

## PENGARUH DURASI APLIKASI ASAM FOSFAT 37% TERHADAP KEKUATAN GESER RESTORASI RESIN KOMPOSIT PADA EMAIL GIGI TETAP

Juretta Sintawati,\* Sri Harini Soemartono,\*\* Margaretha Suharsini \*\*

- \* Peserta PPDGS Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.  
Jl. Salemba Raya No. 4. Jakarta
- \*\* Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia. Jl.  
Salemba Raya No. 4. Jakarta

### Keywords:

Etch duration;  
Composite resin  
restoration;  
Shear bond strength;  
Permanent teeth enamel

### Abstract

Phosphoric acid etching has been widely used to achieve a strong and long lasting mechanical bonding between composite resin restoration and tooth structure. The bond strength between the composite resin restoration and the enamel of permanent teeth can be measured by the shear bond strength of the composite resin restoration. The aim of this study was to evaluate the bond strength between the enamel of permanent teeth and the composite resin restoration by measuring the shear bond strength after different durations of etching. In total 27 premolar teeth were divided into 3 groups where the enamel of the buccal surface was etched with 37% phosphoric acid for 5", 15", and 25" before placing the composite resin restoration. After keeping the teeth inside an incubator for 24 hours, the shear bond strength was measured using a universal testing machine Shimazu AG-5000 at a crosshead speed of 0.5 mm/min. ANOVA was used for statistical analysis of the results, with  $p < 0.05$  assumed to imply significance. The mean shear bond strength after etching for 5", 15", and 25" was 16.1 MPa, 17.3 MPa and 19.0 MPa, respectively. The results of ANOVA showed significant difference between the 3 groups. However, subsequent Tukey test showed significant difference between 5" and 25" of etching ( $p < 0.05$ ), but no significant difference between between the 5" and 15" groups nor between the 15" and 25" groups ( $p > 0.05$ ). Conclusion: Shear bond strength of the composite resin on the permanent teeth enamel increased with increasing etching time. Significant difference was showed between 5" and 25" of etching time.

## Pendahuluan

Konsep mempertahankan gigi selama mungkin di dalam mulut walaupun mengalami kerusakan telah dikembangkan sejak mulai peradaban umat manusia, yaitu dengan menambal gigi yang berlubang dan membuat mahkota pelindung. Hal ini dilakukan untuk melindungi dentin dari bakteri dan asam yang akan mengiritasi pulpa.<sup>1</sup> Resin komposit merupakan bahan restorasi gigi yang banyak digunakan dewasa ini untuk menggantikan struktur gigi yang hilang serta memodifikasi warna dan kontur gigi dengan tujuan estetik.<sup>2</sup> Salah satu sistem klasifikasi resin komposit adalah berdasarkan ukuran, bentuk dan distribusi bahan pengisinya, yaitu resin komposit makrofil, resin komposit mikrofil, resin komposit hibrid. Selain itu juga dikenal resin komposit mikrohibrid atau komposit *universal*.<sup>3,4,5,6</sup> Sifat mekanis resin komposit tergantung dari persentase volume bahan pengisi. Bertambah beratnya bahan pengisi akan meningkatkan kekerasan, kekakuan, kekuatan, dan ketahanan terhadap retakan. Di samping persentase volume bahan pengisi, sifat mekanis komposit juga tergantung dari tipe dan kandungan bahan pengisi, efisiensi proses penggabungan bahan pengisi dengan resin, serta derajat porositas.<sup>6,7</sup> Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ikejima dkk.<sup>8</sup> Pada saat volume bahan pengisi dari komposit hibrid dinaikkan maka *flexural strength*, *flexural modulus* dan kekuatan geser juga meningkat sampai 50%.<sup>8</sup>

Kekuatan ikatan atau *bond strength* adalah ukuran kemampuan yang ada pada benda untuk dapat menerima beban dari bahan perekat.<sup>4,7,9</sup> Sedangkan adesi dapat digolongkan sebagai adesi fisik, adesi kimiawi dan adesi mekanik. Perlekatan resin pada struktur gigi adalah hasil dari empat mekanisme, yaitu mekanisme mekanik, mekanisme difusi, mekanisme adsorpsi, dan kombinasi dari ketiga mekanisme tersebut.<sup>10</sup>

