

Research Article

The Difference in the Effects of Theobromine Solution at Concentrations of 1%, 5%, and 10% on the Shear Bond Strength of Composite Resin and Dentin

¹Carline Angela, ²Anastasia Elsa Prahasti, ²Elline¹Undergraduate Program, Faculty of Dentistry, Universitas Trisakti, Indonesia²Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Universitas Trisakti, Indonesia

Received date: February 14, 2025

Accepted date: July 21, 2025

Published date: August 5, 2025

KEYWORDS

Cavity cleanser, composite resin, dentin, shear bond strength, theobromine



DOI : 10.46862/interdental.v21i2.11075

ABSTRACT

Introduction: The use of composite resin as a restorative material poses challenges in creating optimal adhesive bonds with dentin, particularly due to the presence of the smear layer. A cavity cleanser is required to remove the smear layer and enhance adhesive strength. Chlorhexidine is considered the gold standard cavity cleanser, but it has toxic effects on the pulp. Theobromine, a natural compound derived from cocoa beans, has the potential to serve as a safer alternative with low toxicity.

Material and Methods: This in vitro experimental study employed five treatment groups: aquadest, 2% chlorhexidine, 1% theobromine, 5% theobromine, and 10% theobromine. A total of 25 premolar tooth samples were used. Shear bond strength was measured using a universal testing machine. Data were analyzed with a One-Way ANOVA statistical test.

Results and Discussions: The highest shear bond strength value was observed in the 5% theobromine group (5.53 MPa). There was no significant difference among the treatment groups ($p > 0.05$).

Conclusion: The 5% theobromine solution yielded the highest mean shear bond strength value compared to other groups, although the difference was not statistically significant. These findings suggest that theobromine has potential for further investigation as a candidate cavity cleanser.

Corresponding Author:

Anastasia Elsa Prahasti

Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry

Universitas Trisakti, Indonesia

Email: anastasia@trisakti.ac.id

How to cite this article: Angela C, Prahasti A, Elline. (2025). The Difference in the Effects of Theobromine Solution at Concentrations of 1%, 5%, and 10% on the Shear Bond Strength of Composite Resin and Dentin. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi* 21(2), 226-31. DOI: 10.46862/interdental.v21i2.11075

Copyright: ©2025 **Anastasia Elsa Prahasti** 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.

Perbedaan Pengaruh Larutan Theobromine dengan Konsentrasi 1%, 5%, 10% Terhadap Shear Bond Strength Resin Komposit dan Dentin

ABSTRAK

Pendahuluan: Penggunaan resin komposit sebagai bahan restorasi gigi menghadirkan tantangan dalam menciptakan ikatan adhesif yang optimal dengan dentin, terutama karena keberadaan *smear layer*. *Cavity cleanser* diperlukan untuk membersihkan *smear layer* dan meningkatkan kekuatan adhesi. Klorheksidin dikenal sebagai *gold standard cavity cleanser*, tetapi memiliki efek toksik terhadap pulpa. *Theobromine*, senyawa alami dari biji kakao, berpotensi menjadi alternatif yang lebih aman dengan efek toksik yang rendah.

Bahan dan Metode: Penelitian ini menggunakan desain eksperimental *in vitro* dengan lima kelompok perlakuan: akuades, klorheksidin 2%, *theobromine* 1%, 5%, dan 10%. Sebanyak 25 sampel gigi premolar digunakan. Pengukuran *shear bond strength* dilakukan menggunakan *universal testing machine*. Data dianalisis dengan uji statistik *One- Way ANOVA*.

Hasil dan Pembahasan: Nilai *shear bond strength* tertinggi ditemukan pada kelompok *theobromine* 5% (5,53 MPa). Tidak ada perbedaan signifikan di antara kelompok perlakuan ($p > 0,05$).

