

# Perbandingan Kekuatan Tarik Bahan Adhesif Resin Komposit Hibrid pada Braket Ortodontik terhadap Perbedaan Intensitas Sinar Tampak

## (*Comparison of Tensile Strength Hybrid Composite Adhesive Material Resin at Orthodontic Brachet to Different Light Cure Intensity*)

Syamsinar<sup>1</sup>, Leliana Sandra Devi<sup>2</sup>, Amiyatun Naini<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember  
e-mail korespondensi: narsyamsinar@gmail.com

### **Abstract**

*Hybrid composite resin it's brachet adhesive agents of little and big particle bond. Light cure intensity influence hybrid composite resin polymmerisation. In orthodontic most research is about brachet bonding strength by using tensile strength test. The aim of this study was to determine the difference of tensile strength of hybrid resin composite on orthodontic brachet with different light cure intensity. Samples for this study ware upper maxillary jaw premolar tooth. Samples ware divided into two groups. Each groups was etched, bonded, and applied by hybride composite resin on base of brachet. Group 1 was exposed by light cure intensity at 650-850 mW/cm<sup>2</sup>, and group two with 2700 mW/cm<sup>2</sup> intensity. Tensile strength test was done to know bracke bonding strength with teeth. The result of this study showed there was significant difference between tensile strength of light cure at 650-850 mW/cm<sup>2</sup>, and 2700 mW/cm<sup>2</sup>intensity with significant value 0.002 (p<0,005). Conclusion of this study that high light cure intensity had better brachet bonding strength than low light cure intensity.*

**Keywords:** *hybrid composite resin, light cure intensity, tensile strength.*

### **Abstrak**

Resin komposit hibrid adalah bahan perekat braket dari gabungan partikel kecil dan besar. Intensitas sinar tampak mempengaruhi polimerisasi resin komposit hibrid. Pada bidang ortodontik yang sering diteliti adalah kekuatan perlekatan braket dengan melakukan uji kekuatan tarik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hibrid pada braket ortodontik terhadap perbedaan intensitas sinar tampak. Sampel penelitian yang digunakan adalah gigi premolar rahang atas. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok. Masing-masing kelompok dietsa, dibonding dan diaplikasikan bahan resin komposit hibrid pada dasar braket. Kelompok 1 dilakukan penyinaran dengan intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dan Kelompok 2 dengan intensitas 2700 mW/cm<sup>2</sup>. Selanjutnya dilakukan uji kekuatan tarik untuk mengetahui kekuatan perlekatan braket dengan gigi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kekuatan tarik intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup> dengan tingkat kemaknaan 0,002 (p<0,005). Dapat disimpulkan bahwa penyinaran yang tinggi memiliki kekuatan perlekatan braket yang baik daripada penyinaran intensitas yang rendah.

**Kata Kunci:** intensitas sinar tampak, kekuatan tarik, resin komposit hibrid.

## Pendahuluan

Perawatan ortodontik merupakan salah satu jenis perawatan yang dilakukan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk mendapatkan penampilan dentofasial dengan fungsi yang baik dan posisi gigi dalam stabil [1]. Piranti ortodontik dibagi menjadi dua macam, yaitu piranti ortodontik lepasan dan piranti ortodontik cekat. Piranti ortodontik lepasan adalah piranti ortodontik yang didesain agar dapat dipasang dan dilepas sendiri oleh pasien [2], sedangkan piranti ortodontik cekat adalah piranti ortodontik yang melekat pada gigi pasien sehingga tidak bisa dilepas sendiri oleh pasien [3].

