

Pengaruh Perendaman Sari Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanohibrida

Anggani Prasasti*, Fatima*, Radhityana L. Utami**

* Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

** Mahasiswa Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

ABSTRAK

Resin komposit nanohibrida adalah perkembangan paling baru dalam kelompok material tumpatan komposit. Komposit ini terkenal dikarenakan tingkat estetika yang baik, daya poles yang tinggi dan kekuatan yang baik. Kekuatan tekan adalah kemampuan resin komposit nanohibrida menahan tegangan maksimum yang diterima. Resin komposit nanohibrida memiliki sifat menyerap air. Sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) yang mengandung air dan bersifat asam menyebabkan rusaknya ikatan matriks dan filler. Hal ini yang menyebabkan penurunan kekuatan tekan dari resin komposit nanohibrida. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perendaman resin komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap kekuatan tekan. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *Post Test Group Design* dengan menggunakan resin komposit nanohibrida yang direndam dalam sari jeruk manis selama 3, 7, dan 14 hari. Total sampel yang digunakan berjumlah 24 buah berbentuk silinder berdiameter 5 mm dan tinggi 2 mm. Tiap sampel diuji menggunakan *Universal Testing Machine TARNO GROCKI* dengan hasil satuan MPa. Hasil dianalisis menggunakan uji *One-Way ANOVA*. Hasil menunjukkan bahwa nilai statistik sampel $p = 0,009$ ($p < 0,05$) yang menyatakan bahwa perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) berpengaruh pada penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida secara signifikan serta resin komposit nanohibrida yang direndam selama 3 hari memiliki kekuatan tekan paling tinggi dan 7 hari memiliki kekuatan tekan paling rendah.

Kata kunci: Kekuatan Tekan, Resin Komposit Nanohibrida, Sari Jeruk Manis

ABSTRACT

Nanohybrid resin composite is the newest development on resin composite restorative materials. Nanohybrid resin composite is renowned for its good esthetics, polish ability and strength. Compressive strength is the ability to withstand the maximum load it can receive. Nanohybrid resin composite has a character to absorb water. Sweet orange (*Citrus sinensis*) that contains water and is acidic can cause the damage in matrix chain and filler. This thing can cause the decrease in compressive strength of nanohybrid resin composite. Purpose of this research is to know the effect of sweet orange immersion on compressive strength of nanohybrid resin composite. This research used post test group design using nanohybrid resin composite immersed in sweet orange for 3, 7 and 14 days. Total samples are 24 in cylindrical form with 5 mm in diameter and 2 mm in height. Each samples was tested using *Universal Testing Machine TARNO GROCKI* with MPa unit. The results were analyzed using *One-Way ANOVA*. The results showed that the statistical value is $p = 0,009$ ($p < 0,05$) saying the immersion of nanohybrid resin composite in sweet orange have a significant effect on the decreasing compressive strength and composites immersed for 3 days has the highest compressive strength while group of 7 days has the lowest compressive strength.

Key words: Compressive Strength, Nanohybrid Resin Composite, Sweet Orange

A. PENDAHULUAN

Presentase penduduk Indonesia yang mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut pada tahun 2014 adalah 25,9%¹. Sebanyak 60-90% anak usia sekolah memiliki gigi berlubang². Sedangkan di Indonesia, prevalensi pengalaman karies aktif sebanyak 72,1%³. Untuk menangani karies, perlu dilakukan tindakan kuratif dengan melakukan penempatan atau restorasi gigi dengan menggunakan bahan-bahan restorasi⁴.

Bahan restorasi yang banyak diminati masyarakat saat ini adalah bahan restorasi yang bisa mengembalikan fungsi estetik dengan baik dan salah satu bahan tersebut adalah resin komposit. Resin komposit digunakan dalam bidang kedokteran gigi karena memiliki estetik yang bagus dan mampu untuk berikatan dengan struktur gigi⁵. Resin komposit pada awalnya hanya diindikasikan untuk karies gigi anterior di mana faktor estetik sangat dibutuhkan namun saat ini komposit mulai digunakan pada gigi posterior⁶. Tumpatan dari resin komposit juga memiliki masa penggunaan yang cukup lama yaitu kurang lebih 7 tahun. Masa penggunaan resin komposit ini lebih panjang dari bahan restorasi lain, kecuali amalgam yang bisa tahan hingga lebih dari 10 tahun⁷.

