

PENGARUH *PREHEATING* DAN *HEAT TREATMENT* TERHADAP KEKUATAN KOMPRESI RESIN KOMPOSIT NANOHIRIDA

Dian Noviyanti Agus Imam¹, Irfan Dwiandhono², Aris Aji Kurniawan³

¹Departemen Ortodonsi Jurusan Kedokteran Gigi Universitas Jenderal Soedirman

²Departemen Konservasi Gigi Jurusan Kedokteran Gigi Universitas Jenderal Soedirman

³Departemen Prostodonsi Jurusan Kedokteran Gigi Universitas Jenderal Soedirman

Korespondensi : Dian Noviyanti Agus Imam; e-mail : dian.imam@unsoed.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang : Resin komposit nanohibrida merupakan bahan restorasi gigi yang dikembangkan untuk memperoleh sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Polimerisasi material tersebut akan menyisakan sejumlah monomer yang tidak bereaksi. Peningkatan jumlah monomer yang tidak bereaksi dapat menurunkan kekuatan mekanik bahan restorasi gigi. **Tujuan :** Untuk mengetahui pengaruh *preheating* dan *heat treatment* terhadap kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida. **Metode :** Eksperimental murni dengan rancangan penelitian *post test only control group design*. Empat puluh delapan sampel resin komposit berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan tebal 2 mm dibagi menjadi 6 kelompok yaitu, kelompok *preheating* 37°C, 60°C, kelompok *heat treatment* 120°C, 170°C, kelompok kontrol negatif dan kontrol positif. Seluruh kelompok dilakukan uji kekuatan kompresi menggunakan *Universal Testing Machine*. **Hasil :** uji one way ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p > 0,05$ (0,000) pada sebagian besar kelompok hasil. **Kesimpulan :** penelitian ini adalah kelompok *heat treatment* dengan suhu 170°C memiliki nilai kekuatan kompresi tertinggi, sedangkan nilai yang paling rendah adalah kelompok kontrol negatif.

Kata kunci: *Resin komposit nanohibrida, kekuatan kompresi, preheating, heat treatment*

THE EFFECT OF PREHEATING AND HEAT-TREATMENT ON COMPRESSIVE STRENGTH OF NANOHYBRID RESIN COMPOSITE

ABSTRACT

Background: *Nanohybrid composite resin is an upgraded version of restorative dental material with better physical and mechanical properties. The material polymerization will leave excessive non-reacted monomer. The increasing number of non-reacted monomer could decrease the mechanical strength of restorative dental material.* **Objective:** *To determine the effect of preheating and heat treatment on nanohybrid composite resin's compression strength.* **Method:** *experimental laboratory with post-test only control group design. Forty-eight cylindrical composite resin samples with 5 mm diameter and 2 mm thick divided into six groups, 37°C and 60°C preheating groups, 120°C and 170°C heat treatment groups, negative and positive control groups. Each group was tested with a Universal Testing Machine to measure the compressive strength.* **Result:** *one way ANOVA test has shown significant differences with value $p > 0,05$ (0,000) in most group results.* **Conclusion:** *This research shows that the heat treatment group with the temperature of 170°C has the highest compression strength value, while the negative control group has the lowest one.*

Keywords: *Nonhybrid resin composite, Compression strength, Preheating, Heat treatment*

PENDAHULUAN

Resin komposit merupakan bahan restorasi Kedokteran Gigi berbasis dimetakrilat yang sering digunakan karena sewarna dengan gigi dan mudah diaplikasikan langsung di dalam rongga mulut¹. Resin komposit nanohibrida merupakan resin komposit dengan partikel berukuran nano yaitu 0,005 – 0,020 µm pada partikel filler resinnya. Resin komposit nanohibrida dikembangkan untuk memperoleh sifat fisik dan mekanik yang lebih baik². Resin komposit harus mampu menahan beban mekanik selama proses pengunyahan³. Kemampuan suatu benda untuk dapat menahan beban kekuatan tekan dinamakan kekuatan kompresi⁴.

Salah satu kekurangan material restorasi berbasis dimetakrilat adalah polimerisasinya yang akan menyisakan sejumlah monomer yang tidak bereaksi. Peningkatan jumlah monomer yang tidak bereaksi dapat menurunkan kekuatan mekanik bahan restorasi termasuk kekuatan kompresi⁵. Proses polimerisasi akan menentukan jumlah perubahan ikatan ganda monomer menjadi ikatan tunggal yang disebut sebagai derajat konversi⁴. Idealnya resin komposit harus mengubah semua ikatan ganda menjadi ikatan tunggal polimer, namun pada kenyataannya resin komposit yang disinari hanya memiliki derajat konversi sebesar 55-75%³. Semakin tinggi derajat konversi bahan resin komposit, semakin tinggi pula tingkat kekerasan, ketahanan terhadap keausan dan sifat mekanis lainnya termasuk kekuatan kompresi⁴.

