

PENGARUH TEKNIK PENYINARAN *RAMPED*, *PULSE-DELAYED*, DAN KONVENSIONAL TERHADAP KEKERASAN MIKRO RESIN KOMPOSIT NANOFIL

Gita Nugrahenny*, Tunjung Nugraheni**, dan Wignyo Hadriyanto**

*Program Studi Ilmu Konservasi Gigi, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis,
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**Departemen Ilmu Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Restorasi yang paling sering digunakan oleh dokter gigi saat ini adalah resin komposit. Resin komposit yang paling sering digunakan saat ini adalah resin komposit nanofil yang dapat dipakai untuk restorasi anterior maupun posterior karena mempunyai sifat estetik dan mekanis yang bagus. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh teknik penyinaran *ramped*, *pulse-delayed* dan konvensional terhadap kekerasan mikro resin komposit nanofil.

Tiga puluh resin komposit nanofil berbentuk silinder dengan diameter 4 mm dan tinggi 2 mm dibagi menjadi 3 kelompok, masing-masing kelompok disinari dengan teknik penyinaran *ramped*, *pulse-delayed*, dan konvensional. Objek disimpan dalam inkubator dengan suhu 37° selama 24 jam. Objek diindentasi dengan jarum piramid dengan sudut 136° selama 15 detik dengan berat 200 gram. Nilai kekerasan mikro diukur dengan *Vickers microhardness tester* (Buehler, Jerman). Nilai kekerasan mikro dianalisa dengan menggunakan ANAVA satu jalur dan dilanjutkan dengan uji LSD dengan tingkat kepercayaan 5%.

Berdasarkan analisis statistik terdapat perbedaan kekerasan mikro resin komposit nanofil yang bermakna antara teknik penyinaran konvensional dengan teknik penyinaran *ramped* ($p < 0,05$) dan teknik penyinaran konvensional dengan *pulse-delayed* ($p < 0,05$), serta tidak ada perbedaan yang bermakna pada kekerasan mikro resin komposit nanofil antara teknik penyinaran *ramped* dan *pulse-delayed*. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan mikro yang paling besar adalah pada kelompok dengan teknik penyinaran konvensional.

Kata kunci : resin komposit nanofil, *ramped*, *pulse-delayed*, konvensional, kekerasan mikro

ABSTRACT

Nanofill composite resin is dental composite that can be used for anterior or posterior restoration. Because it has good esthetic and good mechanical properties. The purpose of this study was to evaluate the influence of *ramped*, *pulse-delayed*, and conventional curing technique on microhardness of nanofill composite resin.

Thirty nanofill composite resin mould were cured with *ramped*, *pulse-delayed*, and conventional technique. The objek were stored at incubator with 37° degree for 24 hours. Objects were indented with pyramid 136° angle for 15 seconds with 200 grams load. The value of microhardness were calculated by *Vickers microhardness tester* (Buehler, Jerman). Data were analyzed by one way ANOVA and compared using post hoc test at 5% significance.

According the data, there was statistical difference between conventional and *ramped* ($p < 0,05$), conventional and *pulse-delayed* ($p < 0,05$), there was no statistical difference between *ramped* and *pulse-delayed* ($p > 0,05$). Based on the result of this study, it can be concluded that the higher value of microhardness was found from conventional technique.

Keywords : nanofill composite resin, *ramped*, *pulse-delayed*, conventional, microhardness

PENDAHULUAN

Restorasi resin komposit telah menjadi bagian yang penting di dunia kedokteran gigi¹. Resin komposit digunakan secara luas karena sifat estetisnya dan kemampuan untuk berikatan kuat dengan email dan dentin². Faktor-faktor yang berpengaruh dalam kesuksesan tumpatan resin komposit adalah pemilihan bahan yang tepat, sistem bonding, dan derajat polimerisasi³

Masalah yang utama yang sering dihadapi dalam tumpatan resin komposit adalah tidak sempurnanya polimerisasi. Derajat polimerisasi didefinisikan sebagai adanya sisa monomer

akibat polimerisasi yang tidak sempurna. Derajat polimerisasi resin komposit sinar tampak dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik⁴. Faktor intrinsik antara lain komposisi material resin komposit, bahan organik (matriks), anorganik (tipe dan kandungan bahan pengisi), viskositas, dan ketebalan lapisan resin komposit. Faktor ekstrinsik antara lain *light curing unit* (LCU), intensitas dan waktu paparan sinar, metode aktivasi sinar tampak dan temperatur⁵.