Teknik etsa asam dengan aplikasi asam fosfat 37% digunakan untuk memperoleh ikatan mekanik antara bahan restorasi resin komposit dan struktur gigi. Asam fosfat 37% yang diaplikasikan dalam waktu singkat, akan

menghasilkan pori-pori kecil pada permukaan email, tempat ke mana resin akan mengalir jika ditempatkan ke dalam kavitas sehingga memberikan tambahan retensi mekanis pada restorasi dan mengurangi kemungkinan kebocoran tepi antara permukaan restorasi dan struktur gigi.<sup>3</sup>

Secara mikroskopik, email terdiri dari prisma-prisma email yang saling berkaitan dan tersusun rapih. Di antara prisma-prisma terdapat substansi interprisma yang juga tersusun rapih, berisikan kristal hidroksi apatit yang akan larut oleh pengetsaan, sehingga permukaan email yang telah teretsa akan berbentuk rongga-rongga seperti sarang lebah. Rongga ini akan menjadi retensi mekanik bagi bahan *bonding* yang dikenal dengan istilah *resin tag*.<sup>4,11,12</sup>

Email yang telah teretsa memiliki energi permukaan yang tinggi dan memungkinkan resin dengan mudah membasahi permukaan serta menembus sampai ke dalam mikroporus. Resin yang masuk ke dalam mikroporus akan terpolimerisasi untuk membentuk ikatan mekanik atau *resin tag* yang menembus 10-20  $\mu\text{m}$  ke dalam porus email.<sup>3,10,13</sup> Konsentrasi asam fosfat yang sering digunakan berkisar 30%-40% karena dapat menghasilkan permukaan email yang lebih retensif, tetapi konsentrasi yang paling banyak tersedia di pasaran adalah 37%.<sup>3,12</sup> Efektifitas konsentrasi bahan etsa dan waktu pemakaian akan mempengaruhi adesi antara gigi dengan bahan restorasi.<sup>14</sup> Penelitian yang telah dilakukan oleh Lysistrata<sup>15</sup> menunjukkan bahwa kedalaman mikroporositas email gigi tetap setelah aplikasi asam fosfat 37% yang paling dalam adalah waktu aplikasi 30 dan 45 detik.<sup>15</sup>

Untuk menghasilkan restorasi yang tahan lama, dibutuhkan ikatan yang kuat dan tahan lama antara resin komposit dan struktur gigi sehingga dapat menetralkan tekanan yang diperoleh. Pada umumnya tekanan yang mengenai bahan restorasi merupakan gabungan dari kekuatan tekan, kekuatan tarik dan kekuatan geser. Untuk mengetahui kuatnya ikatan antara resin komposit dengan email gigi tetap dalam menahan kekuatan gaya geser, dapat diketahui dengan cara mengukur besarnya gaya geser yang dapat diterima oleh resin

komposit.<sup>16</sup> Pengukuran ikatan antara email dan resin komposit mempunyai dua tujuan, yaitu untuk membantu mempertahankan restorasi pada tempatnya dan untuk membantu menahan kekuatan yang mengakibatkan kebocoran kecil. Telah diperkirakan bahwa suatu kekuatan geser antara 17 sampai 20 MPa adalah kekuatan yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut.<sup>17</sup>

Penelitian Johnston dkk mengenai pengaruh waktu etsa terhadap kekuatan geser (*shear bond strength*) gigi molar tetap pada waktu pengetsaan 15, 30, dan 60 detik, menunjukkan peningkatan kekuatan geser masing-masing dengan hasil 4,49 MPa, 6,98 MPa, dan 8,48 MPa. Terdapat perbedaan bermakna antara kekuatan geser pada pengetsaan 15 detik dan 30 detik, tetapi pada waktu pengetsaan 30 dan 60 detik tidak ditemukan perbedaan yang bermakna.<sup>18</sup> Variasi besar nilai pada pengukuran kekuatan ikatan termasuk kekuatan geser terhadap email bergantung pada resin serta metode yang digunakan.<sup>3</sup>