Suhu memegang peranan penting selama proses polimerisasi bahan restorasi berbasis dimetakrilat. Peningkatan suhu polimerisasi meningkatkan mobilitas radikal dan monomer, menghasilkan derajat konversi yang tinggi⁶.

Peningkatan suhu dapat dilakukan melalui prosedur *preheating* dan *heat treatment*. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin mengetahui pengaruh *preheating* dan *heat treatment* terhadap kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan *post test only control group design*. Sampel dibuat sesuai standar *American Society for Testing Materials* (ASTM) E384 berbentuk silinder dengan diameter 5 mm dan ketebalan 2 mm. Empat puluh delapan resin komposit nanohibrida dibagi menjadi 6 kelompok yaitu kelompok 1A merupakan kelompok *preheating* dengan suhu 37 °C, 1B merupakan kelompok *preheating* dengan suhu 60 °C, kelompok 2A merupakan kelompok *heat treatment* dengan suhu 120 °C, kelompok 2B merupakan kelompok *heat treatment* dengan suhu 170 °C, kelompok 3A merupakan kelompok kontrol negatif menggunakan resin komposit nanohibrida, dan kelompok 3B merupakan kelompok kontrol positif menggunakan resin komposit mikrohibrida tanpa prosedur *preheating* atau *heat treatment*.

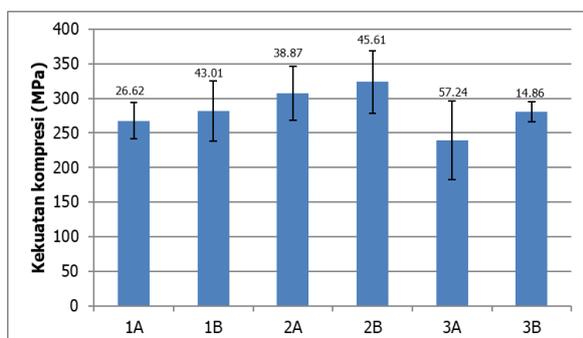
Kelompok perlakuan *preheating* dilakukan dengan cara membagi 2 resin komposit nanohibrida menjadi kelompok 1A dan 1B. Masing-masing kelompok dilakukan *preheating* selama 30 menit pada oven dengan suhu 37°C dan 60°C. Resin komposit yang telah diberi perlakuan *preheating* kemudian dilakukan pencetakan sampel resin komposit lalu dikondensasi menggunakan *cement stopper* dan dilakukan penyinaran selama 20 detik. Tepi sampel yang telah mengeras dirapikan menggunakan *polishing bur*. Sampel

yang telah rapi dimasukan ke dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 37°C. Kelompok perlakuan *heat treatment* dilakukan dengan cara mencetak sampel resin komposit ke dalam cetakan sampel lalu dikondensasi menggunakan *cement stopper* dan dilakukan penyinaran selama 20 detik. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok 2A dan 2B. Masing-masing kelompok sampel dimasukan ke dalam *porcelain furnance* selama 10 menit pada suhu 120°C dan 170°C kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Uji kekuatan kompresi dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kecepatan 1

mm/menit hingga sampel mengalami fraktur. Selanjutnya besar kekuatan kompresi yang diperoleh dihitung. Data hasil pengamatan merupakan data numerik dengan skala rasio. Data hasil penelitian diuji normalitas dengan menggunakan uji Shaphiro-Wilk dan dilakukan uji homogenitas menggunakan uji Levene. Data yang didapatkan terdistribusi normal dan homogen, selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan *One Way ANOVA* dan dilakukan uji lanjutan menggunakan uji *Least Significance Difference (LSD)*.

HASIL

Rerata, simpangan baku (SB) kekuatan kompresi resin komposit serta uji *One Way ANOVA* dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Rerata kekuatan kompresi resin komposit pada kelompok 1A adalah 267,64 ± 26,62 MPa, kelompok 1B 281,60 ± 43,01 MPa, kelompok 2A 307,04 ± 38,87 MPa, rerata tertinggi pada kelompok 2B 323,54 ± 45,61 MPa dan rerata terendah pada kelompok 3A sebesar 239,12 ± 75,24 MPa, sedangkan kelompok 3B adalah 280,64 ± 14,86 MPa.



