

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT
EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN UNDER
SURFACE RESIN KOMPOSIT *BULK-FILL***

SKRIPSI



Disusun oleh
LATIFAH MULYANA
04031181419014

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT
EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN UNDER
SURFACE RESIN KOMPOSIT *BULK-FILL***

SKRIPSI



Disusun oleh
LATIFAH MULYANA
04031181419014

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT
EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN UNDER
SURFACE RESIN KOMPOSIT *BULK-FILL***

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
LATIFAH MULYANA
04031181419014**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN
DOSEN PEMBIMBING**

Skripsi yang berjudul:

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT
EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN *UNDER
SURFACE RESIN KOMPOSIT BULK-FILL***

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

Palembang, Juni 2019

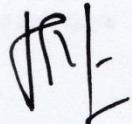
Menyetujui,

Pembimbing I



drg. Billy Sujatmiko, Sp. KG
NIP. 198310082014121001

Pembimbing II



drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes
NIP. 196603071998022001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

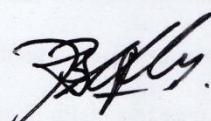
PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN *UNDER SURFACE RESIN KOMPOSIT BULK-FILL*

Disusun oleh:
LATIFAH MULYANA
04031181419014

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji

Program Studi Kedokteran Gigi
Tanggal 05 Juli 2019
Yang terdiri dari:

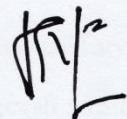
Pembimbing I



drg. Billy Sujatmiko, Sp. KG
NIP. 198310082014121001

Penguji I

Pembimbing II



drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes
NIP. 196603071998022001

Penguji II



drg. Danica Anastasia, Sp. KG
NIP. 198401312010122002

drg. Rinda Yulianti, Sp. KG
NIP. 197607122006042008



Mengetahui,
Ketua Program Studi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya


drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 196911302000122001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Latifah Mulyana

NIM : 04031181419014

Prodi / Fakultas : Kedokteran Gigi / Kedokteran

Judul Penelitian : Pengaruh Perbedaan Waktu Penyinaran *Light Emitting Diode* Terhadap Kekerasan *Under Surface Resin Komposit Bulk-fill*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak mengandung unsur-unsur penjiplakan (plagiasi) karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau pernah dibuat oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka. Apabila skripsi ini terbukti mengandung unsur penjiplakan, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Palembang, Juli 2019
Yang Membuat Pernyataan,



Latifah Mulyana
04031181419014

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Skripsi ini saya persembahkan untuk
Papa, Mama, Bang Indra dan Kak Rika**

**“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum
mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”
(QS. Ar-Ra’d [13] : 11)**

**“Jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain, karena tidak semua
bunga tumbuh dan mekar bersamaan.”**

“Don’t stop when you’re tired, stop when you’re done.”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Robbil ‘Alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Pengaruh Perbedaan Waktu Penyinaran Light Emitting Diode Terhadap Kekerasan Under-Surface Resin Komposit Bulk-fill**” dapat terselesaikan.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang turut memberikan bantuan baik berupa pikiran, materi, tenaga maupun dukungan moral dan spiritual secara langsung maupun tidak langsung selama masa perkuliahan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tuaku (Bapak Harmen Suharjo dan Ibu Maiyasni), Bang Indra, Kak Rika yang selalu memberikan do'a, semangat, serta kasih sayang yang tiada hentinya agar penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.
3. Keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan, doa dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.
4. drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp.Pros selaku ketua Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya.
5. drg. Billy Sujatmiko, Sp.KG selaku pembimbing pertama skripsi yang telah dengan sangat baik hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran serta masukan selama penulisan skripsi ini.

6. drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes selaku deosen pembimbing kedua skripsi yang telah dengan sangat baik hati meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran serta masukan selama penulisan skripsi ini.
7. drg. Danica Anastasia, Sp.KG selaku dosen penguji pertama yang telah meluangkan waktu memberikan saran dan masukan selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. drg. Rinda Yulianti, Sp.KG selaku dosen penguji kedua yang telah meluangkan waktu memberikan saran dan masukan selama proses penyelesaian skripsi ini.
9. drg. Shanty Chairani, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan, bantuan dan semangat kepada penulis.
10. Seluruh Dosen dan Staf Tata Usaha PSKG Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama penulis menempuh pendidikan.
11. Seluruh Staf Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan saran selama penulis melaksanakan penelitian.
12. Teman Seperjuanganku “Love” (Ibu Fairuz, Reni, Dera, Aderiz, Adeput, Ine, Shella, Indah, Yuk Sis, Cipa), Melva, Yuni, Fatia, Ridha, Oci yang telah banyak membantu, memberikan semangat, dan saran selama penulis menyelesaikan pendidikan.