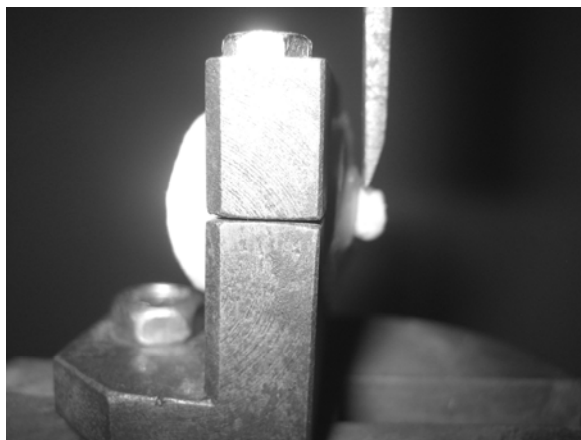
Menurut Carstensen (cit. Huang), pada pengetsaan email dengan konsentrasi asam fosfat yang diturunkan dari 37% menjadi 20% menghasilkan penurunan kekuatan geser yang bermakna.<sup>19</sup> Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh durasi aplikasi asam fosfat 37% terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap.

## Bahan dan Cara Kerja

Penelitian dilakukan di Laboratorium Dental Material FKG UI pada bulan Mei 2007. Bahan dan alat yang digunakan adalah 27 gigi premolar tetap yang diekstraksi untuk perawatan ortodonsi dengan kriteria bebas karies dan kelainan struktur. Asam fosfat 37% berbentuk gel merk Alpha Etch 37 (Lot: P037 EX, kadaluarsa 08-2009, produksi Dental Technologies, USA), Larutan salin (NaCl 0,9%), bahan bonding : Prime & Bond NT (Lot: 0606002529, kadaluarsa: 06-2009, produksi Dentsply, USA), Bahan restorasi resin komposit (merk Spectrum buatan Dentsplay. Lot: 0702000571. Kadaluarsa: 01-2010).

Gigi premolar yang telah dipotong menjadi dua pada 2 mm di bawah *cemento enamel junction*, disimpan dalam larutan salin dan ditanam pada silinder PVC menggunakan akrilik *self curing* dengan permukaan bukal menghadap ke atas. Semua gigi dibagi menjadi 3 kelompok (kelompok I, II, III). Masing-masing kelompok terdiri dari 9 gigi. Pada tiap silinder diberi nomer, kemudian permukaan email diratakan dengan *abrasive silicon carbide* no. 400, lalu dibersihkan dengan menggunakan *brush* dan pumis tanpa fluor lalu dikeringkan dengan semprotan udara.<sup>13,20,21,22</sup> Setiap kelompok diaplikasi asam fosfat 37% dengan lama waktu berbeda-beda pada daerah yang sudah dibatasi dengan cincin dari *double tape* yang berdiameter 4 mm dan tinggi 2 mm. Kelompok I dilakukan aplikasi asam fosfat 37% selama 5 detik, kelompok II selama 15 detik dan kelompok III selama 25 detik.<sup>13,15,21,23</sup> Kemudian gigi dibilas menggunakan semprotan air selama 30 detik dan dikeringkan dengan semprotan udara ringan. Selanjutnya aplikasi bahan bonding Prime & Bond NT, dibiarkan 20 detik. Kemudian dilakukan penyinaran selama 10 detik, dan gigi direstorasi dengan bahan resin komposit setebal 2 mm dengan penyinaran sesuai petunjuk pabrik.<sup>10</sup> Setelah selesai, sampel dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi air dan disimpan dalam inkubator dengan suhu 37° selama 24 jam.<sup>13,21,23</sup>

Setelah 24 jam dilakukan uji kekuatan geser. Spesimen dipasangkan pada mesin penguji dengan posisi sejajar terhadap arah gaya. Pengujian dilakukan dengan mesin penguji *Universal Testing Machine Shimazu AG-5000* dengan kecepatan 0,5 mm/menit dan beban 50 kgf. Uji geser dilakukan hingga restorasi resin komposit terlepas dari permukaan gigi dan secara otomatis mesin akan berhenti. Dilakukan pencatatan besar gaya yang tercatat pada mesin.<sup>13,20,21,23</sup> Besar kekuatan geser yang diperoleh dalam satuan Kg/mm<sup>2</sup> dikonversikan ke dalam satuan Mega Pascal. Dari hasil pengukuran kekuatan geser restorasi resin komposit setelah aplikasi asam fosfat 37% dengan durasi 5, 15, 25 detik dilakukan uji hipotesis menggunakan uji ANOVA dan uji Tukey HSD dengan kemaknaan 0,05.