Gambar 1. Kekuatan Kompresi resin komposit

Nilai kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro- Wilk karena jumlah sampel yang digunakan kurang dari 50 sampel. Hasil uji normalitas kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida terdistribusi normal ($p > 0,05$). Data tersebut kemudian dilakukan uji homogenitas menggunakan uji Levene's. Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data tersebut homogen ($p > 0,05$). Hasil uji *One Way ANOVA*, terdapat perbedaan kekuatan kompresi permukaan resin komposit nanohibrida yang bermakna ($p < 0,05$), selanjutnya data dilakukan uji LSD. Rangkuman hasil uji LSD dapat dilihat pada Tabel – 1 sebagai berikut:

Tabel-1. Hasil Uji *Least Significance Difference* (LSD) *Preheating* dan *Heat Treatment* terhadap Kekuatan kompresi Resin Komposit Nanohibrida

No	Kelompok	1A	1B	2A	2B	3A	3B
1	1A		0,467	0,044*	0,005*	0,002*	0,498
2	1B			0,188	0,033*	0,000*	0,960
3	2A				0,390	0,000*	0,172
4	2B					0,000*	0,029*
5	3A						0,000*
6	3B						

Keterangan *: perbedaan signifikan yaitu $p < 0,05$

Hasil analisis uji LSD menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara beberapa kelompok seperti kelompok

1A dengan kelompok 2A, 2B dan 3A, kelompok 1B dengan 2B dan 3A, kelompok 2B dengan 3A dan 3B, serta kelompok 3A dengan 3B ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rerata kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida pada perlakuan *heat treatment* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *preheating* dan kontrol. Berdasarkan hasil analisis *One Way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara suhu *preheating* dan *heat treatment* terhadap kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida. Perbedaan tersebut terjadi berkaitan dengan perbedaan kemampuan serta mekanisme *preheating* dan *heat treatment* sebagai upaya meningkatkan kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida.

Preheating adalah prosedur menghangatkan resin komposit sebelum diinsersikan ke dalam kavitas sebelum dilakukan fotopolimerisasi. Fotopolimerisasi material berbasis dimetakrilat didasarkan pada pembentukan radikal bebas dan pembentukan

ikatan silang. Reaksi kinetik monomer fungsional merupakan suatu proses kompleks meliputi autoakselerasi, autodeselerasi, konversi akhir yang terbatas dan terjebaknya radikal bebas. Proses yang kompleks tersebut terjadi karena adanya penurunan mobilitas media reaksi akibat pembentukan ikatan silang selama proses polimerisasi berlangsung. Kondisi ini disebut sebagai *gel effect*. Saat laju polimerisasi mencapai nilai maksimal selanjutnya akan terjadi penurunan laju reaksi (autodeselerasi). Pada tahap ini terjadi penurunan mobilitas monomer, peningkatan viskositas dan reaksi akan terhenti karena vitrifikasi polimer⁵. Vitrifikasi polimer mencegah reaksi ekstensif lebih lanjut serta menyebabkan konversi akhir yang terbatas dan terjebaknya radikal bebas⁷. Radikal bebas yang terjebak dalam kondisi gel berpeluang menjadi lebih aktif ketika dipanaskan⁵. *Preheating* merubah

material dari viskositas tinggi menjadi viskositas rendah⁸. Penurunan sistem viskositas menghasilkan konversi monomer tambahan⁶. Selama proses ini terjadi perubahan ikatan ganda C=C menjadi ikatan tunggal C-C kovalen antara monomer metakrilat dan terjadi perubahan laju difusi radikal bebas⁸.

Nilai rerata kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida kelompok 1B *preheating* pada suhu 60 °C lebih tinggi daripada kelompok 1A *preheating* pada suhu 37 °C. Laju konversi akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu *preheating*. Pemanasan pada suhu 60 °C akan menghasilkan laju konversi yang terbaik⁹.

Kekuatan mekanik resin komposit dapat pula ditingkatkan melalui metode *heat treatment*¹⁰. Metode ini akan menyebabkan perubahan struktur resin komposit menghasilkan kerapatan ikatan silang yang baik^{11,12}. Penelitian menunjukkan pemanasan pada suhu 120 °C dan 170 °C meningkatkan kekuatan kompresi serta berbeda bermakna dengan kelompok yang tidak mendapatkan perlakuan pemanasan.

