

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BAHAN PENGISI
TERHADAP KEKERASAN RESIN KOMPOSIT**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Gigi (S. KG)**



Oleh :

MARIZA NISHFA LAILA

04071004027

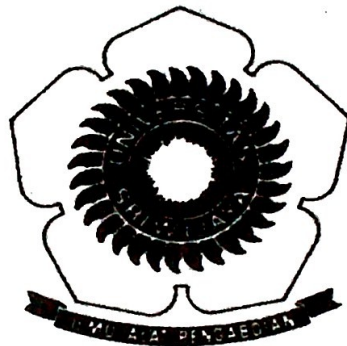
**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2012**

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BAHAN PENGISI
TERHADAP KEKERASAN RESIN KOMPOSIT**



Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Gigi (S. KG)**



Oleh :

**MARIZA NISHA LAILA
04071004027**

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2012**

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BAHAN PENGISI
TERHADAP KEKERASAN RESIN KOMPOSIT**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran Gigi (S. KG)

Universitas Sriwijaya

Oleh :

MARIZA NISHFA LAILA

04071004027

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

2012

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI YANG BERJUDUL

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BAHAN PENGISI
TERHADAP KEKERASAN RESIN KOMPOSIT**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Gigi (S. KG)
Universitas Sriwijaya**

Palembang, Januari 2012

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I



**drg. Hj. Sri Wahyuni, M.Kes
NIP. 196607171993032001**

Pembimbing II



**drg. Budi Asri Kawuryani
NIP.196008101986122001**

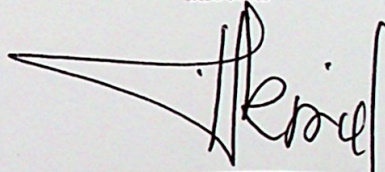
HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL BAHAN PENGISI
TERHADAP KEKERASAN RESIN KOMPOSIT**

**Disusun oleh:
MARIZA NISHFA LAILA
04071004027**

**Skripsi Ini Telah Diuji Dan Dipertahankan
Di Depan Tim Penguji Program Studi Kedokteran Gigi
Tanggal 12 Januari 2012
Yang terdiri dari:**

Ketua



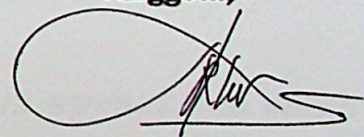
**drg. Hj. Sri Wahyuni, M.Kes
NIP. 196607171993032001**

Anggota,



**drg. Maya Hudiwati, M.DSc.
NIP.197705172005012004**

Anggota,



**drg. Budi Asri Kawuryani
NIP.196008101986122001**



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

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



HALAMAN PERSEMBAHAN

"Life is about choosing.

*Just do your best and let Allah SWT takes the
rest."*

Skripsi ini kupersembahkan sepenuh hati untuk :

Dada (*Drs. Zaenury CMA*)

Mama (*Dra. Meliek Sunarni Dwi Rejeki*)

Adik-adikku tersayang,

Yunita Dwi Utami Mafaza

Frida Himma Zevita

Fata Zettya Parawita

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia serta ridho-Nya dalam setiap langkah penyusunan skripsi ini sehingga atas izin-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam terlantun kepada junjungan umat yakni Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang.

Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan Resin Komposit”** ini dibuat sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi (S. KG) dari Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas kedokteran Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, kerjasama, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan terselesaikan. Pada kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga kepada :