13. Teman Kos Sarjana B02 (Nurul Zukhruf dan Najmatul Asriah) yang telah bersedia disusahkan dan selalu memberikan semangat selama penulis menyelesaikan pendidikan.
14. Teman-temanku sedari dulu Cimes, Mayuk, Kak Ain, Bang Agus yang selalu memberikan semangat, saran dan motivasi selama penulis menempuh perkuliahan.
15. Seluruh rekan seperjuangan Undervertien (KG 2014), adik dan kakak tingkat yang telah menjadi bagian dalam perjuangan hidup penulis dalam meraih cita-cita.
16. Riza Ramadan yang telah memberikan semangat, saran dan motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
17. Terima kasih banyak kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu selama penulis menempuh pendidikan.

Palembang, Juli 2019

Penulis

Latifah Mulyana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Praktis	4
1.4.2 Manfaat Akademis	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Resin Komposit.....	5
2.1.1 Matriks Resin.....	5
2.1.2 <i>Filler</i>	7
2.1.3 <i>Coupling Agent</i>	7
2.1.4 Sistem Aktivator-Inisiator.....	8
2.1.5 Polimerisasi Resin Komposit	8
2.1.6 Pengaruh Waktu Penyinaran Terhadap Polimerisasi	11
2.2 Resin Komposit <i>Bulkfill</i>	11
2.3 Kekerasan Permukaan	13
2.3.1 Kekerasan <i>Under-Surface</i>	18
2.4 <i>Light Curing Units</i>	18
2.5 Kerangka Teori.....	21
2.6 Hipotesis.....	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.3 Subjek Penelitian	22
3.4 Variabel Penelitian.....	23
3.5 Definisi Operasional	24
3.6 Kerangka Konsep.....	24
3.7 Alat dan Bahan.....	24
3.7.1 Alat Penelitian.....	24
3.7.2 Bahan Penelitian	25
3.8 Prosedur Penelitian	25

3.9 Analisis Data	27
3.10 Alur Penelitian	28
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.	30
4.1 Hasil Penelitian.....	30
4.2 Pembahasan	33
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kekerasan <i>Under Surface</i>	29
Tabel 2. Hasil Uji Normalitas	32
Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas.....	32
Tabel 4. Hasil Uji <i>Post Hoc Dunn-Bonferroni</i>	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur kimia matriks resin Bis-GMA.....	6
Gambar 2	Struktur kimia matriks resin TEGDMA	6
Gambar 3	Struktur kimia matriks resin UDMA	7
Gambar 4	Struktur kimia <i>methacryloxypropyl trimethoxysilane</i>	8
Gambar 5	Tahap inisiasi	9
Gambar 6	Tahap propagasi	10
Gambar 7	Tahap terminasi.....	10
Gambar 8	<i>Polymerization shrinkage</i>	11
Gambar 9	Struktur kimia AUDMA	12
Gambar 10	Struktur kimia AFM.....	12
Gambar 11	Sampel yang sudah ditanam dalam resin akrilik <i>self cure</i>	27
Gambar 12	Pembagian sampel menjadi tiga kuadran	28
Gambar 13	Hasil indentasi pada restoraso resin komposit <i>bulk-fill</i>	30
Gambar 14	Grafik nilai kekerasan <i>under-surface</i> resin komposit <i>bulk-fill</i> dan standard deviasi (SD)	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengukuran kekerasan <i>under surface</i>	40
Lampiran 2. Hasil uji statistik	41
Lampiran 3. Foto penelitian	45
Lampiran 4. Surat keterangan penelitian	49
Lampiran 5. Lembar bimbingan	50