Light curing unit (LCU) telah dipertimbangkan sebagai salah satu alat yang paling penting pada restorasi kedokteran gigi berhubungan dengan derajat polimerisasi⁶. Tipe *light curing*

unit yang sering digunakan dalam proses polimerisasi antara lain : LED (*light emitting diode*), QTH (*quartz-tungsten-halogen*), PAC (*plasma arc curing*), dan Argon laser lamp⁷.

LED merupakan lampu berbasis sinar biru dengan daya rendah. LED generasi pertama menggunakan silikon karbida dengan output daya 7 μ W, sedangkan LED generasi kedua dibuat dengan menggunakan teknologi gallium nitride dengan output daya lebih besar yaitu 3 mW⁶. Kelebihan LED dibandingkan dengan QTH antara lain LED tidak memerlukan filter karena memancarkan cahaya pada panjang gelombang tertentu pada kisaran *photo absorption compound* yaitu 400 nm – 500 nm, sinar yang dipancarkan LED berguna semua dalam proses polimerisasi, LED mempunyai kemampuan yang konstan tanpa penurunan intensitas karena pemakaian dan tidak terlalu sering memerlukan penggantian dioda, panas tidak dihasilkan selama pemakaian LED sehingga tidak diperlukan kipas pendingin⁷.

Light curing LED yang dikembangkan saat ini dilengkapi dengan beberapa teknik penyinaran yaitu metode konvensional (*fast curing*) dan metode lambat (*soft start*)⁸. Macam-macam teknik penyinaran yang ada saat ini direkomendasikan untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan pengerutan polimerisasi⁹.

Teknik penyinaran *soft start* dibagi menjadi 3 macam teknik, yaitu *stepped*, *ramped*, dan *pulse-delayed*. Teknik *stepped* dimulai dari sinar intensitas rendah diaplikasikan pada periode awal, kemudian diikuti sinar dengan intensitas tinggi pada periode berikutnya. Teknik *ramped* dimulai dari sinar intensitas rendah, kemudian secara perlahan meningkat selama beberapa saat sampai mencapai intensitas tinggi, dan dipertahankan sampai beberapa saat sampai penyinaran selesai. Teknik *pulse delay* dimulai dari sinar intensitas rendah selama beberapa saat, kemudian ada fase penundaan dan terakhir penyinaran lama dengan intensitas penuh¹⁰.

Proses dari pengerutan komposit terjadi dalam 3 fase utama, yaitu *pre-gel*, *gel*, *gel point*, dan *post-gel*. Pada tahap *pre-gel* materi masih mungkin mengalir di bawah pengikatan molekuler, untuk mengkompensasi pengerutan. Terjadi pengikatan rantai polimer utama pada tahap *gel*. Pada tahap *gel-point* resin komposit sudah mengeras. Teknik penyinaran yang berbeda berpengaruh pada derajat polimerisasi. Polimerisasi

yang sempurna akan meningkatkan kekuatan mekanis dan biokompabilitas, menurunkan sisa monomer, dan meningkatkan kerapatan tepi⁶.

Pengukuran kekerasan mikro merupakan indikator dari sifat mekanis, fisik, dan biologis material restorasi. Tes kekerasan material juga secara tidak langsung menunjukkan derajat penyinaran⁶. Kekerasan permukaan telah terbukti menjadi indikator kuat dalam penentuan derajat polimerisasi¹¹.

Komposit nanofill merupakan komposit dengan keunggulan gabungan antara komposit *hybrid* dan komposit mikrofil sebagai material restorasi yaitu menunjukkan sifat mekanis yang lebih baik, sifat permukaan yang lebih baik, dan kekuatan geser yang lebih baik³.