**Gambar 1.** Pengujian Spesimen

**Hasil Penelitian**

Dilakukan uji homogenitas pada data yang diperoleh dan ditemukan bahwa sebaran data

tersebut homogen. Berdasarkan uji normalitas, data juga terdistribusi normal.

**Tabel 1.** Uji ANOVA kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap pada aplikasi asam fosfat 37% dengan durasi waktu 5, 15, dan 25 detik

Waktu aplikasi (detik)	n	Rerata (MPa)	Kisaran (MPa)	SB	F	p
5	9	16,14	13,38-18,76	1,95	3,49	0,04*
15	9	17,33	15,35-21,47	1,83		
25	9	19,04	14,98-23,75	3,04		

Keterangan : SB= simpang baku, F= nilai uji

ANOVA, p= nilai kemaknaan, \*= bermakna

Pada Tabel 1 terlihat hasil uji ANOVA terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap setelah aplikasi asam fosfat 37% dengan durasi 5, 15, dan 25 detik menunjukkan  $p < 0,05$ . Hal ini menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada

kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap setelah aplikasi asam fosfat 37% dengan durasi 5, 15, dan 25 detik.

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan antar kelompok waktu aplikasi asam fosfat 37% dilakukan uji post hoc Tukey HSD.

**Tabel 2.** Hasil uji Tukey HSD perbedaan kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap pada aplikasi asam fosfat 37% antar kelompok waktu aplikasi

Waktu aplikasi (detik) (I)	Waktu aplikasi (detik) (J)	p
5	15	0,54
15	25	0,28
25	5	0,04*

Keterangan : p= nilai kemaknaan, \*= bermakna

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kelompok waktu aplikasi 5 detik berbeda bermakna dengan waktu aplikasi 25 detik sedangkan

waktu aplikasi 5 detik berbeda tidak bermakna dengan waktu aplikasi 15 detik, dan waktu

aplikasi 15 detik berbeda tidak bermakna dengan waktu aplikasi 25 detik.

## Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh durasi aplikasi asam fosfat 37% terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap. Besarnya kekuatan geser dinilai berdasarkan gaya geser yang dapat diterima oleh restorasi resin komposit.<sup>16</sup> Uji kekuatan geser terhadap restorasi gigi merupakan salah satu cara untuk mengukur kekuatan adesi bahan terhadap struktur gigi yang direstorasi. Pada penelitian ini besarnya gaya yang dapat diterima restorasi resin komposit diukur pada saat restorasi terlepas dari permukaan gigi.

Standar waktu yang diperlukan untuk aplikasi etsa asam pada permukaan gigi tetap adalah kurang dari 60 detik. Akan tetapi pemakaian etsa asam selama 15 detik sudah dapat memberikan permukaan email yang cukup retentif dari beberapa penelitian terlihat bahwa pada waktu tersebut telah memberikan kekuatan geser yang cukup baik.<sup>3,18,22,24</sup> Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap setelah aplikasi asam fosfat 37% dengan durasi 5, 15 dan 25 detik.

Alasan penggunaan gigi premolar pada penelitian ini karena memudahkan dalam mendapatkan sampel karena gigi tersebut sering diekstraksi untuk keperluan perawatan orthodonti. Gigi yang digunakan adalah gigi yang bebas karies dan kelainan struktur agar tidak mempengaruhi hasil penelitian. Sebelum dilakukan penelitian gigi yang telah diekstraksi direndam dalam larutan salin, hal ini untuk menjaga agar kelembaban gigi tidak mengalami perubahan pada saat penelitian, karena kondisi gigi yang kering kemungkinan dapat mempengaruhi ketahanan gigi terhadap suatu beban.