PENGARUH PERBEDAAN WAKTU PENYINARAN *LIGHT EMITTING DIODE* TERHADAP KEKERASAN *UNDER SURFACE RESIN KOMPOSIT BULK-FILL*

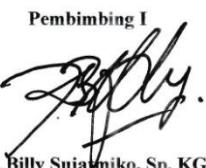
Latifah Mulyana
Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran
Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Resin komposit merupakan bahan restorasi sewarna gigi yang banyak digunakan di bidang kedokteran gigi. Modifikasi resin komposit menghasilkan jenis resin komposit baru yang dapat ditumpat dengan kedalaman 4 mm yang dikenal dengan resin komposit *bulk-fill*. Kekerasan resin komposit diantaranya dipengaruhi oleh waktu penyinaran dan intensitas cahaya dari *light curing unit*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu penyinaran *light emitting diode* terhadap kekerasan *under surface resin komposit bulk-fill*. Penelitian eksperimental murni dengan rancangan *post-test design* dimana 30 sampel resin komposit *bulk-fill* (Bulk Fill Posterior: 3M ESPE) dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan (waktu penyinaran 5 detik, 10 detik dan 20 detik). Ketiga kelompok perlakuan tersebut dilakukan polimerisasi pada permukaan atasnya dengan menggunakan *light emitting diode* (Elipar™ DeepCure LED Curing Light). Sampel kemudian direndam dalam cawan petri berisi akuides selama 24 jam dengan suhu 37°C. Kekerasan *under surface resin komposit bulk-fill* diukur menggunakan *Vicker's Hardness Tester* yang diatur bebeannya 500g dengan waktu 10 detik. Data dianalisis menggunakan Kruskal Wallis dan *post hoc Dunn-Bonferroni*. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan terdapat pengaruh perbedaan waktu penyinaran *light emitting diode* terhadap kekerasan *under surface resin komposit bulk-fill*. Hasil uji *post hoc Dunn-bonferroni* menunjukkan terdapat perbedaan signifikan ($p<0,05$) antara kelompok dengan waktu penyinaran 5 detik ($84,53\pm8,75$) dengan 10 detik ($119,637\pm13,97$) dan 5 detik dengan 20 detik ($143,182\pm20,66$), namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok dengan waktu penyinaran 10 detik dengan 20 detik. Perbedaan waktu penyinaran *light emitting diode* dapat mempengaruhi kekerasan *under surface resin komposit bulk-fill*.

Kata kunci: Kekerasan *under surface*, resin komposit *bulk fill*, waktu penyinaran

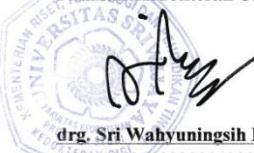
Pembimbing I


drg. Billy Sujarmiko, Sp. KG
NIP. 198310082014121001

Pembimbing II


drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes
NIP. 196603071998022001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya



drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 196911302000122001

THE EFFECT OF DIFFERENCE EXPOSURE TIME OF LIGHT EMITTING DIODE ON UNDER-SURFACE HARDNESS OF BULK-FILL RESIN COMPOSITE

Latifah Mulyana
Dentistry Study Program Faculty of Medicine
Sriwijaya University

ABSTRACT

Composite resin was a tooth-colored restoration material that was widely used in the dentistry. Modification of composite resin produces a new type of composite resin that could be filled with a depth of 4 mm known as bulk-fill composite resin. The hardness of composite resin influenced by the exposure time and light intensity of the light curing unit. The purpose of this study was to determine the effect of the exposure time of light emitting diode on under-surface hardness of resin composite bulk-fill. This experimental laboratory used post test only design where 30 bulk-fill composite resin samples (Bulk Fill Posterior: 3M ESPE) were divided into three groups (5 seconds, 10 seconds and 20 seconds exposure time). The three groups were polymerized on the top surface using light emitting diode (Elipar™ Deep Cure LED Curing Light). The samples were immersed in a petri dish containing distilled water for 24 hours at 37°C. Under-surface hardness of bulk-fill composite resin measured by the Vicker's Hardness Tester which is set at 500g in 10 seconds. Data were analyzed by Kruskal Wallis and post hoc Dunn-Bonferroni. The results of the Kruskal Wallis test showed that there was an effect of the difference in light emitting diode exposure time against the under-surface hardness of bulk-fill resin composite. The results of the post hoc Dunn-bonferroni test showed that there were significant differences ($p < 0.05$) between groups with a 5 second exposure time (84.53 ± 8.75) with 10 seconds (119.637 ± 13.97) and 5 seconds with 20 seconds (143.182 ± 20.66), but there was no significant difference in the group with exposure time of 10 seconds with 20 seconds. The difference exposure time of light emitting diode could affected the under-surface hardness of bulk-fill composite resin.