Derajat polimerisasi merupakan salah satu faktor pengaruh kesuksesan tumpatan resin komposit aktivasi sinar tampak¹². Polimerisasi yang adekuat dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanis resin komposit, antara lain meningkatkan modulus elastisitas, meningkatkan kekerasan, menurunkan kebocoran tepi¹³.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh teknik penyinaran konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed* terhadap kekerasan mikro resin komposit nanofil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris yang menggunakan objek resin komposit nanofil berbentuk silinder dengan diameter 4 mm dan tebal 2 mm. Objek dibuat menggunakan cetakan resin komposit dari *stainless steel* dan dibagi menjadi tiga kelompok, kelompok pertama disinari dengan teknik penyinaran konvensional, kelompok kedua disinari dengan teknik penyinaran *ramped*, dan kelompok ketiga disinari dengan teknik penyinaran *pulse-delayed*. Kemudian objek disimpan dalam saliva buatan dan dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam.

Data didapatkan dengan mengukur diagonal yang terbentuk akibat indentasi dengan alat *Vickers Microhardness tester* (*Buehler, Jerman*) dengan waktu diam selama 15 detik dan beban 200 gram. Tiap objek diberi indentasi sebanyak 3 kali yaitu pada bagian tengah dan 2 mm dari bagian tengah objek. Data kemudian dicatat dan dilakukan analisis data menggunakan ANAVA satu jalur dan uji *post-hoc* LSD.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan rerata ke-kerasan mikro resin komposit nanofil yang tertinggi adalah pada kelompok teknik konvensional yaitu $88,59 \pm 1,73$ VHN. Rerata kekerasan mikro resin komposit nanofil yang terendah adalah pada kelompok teknik penyinaran *pulse-delayed* yaitu $64,98 \pm 1,55$ VHN yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi kekerasan mikro resin komposit nanofil (VHN) dengan berbagai teknik penyinaran

Teknik penyinaran	Kekerasan mikro
Konvensional	$88,59 \pm 1,73$
<i>Ramped</i>	$66,5 \pm 1,95$
<i>Pulse-delayed</i>	$64,98 \pm 1,55$

Data selanjutnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro wilk* diperoleh nilai signifikansi pada kelompok dengan teknik penyinaran konvensional 0,057, *ramped* 0,345, dan *pulse-delayed* 0,349 (nilai $p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Hasil analisis homogenitas diperoleh nilai $p = 0,485$ ($p > 0,05$). Hal ini berarti terdapat homogenitas variansi antar kelompok perlakuan.

Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data terdistribusi normal dan homogen, sehingga data selanjutnya dapat dilakukan uji anava satu jalur untuk mengetahui perbedaan kekerasan mikro resin komposit nanofil dengan teknik penyinaran konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed*. Hasil uji anava satu jalur didapatkan nilai probabilitas 0,000 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada teknik penyinaran konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed* terhadap kekerasan mikro resin komposit nanofil.

Tabel 2. Hasil uji LSD pengaruh teknik penyinaran (konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed*) terhadap kekerasan mikro resin komposit nanofil

	Konvensional	<i>Ramped</i>	<i>Pulse-delayed</i>
Konvensional	-	0,000*	0,000*
<i>Ramped</i>	-	-	0,546
<i>Pulse-delayed</i>	-	-	-

Untuk mengetahui kelompok teknik penyinaran yang mempunyai perbedaan bermakna, dilakukan uji *Post Hoc* dengan LSD. Hasil uji LSD dapat dilihat pada tabel 2.

Hasil uji LSD menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada kekerasan mikro resin komposit nanofil antara teknik penyinaran konvensional dibandingkan *ramped* dan teknik penyinaran konvensional dibandingkan *pulse delayed* ($p < 0,05$) namun tidak ada perbedaan yang bermakna kekerasan mikro resin komposit nanofil dengan teknik penyinaran *ramped* dibandingkan kekerasan mikro resin komposit nanofil dengan teknik *pulse-delayed* ($p > 0,05$) (tabel 2).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara kekerasan mikro pada resin komposit nanofil yang disinari dengan teknik penyinaran yang berbeda. Analisis statistik menggunakan uji anava satu jalur menunjukkan perbedaan kekerasan mikro yang disinari dengan teknik konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed* ($p < 0,05$). Hasil ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh teknik penyinaran konvensional, *ramped*, dan *pulse-delayed* terhadap kekerasan mikro resin komposit nanofil.