Resin komposit mengalami perkembangan terus menerus dari awal bahan restorasi ini diperkenalkan pada 1970-an. Sifat fisik dan mekanik dari resin komposit terus menerus diperbaiki. Resin komposit nanohibrida memiliki sifat fisik dan mekanik lebih baik dibandingkan dengan resin komposit konvensional. Resin komposit nanohibrida memiliki ukuran partikel *filler* 20 nanometer⁸. Resin komposit nanohibrida memiliki banyak kelebihan, yaitu dapat digunakan untuk restorasi anterior dan posterior, permukaan lebih halus karena terdiri dari partikel berukuran nano, mempunyai sifat mekanik lebih baik, dan memiliki nilai estetik yang baik sehingga sesuai untuk digunakan pada tumpatan gigi anterior⁹. Suatu bahan restorasi memiliki beberapa sifat mekanik antara lain kekerasan dan kekuatan¹⁰.

Kekuatan suatu bahan apabila diberi suatu gaya atau tekanan ada 3 macam yaitu *tensile*, *compressive*, *shear*¹⁰. *Compressive strength* atau kekuatan tekan adalah ketahanan suatu bahan terhadap beban yang menekan atau memendekkan¹¹. Kekuatan tekan dianggap penting karena kekuatan tekan yang tinggi diperlukan untuk menahan beban pengunyahan¹².

Penurunan kekerasan permukaan komposit dapat diakibatkan karena

adanya sifat penyerapan air. Air yang mengandung asam dapat diserap komposit sehingga merusak ikatan matriks dan filler. Permukaan tumpatan sama halnya dengan permukaan gigi akan mudah mengalami erosi apabila terpapar makanan atau minuman dengan pH rendah¹³. Salah satu contoh bahan yang memiliki pH rendah adalah jeruk manis (*Citrus sinensis*)¹⁴.

Jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki derajat keasaman 4,0¹⁴. Semakin lama dan semakin banyak konsumsi bahan bersifat asam akan menyebabkan kekuatan tekan resin menurun yang bisa memperpendek masa penggunaan tumpatan resin komposit nanohibrida¹⁵.

Jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki kandungan asam sitrat yang bersifat agresif terhadap jaringan keras gigi dan material restorasi berbasis resin. Tingkat keasaman yang tinggi menyebabkan matriks meluruh sehingga partikel *filler* terlepas. Meluruhnya matriks dan *filler* menyebabkan daya tahan resin komposit terhadap beban menurun¹⁶.

Jeruk manis atau *Citrus sinensis* merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat Indonesia dan juga sebagian besar anak-anak. Konsumsi jeruk di Indonesia adalah 2,7 kg/orang/tahun¹⁷. Jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki kandungan nitrogen,

lipid, gula, asam (asam sitrat, asam malat, asam berzoat, asam tartar), karbohidrat tidak larut, enzim, flavonoid, vitamin dan mineral¹⁴.

Penelitian-penelitian sebelumnya menyatakan bahwa perendaman resin komposit nanohibrida pada larutan yang bersifat asam menyebabkan perubahan sifat fisik seperti penurunan kekerasan permukaan pada resin komposit¹⁸ (Khan, 2015). Namun, sejauh ini belum ada penelitian mengenai pengaruh perendaman komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap kekuatan tekannya. Oleh karena itu penulis ingin mengetahui pengaruh perendaman resin komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap kekuatan tekan.

B. METODE PENELITIAN

- 1. Rancangan Penelitian.** Penelitian ini menggunakan metode *post test only control group design* dimana observasi perbandingan kelompok eksperimen dilakukan setelah diberi perlakuan.
- 2. Sampel Penelitian.** Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 24 buah restorasi resin komposit nanohibrida yang berbentuk silindris dengan kriteria diameter 5 mm, ketebalan 2 mm,

permukaan sampel rata, dan tidak porus.

3. Variabel Penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah perendaman sampel komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis. Variabel terikat adalah kekuatan tekan resin komposit nanohibrida.

4. Prosedur Penelitian

a. Tahap persiapan.

Resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin komposit nanohibrida merk 3M. Jeruk manis yang digunakan adalah jenis jeruk *baby*. Pembuatan sampel dilakukan menggunakan cetakan dari sedotan berdiameter 5mm yang dipotong setinggi 2mm. Resin komposit dimasukkan hingga mampat kemudian dipolimerisasikan menggunakan *light cure* selama 40 detik.

Sampel sebanyak 24 buah dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok kontrol, kelompok sampel I (perendaman selama 3 hari), kelompok sampel II (perendaman selama 7 hari), kelompok sampel III (perendaman selama 14 hari).