Keywords: bulk-fill composite resin, exposure time, under-surface hardness

Pembimbing I



drg. Billy Sujatmiko, Sp. KG
NIP. 198310082014121001

Pembimbing II



drg. Rini Bikarindrasari, M.Kes
NIP. 196603071998022001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya



drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 196911302000122001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resin komposit merupakan bahan restorasi sewarna gigi yang paling banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Resin komposit terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *matrix*, *filler*, dan *coupling agent*.^{1,2} Modifikasi dari komponen resin komposit menghasilkan jenis resin komposit baru yang dapat ditumpat dengan kedalaman 4-5 mm yaitu resin komposit *bulk-fill*. Resin komposit *bulk-fill* bersifat translusen sehingga sangat baik dalam transmisi cahaya ketika polimerisasi, resin komposit *bulk-fill* juga memiliki sifat pengertuan yang baik dengan cara menunda fase pre gelasi dan *filler* yang termodifikasi.³⁻⁵ Penelitian yang dilakukan oleh Ratih DN dkk.,⁶ menyebutkan bahwa resin komposit *bulk-fill* memiliki kekerasan mikro yang lebih tinggi dibandingkan resin komposit *packable* baik pada kedalaman kavitas 2 mm maupun 4 mm.

Sifat mekanik resin komposit *bulk-fill* seperti kekerasan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya bentuk dan kerapatan partikel, jenis dan rasio monomer, tingkat ikatan silang polimer dan *photoinitiator*. Kekerasan resin komposit *bulk-fill* juga dapat dipengaruhi oleh peningkatan translusensi yang disebabkan oleh meningkatnya ukuran *filler*.⁷ Sifat mekanik dari resin komposit *bulk-fill* tidak hanya dipengaruhi oleh partikel yang menyusun bagian anorganik, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa karakteristik cahaya penyinaran seperti intensitas cahaya, waktu penyinaran dan panjang gelombang yang digunakan.^{8,9}

Waktu penyinaran dari *light curing unit* mempengaruhi kekerasan dari resin komposit, semakin lama waktu penyinaran proses polimerisasi yang terjadi akan semakin sempurna dan kekerasan permukaan resin komposit akan semakin baik.¹⁰ Polimerisasi dari resin komposit dapat menghasilkan monomer sisa yang tinggi yang dapat mengiritasi jaringan pulpa, menstimulasi pertumbuhan bakteri dan akhirnya berpengaruh terhadap kesuksesan restorasi.⁶

Kekerasan permukaan adalah salah satu sifat mekanik yang penting dari resin komposit. Kekerasan permukaan resin komposit dapat didefinisikan sebagai ketahanan terhadap indentasi dan penetrasi pada permukaan restorasi. Rasio kekerasan *under-surface* dan *top-surface* resin komposit dalam waktu penyinaran yang berbeda disebut dengan *degree of cure* (DC). Rasio tersebut banyak digunakan untuk mengevaluasi kinerja resin komposit. Jika rasio kekerasan *under-surface* dan *top-surface* dari resin komposit lebih dari 80%, maka *degree of cure* dari resin komposit dapat diterima.¹¹ Pengukuran kekerasan *top-surface* dan *under-surface* dari resin komposit juga digunakan untuk menentukan *depth of cure*.¹² Bagian *under-surface* dari resin komposit lebih dipengaruhi oleh intensitas cahaya, sehingga bagian tersebut dapat dijadikan alat ukur yang baik untuk menentukan efektivitas penyinaran resin komposit.⁷ Penelitian yang dilakukan oleh Nagi SM dkk.,¹² menyebutkan bahwa dengan waktu penyinaran 10 detik dan intensitas cahaya $\geq 800 \text{ mW/cm}^2$ pada resin komposit *bulk-fill* dengan ketebalan 4 mm sudah mampu menghasilkan rasio kekerasan *surface* dan *under-surface* $>80\%$.