Hasil uji anava satu jalur menunjukkan kekerasan mikro resin komposit nanofil menggunakan teknik konvensional lebih besar dibandingkan *ramped* dan *pulse-delayed* ($p < 0,05$). Hasil ini kemungkinan disebabkan pada teknik penyinaran konvensional sinar dipertahankan tinggi dengan intensitas sinar 850 mW/cm^2 selama 20 detik dengan total energi 17 J/cm^2 . Aktivasi dengan teknik konvensional menyebabkan polimerisasi diawali dengan propagasi rantai yang banyak di tengah sehingga menyebabkan pembentukan rantai dengan ikatan silang yang banyak. Dengan adanya ikatan silang yang lebih banyak, menyebabkan densitas yang lebih baik, sehingga kekerasan juga lebih baik¹⁴. Teknik penyinaran konvensional menggunakan sinar pada intensitas tertentu sehingga jumlah radikal awal yang diaktifkan optimal untuk membentuk ikatan silang rantai molekul yang panjang. Banyaknya ikatan silang rantai molekul yang terbentuk menyebabkan kekerasan meningkat⁸

Teknik penyinaran *ramped* diawali dengan sinar intensitas rendah 200mW/cm² kemudian sinar naik perlahan sampai 850mW/cm² selama 5 detik, kemudian sinar dipertahankan konstan pada intensitas 850mW/cm² selama 15 detik. Polimerisasi dengan intensitas rendah memungkinkan materi membentuk ikatan polimer yang panjang, sehingga menyebabkan adaptasi tepi yang lebih baik namun kekerasannya berkurang⁶.

Teknik penyinaran *pulse-delayed* dengan sinar berkedip selama 20 detik dengan intensitas sinar 850 mW/cm². Pada penelitian ini teknik penyinaran dengan *pulse-delayed* menghasilkan kekerasan mikro yang paling rendah. Hal ini kemungkinan karena pada teknik *pulse-delayed* terdapat periode gelap dan periode terang dari paparan sinar. Selama periode gelap, reaksi polimerisasi berkurang sehingga dengan penundaan lebih lama menyebabkan sejumlah besar rantai polimer mengalami relaksasi yang menyebabkan masa polimerisasi awal lebih panjang. Pada polimerisasi awal material resin komposit nanofil belum bersifat rigid, sehingga cukup potensial untuk menghilangkan tekanan pada gerakan molekul. Ini adalah saat yang kritis yang disebut "*gel point*", karena terkait dengan tahapan reaksi polimerisasi yang telah terjadi ikatan silang untuk membentuk fase *gel*. Penurunan kekerasan terjadi karena pemanjangan fase *gel*¹⁵. Teknik penyinaran *pulse-delayed* sinar bergantian hidup dan mati selama siklus sehingga menyebabkan pelepasan energi selama periode gelap, sehingga menurunkan kekerasan mikro (Bektas dkk., 2012). Interval waktu pada teknik penyinaran *pulse-delayed* berguna untuk memberikan waktu atau jeda yang lebih panjang untuk fase *gel*, hal ini menyebabkan pembentukan rantai polimer dan ikatan silang yang lebih lambat, sehingga mengurangi kekerasan mikronya¹⁶.