Perlekatan braket pada gigi menggunakan berbagai macam bahan perekat braket yang terdapat dipasaran dan salah satunya yaitu resin komposit. Penggunaan resin komposit sudah sangat umum digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Resin komposit adalah suatu sistem komposisi bahan yang terdiri dari gabungan dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat kimia yang berbeda, kedua bahan tersebut berikatan satu sama lain sehingga diperoleh hasil akhir yang lebih baik dari bahan itu sendiri [4]. Berdasarkan ukuran *filler*, resin komposit dibagi menjadi resin komposit konvensional, resin komposit *microfilled*, resin komposit hibrid, resin komposit *microfinehybrid*, resin komposit *nanofilled* [5]. Komposit merupakan bahan adhesif yang paling umum digunakan untuk perlekatan braket ortodontik karena keunggulannya yang mampu memberikan kekuatan perlekatan yang baik antara enamel dan braket [6].

Resin komposit hibrid adalah bahan yang dikembangkan dalam rangka memperoleh kehalusan permukaan yang lebih baik daripada partikel yang lebih kecil. Sesuai namanya ada 2 macam partikel bahan pengisi pada komposit hibrid yang terdiri dari partikel *filler* besar dengan ukuran rata-rata 15-20  $\mu\text{m}$  dan sejumlah kecil *silica colloidal* dengan ukuran partikel 0.01-0.05  $\mu\text{m}$  [5]. Sifat fisik dan mekanis dari bahan ini terletak diantara komposit konvensional dan komposit partikel kecil, permukaannya halus dan kekuatannya baik [7].

Perlekatan braket ortodontik sudah mulai digunakan di bidang ortodontik dengan menggunakan teknik etsa asam enamel. Pada waktu itu, hanya bahan auto-polimerisasi yang tersedia. *Light cure* pertama diperkenalkan pada tahun 1979. Proses setting semen pada penggunaan *light cure* dapat berlangsung di bawah braket oleh pencahayaan langsung pada

permukaan gigi. Penggunaan *light cure* mempunyai beberapa keuntungan, antara lain adalah ortodontis dapat mempunyai waktu yang cukup untuk memposisikan braket pada permukaan enamel, keakuratan penempatan posisi braket dan memindahkan kelebihan bahan [8].

*Light cure* resin komposit telah diperkenalkan dalam bidang kedokteran gigi sebagai pit dan fisur sealant dan restorasi dan dikembangkan sebagai bahan perekat braket ortodontik [3]. Teknologi metode polimerisasi sinar tampak untuk resin komposit terus menerus dikembangkan agar diperoleh hasil polimerisasi yang lebih baik. Jenis sumber sinar baru yang sudah beredar dipasaran ada 3, yaitu lampu *plasma arc curing* (PAC) atau *xenon arc*, laser dan *Light Emitting Diode* [8]. *Light Emitting Diode* dikatakan lebih menjanjikan karena mempunyai beberapa keuntungan, antara lain degradasi relatif sedikit, menghasilkan panas yang rendah, sinar konstan, tidak perlu kipas pendingin dan pada dasarnya sinar yang dihasilkan memiliki panjang gelombang *fotoinisiator camproquinon* [9].

Komposit yang dipolimerisasikan dengan sinar tampak lebih luas penggunaannya dibandingkan bahan yang dipolimerisasikan secara kimia. Faktor yang berpengaruh pada saat polimerisasi komposit sinar adalah jarak antara sumber sinar terhadap permukaan bahan, lama penyinaran dan intensitas sinar. Terdapat beberapa macam intensitas sinar tampak pada *light cure* diantaranya yaitu intensitas 650-850  $\text{mW}/\text{cm}^2$  dan intensitas 2700  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Intensitas sinar pada *light cure* sebaiknya  $\geq 300 \text{ mW}/\text{cm}^2$ . Intensitas sinar yang semakin besar maka semakin dalam daerah yang dapat dicapai sinar, sehingga polimerisasi semakin optimal dan perlekatan braket dengan permukaan gigi semakin kuat [8,10].