Polimerisasi resin komposit *bulk-fill* dilakukan dengan menggunakan *light curing unit*. *Light curing unit* dikelompokkan berdasarkan sumber cahaya yang digunakannya seperti *light emitting diode* (LED), *quartz tungsten halogen* (QTH), *plasma arc curing* (PAC), dan *argon laser*. *Quartz tungsten halogen* (QTH) dan LED adalah jenis *light curing* yang paling sering digunakan.¹³ Penelitian yang dilakukan oleh El-Mowafy dkk.,¹⁴ menghasilkan bahwa penggunaan lampu LED lebih efektif dalam fotopolimerisasi resin komposit dibandingkan dengan penggunaan lampu QTH dalam hal kekerasan relatif. Penelitian yang dilakukan oleh Ceballos dkk.,¹⁰ menghasilkan spesimen yang disinar selama 20 detik menggunakan lampu LED memiliki nilai kekerasan yang secara statistik lebih tinggi daripada ketika difotopolimerisasi menggunakan lampu QTH.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penulis tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu penyinaran *Light Emitting Diode* (LED) dengan waktu penyinaran 5 detik, 10 detik dan 20 detik terhadap kekerasan *under-surface* resin komposit *bulk-fill*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah perbedaan waktu penyinaran *Light Emitting Diode* (LED) berpengaruh terhadap kekerasan *under-surface* resin komposit *bulk-fill*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perbedaan waktu penyinaran *Light Emitting Diode* (LED) terhadap kekerasan *under-surface* resin komposit *bulk-fill*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu penyinaran *Light Emitting Diode* (LED) terhadap kekerasan *under-surface resin komposit bulk-fill*.

1.4.2 Manfaat Akademis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan sumber informasi di bidang kedokteran gigi khususnya di bidang pendidikan mengenai pengaruh intensitas cahaya yang tinggi dan waktu penyinaran yang singkat dari *light curing* jenis LED terhadap kekerasan resin komposit *bulk-fill* serta sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ilie N, Hickle R. Resin composite restorative materials. Australian Dental Journal. 2011; 56(01):59-66.
2. Hatrick CD, Eakle WS. Dental material, clinical application for dental assistant and dental hygiene. 3th ed, St. Louis: Elsevier, 2014.
3. Aschheim KW. Esthetic dentistry, a clinical approach to techniques and material's. 3th ed, Saint Louis: Mosby, 2015.
4. Orlowski M, Tarczydlo B, Chalas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk fill dental composite materials, invitro study. Hindawi. 2015:1-8.
5. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin, Operative Dentistry 2014; 39:6.
6. Ratih DN, Novitasari A. Kekerasan mikro resin komposit packable dan bulkfill dengan kedalaman kavitas berbeda. Majalah Kedokteran Gigi Indonesia. 2017; 3(2): 76-82.
7. Abed YA, Sabry HA, Alrobeigy NA. Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite. Tanta Dental Journal. 2015; 12: 71-80.
8. El-Safty S, Akhtar R, Silikas N, Watts DC. Nanomechanical properties of dental resin composite. Dent Mater. 2012; 28: 1292-300.
9. Kuguimiya RN, Alves LB, Saebra FR, Sarmento CF, Santos AS, Machado CT. influence of light-curing units and restorative materials on the micro hardness of resin cement. Indian J Dent Res. 2010; 21: 49-53.
10. Ceballos L, Feunes MV, Tafalla H, Martinez A, Flores J, Rodriguez J. Curing effectiveness of resin composites at different exposure times using LED and halogen units. J Clin Exp Dent. 2009; 1 (1): E8-13.
11. Farahat F, Daneshkazemi AR, Hajiahmad Z. The effect of bulk depth and irradiation time on the surface hardness and degree of cure of bulk-fill composites. Journal of Dental Biomaterial. 2016; 3(3): 284-291.
12. Nagi SM, Moharam LM, Zaazou MH. Effect of resin thickness, and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites. J ClinExp Dent. 2015; 7 (5): e600-4.
13. Anusavice KJ. Phillips science of dental materials. 12th ed. India: Elsevier, 2012: 275-306.
14. El-Mowafy O, El-Badrawi W, Wasef M, Omar H, Kermanshahi S. Efficacy of new LED light-curing units in hardening of class II composite restorations. JCDA. 2007; 73 (3): 253-253e.
15. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 13th ed, Philadelphia: Mosby, 2012.
16. Baum L, Philips RW, Lund MR. Buku ajar ilmu konservasi gigi. 3rd ed. Jakarta: EGC; 1997. p. 253-63.
17. Alrahlah AA. Physical, mechanical and surface properties of dental resin composite. School of Dentistry. 2013.