Gambar 1. Proses Pembuatan Sampel Resin Komposit *Nanohybrid*



Gambar 2. Sampel Resin Komposit *Nanohybrid*

b. Tahap pelaksanaan.

Seluruh kelompok sampel direndam dalam saliva buatan dalam 24 jam pertama. Lalu kelompok kontrol dilakukan pengukuran kekuatan tekan dan dicatat hasilnya. Kelompok sampel I, II dan III dilakukan perendaman sesuai dengan lama perendamannya. Pada akhir perendaman kelompok tersebut dilakukan pengukuran kekuatan tekan.

Pengukuran kekuatan tekan dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine TARNO GROCKI*. Sampel ditekan sampai fraktur lalu dicatat angka yang ditunjukkan saat sampel tersebut fraktur.



Gambar 3. Proses Pengujian Kekuatan Tekan dengan *Universal Testing Machine*

c. Analisa data.

Data yang telah terkumpul dianalisa menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila data didapat normal dan homogen maka dilakukan uji *One-Way ANOVA*. Lalu dilakukan uji *Post-Hoc Tukey*. Lalu dilakukan uji korelasi-regresi untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antar variabel.

C. HASIL PENELITIAN

Hasil pengujian kekuatan tekan pada dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:

	Kontrol	H 3	H 7	H 14
1	61,90	46,43	59,83	55,89
2	60,71	63,91	49,92	45,79
3	60,46	65,72	54,29	44,73
4	61,87	71,48	46,62	45,89
5	58,94	57,49	47,40	53,70
6	51,83	45,70	48,60	54,98

Tabel 1. Hasil Uji Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanohibrida (MPa)



Gambar 4.

Grafik Nilai Rata-Rata Hasil Uji Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanohibrida

Dari data di atas dapat dilihat bahwa kekuatan tekan resin komposit nanohibrida yang paling rendah adalah kelompok perendaman 7 hari dan yang paling tinggi adalah kelompok perendaman 3 hari.

D. PEMBAHASAN

Kekuatan tekan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan yang diberikan tanpa mengalami kerusakan. Kekuatan tekan merupakan sifat yang penting karena kekuatan tekan yang tinggi diperlukan untuk menahan beban kunyah¹².

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap kekuatan tekan komposit nanohibrida. Penelitian dilakukan dengan merendam sampel komposit nanohibrida di dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) selama 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Pemilihan lama waktu perendaman ini dianalogikan dengan pengonsumsiannya selama 14 bulan, 34 bulan, dan 67 bulan dengan durasi konsumsi 10 menit per hari¹⁹.

Seluruh sampel resin komposit nanohibrida yang berjumlah 24 buah dibagi menjadi 4 kelompok yang

berbeda, dimana 1 kelompok merupakan kelompok kontrol dan 3 kelompok diberi perlakuan dengan direndam dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*). Berdasarkan hasil dari uji *One-Way Anova* diketahui bahwa perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) berpengaruh terhadap penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida secara signifikan. Berdasarkan uji *Post-Hoc Tukey* kelompok yang mengalami penurunan yang paling signifikan adalah kelompok dengan lama perendaman selama 7 hari.

Penurunan kekerasan permukaan komposit diakibatkan adanya sifat penyerapan air pada komposit. Air yang mengandung asam dapat diserap komposit sehingga merusak ikatan matriks dan filler. Terganggunya ikatan matriks dan filler mengakibatkan terbentuknya monomer sisa metil metakrilat. Asam memiliki banyak ion H^+ yang berdifusi ke dalam matriks kemudian mengikat ion negatif yang ada di dalam matriks. Ion H^+ mempengaruhi ion lainnya terdorong keluar dan bebas pada matriks. Ion yang keluar dari matriks mengakibatkan putusnya ikatan kimia sehingga matriks larut dan terurai²⁰.

Proses penyerapan air terjadi ketika bagian positif molekul air berikatan dengan molekul negatif oksigen dari molekul air lain lalu membentuk

jembatan hidrogen. Ikatan intermolekul ini mengakibatkan air terus berdifusi dan diserap oleh resin komposit. Molekul yang sangat kecil dari cairan akan masuk diantara molekul polimer dari resin matriks. Lalu larutan asam yang memiliki ion hidrogen yang tinggi mengakibatkan pemutusan ikatan lebih banyak terjadi, sehingga terjadi degradasi resin dengan adanya pemendekan ikatan rantai polimer yang kemudian berubah menjadi oligomer, kemudian menjadi monomer²¹.