Pada bidang bahan-bahan ortodontik yang sering diteliti adalah pengukuran kekuatan perlekatan antara braket dengan permukaan gigi. Sering lepasnya braket merupakan masalah yang sering dihadapi para praktisi ortodontik. Lepasnya braket pada permukaan gigi akan menundah proses perawatan ortodontik, perawatan akan lebih lama dan menimbulkan trauma pada mukosa pasien. Untuk meningkatkan efisiensi kerja ortodontik perlu dilakukan penelitian mengenai kekuatan perlekatan braket. Kekuatan perlekatan diukur dengan melekatkan braket pada permukaan gigi yang telah diekstraksi untuk kemudian diberi tekanan yang dapat menyebabkan kegagalan perlekatan. Bahan perekat braket setidaknya

dapat menahan tekanan sebesar 6-8 MPa . Pengukuran kekuatan perlekatan biasanya dilakukan dengan uji kekuatan tarik [11].

Penelitian mengenai kekutan tarik bahan adhesif telah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian menyebutkan bahwa resin komposit hybrid yang memiliki kekuatan tarik paling tinggi, sehingga penyusun ingin mengetahui perbandingan kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid terhadap perbedaan intensitas sinar tampak.

## Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian yang digunakan *the post test only group design*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2013 di Laboratorium Biomedik Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Material Jurusan Kimia. Fakultas MIPA Istitut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.

Sampel yang digunakan adalah gigi premolar pertama rahang atas yang bebas karies. Jumlah seluruh sampel adalah 12. Masing-masing kelompok terdiri dari 6 sampel. Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yaitu tahap persiapan sampel, tahap perlakuan dan tahap uji kekuatan tarik.

Pada tahap persiapan diawali dengan seluruh sampel dibersihkan menggunakan *rubber cup* dan *brush* dengan menggunakan *cryth*, *pumice* dan akuades steril. Kemudian dilakukan pemotongan akar gigi menggunakan *separating disc*. Masing-masing sampel dimasukkan dan difiksasi dalam pipa PVC menggunakan *self cured acrylik* dengan permukaan bukal menghadap keatas. Sebelum perlakuan, permukaan bukal gigi diberi bahan adhesif tape untuk batas daerah kerja.

Pada tahap perlakuan masing-masing sampel dietsa, dibonding dan diaplikasikan bahan adhesif resin komposit hybrid pada basis braket dan pengaturan posisi braket menggunakan *bracket holder*. Pada Kelompok 1 dilakukan penyinaran dengan intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dan pada Kelompok 2 dengan penyinaran intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup>. Kemudian sampel direndam dalam saliva buatan pada suhu 37% selama 24 jam.

Pada tahap uji kekuatan tarik menggunakan alat uji *Torsee's Digital Universal Testing Machine* dengan alat bantu tarik menggunakan kawat ligatur 0,032 inci. Kawat ligatur dimodifikasi dan dihubungkan dengan braket sebagai alat bantu

tarik dan selanjutnya dilakukan uji kekuatan tarik dengan cara alat secara lurus ditarik keatas dengan kecepatan 0,5 mm/menit sampai braket terlepas. Hasil dari *Torsee's Digital System Universal Testing Machine* yang keluar berupa kekuatan tarik dalam satuan Mpa.

## Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa nilai rata-rata kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid pada braket ortodontik terhadap perbedaan intensitas sinar tampak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rata-rata kekuatan tarik antara intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup>.

Kelompok	Rata-rata kekuatan tarik (MPa)
Intensitas sinar 650-850 mW/cm <sup>2</sup>	17,70
Intensitas sinar 2700 mW/cm <sup>2</sup>	24,13

Pada Kelompok 1 dengan penyinaran intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> menunjukkan rata-rata kekuatan tarik 17,70 MPa. Pada Kelompok 2 dengan penyinaran dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup> menunjukkan rata-rata kekuatan tarik 24,13 MPa.

Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai rata-rata kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid pada braket ortodontik dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup> lebih besar daripada rata-rata kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid dengan intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan perlekatan braket dengan intensitas yang tinggi lebih kuat daripada intensitas yang rendah.