18. Obaid AA, Gokce A, Yarlagadda S, Advani SG. Enhancement of adhesion between copper and vinyl ester in glass fiber-vinyl ester composites. *Composite Interfaces*. 2007; 14(2): 99-116.
19. Baek CJ, Hyun SH, Lee SK, Seol HJ, Kim HI, Kwon YH. The effects of light intensity and light curing time on the degree of polymerization of dental composite resins. *Dental Material Journal*. 2008; 27(4): 523-533.
20. Kwong W. How to complete bulk fill restoration. *Dental Product Report*. 2013.
21. Permana DP, Sujatmiko B, Yulianti R. Perbandingan tingkat kebocoran mikro resin komposit bulk-fill dengan teknik penumpatan oblique incremental dan bulk. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. 2016; 2(3): 135-140.
22. Filtek Bulk Fill Posterior Restorative. Technical product profile. 2014. USA: 3M ESPE.
23. Jandt KD, Al-Jasser AMO, AL-Ateeq K, Vowles RW, Allen GC. Mechanical properties and radiopacity of experimental glass-silica-metal hybrid composite. *J Dental Materials*. 2002; 18: 429-35.
24. Effendi B. Pengaruh jarak penyinaran terhadap kekerasan resin komposit sinar tampak. *Jurnal PDGI*. 2006; 56(3): 130-134
25. Lui JL, Chan CL, Yap KT. Depth of polymerization of a new nanocomposite according to different exposure times and shade. *Annal Dent Univ Malaya*. 2006.
26. Nitta K. Effect of light guide tip diameter on light curing unit on polymerization of light-cured composite. *J Dental Materials*. 2005; 21: 217-23.
27. Ramanitya A, Indrani DJ, Herda E. Under-surface hardness of light-cured nanofilled resin composite of different shade. *J Phys.: Conf. Ser.* 884 012108. 2017: 1-4.
28. Bolayir G, Bek B, Dogan A, Dogan OM, Hubbezoglu I, Ozar A. Microhardness evaluation of resin composite polymerized by three different light source. *Dental Materials Journal*. 2007; 26(6): 845-53.
29. Noviyani A, N Ichrom MY, Puspitasari D. Perbandingan jarak penyinaran dan ketebalan bahan terhadap kuat tarik diametral resin komposit tipe bulk fill. *Dentin (Jur. Ked. Gigi)*. 2018; 2(1): 68-72.
30. Alloererung J, Anindita PS, Gunawan PN. Uji kekerasan resin komposit aktivasi sinar dengan berbagai jarak penyinaran. *Jurnal e-GiGi (eG)*. 2015; 3(2): 444-8.
31. Majeed MAR, AL-Shamma AMW, Baydaa HAA. Effect of curing mode on immediate and post irradiation depth of cure of silorane-based and methacrylate-based posterior composite (in vitro comparative study). *J Bagh College Dentistry*. 2012; 24 (1): 15-21.
32. Ariani D, Herda E, Eriwati YK. Effects of light intensity and curing time of the newest LED Curing units on the diametral tensile strength of microhybrid composite resins. *J Phys.: Conf.Ser.* 884 012106. 2017: 1-5.
33. Booksman L, Santos GC. Principles of light curing. *Inside Dentistry*. 2012; 8 (3).

34. Luana FP, Eliane BA, Bruno PA, Rafael YB, Carmen GB, Silva M. Mechanical properties of nanofilled and microhybrid composites cure by different light polymerization modes. *Dent. Mater.* 2013; 61: 30-33.
35. Jain L, Mehta D, Meena N, Gupta R. Influence of light energy density, composite type, composite thickness, and postcuring phase on degree of conversion of bulk-fill composites. *Contemp Clin Dent.* 2018; 9: S147-52.
36. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Meter.* 2013; 29: e213-7.