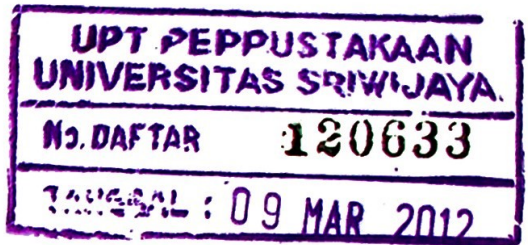
1. drg. Rini Bikarindrasari, M. Kes., selaku Ketua Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya.
2. drg. H. Sri Wahyuni, M. Kes., sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran-saran kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. drg. Budi Asri Kawuryani, sebagai pembimbing II yang juga telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran-saran kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. drg. Maya Hudiyati, MDSc., selaku penguji yang telah memberikan pengarahan dan saran-saran kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, juga selaku pembimbing akademik, atas kesabaran yang telah diberikan dalam membimbing penulis selama menyelesaikan studi.
5. Semua dosen Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya yang telah memberikan pengajaran, pendidikan, dan pengalaman dalam bidang kedokteran dan kedokteran gigi.
6. Seluruh staf Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gajah Mada, khususnya Bapak Sunhaji yang telah dengan sabar membimbing penulis untuk mengerjakan proses penelitian Uji Kekerasan Vickers.
7. drg. Meirika dan kak Imam yang telah dengan sabar dan murah hati dalam membantu penulis untuk mengerjakan proses penelitian khususnya dalam pembuatan sampel penelitian.
8. Seluruh staf dan tata usaha Program Studi kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya.

9. Keluargaku tercinta, Papa (Drs. Zaenury CMA), Mama (Dra. Meliek Sunarni DR), Adik-adikku (Yunita Dwi Utami Mafaza, Trida Himma Zevita, Tata Zettya Parawita), atas seluruh doa, dukungan baik moral dan materil yang begitu besar dan tak pernah berhenti diberikan kepada penulis.
10. Keluarga besar di Godean Yogyakarta, dan keluarga besar di Cukuh Balak Tanggamus Lampung yang juga telah memberikan begitu banyak doa, dukungan dan bantuan untuk penulis.
11. Pacarku, Daniel Mahendra, S.Ked., yang selalu setia menemani, memberikan dukungan dan semangat baik saat suka maupun duka.
12. Sahabat-sahabat terbaikku selama kuliah di PSKG, Agista Astiyanto Putri, Hidayati Fitriani, Rika Hamdatul Husna, dan Rika Permatasari atas segala doa dan dukungan, tawa dan tangis, dan setiap momen yang kita lewati bersama. Kalian adalah saudaraku selama di Palembang.
13. Kakak-kakak tingkat di PSKG yang telah memberikan arahan, dukungan serta saran selama kuliah, khususnya Dina Oktaviany Putri, S.KG., atas segala bantuan, semangat, dan kesetiiaannya dalam menjadi tempat curhat dan bertukar cerita.
14. Teman-teman seperjuanganku di PSKG FK UNSRI angkatan 2007.
15. Seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi perkembangan ilmu dan profesi kedokteran gigi serta dapat berguna bagi masyarakat.

Palembang, Januari 2012

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Penelitian	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian	3
I.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1. Resin Komposit.....	5
II.1.1. Komposisi Resin Komposit	6
II.1.2. Mekanisme Polimerisasi.....	9
II.1.3. Klasifikasi Resin Komposit	12
II.1.4. Sifat Resin Komposit	17
II.1.5. Kelebihan dan Kekurangan Resin Komposit.....	18
II.2. Uji Kekerasan	19
II.3. Kerangka Teori.....	22
II.4. Hipotesis.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
III.1. Jenis Penelitian	23
III.2. Subjek Penelitian	23
III.3. Waktu dan Tempat Penelitian	23
III.4. Jumlah Sampel Penelitian	23
III.5. Variabel	24
III.5.1. Variabel Bebas	24
III.5.2. Variabel Terikat	24
III.5.3. Variabel Terkendali.....	24
III.5.4. Variabel Tak Terkendali	24

	III.6. Definisi Operasional	25
	III.7. Alat dan Bahan Penelitian	25
	III.7.1. Alat.....	25
	III.7.2. Bahan	26
	III.8. Cara Penelitian	26
	III.9. Analisis Data	29
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
	IV.1 Hasil Penelitian	30
	IV.2 Pembahasan.....	33
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	37
	V.1 Kesimpulan	37
	V.2 Saran	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Resin Komposit Menurut Van Noort dan Annusavice	15
2. Klasifikasi Resin Komposit Menurut Wakefield dan Kofford	15
3. Sifat Bahan Restorasi resin Komposit	18
4. Definisi Operasional	25
5. Nilai Rata-rata Kekerasan Resin Komposit	31
6. Hasil Uji ANOVA Satu Jalur Untuk Nilai Kekerasan Resin Komposit	31
7. Hasil Uji Bonferonni Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Pengisi Terhadap Kekerasan Resin Komposit	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Kimia Bis-GMA	6
2. Struktur Kimia UEDMA	7
3. Struktur Kimia TEGDMA	7
4. Prinsip Indentasi Dengan Metode Vickers	21
5. Alat <i>Vickers Microhardness Tester</i>	29