Simpulan: Larutan *theobromine* konsentrasi 5% memberikan rerata nilai *shear bond strength* tertinggi dibandingkan kelompok lainnya, meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hasil ini menunjukkan bahwa *theobromine* memiliki potensi untuk diteliti lebih lanjut sebagai kandidat bahan *cavity cleanser*.

KATA KUNCI: Cavity cleanser, dentin, resin komposit, shear bond strength, theobromine

PENDAHULUAN

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang banyak digunakan karena estetika yang tinggi dan kompatibilitasnya dengan jaringan gigi. Namun, penggunaannya memerlukan bahan adhesif untuk memperoleh daya lekat yang optimal.^{1,2} Salah satu faktor yang memengaruhi kekuatan ikatan adhesif adalah keberadaan *smear layer*, yaitu lapisan yang terbentuk akibat preparasi gigi yang dapat menghambat penetrasi bahan adhesif.³ Oleh karena itu, penggunaan *cavity cleanser* diperlukan untuk membersihkan *smear layer*, mengurangi kontaminasi bakteri, dan meningkatkan keberhasilan restorasi resin komposit.^{4,5}

Cavity cleanser berperan dalam menghilangkan bakteri yang terperangkap dalam tubulus dentin atau *smear layer*, serta tidak mengganggu perlekatan bahan restorasi dengan jaringan keras gigi. Penggunaan *cavity cleanser* yang tidak tepat, dapat memengaruhi daya ikat bahan restorasi dengan jaringan keras gigi.^{6,7} Klorheksidin glukonat 2% merupakan pembersih kavitas standar dengan spektrum antimikroba yang luas, tetapi memiliki efek samping seperti sitotoksitas terhadap sel pulpa, rasa pahit, dan risiko iritasi mukosa.⁸ Oleh karena itu, diperlukan alternatif *cavity cleanser* yang memiliki efek

antimikroba yang setara dengan efek samping yang lebih minimal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa *theobromine*, senyawa alkaloid yang terdapat dalam biji *Theobroma cacao*, memiliki potensi sebagai *cavity cleanser*.⁹ *Theobromine* diketahui dapat meningkatkan kekerasan enamel, menghambat produksi asam oleh bakteri kariogenik, serta memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Streptococcus mutans* dan *Candida albicans*. Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang membahas pengaruh *theobromine* terhadap kekuatan ikatan resin komposit dengan dentin.^{9,10} Penelitian ini akan mengisi celah dalam studi sebelumnya dengan mengevaluasi pengaruh berbagai konsentrasi *theobromine* (1%, 5%, dan 10%) terhadap *shear bond strength* ikatan resin komposit pada dentin. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif *cavity cleanser* berbasis bahan alami dengan efektivitas yang setara atau lebih baik dari klorheksidin serta efek samping yang lebih minimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh berbagai konsentrasi larutan *theobromine* terhadap *shear bond strength* resin komposit pada dentin guna menentukan konsentrasi optimal yang dapat digunakan sebagai alternatif *cavity cleanser*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik secara *in vitro* dengan rancangan penelitian *posttest-only control group design*. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium DMT Core Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti pada bulan September hingga Oktober 2024. Populasi penelitian ini adalah gigi premolar maksila dan mandibula pascaekstraksi. Sampel yang digunakan sebanyak 25 gigi premolar yang dibagi menjadi lima kelompok perlakuan, masing-masing terdiri atas lima sampel. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah gigi premolar permanen rahang atas dan bawah yang telah diekstraksi, tanpa adanya lesi non-karies.

Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan larutan theobromine dalam tiga konsentrasi, yaitu 1%, 5%, dan 10%. Bubuk *theobromine* (TCI, Tokyo, Jepang) ditimbang menggunakan timbangan digital (FW-B20, FWE Corporation, Zhejiang, Tiongkok) sebanyak 0,2 mg, 2 mg, dan 4 mg, kemudian masing-masing dicampurkan dengan akuades sebanyak 20 mL di dalam gelas ukur hingga homogen menggunakan pengaduk kaca. Setelah itu, dilakukan persiapan sampel dengan memilih gigi premolar yang telah diekstraksi, kemudian dipotong menggunakan *bur marker* dan *trimming wheel* hingga tersisa 2,5–3 mm dari ujung cusp untuk mendapatkan permukaan dentin yang rata. Akar gigi kemudian dimasukkan ke dalam pipa paralon berukuran 3,5 cm dan ditanam dalam resin akrilik *self-cured* hingga mengeras.

Pada tahap aplikasi larutan, sampel dibagi ke dalam lima kelompok perlakuan dengan masing-masing lima sampel setiap kelompok. Kelompok A diberikan perlakuan dengan larutan *theobromine* 1%, kelompok B dengan *theobromine* 5%, kelompok C dengan *theobromine* 10%, kelompok D dengan klorheksidin glukonat 2% (BISCO, Inc., Schaumburg, Illinois, Amerika Serikat), dan kelompok E sebagai kontrol menggunakan akuades. Setiap larutan dioleskan pada permukaan dentin sampel menggunakan *absorbent paper*, kemudian didiamkan selama 20 detik. Selanjutnya, permukaan dentin diaplikasikan bahan adhesif *self-etch* (Bonding Solare, GC

Corporation, Tokyo, Jepang), kemudian dilakukan penumpatan menggunakan resin komposit *nanohybrid* (Ruby Dental *Nanohybrid*, Shanghai, Tiongkok) dalam *teflon mold* berukuran 2×2 mm.

Sampel kemudian disinari menggunakan *light cure* (LY-B200, Guangdong, Tiongkok) selama 20 detik. Setelah restorasi selesai, sampel direndam dalam saliva buatan yang telah dituangkan dalam cawan plastik dan disimpan dalam inkubator (LIB-080M, LabTech, Namyangju, Korea Selatan) bersuhu 37°C selama 24 jam. Setelah perendaman selesai, sampel dikeluarkan dan dikeringkan menggunakan *absorbent paper*. Pengukuran *shear bond strength* dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* GS-X 5 KN (Shimadzu, Tokyo, Jepang). Sampel difiksasi pada meja uji dalam posisi tegak lurus terhadap lantai, kemudian diberikan tekanan geser menggunakan batang penggeser dengan *knife chisel edge* yang ditempatkan sejauh 1 mm di atas area perlekatan resin komposit. Mesin dioperasikan dengan kapasitas beban maksimum 5 kN dan kecepatan 0,5 mm/menit hingga resin komposit terlepas dari permukaan dentin. Nilai *shear bond strength* perlekatan kemudian diamati melalui layar komputer yang terhubung dengan mesin uji.

Analisis data dilakukan dengan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* serta uji homogenitas menggunakan *Levene's test* untuk memastikan distribusi data normal dan homogen. Data dikatakan berdistribusi normal jika nilai $p > 0,05$. Selanjutnya, dilakukan uji statistik parametrik *One-Way ANOVA* dengan batas signifikansi $p < 0,05$. Jika terdapat perbedaan bermakna, maka dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey*. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti dengan nomor 792/S1/KEPK/FGK/6/2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata *shear bond strength* tertinggi terdapat pada kelompok *theobromine* 5% dengan nilai 5,5340 MPa dan standar deviasi 1,83496. Kelompok klorheksidin 2% memiliki rata-rata 4,0900 MPa dengan standar deviasi 2,41611,

sedangkan kelompok *theobromine* 1% memiliki rata-rata 4,0800 MPa dan standar deviasi 1,51468. Kelompok akuades sebagai kontrol menunjukkan rata-rata *shear bond strength* sebesar 3,3060 MPa dengan standar deviasi 1,99397, sedangkan kelompok *theobromine* 10% memiliki rata-rata 3,3480 MPa dengan standar deviasi paling kecil, yaitu 1,29881. Pengujian *shear bond strength* dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kapasitas beban maksimum 5 kN dan kecepatan 0,5 mm/menit. Nilai gaya geser perlekatan diamati melalui layar komputer yang terhubung dengan mesin pengujian tersebut.

