

**PENGARUH JARAK PENYINARAN TERHADAP  
MICROLEAKAGE PADA RESTORASI  
KELAS V RESIN KOMPOSIT**



Oleh:

Muhammad Firmansyah Subandi

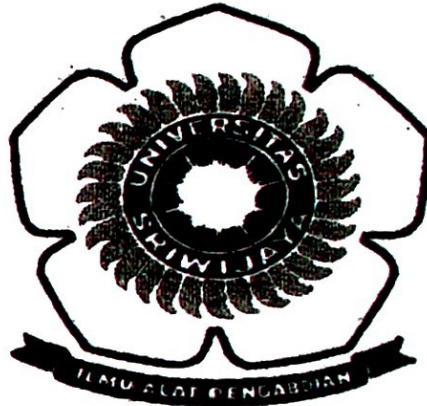
NIM. 04081004014

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS SRIWLJAYA  
2013/2014**

S  
617.670 7  
Muh  
P  
2014

28084/28645

**PENGARUH JARAK PENYINARAN TERHADAP  
MICROLEAKAGE PADA RESTORASI  
KELAS V RESIN KOMPOSIT**



**Oleh:**

**Muhammad Firmansyah Subandi**

**NIM. 04081004014**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2013/2014**

**PENGARUH JARAK PENYINARAN TERHADAP  
MICROLEAKAGE PADA RESTORASI  
KELAS V RESIN KOMPOSIT**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S.kg)  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:  
MUHAMMAD FIRMANSYAH SUBANDI  
04081004014**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2013/2014**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI YANG BERJUDUL**

**PENGARUH JARAK PENYINARAN TERHADAP *MICROLEAKAGE*  
PADA RESTORASI KELAS V RESIN KOMPOSIT**

**Oleh:**

**MUHAMMAD FIRMANSYAH SUBANDI**

**04081004014**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh  
gelar sarjana kedokteran gigi (S.Kg)  
Universitas Sriwijaya**

**Palembang, 29 Januari 2014**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes.  
NIP. 196603071998022001**



**drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi  
NIP. 198012022006042002**

# HALAMAN PENGESAHAN

## SKRIPSI YANG BERJUDUL

**Pengaruh Jarak Penyinaran terhadap *Microleakage*  
pada Restorasi Kelas V Resin Komposit**

Oleh:

**MUHAMMAD FIRMANSYAH SUBANDI  
04081004014**

**Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji Program Studi  
Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya  
Tanggal 29 Januari 2014  
Yang terdiri dari:**

**Ketua**



**drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes.  
NIP. 196603071998022001**

**Anggota**



**drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi  
NIP. 198012022006042002**

**Anggota**



**drg. Maya Hudiyati, MDSc.  
NIP. 197705172005012004**



**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Gigi  
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya**



**drg. Emilia CH. Prasetyanti, Sp.Ort., M. Kes.  
NIP. 195805301985032002**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto

- Walau cobaan senantiasa menerpa, tak ada kata menyerah untuk menggapai cita-cita.
- Wahai anak muda jika engkau tidak sanggup menahan lelahnya belajar, maka engkau harus menanggung pahitnya kehidupan (Phytagoras).

### Kupersembahkan Untuk :

- Ibu, Ayah, dan Adik tercinta,  
Terima kasih Atas Doa dan  
Dukungannya Selama Ini
- Dosen-dosenku
- Teman-Teman
- Almamaterku

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.

Penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Jarak Penyinaran terhadap *Microleakage* pada Restorasi Kelas V Resin Komposit”** merupakan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran gigi pada Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.

Dalam pelaksanaan penulisan dan penelitian skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, pengarahan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan adik tercinta yang telah berdoa, memberikan semangat, memberikan dukungan moral, spiritual, dan material.
2. drg. Emilia Ch. Prasetya, Sp. Ort., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya atas bantuan, dukungan, saran, dan bimbingan yang berharga kepada penulis.
3. drg. Rini Bikarindrasari, M. Kes., selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, dukungan, semangat, dan perhatian kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

4. drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi, selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, dukungan, semangat, dan perhatian kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. drg. Maya Hudiyati, MDSc., selaku dosen pembimbing akademik dan dosen penguji, terimakasih atas bimbingan, saran, dan waktunya untuk memperbaiki skripsi ini.
6. dr. Husnil Farouk, M.P.H. yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk konsultasi statistik.
7. Seluruh staf Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian skripsi.
8. Seluruh staf dosen pengajar di Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.
9. Seluruh Staf Tata Usaha di Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.
10. Sahabat penulis sejak dibangku sekolah Hafizh, Achie, Dede, dan Widyastuti serta teman penulis yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu atas semangat dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
11. Teman-teman penulis Aar, Andri, Anggie, Cesi, Dania, David, Desi, Dike, Eca, Edwin, Fifi, Iza, Ichan, Juli, Jojor, Laila, Mayang, Mitha, Nanda, Nesia, Nurdiana, Ogi, Ryan, Syahrul, Teguh, Toni, Vera, dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya.



Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut membantu terselesaikannya skripsi ini mohon maaf apabila ada kesalahan selama melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pikiran yang berguna bagi fakultas, pengembangan ilmu, dan masyarakat.

Palembang, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN JUDUL .....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.4.1 Bagi Peneliti .....	3
1.4.2 Aplikasi Klinis .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Macam-Macam Kavitas G. V. Black .....	4
2.2. Resin Komposit .....	4
2.2.1 Komposisi Resin Komposit .....	5
2.2.1.1 Matriks Resin .....	5
2.2.1.2 Partikel Bahan Pengisi .....	7
2.2.1.3 Bahan <i>Coupling</i> .....	8
2.2.1.4 Sistem Aktivator-Inisiator .....	8
2.2.1.5 Penghambat .....	9
2.2.1.6 Modifier Optik .....	9
2.2.2 Macam-Macam Resin Komposit .....	9
2.2.2.1 Resin Komposit <i>Macrofill</i> .....	10
2.2.2.2 Resin Komposit <i>Microfill</i> .....	10
2.2.2.3 Resin Komposit <i>Hybrid</i> .....	10
2.2.2.4 Resin Komposit <i>Nanofill</i> .....	11
2.2.1.5 Resin Komposit <i>Microhybrid</i> .....	11

2.3 Mekanisme Polimerisasi Resin Komposit .....	12
2.3.1 Resin Komposit yang Diaktifkan secara Kimia .....	12
2.3.2 Resin yang Diaktifkan dengan Sinar .....	12
2.4 <i>Microleakage</i> .....	14
2.5 Jarak Sumber Sinar .....	16
2.6 Kerangka Teori .....	17
2.7 Hipotesis .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	18
3.2 Subjek Penelitian .....	18
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.4 Jumlah Sampel Penelitian .....	18
3.5 Variabel Penelitian .....	19
3.5.1 Variabel Terkendali .....	19
3.5.2 Variabel Bebas .....	19
3.5.3 Variabel Terpengaruh .....	20
3.6 Definisi Operasional .....	20
3.7 Alat dan Bahan .....	20
3.7.1 Alat .....	20
3.7.2 Bahan .....	21
3.8 Cara Penelitian .....	21
3.8.1 Desain Kavitas Kelas V .....	21
3.8.2 Preparasi Kavitas Kelas V .....	22
3.8.3 Aplikasi Etsa Asam, Bahan Adhesif, dan Resin Komposit .....	23
3.8.4 Pembuatan Sampel Penelitian .....	26
3.8.5 Pengukuran <i>Microleakage</i> .....	27
3.8.5.1 Contoh Pengukuran <i>Microleakage</i> .....	27
3.9 Analisis Data .....	29
3.10 Alur Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	31
4.2 Pembahasan .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.1 Saran .....	36

Daftar Pustaka .....	37
----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Matriks Resin .....	6
Gambar 2.	Proses Polimerisasi Resin Komposit yang Diaktifasi dengan Penyinaran .....	13
Gambar 3.	Derajat Konversi .....	16
Gambar 4.	Desain Kavitas Kelas V .....	22
Gambar 5	Penandaan Bur	
	Gambar 5a. <i>Round Bur</i> Ditandai 2,5 mm .....	23
	Gambar 5b. <i>Cylindris Bur</i> Ditandai 2,5 mm .....	23
Gambar 6.	Pengaplikasian Resin Komposit .....	24
Gambar 7.	Jarak Penyinaran Resin Komposit	
	Gambar 7a. Jarak Penyinaran 0 mm .....	25
	Gambar 7b. Jarak Penyinaran 3 mm .....	25
	Gambar 7c. Jarak Penyinaran 6 mm .....	26
Gambar 8.	Skala Pembesaran Sampel Penelitian	
	Gambar 8a. Lebar Desain Kavitas .....	27
	Gambar 8b. Tinggi Desain Kavitas .....	27
Gambar 9.	Hasil Pematangan Disesuaikan dengan Garis .....	28
Gambar 10.	Garis yang telah Dihapus .....	28
Gambar 11.	Garis yang Dibuat untuk Mengukur Penetrasi <i>Basic Fuschin</i> .....	28