Pemilihan permukaan bukal sebagai daerah yang diuji adalah untuk mendapatkan luas permukaan uji yang cukup memadai. Pengasahan email gigi dengan abrasive silicon

carbide no. 400 bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang lebih rata dan luas permukaan yang lebih mencukupi untuk membatasi daerah kerja berdiameter 4 mm.<sup>13,22</sup> Setelah pengasahan, permukaan email dibersihkan dengan pumis tanpa fluor untuk menghilangkan debris dan pelikel, hal ini dilakukan karena permukaan email yang bersih akan menghasilkan kualitas etsa yang baik, sedangkan pumis tanpa fluor digunakan agar tidak mempengaruhi proses demineralisasi email.<sup>7,12</sup>

Bahan etsa untuk restorasi resin komposit, di pasaran tersedia asam fosfat dengan konsentrasi 30%, 32%, 34% dan 37%. Dalam penelitian ini dipilih asam fosfat dengan konsentrasi 37%. Dengan konsentrasi ini akan didapatkan permukaan email yang lebih retentif dan mempunyai kekuatan ikatan yang cukup baik.<sup>3,12,13,19</sup> Asam fosfat yang digunakan pada penelitian ini berbentuk gel, karena bentuk gel akan mudah dikendalikan pada saat aplikasi.<sup>7</sup> Efektifitas konsentrasi bahan etsa dan waktu pemakaian akan mempengaruhi adesi antara gigi dengan bahan restorasi.<sup>14</sup>

Waktu aplikasi etsa yang dilakukan pada penelitian ini adalah 5, 15 dan 25 detik. Penelitian Barkmeier dkk. (1986)<sup>24</sup> menunjukkan bahwa kekasaran email yang dihasilkan pada waktu pengetsaan 15 detik sama dengan 60 detik.<sup>3,24</sup> Pada penelitian tersebut menunjukkan keuntungan waktu etsa yang lebih pendek adalah memberikan kekuatan ikatan yang dapat diterima dalam segala keadaan, dan juga melindungi email serta menghemat waktu.<sup>24</sup>

Hasil pada penelitian ini menunjukkan, bahwa dengan durasi etsa asam yang berbeda, menghasilkan kekuatan geser yang berbeda (Tabel 1), dan terlihat semakin lama waktu aplikasi asam fosfat 37% pada email gigi tetap semakin besar kekuatan geser restorasi resin komposit. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan bermakna kekuatan geser restorasi resin komposit antara ketiga kelompok tersebut ( $p < 0,05$ ). Hasil uji Tukey (Tabel 2) menunjukkan bahwa kekuatan geser pada kelompok waktu aplikasi 5 detik berbeda bermakna dengan waktu aplikasi 25 detik.

Perbedaan hasil yang diperoleh pada penelitian ini dengan penelitian Johnston dkk adalah pada penelitian Johnston dkk dengan menggunakan waktu etsa 15, 30, dan 60 detik serta menghasilkan kekuatan geser masing-masing 4,49 MPa, 6,98 MPa, dan 8,48 MPa.<sup>18</sup> Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan karena pada penelitian ini digunakan kecepatan geser sebesar 0,5 mm/menit dan beban yang diberikan 50 kgf sedangkan pada penelitian Johnston dkk kecepatan geser yang digunakan adalah 1 mm/menit dan besar beban yang diberikan 20 kgf. Berdasarkan literatur, perbedaan metode pengujian akan memberikan variasi nilai hasil penelitian.<sup>3</sup>

Adesi antara bahan restorasi dengan permukaan gigi dipengaruhi oleh waktu etsa dibuktikan juga oleh penelitian yang dilakukan Abu-Hanna dan Gordan (2004).<sup>25</sup> Mereka melakukan penelitian dengan menggunakan etsa asam fosfat 37% pada dentin dengan durasi waktu 5, 15, dan 30 detik, dengan hasil masing-masing 15,5 MPa, 16,5 MPa, dan 16,8 MPa.<sup>25</sup> Pada penelitian tersebut nilai yang diperoleh lebih rendah karena permukaan gigi yang diuji adalah dentin. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena adanya perbedaan struktur dan komposisi antara email dan dentin.

## Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat pengaruh durasi aplikasi asam fosfat 37% terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap. Semakin lama waktu aplikasi asam fosfat 37% pada email gigi tetap semakin besar kekuatan geser restorasi resin komposit.

