0,382	-	0,878	0,798
P5	0,279	0,195	0,442	0,382	0,442	0,878	-	0,645
P7	0,021*	0,007*	0,050*	0,105	0,083	0,798	0,645	-

*: berbeda bermakna

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan data berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan uji homogenitas dengan *Levene test* menunjukkan data tidak homogen ($p < 0,05$), sehingga analisis data dilanjutkan dengan uji statistik non parametrik *Kruskal-Wallis*. Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan ($p > 0,05$) antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan dan masing-masing kelompok hari berdasarkan lama perendaman, kemudian analisa data dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney*. Hasil uji *Mann-Whitney* dapat dilihat pada Tabel 2.

PEMBAHASAN

Kekuatan tekan merupakan sifat mekanis bahan restorasi yang sangat penting dalam proses pengunyahan, terutama pada regio posterior.⁶ Komposisi bahan restorasi, proses pengerasan bahan, dan lingkungan rongga mulut dapat mempengaruhi kekuatan tekan bahan restorasi. Bahan restorasi di dalam rongga mulut secara terus-menerus terpapar oleh bahan-bahan kimia yang terdapat dalam saliva, makanan, dan minuman yang dapat menyebabkan degradasi.¹⁶

Kekuatan tekan resin komposit dipengaruhi oleh proses degradasi resin komposit. Matriks resin memiliki sifat hidrofil atau mampu menyerap air. Molekul air yang terserap akan menginduksi degradasi pada resin komposit melalui dua mekanisme. Pertama, molekul air yang terserap akan berdifusi ke dalam rantai polimer dan mengisi ruang kosong di antara rantai polimer, kemudian ikatan polimer akan melunak dan mengembang menyebabkan terlepasnya monomer. Kedua, molekul air juga menyebabkan degradasi pada ikatan siloksan (ikatan antara gugus silanol pada permukaan silika dan *silane coupling agent*) melalui reaksi hidrolisis. Hal tersebut menyebabkan ikatan antara *filler* dengan matriks resin menjadi tidak stabil.^{8,16}

Pada penelitian ini secara umum nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam akuades (kelompok kontrol) lebih tinggi daripada resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan kopi robusta (kelompok perlakuan). Hal ini disebabkan oleh kandungan kimia kopi robusta, yaitu asam klorogenat.¹⁴ Penelitian pendahuluan menunjukkan derajat keasaman larutan kopi robusta sebesar 5,8-5,9. Keasaman larutan kopi robusta dapat meningkatkan kelarutan resin komposit dan penyerapan air ke dalam matriks resin. Kelarutan tersebut menyebabkan erosi pada permukaan resin komposit dan terputusnya ikatan polimer pada matriks resin dan ikatan siloksan serta pelepasan ion-ion partikel *filler* seperti kalsium, aluminium, stronsium, barium, fosfor, dan silikon. Hal tersebut dapat menurunkan kekuatan tekan resin komposit.^{16,19}

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat peningkatan nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam akuades selama 1, 3, dan 5 hari (K1, K3, dan K5), kemudian mengalami penurunan nilai kekuatan tekan pada hari ke-7 (K7). Hal ini sesuai dengan pernyataan Drummond bahwa sifat mekanis resin komposit yang direndam dalam akuades akan terus mengalami peningkatan dari awal perendaman hingga waktu tertentu, kemudian sifat mekanis tersebut akan mengalami penurunan.²⁰ Pada penelitian ini perendaman sampel resin komposit *nanofiller* dilakukan di dalam inkubator pada suhu 37°C. Perendaman pada suhu 37°C dapat mempengaruhi mobilitas molekul dari rantai polimer resin komposit. Pada saat proses penyinaran hanya 55-65% monomer yang terpolimerisasi, sementara sisanya akan menjadi monomer sisa yang tidak terpolimerisasi. Molekul dari monomer sisa yang tidak terpolimerisasi ini nantinya akan mengalami mobilisasi dan meningkatkan terbentuknya ikatan silang (*cross-linking*) monomer tambahan. Peningkatan ikatan silang (*cross-linking*) monomer tambahan akan meningkatkan sifat mekanis resin komposit.^{7,21} Hal ini sesuai dengan pernyataan Shah dkk. bahwa peningkatan mobilitas molekul dari rantai polimer berkaitan dengan meningkatnya sifat mekanis resin komposit.²² Peningkatan jumlah ikatan silang monomer pada matriks resin kemungkinan menyebabkan peningkatan nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam akuades pada hari ke-1, 3 dan 5. Sementara itu, proses penyerapan akuades yang terjadi secara terus-menerus juga akan menyebabkan degradasi pada matriks resin dan ikatan antara *filler* dengan matriks. Proses degradasi ini akan menyebabkan nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam akuades mengalami penurunan pada hari ke-7.²⁰