Pada penelitian ini dilakukan analisis data yang diawali dengan uji normalitas menggunakan *Kolmogrov-Smirnov* dengan nilai signifikansi 0,0778 ( $p > 0,05$ ) sehingga data terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji *Levene's test* untuk mengetahui homogenitas data, nilai signifikansi uji adalah 0,172 ( $p > 0,05$ ) sehingga data penelitian ini adalah homogen. Setelah data diketahui terdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji *independent t-test*. Nilai tingkat kemaknaan uji *independent t-test* adalah 0,002 ( $p < 0,05$ ) yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kekuatan tarik intensitas sinar tampak 650-850 mW<sup>2</sup> dan

kekuatan tarik intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup>.

## Pembahasan

Penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Biomedik Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Material Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Institusi Teknologi Sepuluh November Surabaya ini adalah penelitian eksperimental laboratoris. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid pada braket ortodontik terhadap perbedaan intensitas sinar tampak.

Salah satu hal yang sering diteliti pada bidang bahan-bahan ortodontik adalah pengukuran kekuatan perlekatan antara braket dan permukaan gigi yang telah dietsa maupun tidak. Kekuatan perlekatan ini biasanya diukur dengan melekatkan braket pada permukaan gigi yang telah diekstraksi untuk kemudian diberi tekanan yang dapat menyebabkan kegagalan perlekatan. Pengukuran kekuatan perlekatan ini dibagi menjadi dua, yaitu kekuatan geser dan tarik [11]. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kekuatan perlekatan dengan uji kekuatan tarik.

Dari analisis data yang telah dilakukan, data hasil penelitian memiliki nilai kekuatan tarik yang normal, homogen dan hasilnya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan tarik yang signifikan antara intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup> dengan nilai signifikan sebesar 0,002.

Hasil rata-rata kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid pada braket ortodontik dengan intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> adalah 17,70 MPa dan rata-rata kekuatan tarik bahan adhesif resin komposit hybrid dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup> adalah 24,13 MPa. Braket harus dapat menahan tekanan yang didapatkan ketika dilakukan proses pengunyahan agar braket dapat bertahan dengan baik dalam rongga mulut. Bahan perekat braket setidaknya dapat menahan tekanan sebesar 6-8 MPa [11]. Jadi rata-rata hasil penelitian sudah sesuai dengan pernyataan Brantley & Eliades bahwa sebuah pelekak braket harus setidaknya dapat menahan *stress* sebesar 6-8 MPa. Hal ini disebabkan karena *light cure* yang digunakan adalah *Light Emitting Diode* yang menghasilkan sinar dengan panjang gelombang

antara 460-490 nm yang mendekati panjang gelombang dari *fotoinisiator comporoquinon* yang diabsorpsi optimal oleh resin komposit pada panjang gelombang 470 nm [12]. Dengan demikian sinar yang diemisikan oleh *Light Emitting Diode* lebih optimal diserap oleh resin komposit hybrid [9] dan resin komposit hybrid juga mengandung *inias-tora-diketon* dan *amina*. Apabila terpapar sinar, maka a-diketon akan menyerap sinar biru dari *light cure* dan membentuk radikal bebas sehingga terbentuk polimerisasi yang optimal [13].

Kekuatan perlekatan maksimal sebaiknya lebih rendah daripada kekuatan kohesif enamel yang besarnya kira-kira 14 MPa, untuk memungkinkan pelepasan braket tanpa menyebabkan kerusakan pada enamel. Kekuatan perlekatan dibawah 12,75 MPa akan aman untuk enamel [14]. Hal tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan kisaran angka 17,70 MPa untuk kekuatan tarik dengan intensitas sinar tampak 650-850 mW/cm<sup>2</sup> dan 24,13 MPa untuk kekuatan tarik dengan intensitas sinar tampak 2700 mW/cm<sup>2</sup>. Hal ini dimungkinkan karena ukuran dari alat bantu tarik dan *universal testing machine* yang digunakan.