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Hasil Penelitian .....	31
Tabel 2. Hasil Transformasi Data .....	32
Tabel 3. Hasil uji ANOVA .....	33
Tabel 4. Hasil uji <i>Post-Hoc LSD</i> .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran Tabel .....	40
2. Lampiran Alat & Bahan .....	43
3. Lampiran Hasil Penelitian .....	46

## ABSTRAK

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang digunakan secara luas dalam bidang kedokteran gigi karena memiliki estetika yang baik. Kelemahan utama resin komposit yaitu pengerutan polimerisasi, pengerutan polimerisasi dapat mengakibatkan *microleakage*. Salah satu faktor yang mempengaruhi pengerutan polimerisasi yaitu jarak penyinaran. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* resin komposit. Sampel yang digunakan yaitu 30 buah gigi premolar pertama atas yang dipreparasi dan direstorasi menggunakan resin komposit *microhybrid*. Sampel dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan jarak penyinaran yaitu: kelompok I (0 mm), kelompok II (3 mm), dan kelompok III (6 mm). Sampel dipotong secara vertikal dan difoto pada kedua sisinya. Hasil pemotongan diukur pada kedua sisinya menggunakan *Microsoft Word*. Pengukuran *microleakage* berdasarkan penetrasi *basic fuschin* 0.5% yang paling dalam pada tepi restorasi. Nilai rata - rata *microleakage* untuk kelompok I adalah 0.779 mm, kelompok II adalah 0.221 mm, dan kelompok III adalah 0.131 mm. Data dianalisis dengan uji *One Way Anova* dan *Post-Hoc LSD*. Hasil uji Anova satu arah menunjukkan bahwa jarak penyinaran mempengaruhi *microleakage* resin komposit secara signifikan ( $p < 0.05$ ). Hasil *Post-Hoc LSD* menunjukkan bahwa kelompok I memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kelompok II dan kelompok III, sedangkan antara kelompok II dan kelompok III tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $p > 0.05$ ). Kesimpulan penelitian ini adalah *microleakage* yang paling besar terdapat pada jarak penyinaran 0 mm dibandingkan dengan jarak penyinaran 3 mm dan 6 mm.

**Kata kunci:** Resin komposit, jarak penyinaran, *microleakage*.



## ABSTRACT

Composite resin is a restorative dental material widely used in restorative dentistry because it has good aesthetic. The main disadvantage of composite resin is polymerization shrinkage, it can lead to microleakage. One of factors affecting polymerization shrinkage is irradiation distance. The purpose of this study was to know the effect of irradiation distance on composite resin microleakage. Total samples were 30 teeth of upper first premolar which is prepared and restored by microhybrid composite resin. All teeth were divided into 3 groups according to irradiation distance: group I (0 mm), group II (3 mm), and group III (6 mm). Samples were cut vertically and taken the picture on their both sides. The pictures were measured on both sides using Microsoft Word. Measurement of microleakage was based upon the deepest penetration of basic fuschin 0.5% in restoration margin. The microleakage mean for group I, group II, and group III consecutively was 0.779 mm, 0.221 mm, and 0.131 mm. Data were analyzed by One Way ANOVA and Post - Hoc LSD. The result of One Way Anova showed that irradiation distance affected composite resin microleakage significantly ( $P < 0.05$ ). The results of Post - Hoc LSD showed that group I was significantly different from group II and group III, while between group II and group III showed no significant difference ( $P > 0.05$ ). The conclusion of this study was that the highest microleakage of composite resin was irradiation distance at 0 mm compared to the irradiation distance at 3 mm and 6 mm.

**Key Word:** Composite resin, irradiation distance, microleakage.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Karies merupakan penyakit jaringan keras gigi yang terjadi akibat aktivitas bakteri yang memfermentasi karbohidrat sehingga menyebabkan terbentuknya kavitas pada gigi.<sup>1</sup> Menurut G. V. Black, kavitas pada gigi dibedakan menjadi 5 kelas, salah satunya adalah kelas V, yaitu kavitas yang terletak pada sepertiga gingival pada permukaan bukal atau lingual gigi anterior maupun posterior.<sup>2</sup> Kavitas kelas V dapat direstorasi dengan bahan restorasi resin komposit karena memiliki estetika yang baik.<sup>3</sup>