Data hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan kopi robusta pada hari ke-1, 3, 5, dan 7 (P1, P3, P5, dan P7) mengalami penurunan. Larutan kopi robusta yang asam memiliki kandungan ion H⁺ yang lebih banyak daripada ion OH⁻. Penyerapan air ke dalam matriks resin menyebabkan ion H⁺ dari larutan kopi robusta terserap ke dalam matriks dan bereaksi dengan gugus ester dari monomer dimetakrilat, kemudian membentuk asam karboksilat dan molekul alkohol. Monomer dimetakrilat yang berikatan dengan ion H⁺ akan terputus dari rantai polimer, menyebabkan ekspansi pada bahan, dan menginduksi hidrolisis komponen matriks resin. Reaksi ini menyebabkan rantai polimer terpecah menjadi oligomer dan monomer, sehingga terjadi proses pelunakan dan pembesaran matriks, serta terbentuk porus di dalam material. Degradasi pada komponen resin komposit ini menyebabkan monomer resin terlepas sehingga menurunkan

sifat mekanis dari resin komposit.^{16,20} Banyaknya jumlah monomer, partikel *filler* dan ion-ion yang terlepas kemungkinan menyebabkan nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* pada kelompok perlakuan mengalami penurunan seiring berjalannya waktu.

Resin komposit *nanofiller* pada penelitian ini menggunakan monomer matriks Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, dan Bis-EMA. Monomer ini bersifat hidrofilik karena terdapat gugus polar yang mudah tertarik oleh molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen. Viskositas monomer Bis-GMA dan UDMA sangat tinggi sehingga dibutuhkan penambahan monomer pengencer seperti TEGDMA dan Bis-EMA. Monomer dengan viskositas yang tinggi menyebabkan mobilitas molekul terbatas sehingga derajat konversi dari monomer ke polimer dan derajat ikatan silang monomer rendah. Derajat hidrofilisitas setiap monomer bervariasi, tergantung tipe gugus fungsional yang terdapat dalam struktur monomer, yaitu TEGDMA Bis-GMA UDMA Bis-EMA. Monomer UDMA memiliki viskositas yang tinggi tetapi hidrofilisitas yang rendah, sedangkan monomer Bis-GMA memiliki hidrofilisitas yang tinggi karena mengandung gugus hidroksil dan mampu membentuk ikatan hidrogen yang paling kuat dengan molekul air dibandingkan dengan monomer UDMA yang mengandung gugus *urethane* dan monomer Bis-EMA yang mengandung gugus *ether*. Monomer pengencer seperti TEGDMA memiliki ukuran monomer yang paling kecil sehingga lebih mudah bergerak dan terlepas. Hal ini memungkinkan TEGDMA menampung air dalam jumlah yang tinggi pada celah antara ikatan polimer. Penambahan TEGDMA ke dalam Bis-GMA dapat meningkatkan penyerapan air.^{6,23} Monomer UDMA dan Bis-EMA memiliki hidrofilisitas yang rendah sehingga dapat menurunkan penyerapan air pada resin komposit *nanofiller* yang digunakan dalam penelitian ini. Penyerapan air yang rendah menyebabkan degradasi matriks resin komposit tidak terlalu besar, sehingga monomer yang terlepas sedikit.¹⁶

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah perendaman dalam larutan kopi robusta dapat menurunkan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller*.