Perendaman resin komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) menyebabkan penurunan kekuatan tekan karena sifat jeruk manis yang asam. Keasaman 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 silicon. Hal tersebut dapat menurunkan kekuatan tekan resin komposit²².

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya kenaikan kekuatan tekan dari kelompok kontrol dengan kelompok yang direndam selama 3 hari meskipun secara statistik perubahan tersebut tidak

signifikan. Kelompok perendaman selama 7 hari mengalami penurunan kekuatan paling signifikan. Kelompok perendaman selama 14 memiliki rata-rata kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perendaman selama 7 hari.

Kelompok perendaman selama 3 hari memiliki rata-rata kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol karena adanya peningkatan jumlah ikatan silang monomer yang meningkatkan sifat mekanis dari resin komposit²³. Molekul monomer sisa yang tidak terpolimerisasi akan mengalami mobilisasi dan meningkatkan terbentuknya ikatan silang (*cross linking*) monomer tambahan²⁴.

Pada kelompok perendaman selama 14 hari, resin komposit nanohibrida memiliki rata-rata kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perendaman selama 7 hari. Hal ini bisa dapat terjadi karena pengaruh kesalahan teknis dari penelitian ini. Namun apabila dibandingkan dengan kelompok kontrol, kelompok perendaman selama 14 hari mengalami penurunan nilai kekuatan tekan.

Kelompok perendaman selama 7 hari memiliki rata-rata kekuatan tekan paling rendah karena rusaknya ikatan antara matriks dengan *filler* karena sifat penyerapan air dari resin komposit

sehingga penurunan kekuatan tekan terus terjadi hingga resin komposit tersebut mencapai titik jenuhnya.

Kekuatan komposit akan terus mengalami penurunan seiring waktu sebelum mencapai titik jenuhnya. Pada fase ini matriks yang larut menciptakan ruang kosong yang akan diisi oleh air. Air akan terus mengisi ruang tersebut hingga tidak ada lagi ruang yang dapat dimasuki air menyebabkan kekuatan komposit akan terus menurun²⁵. Titik jenuh komposit akan terjadi pada hari ke 7 setelah komposit direndam dalam cairan secara terus menerus¹⁵.

Dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa perendaman di dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida.

Dapat dilihat dari hasil penelitian bahwa perendaman di dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dapat

disimpulkan bahwa H_0 ditolak, artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) terhadap penurunan kekuatan tekan resin komposit nanohibrida.

E. KESIMPULAN

1. Perendaman dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) memiliki pengaruh pada kekuatan tekan resin komposit nanohibrida.
2. Perendaman resin komposit nanohibrida dalam sari jeruk manis (*Citrus sinensis*) selama 3 hari memiliki kekuatan tekan paling tinggi dan 7 hari memiliki kekuatan tekan paling rendah.

F. SARAN

1. Konsumsi minuman yang bersifat asam terlalu sering dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tekan dari resin komposit nanohibrida, sehingga disarankan untuk mengurangi konsumsi minuman yang bersifat asam dalam kehidupan sehari-hari.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi minuman bersifat asam sit lain terhadap sifat mekanis restorasi resin komposit nanohibrida.
3. Lebih memperhatikan proses teknis dari penelitian sehingga

mengurangi kemungkinan terjadi kesalahan.

4. Penelitian selanjutnya dapat menambah waktu lama perendaman resin komposit nanohibrida dalam bahan asam untuk lebih melihat pengaruh dari asam terhadap kekuatan tekan resin komposit nanohibrida.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes, RI. 2014. *INFODATIN*. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. Jakarta
2. World Health Organization. 2000. *Oral Health Information Systems* (online). (http://www.who.int/oral_health/action/information/surveillance/en/ diakses pada 25 April 2016).
3. Kemenkes, RI. 2007. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas)*. Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. Jakarta
4. Hegde, A.M.; Rai K.; Padmanabhan V. 2011. *Dental Caries and Salivary Alterations in Type I Diabetes*. J Clin Pediatr Dent Spring; 33 (3): 231-4
5. Wan Bakar W.; McIntyre J. 2009. *Susceptibility of Selected Tooth-Coloured Dental Materials to Damage by Common Erosive Acids*. Aus Dent J 2009 Sep; 53 (3): 226-34
6. Wahyuni S.; Hellos A.; Ismalayani.; 2013. *Pengaruh Penambahan Leno-Weave Fiber Terhadap Kekuatan Tekan Restorasi Resin Komposit*. Jurnal Pembangunan Manusia, Desember, Vol.7 No.3; 15-22
7. Roulet, J. F. 1997. *Benefits and Disadvantages of Tooth-Coloured*

