

Pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic resin*

Silvia Giovani¹, Yohana Aprilia Saragih¹, Herlin Nadya Tumara¹, Mourent Miftahullaila^{1*}, Sopan Sinamo¹

¹Fakultas Kedokteran, Kedokteran Gigi, dan Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan

INFO ARTIKEL

*Corresponding Author

Email: miftahullailamourent@gmail.com

DOI: 10.34012/primajods.v5i1.2478

ABSTRAK

Restorasi sementara dibuat untuk melindungi struktur gigi selama dilakukan perawatan gigi tiruan cekat sehingga estetika, fungsi mastikasi dan fonetik pasien tetap terjaga. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis tersebut dengan menambahkan nanopartikel sebagai bahan pengisi dalam jumlah tertentu, di antaranya silika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic resin* secara mekanis, biologis, dan estetis. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories dengan desain *posttest only control group design*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *bis-acrylic* dengan menambahkan konsentrasi bubuk silika yaitu sebanyak 24 sampel. Data diuji menggunakan uji *oneway ANOVA* dan uji *post hoc LSD*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang signifikan saat penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* antara kelompok 0% dengan 0,1%, 0,3%, dan 0,5%, antara 0,1% dengan 0,3% dan 0,5%, serta antara 0,3% dengan 0,5% ($p \leq 0,05$). Dapat disimpulkan bahwa penambahan bubuk silika 0,1% meningkatkan *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* terbesar dibandingkan dengan penambahan bubuk silika 0,3% dan 0,5%.

Kata kunci: restorasi sementara, *bis-acrylic resin*, *fracture toughness*

ABSTRACT

Temporary restorations are made to protect the tooth structure during fixed denture treatment so that the patient's esthetics, masticatory and phonetic functions are maintained. One of the efforts that can be done to improve the mechanical properties is by adding nanoparticles as a filler in a certain amount, including silica. This study aims to determine the effect of the addition of silica powder on the fracture toughness of the temporary restoration material of *bis-acrylic resin* mechanically, biologically, and aesthetically. This research is a laboratory experimental study with a posttest only control group design. The sample used in this research is *bis-acrylic resin* by adding a concentration of silica powder as many as 24 samples. The data were tested using a one-way ANOVA test and a post hoc LSD test. The results showed that there was a significant difference in the effect of the addition of silica powder on the fracture toughness of *bis-acrylic* temporary restorative materials between the 0% and 0.1%, 0.3%, and 0.5% groups, between 0.1% and 0.3% and 0.5%, and between 0.3% and 0.5% ($p \leq 0.05$). It can be concluded that the addition of 0.1% silica powder increases the fracture toughness of the restoration material while *bis-acrylic* is the largest compared to the addition of 0.3% and 0.5% silica powder.

Keywords: temporary restoration, *bis-acrylic resin*, fracture toughness

PENDAHULUAN

Restorasi sementara berfungsi untuk melindungi struktur gigi penyangga yang telah dipreparasi sebelum waktu pemasangan gigi tiruan cekat permanen. Restorasi sementara harus memenuhi syarat mekanis, biologis dan estetis. Teknik penggunaan kawat baja tak berkarat (*stainless steel*) untuk memperkuat restorasi sementara dari resin akrilik yang mengeras sendiri.¹ Balos et al pada tahun 2014 melakukan penelitian memperkuat PMMA dengan menambahkan konsentrasi kecil nano silika (0,023%, 0,046%, 0,091%, 0,23%, 0,46%, dan 0,91%) dengan PMMA untuk meningkatkan mekanik. Hasilnya ketangguhan patah dan uji kekerasan mikro bahwa 0,023%

konsentrasi terendah dari nano silika menunjukkan sifat mekanik tertinggi. Konsentrasi yang lebih tinggi dari silika nano menunjukkan bahwa ketangguhan patah secara bertahap berkurang.²