Teknik penyinaran *ramped* dibandingkan *pulse-delayed* dalam uji LSD tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p < 0,05$). Teknik penyinaran *ramped* dan *pulse-delayed* merupakan teknik penyinaran menggunakan modulasi sinar, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi pengerutan selama polimerisasi dengan memperpanjang fase *gel*. Fase gel terjadi pada tahap propagasi (Chandurkar dkk., 2012). Sehingga pemanjangan fase *gel* menyebabkan terganggunya pembentukan ikatan silang yang terjadi pada tahap

propagasi, sehingga menyebabkan menurunnya kekerasan mikro⁶.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa teknik penyinaran *ramped*, *pulse-delayed*, dan konvensional berpengaruh pada kekerasan mikro resin komposit nanofil, yaitu teknik penyinaran konvensional menghasilkan kekerasan mikro yang lebih besar dibandingkan *ramped* dan *pulse-delayed*, sedangkan teknik penyinaran *ramped* dan *pulse-delayed* menghasilkan kekerasan mikro yang sama.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis mengajukan saran untuk mendapatkan kekerasan mikro resin komposit nanofil yang besar, dapat digunakan teknik konvensional. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sifat mekanis yang lain pada resin komposit nanofil dengan teknik penyinaran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kwong, W., 2012, How to Complete Bulk Fill Restoration, *Dental Product Report*.
2. Ferrance, J.L., Braga, R.R., 2004, Alternatives in Polymerization Contraction Stress Management. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15(3):176-184
3. Craig, G. and Powers, J.M., eds; Bonding to dental substrats. In : *Restorative dental materials*. 11th ed. Missouri : Mosby, Inc, 2002:260-278.
4. Leprince, J.G., Palin, W.M., Hadis, M.A., Devauz, J., dan Leloup, G., 2013, Progress in Dimethacrylate – Based Dental Composite Technology and Curing Efficiency, *Dent Mater.*, 29(2): 493-511
5. Ciccone-Nogueira, J.C., Borsatto, M.C., Souza-Zaroni, W.C., 2007, Microhardness of Composite Resins at Different Depths Varying the Post Irradiation Time, *Journal of Applied Oral Science.*, 15(4).
6. Poggio, C., Lombardini, M., Gaviati, S., Chiesa, M., 2012, Evaluation of Vickers Hardness at Depth of Cure of Six Composite Resins Photo-activated with Different Polymerization Modes, *J Conserv Dent*, 15(3): 237-41.
7. Rawls, H.R., Upshaw, J., Esquivel., 2003., *Phillip's Science of Dental Material*, 11th ed., Saunders, St.Louis.
8. Yoshikawa, T., Burrow, M.F., dan Tagami, J; A light curing method for improving marginal sealing

- and cavity wall adaptation of resin composite restorations, *Dent Mater*, 2001:17: 359-366.
9. Sajjan, R.M.G.S., Kusmaraswamy, B.N., dan Mittal, N; Effect of different placement techniques on marginalmicroleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations, *J Conserv Dent*, 2010:13(1): 9-1.
 10. Yap AU, Seneviratne C; Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent*, 2001:26(5):460-6.
 11. Lombardini, M., Chiesa, M., Scribante, A., Colombo, M., Poggio, C., 2012, Influence of Polymerization Time and Degree of Cure of Resin Composite Determined by Vickers Hardness , *Dental Research Journal.*, 9(6): 735-40.
 12. Alrahlah, A., 2013, Physical, Mechanical and Surface Properties of Dental Resin Composites, *Doctoral Dissertation*, University of Manchester.
 13. Aguiar, F.H.B., Andrade, K.R.M., Lima, D.A.N.L., Ambrosano, G.M.B., Lovadino, J.R., 2009, Influence of Light Curing and Sample Thickness on Microhardness of a Composite Resin, *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry.*, 1: 21-5.
 14. Alshali, R.Z., Silikas, N., dan Satterthwaite, J.D., 2013, Degree of Conversion of Bulkfill Compared to Conventional Resin Composites at Two Time Intervals, *Dent Mater*, 29:213-217.
 15. Sakaguchi, R.L., dan Powers, J.M., 2012, *Craig's Restorative Dental Materials*, 13th ed., Mosby, St.Louis.
 16. Chandurkar, A.M., Metgud, S.S., Yakub, S.S., dan Kalburge, V.J., 2012, Evaluation of Microleakage in Class V Composite Restoration using Different Techniques of Polymerization, *Int J of Prost and Restor Dent*, 2(1): 10-15.