- Alternatives to Amalgam.* J Dent 1997;25: 459-473
8. Ferracane J.L.; Stansbury J.W.; Burke F.J.T.; 2010. *Self-Adhesive Resin Cements – Chemistry, Properties and Clinical Considerations.* Journal of Oral Rehabilitation 38 (4) : 295-314
 9. Al-Shalan. T.A. 2009. *In Vitro Staining of Nanocomposites Exposed to A Cola Beverage.* Pak Oral & Dent J 29 (1): 79-84
 10. O'Brien, William J. 2002. *Dental Materials and Their Selection Third Edition.* Quintessence Publishing: Illinois
 11. Anusavice KJ. 2004. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi Edisi 10.* EGC: Jakarta
 12. Craig, Robert G.; Powers, John M. 2002. *Restorative Dental Materials Eleventh Edition.* Mosby: Missouri
 13. Erdemir, U.; Yildiz, E.; Eren, MM.; Ozel, S. 2012. *Surface Hardness of Different Restorative Materials After Long-Term Immersion in Sports and Energy Drinks.* Dental Material 31 (5):729-736
 14. Bamise, Cornelius Tokunbo; Oziegbe, Elizabeth Obhioneh. 2013. *Laboratory Analysis of pH and Neutralizable Acidity of Commercial Citrus Fruits in Nigeria.* Advances in Biological Research 7 (2): 72-76
 15. Aprilia; Rochyani, Linda; Rahardiarto, Erry.; 2007. *Pengaruh Minuman Kopi Terhadap Perubahan Warna Pada Resin Komposit (Eksperimental Laboratoris).* Indonesian Journal of Dentistry 2007; 14 (3): 164-170
 16. Tanthanuch, Saijai; Kukiattrakoon, Boonlert; Siriporananon, Chantima; Ornprasert, Nawanda; Mettasitthikorn, Wathu; Likhitpreeda, Salinla; Waewsanga, Sulawan. 2014. *The Effect of Different Beverages on Surface Hardness of Nanohybrid Resin Composite and Giomer.* J Conserv Dent. 2014 May-Jun; 17 (3): 261-265
 17. BAPPENAS. 2000. *Tentang Jeruk.* <http://www.ristek.go.id/> diakses April 2016
 18. Khan, AA.; Siddiqui, AZ.; Divakar, DD. 2015. *Effect of Different pH Solvents on Micro-Hardness and Surface Topography of Dental Nano-Composite: An in vitro Analysis.* Pak J Med Sci Jul-Aug; 31(4) 854-859
 19. Effendi, M. Chair.; Nugraeni, Yuli.; Pratiwi, Rizki Widya. 2014. *The Effect of Soda Immersion on Nano Hybrid Composite Resin Discoloration.* Dental Journal March 47 (1): 37-40
 20. Aguiar, Flavio HB.; Andrade, Kelly RM.; Lima, Debora AN Leite; Ambrosano, Galucia MB.; Lovadino, Jose R.; 2009. *Influence of Light Curing and Sample Thickness on Microhardness of a Composite Resin.* Clin Cosmet Investig Dent. 2009; 1: 21-25
 21. Dhurohmah; Mujayanto, Rochman; Chumaeroh, Siti.; 2014. *Pengaruh Waktu Polishing dan Asam Sitrat Terhadap Microleakage Pada Tumpatan Resin Komposit Nanofiller Aktivasi Light Emitting Diode.* Odonto Dental Journal. Volume 1. Nomor 1. Mei 2014
 22. Andari, Endang Sasi; Wulandari, Erawati; Robin, Dwi Merry Ch.; 2014. *Efek Larutan Robusta terhadap Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanofiller.* Stomatognathic-Jurnal Kedokteran Gigi. 11(1). 6-11
 23. Drummond, J.L. 2008. *Degradation, Fatigue, and Failure of Resin Dental Composite Materials.* J Dent Res 2008 Aug; 87 (8): 710-9

24. Bayne, SC. 2006. *Why are the Next Steps in Biomaterials Research so Difficult?*. Journal of Oral Rehabilitation 2006 33: 631-633
25. Sitanggang, Peter; Tambunan, Elita; Wuisan, Jane;. 2015. *Uji Kekerasan Komposit Terhadap Rendaman Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia)*. Jurnal e-GiGi (eG), Volume 3, Nomor 1, Januari-Juni 2015