Suhu pemanasan yang ideal tergantung dari perilaku termal komposit yang dapat diketahui melalui *glass transition temperature* (Tg) (Santana dkk 2009). Besar Tg resin komposit beragam berkisar antara 35 °C – 186 °C. Beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut diantaranya komposisi, warna, serta dosis dan teknik fotoaktivasi. Suhu pemanasan optimal yang dapat meningkatkan sifat mekanis tanpa menyebabkan degradasi rantai polimer yaitu di atas 159,5 °C dan di bawah 180 °C¹³. Pemanasan pada suhu yang mendekati Tg efektif meningkatkan mobilitas rantai polimer, menyeragamkan dan memodifikasi struktur rantai polimer, meningkatkan jumlah ikatan silang, membuat polimer lebih padat dan akhirnya menjadi lebih

kuat^{11,14}. Pemanasan pada suhu tersebut dapat mengurangi *stress* saat polimerisasi dengan cara radikal bebas yang masih terperangkap dalam molekul akan bereaksi kembali untuk membentuk ikatan silang yang lebih banyak¹⁰. Ikatan silang polimer mempunyai kelompok atom kecil pada kedua sisinya. Ketika sisi-sisi polimer berdekatan dengan elektron maka akan membentuk ikatan kovalen yang akan bergabung. Ikatan silang polimer akan mempengaruhi sifat mekanik resin komposit yang lebih baik¹⁵.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *preheating* pada suhu 37 °C, 60 °C serta *heat-treatment* pada suhu 120 °C dan 170 °C efektif meningkatkan kekuatan kompresi resin komposit nanohibrida

DAFTAR PUSTAKA

1. Chan KHS, Mai Y, Kim H, Tong KCT, Ng D, Hsiao JCM. Review: Resin composite filling. *Materials* (Basel). 2010;3(2):1228–43.
2. Hatrick CD, Eakle WS. Dental materials: clinical applications for dental assistants and dental hygienists. *Dent Mater Clin Appl Dent Assist Dent Hyg*. 2011;1–4.
3. Mohamad D, Young RJ, Mann a B, Watts DC. Post-polymerization of dental resin composite evaluated with nanoindentation and micro-Raman spectroscopy. *Arch Orofac Sci [Internet]*. 2007;2:26–31.
4. Aryanto M, Armilia M, Aripin D. Compressive strength resin komposit hybrid post curing dengan light emitting diode menggunakan tiga ukuran lightbox yang berbeda. *Dent J (Majalah Kedokt Gigi)*. 2013;46(2):101.
5. Jin MU, Kim SK. Effect of pre-heating on some physical properties of composite resin. *J Korean Acad Conserv Dent*.

- 2009;34(1):30.
6. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Effect of temperature on composite polymerization stress and degree of conversion. *Dent Mater.* 2014;30(6):613–8.
 7. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. *technology and curing efficiency.* 2012;
 8. Ribeiro BCI, Boaventura JMC, de Brito-Gonçalves J, Rastelli AN de S, Bagnato VS, Saad JRC. Degree of conversion of nanofilled and microhybrid composite resins photo-activated by different generations of LEDs. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(2):212–7.
 9. Didron PP, Ellakwa A, Swain M V. Effect of Preheat Temperatures on Mechanical Properties and Polymerization Contraction Stress of Dental Composites. *Mater Sci Appl.* 2013;04(06):374–85.
 10. Santana IL, Mendes JG, Corrêa CS, Gonçalves LMH, Souza EM, De Sousa RC. Effects of heat treatment on the microhardness of direct composites at different depths of restoration. *Rev Odonto Cienc.* 2012;27(1):36–40.
 11. Muniz GR, Souza E, Raposo C, Santana I. Influence of heat treatment on the sorption and solubility of direct composite resins. *Indian J Dent Res.* 2013;24(6):708–12.
 12. Magne P, Malta DAMP, Enciso R, Monteiro-Junior S. Heat treatment influences monomer conversion and bond strength of indirect composite resin restorations. *J Adhes Dent.* 2015;17(6):559–66.
 13. Miyazaki CL, Medeiros IS, Matos JDR, Filho LER. Thermal characterization of dental composites by TG/DTG and DSC. *J Therm Anal Calorim.* 2010;102(1):361–7.
 14. Grazioli G, Francia A, Cuevas-Suárez CE, Zanchi CH, De Moraes RR. Simple and low-cost thermal treatments on direct resin composites for indirect use. *Braz Dent J.* 2019;30(3):279–84.
 15. Anusavice K J, Shen C, Rawls H P, *Philips Science of Dental Material 12th.* 12th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013.