Tabel 1. Data hasil pengujian *shear bond strength*

Kelompok	Mean $\pm$ SD (MPa)
Akuades	3,3060 $\pm$ 1,99397
Klorheksidin 2%	4,0900 $\pm$ 2,41611
<i>Theobromine</i> 1%	4,0800 $\pm$ 1,51468
<i>Theobromine</i> 5%	5,5340 $\pm$ 1,83496
<i>Theobromine</i> 10%	3,3480 $\pm$ 1,29881

Hasil uji normalitas dengan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa semua kelompok memiliki nilai $p > 0,05$, sehingga data dalam penelitian ini berdistribusi normal. Uji homogenitas menggunakan *Levene's test* menunjukkan bahwa seluruh kelompok memiliki nilai $p > 0,05$, yang berarti data bersifat homogen. Hasil analisis statistik menggunakan *One-Way ANOVA* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara seluruh kelompok perlakuan ($p > 0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian larutan *theobromine* pada berbagai konsentrasi, klorheksidin 2%, maupun akuades tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap nilai *shear bond strength*, sehingga uji lanjutan *Post Hoc Tukey* tidak dilakukan.

Nilai *shear bond strength* tertinggi dalam penelitian ini diperoleh pada kelompok *theobromine* 5%, yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok klorheksidin 2% dan kelompok lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *theobromine* pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kekuatan geser resin komposit terhadap dentin.¹¹ Sebaliknya, kelompok akuades sebagai kontrol memiliki nilai *shear bond*

strength terendah, yang menunjukkan bahwa *cavity cleanser* berperan dalam meningkatkan kekuatan adhesi antara resin komposit dan dentin.^{7,12}

Penelitian ini menunjukkan bahwa *theobromine* 1% dan klorheksidin 2% memiliki nilai *shear bond strength* yang hampir sama. Hal ini dapat dijelaskan oleh kemampuan keduanya dalam membersihkan *smear layer* dan mengurangi kontaminasi bakteri, meskipun mekanisme kerjanya berbeda. Klorheksidin bekerja dengan menghambat enzim matriks metalloproteinase (MMP) yang berperan dalam degradasi dentin, sementara *theobromine* memiliki sifat antibakteri yang efektif dengan toksisitas lebih rendah terhadap sel pulpa. Efektivitas yang sebanding antara kedua bahan ini menunjukkan bahwa *theobromine* dapat menjadi alternatif *cavity cleanser* yang lebih aman dibandingkan dengan klorheksidin.⁶

Penurunan *shear bond strength* pada kelompok *theobromine* 10% dapat disebabkan oleh peningkatan viskositas larutan atau residu yang tertinggal, yang mengurangi efisiensi penetrasi bahan adhesif ke dalam dentin. Penelitian oleh Cevallos González et al. menunjukkan bahwa efektivitas *theobromine* sebagai *cavity cleanser* dapat meningkat dengan waktu aplikasi yang lebih lama. Oleh karena itu, durasi aplikasi *theobromine* dalam penelitian ini kemungkinan belum cukup untuk menghasilkan efek maksimal.^{9,13,14}

Dalam penelitian ini, sistem adhesif yang digunakan adalah *self-etch*, yang bekerja dengan memodifikasi *smear layer* tanpa menghilangkannya sepenuhnya.¹⁵ Sistem ini cenderung menghasilkan lapisan hibrida yang lebih dangkal dibandingkan dengan sistem *total-etch*, sehingga dapat membatasi penetrasi bahan adhesif ke dalam tubulus dentin. Hal ini dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan nilai *shear bond strength* dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian lain yang menggunakan sistem adhesif *total-etch*.^{16,12}