ABSTRAK

Resin komposit merupakan salah satu bahan restorasi dalam kedokteran gigi yang mempunyai beberapa komponen penyusun utama, salah satunya berupa partikel pengisi anorganik. Partikel bahan pengisi anorganik tersebut berhubungan dengan sifat mekanik dari resin komposit, salah satunya yaitu kekerasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel bahan pengisi terhadap kekerasan resin komposit. Dalam penelitian ini dibuat 10 sampel berbentuk lempeng silinder dengan diameter 6 mm dan tebal 3 mm untuk setiap jenis resin komposit yang digunakan, yaitu resin komposit mikrofil (Filtek Z100), hibrid (Filtek Z250), dan nanofil (Filtek Z350). Masing-masing sampel tersebut disinari selama 40 detik kemudian direndam dalam larutan saline selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan uji kekerasan dengan menggunakan alat Vickers Mikrohardness Tester sebanyak tiga kali pada masing-masing sampel. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata kekerasan Vickers resin komposit nanofil ($103,732 \pm 4,56846$ VHN) lebih tinggi daripada resin komposit hibrid ($90,324 \pm 2,85404$ VHN) dan resin komposit mikrofil ($81,662 \pm 2,13279$ VHN). Data dianalisa dengan ANOVA satu jalur dan dilanjutkan dengan uji Bonferonni. Hasil uji ANOVA satu jalur untuk nilai kekerasan Vickers resin komposit menunjukkan $P < 0,05$ sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh yang bermakna dari ukuran partikel bahan pengisi terhadap kekerasan resin komposit.

Kata kunci: resin komposit, ukuran partikel bahan pengisi, kekerasan.



ABSTRACT

Resin composite is one of restoration material often be used in dentistry which has some main component, one of that is inorganic filler. There is a correlation between the inorganic filler of resin composite with its mechanical properties, such as hardness. The purpose of this study was to determine the effect of filler particle size on resin composite's microhardness. In this study, it was made 10 cylinder shaped specimens with 6 mm in diameter and 3 mm in thickness for each kind of resin composites that were used: microfill (Filtek Z100), hybrid (Filtek Z250), and nanofill (Filtek Z350). Each specimens were light cured for 40 seconds and then they were immersed in saline solution for 24 hours. After it was done, the microhardness is measured by using Vickers Microhardness Tester three times for each sample. The result showed that Vickers hardness number mean of nanofill composite ($103,732 \pm 4,56846$ VHN) was higher than hybrid composite ($90,324 \pm 2,85404$ VHN) and microfill composite ($81,662 \pm 2,13279$ VHN). The data were analyzed with one-way ANOVA and Bonferonni test. The result of one-way ANOVA test for Vickers hardness number of resin composites showed that $P < 0,05$. It can be conclude that filler particle size significantly influence the microhardness of resin composites.

Keywords : resin composites, filler particle size, microhardness.



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Penelitian

Kesehatan gigi dan mulut di Indonesia saat ini masih menjadi suatu masalah yang perlu diperhatikan. Menurut Survey Kesehatan Rumah Tangga 2004, karies masih merupakan masalah dalam kesehatan gigi dan mulut di Indonesia dengan prevalensi 90,05%¹, dan pada tahun 2007, sekitar 90% anak-anak Indonesia usia 0 hingga 16 tahun mengalami karies.²

Karies merupakan suatu penyakit pada jaringan keras gigi, yaitu email, dentin dan sementum berupa demineralisasi pada jaringan keras gigi, diikuti dengan kerusakan bahan organiknya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya invasi bakteri dan kerusakan pada jaringan pulpa serta penyebaran infeksi ke jaringan periapikal dan menimbulkan rasa nyeri.³ Selain itu, karies juga menyebabkan gigi mudah tanggal sebelum waktunya sehingga dapat mengakibatkan maloklusi atau pertumbuhan gigi tidak normal.²