Alat bantu tarik yang digunakan pada penelitian ini adalah kawat ligatur 0,032 inci, sehingga memungkinkan besar kekuatan tarik yang tinggi karena kawat yang digunakan ukurannya sangat kecil dan mesin uji yang digunakan adalah mesin uji yang biasanya digunakan untuk kekuatan tarik bahan elastis berupa karet sehingga hasil kekuatan tariknya melebihi dari batas maksimal.

Bentuk permukaan enamel sangat berpengaruh terhadap kekuatan perlekatan. Dalam penelitian ini gigi yang dipakai adalah premolar atas kanan dan kiri dan variasi bentuk permukaan enamel merupakan variabel yang tidak terkendali. Hal ini dikarenakan karena kesulitan dalam mengumpulkan sampel yang homogen bentuk permukaan enamelnnya.

Penggunaan bahan etsa asam fosfat 37% pada penelitian ini yang diaplikasikan pada email gigi sebelum pengaplikasian bahan pelekak braket dapat melarutkan atom Ca<sup>2+</sup> pada struktur email gigi. Hal ini disebabkan atom H dari asam fosfat dapat ditarik oleh OH dari struktur email Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>. Atom H bersifat elektropositif sehingga mudah ditarik oleh OH yang bersifat elektronegatif. Hal ini menyebabkan lemahnya ikatan antar atom pada email sehingga menyebabkan rusaknya ikatan pada email pada gigi. Selanjutnya atom O dari asam fosfat 37% akan menarik atom Ca karena atom O bersifat elektonegatif sedangkan atom

Ca bersifat elektropositif sehingga menyebabkan kelarutan kalsium dari email [15].

Asam fosfat 37% mampu melarutkan email pada permukaan gigi sedalam 5-10  $\mu\text{m}$  dan menciptakan daerah yang teretsa pada *enamel rods* sedalam 15-25  $\mu\text{m}$  [10]. Proses pengasaman pada permukaan email akan menyebabkan permukaan email yang secara mikroskopis tidak teratur atau kasar, bahan etsa akan membentuk lembah dan puncak pada email, sehingga memungkinkan resin terkunci secara mekanis pada permukaan yang tidak teratur tersebut dan ini mempengaruhi kekuatan perlekatan, terutama kekuatan tarik dari braket dengan permukaan email gigi [16].

Pada Kelompok 1 yang disinari dengan intensitas sinar tampak 650-850  $\text{mW}/\text{cm}^2$  dengan lama penyinaran masing-masing 10 detik pada empat sisi braket memiliki kekuatan tarik lebih rendah dibanding dengan Kelompok 2 yang disinari dengan intensitas sinar tampak 2700  $\text{mW}/\text{cm}^2$  dengan lama penyinaran lima detik pada satu sisi saja. Faktor yang mempengaruhi proses polimerisasi resin komposit sinar tampak adalah jarak antara sumber sinar terhadap permukaan bahan, lama penyinaran [17] dan intensitas sinar [13]. Pada penelitian ini perbedaan lama penyinaran tidak mempengaruhi proses polimerisasi karena alat penyinaran pada masing-masing kelompok berbeda dan telah menggunakan lama penyinaran sesuai dengan prosedur alat masing-masing sehingga yang mempengaruhi hanya perbedaan intensitas sinar tampak yang digunakan.

Intensitas sinar adalah energi yang diperoleh persatuan luas. Intensitas sinar tampak rata-ratanya 570  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Intensitas sinar pada *light cure* sebaiknya  $\geq 300 \text{ mW}/\text{cm}^2$  untuk mendapatkan polimerisasi yang optimal [9]. Besarnya intensitas sinar akan mempengaruhi derajat polimerisasi resin komposit hybrid. Semakin besar intensitas sinar maka semakin dalam daerah yang dapat dicapai sinar, sehingga akan semakin banyak bahan *comproquinon* yang terkena sinar [13], sehingga polimerisasi optimal dan menghasilkan kekuatan perlekatan antara braket dengan permukaan gigi yang baik.

### Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kekuatan tarik intensitas sinar tampak 650-850  $\text{mW}/\text{cm}^2$  dengan kekuatan tarik intensitas sinar tampak 2700  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Penyinaran dengan intensitas yang

tinggi memiliki kekuatan perlekatan braket dengan permukaan gigi yang kuat daripada intensitas yang rendah.

Saran dari penelitian ini adalah Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kekuatan tarik dengan perbedaan lama penyinaran sinar tampak. Pada penelitian selanjutnya harus memperhatikan alat kekuatan tarik yang digunakan. Alat kekuatan tarik harus sesuai dengan bahan yang akan diteliti.

### Daftar Pustaka

- [1] Williams JK, Cook PA, Isaacson KG, Thom AR. Alat-alat ortodonsi dasar cekat. Terjemahan Budi Susetyo dari Fixed Orthodontic Applian. Jakarta: EGC; 2000.
- [2] Foster TD. Buku ajar ortodonsi edisi 3. Jakarta: EGC; 1997.
- [3] Hwang DS, Tsai CM, Teng NC, Hwang HM, Lee SY, Wang WN. Bond strength of light-cured composite resin using various light source. Chin Dent Journal. 2005; 24(3): 141-146.
- [4] Anusavice, Kenneth JP. Buku ajar kedokteran gigi edisi 10. Jakarta: EGC; 2003.
- [5] Putriyanti F, Herda E, Soufyan A. Pengaruh saliva buatan terhadap diametral tensile strength micro fine hybrid resin composite yang direndam dalam minuman isotonic. Jurnal PDGI. 2012; 6(1): 43-47.
- [6] Romano FL, Americo BR, Lourenco CR, Maria B, Vania CV. Bond strength of metallic brackets bonded with a new orthodontic composit. Journal Braz Oral. 2009; 8 (2).
- [7] Baum, Philips, Lund. Buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi. Edisi 3. Alih bahasa oleh: Rasinta Taringan. Jakarta. EGC; 1997.
- [8] Pinto, CM, Ferreira JT, Matsumoto MA, Borsatto MC, Silva RA, Romano FL. Evaluation of Different LED Light-Curing Devices for Bonding Metallic Orthodontic Bracket. Braz Dent Journal. 2011; 22(3): 249-253.
- [9] Mills W, Uhl A, Jandt KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure, obtained with blue light emitting diode (LED) and halogen lightcuring units (LCUs). Br Dent J. 2002; 193:459-463.
- [10] Amiatun. Pengaruh zat aktif pemutih gigi terhadap kekuatan geser perlekatan braket logam. Tesis. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara Medan; 2009.
- [11] Brantley, William A, Eliades Theodore. Orthodontic materials scientific. New York: Thieme Stuttgart; 2001.

- [12] Cefaly DFG, Ferrarezi GAO, Tapety CMC, Lauris JRP, Navarro MFL. Microhardness of resin-based materials polymerized with LED and halogen curing units. *Braz Dent J.* 2005; 16(2): 98-102.
- [13] Combe EC. Sari dental material. Terjemahan Slamet Taringan dari *Notes On Dental Material*. Jakarta: Balai Pustaka; 1992.
- [14] Kumar, Ramesh PC. Effects of ortodontic procedur on tooth enamel. *Journal of Dentistry and Oral Biosciences.* 2011; 2(2): 37-39.
- [15] Cinader, D. Chemical pecesses and performance comparison of Transbond Plus Self-Etching Primer; 2000.
- [16] Susianna, E. Perbedaan Shear Bond Strength Bahan adhesif Konvensional dengan Self-Etching Primer/Adhesif pada Bonding Braket ortodonti. Tesis Fakultas kedokteran Gigi Universitas Sumatra Utara Medan; 2009.
- [17] Craig RG, Power JM. *Restorative dental materials*. 11<sup>th</sup> edition. St. Louis: Mosby; 2002.