Nilai rata-rata *shear bond strength* dalam penelitian ini masih lebih rendah dibandingkan dengan nilai ideal yang diperlukan untuk perlekatan adhesif yang kuat dan stabil, yaitu berkisar antara 16–19 MPa. Faktor lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian ini adalah

jenis resin komposit yang digunakan, intensitas penyinaran saat polimerisasi, serta kondisi lingkungan selama penyimpanan sampel.⁴

Penelitian ini memiliki keterbatasan, salah satunya adalah penggunaan sampel yang hanya berasal dari gigi premolar, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan untuk gigi dengan morfologi dan karakteristik struktural yang berbeda, seperti molar atau insisivus. Selain itu, durasi perendaman dalam saliva buatan hanya dilakukan selama 24 jam, sedangkan pengujian jangka panjang diperlukan untuk mengevaluasi ketahanan ikatan adhesif dalam kondisi rongga mulut yang lebih kompleks.

Meskipun tidak ditemukan perbedaan yang signifikan dalam penelitian ini, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa larutan *theobromine* berpotensi sebagai alternatif *cavity cleanser* dengan toksisitas lebih rendah dibandingkan klorheksidin. Penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar, variasi durasi aplikasi, serta penggunaan sistem adhesif *total-etch* dapat dilakukan untuk mengeksplorasi efektivitas *theobromine* secara lebih mendalam.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa larutan *theobromine* dengan berbagai konsentrasi menghasilkan nilai rerata *shear bond strength* yang lebih tinggi secara deskriptif dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif (akuades), meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Meskipun tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara berbagai konsentrasi *theobromine* yang diuji, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi *theobromine* tetap mendukung peningkatan interaksi adhesif yang lebih baik dibandingkan tanpa penggunaan *cavity cleanser*. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan *cavity cleanser* memiliki peran penting dalam mendukung keberhasilan restorasi adhesif.

Temuan ini juga menunjukkan bahwa *theobromine* memiliki potensi sebagai alternatif *cavity cleanser* yang lebih aman dibandingkan klorheksidin. Konsentrasi *theobromine* 5% memberikan hasil *shear bond strength* tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya,

meskipun secara statistik tidak berbeda signifikan. Namun, efektivitas *theobromine* dalam meningkatkan *shear bond strength* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk waktu aplikasi, teknik adhesi yang digunakan, serta kondisi struktur dentin.

Pada penelitian berikutnya, disarankan untuk melakukan karakterisasi lebih lanjut terhadap *theobromine*, seperti analisis viskositas dan sifat antibakterinya, guna memperkuat potensinya sebagai *cavity cleanser*. Studi jangka panjang diperlukan untuk menilai stabilitas adhesi resin komposit setelah aplikasi *theobromine* pada dentin. Selain itu, penelitian lebih lanjut yang membandingkan efektivitas *theobromine* dengan berbagai jenis *cavity cleanser* lainnya sangat diperlukan untuk menentukan solusi terbaik dalam meningkatkan interaksi adhesif antara resin komposit dan dentin. Evaluasi klinis juga perlu dilakukan untuk memahami dampak penggunaan *theobromine* dalam prosedur restorasi gigi yang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Muhamad AH, Nezar, Watted, Azzaldeen, Abdulgani. Anterior esthetic restorations using direct composite restoration; a case report. *Dentistry & Dental Practices Journal* 2019; 2(1): 180008.
2. Widyastuti NH, Rini DS. Pengaruh air perasan jeruk nipis sebagai *cavity cleanser* terhadap kekuatan tarik bahan adhesiveself-etch. *Padjadjaran Journal of Dental Research and Students* 2023; 7(1): 52–6. Doi: 10.24198/pjdrs.v7i1.43232
3. Setianingrum ID, Suardita K, Subiyanto A, Wahjuningrum DA. Perbedaan daya pembersih kavitas saponin ekstrak kulit manggis 0,78% dan asam sitrat 6%. *CDJ* 2019; 7(1): 6. Doi:10.20473/cdj.v7i1.2017.6-11
4. Arslan S, Yazici AR, Gorucu J, Ertan A, Pala K, Üstün Y, et al. Effects of Different Cavity Disinfectants on Shear Bond Strength of a Silorane-based Resin Composite. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2011; 12(4): 279–86. Doi: 10.5005/jp-journals-10024-1047