Penyakit karies gigi dapat diobati, salah satunya adalah dengan cara merestorasi atau menambal gigi yang mengalami karies tersebut. Ada berbagai macam bahan material restorasi yang bisa digunakan sebagai bahan tambal gigi untuk anak. Syarat bahan tambal kedokteran gigi adalah mempunyai daya tahan dan stabilitas yang baik selama berada di dalam rongga mulut.⁴



Resin komposit merupakan salah satu bahan tambal kedokteran gigi yang cukup memenuhi syarat di atas dan sering dipakai baik pada orang dewasa maupun anak-anak. Resin komposit banyak dipilih karena kekuatan dan sifat estetikanya yang sangat baik. Penggunaan resin komposit dalam kedokteran gigi antara lain sebagai bahan restorasi, *fissure sealant*, bahan bonding dentin, semen perekat untuk restorasi cekat, dan bahan vinir.⁵⁻⁶

Bahan komposit modern mengandung sejumlah komponen. Komponen utamanya adalah matriks resin dan partikel pengisi anorganik, serta sedikit bahan coupling untuk memberikan ikatan antara bahan pengisi anorganik dan matriks resin. Dimasukkannya partikel bahan pengisi ke dalam suatu matriks secara nyata meningkatkan sifat bahan matriks, seperti meningkatkan kekuatan kompresi, kekuatan tarik, modulus elastisitas, ketahanan aus, serta dari segi estetikanya.⁶

Sistem klasifikasi yang telah digunakan untuk bahan komposit berbasis resin, salah satunya adalah berdasarkan pada ukuran rata-rata bahan partikel pengisinya. Resin komposit dapat dikategorikan sebagai komposit tradisional (berbahan pengisi makro), komposit berbahan pengisi partikel kecil, komposit berbahan pengisi mikro, dan komposit hibrid.⁶ Perkembangan terbaru resin komposit sekarang yaitu telah ditemukannya komposit berbahan pengisi nano yang sifat mekanik maupun estetikanya lebih baik dibandingkan jenis-jenis komposit yang telah ada sebelumnya.⁷

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik resin komposit yang merupakan suatu sifat yang digunakan untuk memperkirakan ketahanan aus suatu bahan dan

kemampuannya untuk mengabrasi struktur gigi antagonis. Kekerasan juga didefinisikan sebagai banyaknya energi deformasi elastik atau plastis yang diperlukan untuk mematahkan suatu bahan dan merupakan ukuran dari ketahanan terhadap fraktur.⁶ Oleh karena itu, bahan tambal kedokteran gigi diharuskan memiliki sifat kekerasan yang baik agar tidak mudah aus dan mengalami fraktur selama berada di dalam rongga mulut dan menerima berbagai tekanan pengunyahan.⁵⁻⁶

Partikel bahan pengisi pada resin komposit berhubungan dengan sifat-sifat resin komposit dan menentukan daya tahannya di dalam rongga mulut. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti adanya pengaruh ukuran partikel bahan pengisi terhadap salah satu sifat resin komposit yaitu kekerasan.

I.2. Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh dari ukuran partikel bahan pengisi terhadap kekerasan pada resin komposit.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel bahan pengisi terhadap kekerasan resin komposit.

I.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan menambah wawasan mengenai perbedaan kekerasan antara resin komposit berbahan pengisi mikro (mikrofil), nano (nanofil), dan hybrid baik bagi peneliti, pembaca, maupun masyarakat.