Resin komposit merupakan bahan restorasi yang terdiri atas matriks resin, yang ditambah dengan bahan pengisi (*filler*), bahan *coupling*, aktivator-inisiator, *modifier* optik, dan bahan penghambat.<sup>4</sup> Berdasarkan ukuran rata-rata partikel bahan pengisi utama, resin komposit terdiri atas *macrofilled*, *microfilled*, *hybrid*, *microhybrid*, dan *nanofill*.<sup>5</sup> Resin komposit *microhybrid* terdiri atas dua atau lebih bentuk partikel irreguler, tetapi diameternya hampir sama. Resin komposit *microhybrid* memiliki ukuran partikel yang relatif kecil sehingga resin komposit *microhybrid* sangat baik untuk menggantikan enamel.<sup>6</sup>

Polimerisasi yang memadai pada bahan restorasi resin komposit merupakan syarat untuk memperoleh sifat fisik dan kimia yang memadai untuk memperoleh

kinerja klinis yang optimal, tetapi pengerutan ketika polimerisasi merupakan masalah utama. Pengerutan resin komposit mempengaruhi perlekatan antara gigi dengan restorasi *adhesive* akibatnya restorasi lebih rentan terhadap *microleakage*.<sup>7,8</sup> Jika resin komposit diaplikasikan pada kavitas kelas V, risiko *microleakage* menjadi lebih besar karena tidak adanya lapisan atau masih terdapat lapisan enamel yang tipis pada gingival margin, dapat menyebabkan proses *bonding* menjadi lebih sulit sehingga dapat meningkatkan risiko *microleakage* di samping akibat pengerutan polimerisasi.<sup>8,9</sup> Selain itu, *microleakage* juga dipengaruhi oleh jarak penyinaran. Berdasarkan percobaan yang dilakukan Salgado dkk. dengan teknik aplikasi secara *bulk* dan dipolimerisasi dengan *quartz tungsten halogen*. diketahui bahwa *microleakage* lebih besar terjadi pada jarak yang lebih dekat dengan sumber sinar.<sup>10</sup> Pada penelitian Jazar tentang pengaruh sumber sinar terhadap *microleakage*, diketahui bahwa resin komposit yang dipolimerisasi oleh *light emitting diodes* mengalami *microleakage* yang lebih rendah dibanding dengan resin komposit yang dipolimerisasi oleh *quartz tungsten halogen*.<sup>11</sup>

Resin komposit selain dapat diaplikasikan dengan teknik *bulk*, juga dapat diaplikasikan dengan teknik *incremental* yaitu pengaplikasian resin komposit secara bertahap. Teknik *incremental* diyakini dapat meminimalisasi pengerutan resin komposit.<sup>12</sup> Sejauh ini, penelitian tentang pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* resin komposit dengan teknik aplikasi secara *incremental* dan dipolimerisasi dengan *light emitting diodes* (LED) belum pernah dilakukan sehingga

hal ini menjadi latar belakang penulis untuk melakukan penelitian tentang pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* pada restorasi kelas V resin komposit.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Apakah ada pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* resin komposit.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* resin komposit.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

### **1.4.1. Bagi Peneliti**

1. Menambah pengetahuan mengenai bahan restorasi gigi estetik khususnya dalam bidang konservasi gigi.

2. Sebagai masukan bagi perkembangan material di bidang kedokteran gigi khususnya mengenai *microleakage* resin komposit.

### **1.4.2. Aplikasi Klinis**

Operator dapat mengetahui pengaruh jarak penyinaran terhadap *microleakage* resin komposit.