5. Gürkan S, Bolay Ş, Kiremitçi A. Effect of disinfectant application methods on the bond strength of composite to dentin. *J of Oral Rehabilitation* 1999;26(10): 836–40. Doi: 10.1046/j.1365-2842.1999.00458.x
6. Lessa FCR, Aranha AMF, Nogueira I, Giro EMA, Hebling J, Costa CAD. Toxicity of chlorhexidine on odontoblast-like cells. *Journal of Applied Oral Science* 2010; 18(1): 50–8. Doi: 10.1590/s1678-77572010000100010
7. Sari FW, Ichrom Nahzi MY, Rasyid NI. Pengaruh chlorhexidine 2% sebagai cavity cleanser terhadap kuat geser resin komposit bioaktif. *Jurnal Kedokteran Gigi* 2021; 5(1): 16–20. Doi: 10.20527/dentin.v5i1.3228
8. Pambudi AR, Wasiaturrahmah Y, Aspriyanto D. Antibacterial effectiveness of kecapi sentul extract against streptococcus mutans. *ODONTO Dental Journal* 2021; 8(2): 1–10. Doi: 10.30659/odj.8.2.1-10
9. Cevallos González FM, Dos Santos Araújo EM, Lorenzetti Simionato MR, Kfoury Siriani L, Armas Vega ADC, Studart Medeiros I, et al. Effects of theobromine addition on chemical and mechanical properties of a conventional glass ionomer cement. *Prog Biomater* 2019; 8(1): 23–9. Doi: 10.1007/s40204-019-0107-8
10. Firmansyah I. Efek ekstrak etanol biji kakao (theobroma cacao) sebagai antifungi terhadap candida albicans secara in vitro. Skripsi. Jember: Fakultas Kedokteran Universitas Jember; 2014.
11. Ekambaram M, Kar Yung C, Matinlinna J pekka, Wei Chang JW, Russell Tay F, Martyn King N. Effect of chlorhexidine and ethanol-wet bonding with a hydrophobic adhesive to intraradicular dentine 2014; 42(7): 872–82. Doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.006
12. Coelho A, Amaro I, Rascão B, Marcelino I, Paula A, Saraiva J, et al. Effect of Cavity Disinfectants on Dentin Bond Strength and Clinical Success of Composite Restorations—A Systematic Review of In Vitro, In Situ and Clinical Studies. *IJMS* 2020; 22(1): 353. Doi: 10.3390/ijms22010353
13. Elmalawany LM, Sherief DI, Alian GA. Theobromine versus casein phospho-peptides/Amorphous calcium phosphate with fluoride as remineralizing agents: effect on resin-dentine bond strength, microhardness, and morphology of dentine. *BMC Oral Health* 2023; 23(1): 1–9.
14. Amaechi BT, Porteous N, Ramalingam K, Mensinkai PK, Ccahuana Vasquez RA, Sadeghpour A, et al. Remineralization of Artificial Enamel Lesions by Theobromine. *Caries Res* 2013; 47(5): 399–405. Doi: 10.1159/000348589
15. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials* 2008; 24(1): 90–101. Doi: 10.1016/j.dental.2007.02.009
16. Zhou X, Huang X, Li M, Peng X, Wang S, Zhou X, et al. Development and status of resin composite as dental restorative materials. *J of Applied Polymer Sci.* 2019; 136(44): 1–12. Doi: 10.1002/app.48180