2. Memberikan alternatif dalam pemilihan bahan tambal dengan sifat kekerasan yang sesuai untuk menangani kasus-kasus tertentu bagi para dokter gigi, misalnya untuk menangani kasus pada pasien dengan tekanan kunyah yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Center for Research and Development of Disease. <http://digilib.itb.ac.id> (diakses pada tanggal 1 maret 2011)
2. 90 Persen Anak Indonesia Menderita Karies Gigi. 2007. <http://www.jogjamedianet.com> (diakses pada tanggal 27 April 2011)
3. Karies Gigi : Pengukuran Risiko dan Evaluasi. <http://usupress.usu.ac.id/files/Menuju%20Gigi%20dan%20Mulut%20Sehat%20 Pencegahan%20dan%20Pemeliharaan Normal bab%201> (diakses pada tanggal 27 April 2011)
4. Geurtsen W, Spahl W, Leyhausen G. Residual monomer/additive release and variability in cytotoxicity of light-curing glass-ionomer cements and compomers. *J Dent Res* 1998; 77; 2012-2019
5. O'Brien WJ. Polymeric restorative materials. Dental materials and their selection. 3rd ed. Chicago, IL: Quintessence Publishing Company, Inc., pp 2002; 113-131.
6. Anusavice KJ. Philips science of Dental Material, 10th ed. Philadelphia: W.B Saunders Co;1996. p.227-249
7. S. B. Mitra, D. Wu, and B. N. Holmes, "An application of nanotechnology in advanced dental materials," *Journal of the American Dental Association*, vol. 134, no. 10, 2003, pp. 1382-1390
8. Williams, D. Concise encyclopedia of medical and dental materials. United Kingdom: Pergamon Press; 2000. p. 119-121
9. Craig RG, Power JM. Restorative dental material, 11th ed. London: Mosby Co; 2002. p. 236-240
10. Goran K, Sven P. Pediatric Dentistry – a clinical approach. Copenhagen: Blackwell Munksgaard; 2001. p. 185-187
11. Hatrick CD, Eakle WS, Bird, WF. Dental materials clinical applications for dental assistants and dental hygienists. Missouri: Saunders; 2003. p. 62-69
12. Gladwin M, Bagby M. Clinical aspects of dental materials : theory, practice, and cases, 2nd ed. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p. 9-10, 113-119
13. Combe EC, Grant AA. Notes of dental materials, 6th ed. United Kingdom: Longman Group; 1999. p. 68
14. McCabe JF, Walls AWG. Applied dental materials 9th ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd; 2008. p. 195-201

15. Craig RG, Powers JM, dan Wataha JW. Dental materials: properties and manipulation, 8th ed. Missouri: Mosby Inc; 2004. p. 20, 65-73
16. Van Noort R. Introduction of dental materials. United Kingdom: Mosby; 1996. p. 95-102
17. Manappallil JJ, Shetty VS. Basic dental materials, 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers; 2003. p. 22-25, 146-173.
18. Ritter AV. Direct resin-based composites: current recommendations for optimal clinical results. *Compend Contin Educ Dent*; 2005. 26: 481-492.
19. Jung M, Sehr K, Kliemek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent*; 2007. 32: 45-52.
20. Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent*; 2007. 32: 185-192.
21. Nicholson JW. The chemistry of medical and dental materials. United Kingdom: Royal Society of Chemistry; 2000. p. 148-156
22. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's Restorative dental materials, 12th ed. Missouri: Mosby; 2006. p. 105-153
23. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003; 134: 1382-90.
24. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater*. 2007; 23: 51-9.
25. Condon JR, Ferracane JL. Reduced polymerization stress through non-bonded nanofiller particles. *Biomaterials*. 2002; 23: 3807-15.
26. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2004; 29: 100-4.
27. Wakefield C, Kofford K. Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am*. 2001; 45:7-29.
28. Mount GJ, Hume WR. Preservation and restoration of tooth structure. Sydney: Mosby. 1998; p. 93-98.
29. Turssi CP, Saad JR, Duarte SL, Rodrigues AL. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 2000; 13: 136-138.
30. Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci* 2001; 26: 535-576.
31. Ryge, G., Foley DE., Fairhurst CW. Micro-indentation Hardness. *Dent J* 2001; 40: 1116-1125.

32. Surface Engineering forum. MaterialHardness. 2001.
[http://www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad .htm](http://www.calce.umd.edu/general/Facilities/Hardness_ad.htm) (diakses pada tanggal 27 April 2011)
33. ASTM E384: Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials. http://en.wikipedia.org/wiki/Vickers_hardness_test (diakses pada tanggal 27 Desember 2011)
34. Baum, Philips, Lund. Textbook of Operative Dentistry. 3rd ed. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1997; 9:251-297, 11:331-386
35. Kim KH, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. J Prosthet Dent, 2002; 87(6): 642-9.