### Daftar Pustaka

1. Kidd EAM. *Pickar'd Manual of Operative Dentistry*. 8<sup>th</sup> Ed. Oxford: Oxford Press 2003: 5-6.
2. Qualtrough AJE, Satterthwaite JD, Morrow LA, Brunton PA. *Principles of Operative Dentistry*. Oxford: Blackwell Publishing 2005: 27-8.
3. Chan KHS, Mai Y, Kim Harry, Tong KCT, Hsiao JCM. Review : Resin Composite Filling. *J Dent Matt* 2010 ; 3 : 1231.
4. Anusavice KJ. *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Alih Bahasa Johan Arif Budiman, Susi Purwoko, Judul Asli : Phillip's Science of Dental Material. 10<sup>th</sup> Ed, Jakarta EGC 2003: 228-32.
5. Garg N, Garg A. *Textbook of Operative Dentistry*. 1<sup>st</sup> Ed. New Delhi: Jaypee 2010: 259-60.
6. Lessage BP. *Aesthetic Anterior Composite Restorations: A Guide to Direct Placement*. *Dental Clinic of North America* 2007; 51 (2) : 361-3.
7. David JR, Gomers OM, Loguercio AD, Reis A. Effect of Exposure Time on Curing Efficiency of Polymerizing Units, Equipped with Light-Emitting Diodes. *J of Oral Sci* 2007 ; 1 (49) : 19.
8. Pereira RA, Araujo PA, Espinosa JCC, Mondelli RF. Comparative Analysis of The Shrinkage Stress of Composite Resins. *J Appl Oral Sci* 2008 ; 16 (1) : 30.
9. Moezyzadeh M, Kazemipoor M. Effect of Different Placement Technique on Microleakage of Class V Composite Restoration. *J of Dent Tehrran University of Med Sci* 2009 ; 3 (6) : 121.
10. Salgado NRGF, Pfeifer CSC, Franci CE, Kawano Y. Influence of Photoactivation Protocol and Light Guide Distance on Conversion and Microleakage of Composite Restorations. *Operative Dent* 2009 ; 34 (4) : 408-409.
11. Jazar HA, Eid ESG, Mahmood SH, Hassan AM. Microleakage and Surface Hardness of Resin Based Restorative Materials Cured with LED and QTH Curing units. *Cairo dent J* 2009; 3 (25): 401-3.
12. Kwon Y, Ferracane J, Lee IB. Effect layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stresses of light cured composite. *Dent Materilas* 2012; 28: 802-3.
13. Bakar A. *Kedokteran Gigi Klinis*. Yogyakarta : Quantum Sinergis Media 2012: 66.
14. Ahmed HH, El-Bab EIMF, El-Hassan. The Effect of Surface Penetrating Sealants on Leakage of Class V Restorations with Different Locations of Cervical Cavity Margins. *Cairo Dent J* 2009; 2 (25): 264.

15. Craig RG, Powers JM, Restorative Dental Materials. 7th ed. St. Louis: Mosby Inc 2002: 234.
16. Guiraldo RD, Consani S, Lympius T, Schneider LFJ, Sinhoreti MAC, Sobrinho LC. Influence of the Light Curing Unit and Thickness of Residual Dentin on Generation of Heat during Composite Photoactivation. *J of Oral Sci* 2008; 2 (50): 137-8.
17. Rahiotis C, Patsouri K, Silikas N, Kakaboura. Curing Efficiency of High-Intensity Light Emitting Diode (LED) Device. *J of Oral Sci* 2010; 2 (52): 187-8.
18. Dorland WAN. *Kamus Kedokteran Dorland*. Alih Bahasa Huriawati Hartanto, dkk, Judul Asli : *Dorland's Illustrated Medical Dictionary* 29th ed, Jakarta: EGC 2002: 1353.
19. Yamazaki PCV, Russo AKB, Pereira PNR, Swift EJ. Microleakage Evaluation of a New Low-Shrinkage Composite Restorative Material. *Operative Dent* 2006; 31 (6): 670-1.
20. Karthick K, Kailasam S, Geetha PPR, Shankar S. Polymerization Shrinkage of Composite – A Review. *JIADS* 2011; 2 (2): 33-4.
21. Nagas IC, Egilemez F, Ergun G. The Effect of Irradiation Distance on Microhardness of Resin Composite Cured with Different Light Curing Units. *Euro J of Dent* 2010; 4: 441.
22. Aguiar FHB, Lazzari CR, Lima DANL, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Effect of Light Curing Tip Distance and Resin Shade on Microhardness of a Hybrid Resin Composite. *Bras Oral Res* 2005; 19 (4): 303.
23. Moraes LGP, Rocha RSF, Menegazzo LM, Araujo EB, Yukimitu K, Moraes JCS. Infrared Spectroscopy: A Tool For Determination of The Degree of Conversion in Dental Composite. *J Appl Oral Sci* 2008; 16 (2):145.
24. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factor Involved in the Development of Polymerization Shrinkage Stress in Resin Composite: A Systemic Review. *Dental Materials* 2005; 21: 963.
25. Thome T, Stegal W, Tachibana A, Braga SRM, Turbino ML. Influence of The Distance of The Curing Light Source and Composite Shade on Hardness of Two Composite. *J Appl Oral Sci* 2007; 15 (6): 486
26. Bard AJ, Inzelt G, Scholz F. *Electrochemical Dictionary*. 2<sup>nd</sup> Ed. Berlin: Springer 2012: 341.