DAFTAR PUSTAKA

- Hengtrakool C, Kukiattrakoon B, Kedjarune-Leggat U. Effect of Naturally Acidic Agents on Microhardness and Surface Micromorphology of Restorative Materials. *Europ J Dent* 2011; 5:89-100.
- Annusavice KJ. Editor: Budiman JA, Purwoko S. Phillips: Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi. Edisi 10. Jakarta: EGC, 2004:48-232
- Van Noort R. *Intoduction to Dental Material* 3rd ed. USA: Mosby, 2007:43-50.
- Kaur P, Luthra R, Pureet. Nanocomposite – A Step Towards Improved Restorative Dentistry. *IJDS* 2011; 3(1):28-31.
- Rosa RS, Balbinot CEA, Blando E, Mota EG, Oshima HMS, Hirakata L, dkk. Evaluation of Mechanical Properties on Three Nanofilled Composites. *Stomatologija* 2012; 14(4):126-130.
- Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's Restorative Dental Materials*. 13th ed. USA: Mosby, 2012:84-177.
- Bayne SC, Thompson JY. *Biomaterials*. In: Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ (eds). *Art and Science of Operative Dentistry*. 5th ed. USA: Mosby, 2006:197.
- Ferracane, JL. Hygroscopic and Hydrolytic Effects in Dental Polymer Networks. *Dent Mater* 2006; 22:211-222.
- Moezzyzadeh M. Evaluation of The Compressive Strenght of Hybrid and Nanocomposites. *JDS* 2012; 1:24-29.
- McKenzie MA, Linden RWA, Nicholson JW. The Physical Properties of Conventional and Resin Modified Glass Ionomer Dental Cements Stored in Saliva, Proprietary Acidic Beverages, Saline, Water. *Biomaterials* 2003; 24:4063-4069.
- Munadzirah E. Kekuatan Kompresi Resin Komposit yang Direndam dalam Akuabidest dengan Temperatur Berbeda. *Dent J* 2002; 35(2):82-86.
- Erdemir U, Yildiziz E, Eren MM, Ozel S. Surface Hardness of Different Restorative Material After Long-Term Immersion in Sport and Energy Drink. *Dent Mater* 2012; 31(5):729-736.
- Wahyudin, Sumarwan U, Hartoyo. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Kopi dan Analisis Pemetaan Beberapa Merek Kopi dan Implikasinya pada Pemasaran Kopi. *J Manajemen dan Agribisnis* 2004; 1(1):55-68.
- Aprilia, Rochyani L, Rahardianto E. Pengaruh Minuman Kopi terhadap Perubahan Warna pada Resin Komposit. *Ind J Dent* 2007; 14(3):164-170.
- Farah A. Coffee Constituen. In: Chu YF (ed). *Coffee: Emerging Health Benefits and Disease Prevention*. USA: John Wiley & Sons, 2012:21-58.

16. Rahim TNA, Mohamad D, Md Akil H. Water Sorption Characteristics of Restorative Dental Composites Immersed in Acidic Drink. *Dent Mater* 2012; 28:63-70.
17. Tonetto MR, Neto CS, Felicio CM, Domingos PAS, Campos EA, Andrade MF. Effect of Staining Agents on Color Change of Composites. *RSBOM* 2011; 3:266-271.
18. Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MFL. Compressive and Diametral Tensile Strength of Glass Ionomer Cements. *J Appl Oral Sci* 2004; 12(4):344-348.
19. Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F. Surface Hardness of Resin Composites After Staining and Bleaching. *Op Dent* 2006; 31(5):623-628.
20. Drummond JL. Degradation, Fatigue, and Failure of Resin Dental Composite Materials. *J Dent Res* 2008; 87(8):710-719.
21. Putriyanti F, Herda E, Soufyan A. Pengaruh Saliva Buatan Terhadap Diametral Tensile Strength Micro Fine Hybrid Resin Composite yang Diredam dalam Minuman Isotonik. *Jurnal PDGI* 2012; 61(1):43-47.
22. Shah MB, Ferracane JL, Kruzic JJ. R-curve Behaviour and Toughening Mechanism of Resin-Based Dental Composite: Effect of Hydration and Post-cure Heat Treatment. *Dent Mater* 2009; 25:760-770.
23. Mortier E, Jager S, Gerdolle DA, Dahoun A. Influence of Filler Amount on Water Sorption and Solubility of Three Experimental Flowable Composite Resins. *JMSEAT* 2013; 7(1):35-48