## Daftar Acuan

1. Soufyan A. Pengaruh berbagai kondisioner dentin terhadap kekuatan geser antara adesive resin (HNPN/TEGDMA) dengan jaringan dentin. FKG UI Jakarta. 2002:1-4.
2. Craig RG, Powers JM. Restorative Dental Material. 11<sup>th</sup> ed. St. Louis: W.B. Saunders. 2002:232,241.

3. Anusavic KJ. Phillip's Science of Dental Materials. 11<sup>th</sup> ed. St Louis: WB Saunders. 2003:4, 382-4.
4. O'Brien WJ. Dental Material and Their Selection. 3<sup>rd</sup> ed. Chicago: Quintessence Pub Co Inc. 2002:44-7.
5. Hatrick CD. Dental Materials Clinical Applicationa for Dental Assistants and Dental Hygienists. Philadelphia: WB Saunders. 2003:62-6.
6. Mount GJ. Preservation and Restoration of Tooth. Structure. Queensland. Knowledge Books and Software. 2005:199-207.
7. McCabe JF. Applied Dental Materials. 7<sup>th</sup> ed. Blackwell Scientific Oxford. Publications.1990:146-7.
8. Ikejima I. Shear Punch Strength and Flexural Strength of Model Composites with Varying Filler Volume Fraction, Particel Size and Silanation. Dental Materials. 2003(19):206-11.
9. Meerbeek BV, Inoue S, Perdigao J. Enamel and Dentin Adhesion in Fundamental of Operative Dentistry - A Contemporary Approach. Quintessence 2<sup>nd</sup> ed. 2001:178-235.
10. Roberson TM. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 4<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby. 1995:237-43.
11. Avery JK. Oral Development and Histology. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Thieme Medical Publisher Inc. 1994:228-37.
12. Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach. Chicago: Quintessence Pub Co Inc. 1996:5-8.
13. Borsatto MC. Shear bond strength of enamel surface treated with air-abrasive system. Braz Dent J. Ribeirão Preto. 2002;13(3):1-4.
14. Triolo Jr PT, Swift Jr EJ, Mudgil A, Levine A. Effects of etching time on enamel bond strengths. *Am J Den* 1993; 3(6):302-4.
15. Lysistrata T. Perbedaan Kedalaman Mikroporositas Email Gigi Tetap muda setelah aplikasi asam fosfat 37% dengan lama waktu 15, 30, 45, dan 60 detik. Tesis. FKG UI. Jakarta. 2006:18, 20-22.
16. Leirskar J dan Oilo G. In vitro Shear Bond Strength of Two Resin Composite to Dentin with Five Different Dentin Adesive, Quintessence Int. 1998(29):787-92.
17. Walls AWG, Lee J, dan McCabe JF. The Bonding of Composite Resin to Moist Enamel. *Brit Dent* 2001; 191 (30):148-50.
18. Johnston CD, Burden DJ, dan Hussey DL. Bonding to Molars-The Effect of Etch Time (an in vitro study). *Europ Orthod* 1998; (20): 195-9.

19. Huang TH dan Kao CT. The Shear Bond Strength of Composite Brackets an Porcelain Teeth. *Eur J Orthod*. 2001; (23): 433-9.
20. Elham SJ, Alhajja A, dan Wahadni AMS. Evaluation of Shear Bond Strength with Different Enamel Pre Treatment. *Eur J Orthod* 2004; (26):179-84.
21. Barosso JM. Shear Bond Strength of Pit and Fissure Sealants to Saliva-Contaminated and Noncontaminated Enamel. *J Dent Child* 2005; (72):95-9.
22. Mario F, Sinhoreti MA, Consani F dan Da Silva MA. Morphological Effect of Type, Concentration and Etching Time of Acid Solution on Enamel and Dentin Surfaces. *Braz Dent*. 1998;9(1):3-10.
23. Torres CP. Bond Strength of Self-etching Primer and Total-etch Adesive System to Primary Dentin. *J Dent Child* 2004; 71: 131-34.
24. arkmeier WW, Shaffer SE, dan Gwinnett AJ. Effect of 15 vs 60 Second Enamel Acid Conditioning on Adesion and Morphology. *Oper Dent* 1986; 11:111-6.
25. Abu-Hanna A dan Gordan VV. Evaluation of Etching Time on Dentin Bond Strength Using Single Bottle Bonding Systems. *J Adesive* 2004; 6 (2):105-10.