Pada akhir tahun 1990, resin komposit *bis-acrylic* pertama diperkenalkan di bidang kedokteran gigi, tidak seperti PMMA, *bis-acrylic* resin mengandung monomer *divinyl methacrylate* dan pengisian partikel pengisi. Hasilnya polimerisasi penyusutan dan pelepasan eksotermik berpotensi berkurang, dan stabilitas warna ditingkatkan dibandingkan dengan PMMA.³ Resin komposit *bis-acrylic* bersifat komersial dan digunakan dengan jarum suntik automix dapat meningkatkan biaya tetapi dengan penanganan yang mudah dan mengurangi terperangkapnya udara. Silica gel berfungsi mencegah terbentuknya kelembapan yang berlebihan sebelum terjadi.⁴

Ketahanan fraktur merupakan suatu sifat mekanis yang menggambarkan ketahanan bahan terhadap retak akibat tekanan pada gigi yang direstorasi dan sebagai standar yang paling direkomendasikan untuk menilai kekuatan rapuhnya bahan restorasi, sehingga dapat menunjukkan jumlah terbesar dari kekuatan yang dapat menahan sebelum terjadi kerusakan pada bahan restorasi.⁵ Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanis tersebut dengan menambahkan nanopartikel sebagai bahan pengisi dalam jumlah tertentu, di antaranya silika (SiO_2).⁶ Silika merupakan senyawa hasil polimerisasi asam silikat yang tersusun dari rantai satuan SiO_4 tetrahedral dengan formula umum SiO_2 . Silika gel ialah salah satu bahan kimia berbentuk padatan yang banyak dimanfaatkan selaku adsorbe.⁷ Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic resin* secara mekanis, biologis, dan estetis.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain *posttest only control group design*. Penelitian dilakukan di Unit Laboratorium Dental FKG USU dan Laboratorium Fakultas Teknik Mesin USU. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *bis-acrylic* dengan menambahkan konsentrasi bubuk silika yaitu sebanyak 24 sampel. Alat-alat yang digunakan antara lain cetakan *split stainless steel*, spatula *stainless steel*, lempengan kaca, automix gun, kuvet. Bahan-bahan yang digunakan antara lain bubuk silika, resin *bis-acrylic*, *dental stone*. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah resin *bis-acrylic* tanpa penambahan bubuk silika dan resin *bis-acrylic* penambahan bubuk silika (0,1%, 0,3%, 0,5%). Analisis data menggunakan uji one way ANOVA untuk melihat pengaruh dari penambahan silika 0,1%, 0,3%, 0,5% terhadap *fracture toughness* pada resin *bis acrylic*, dan uji *post hoc* LSD untuk melihat perbedaan dari penambahan silika 0,1%, 0,3%, 0,5% terhadap *fracture toughness* pada resin *bis acrylic* antar dua kelompok.

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata nilai *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis acrylic* tanpa penambahan bubuk silika sebesar $0,13 \pm 0,009$. Sementara, rata-rata nilai *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* dengan penambahan bubuk silika 0,1%, 0,3% dan 0,5% adalah $0,65 \pm 0,043$; $0,52 \pm 0,057$ dan $0,41 \pm 0,051$.

Tabel 1 Nilai *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* tanpa dan dengan penambahan bubuk silika 0,1%, 0,3% dan 0,5%

Penambahan bubuk silika	<i>Fracture Toughness</i>
	Mean \pm SD
0%	0,13 \pm 0,009
0,1%	0,65 \pm 0,043
0,3%	0,52 \pm 0,057
0,5%	0,41 \pm 0,051

Sebelum pengujian pengaruh penambahan silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic*, terlebih dahulu seluruh data dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro wilk* dan uji homogenitas *Levene test*. Dari hasil kedua uji statistik ini dapat dinyatakan bahwa data penelitian ini berdistribusi normal dan homogen.

Pengujian pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* dalam penelitian ini menggunakan uji statistik *oneway* ANOVA. Berdasarkan hasil uji ini dapat dinyatakan bahwa ada pengaruh yang signifikan penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* ($p=0,000$, $p\leq 0,05$).

Tabel 2 Pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic*

Penambahan silika	<i>Fracture Toughness</i>	<i>p</i>
	Mean \pm SD	
0%	0,13 \pm 0,009	0,000
0,1%	0,65 \pm 0,043	
0,3%	0,52 \pm 0,057	
0,5%	0,41 \pm 0,051	

Pengujian perbedaan pengaruh penambahan silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* antar dua kelompok dalam penelitian ini menggunakan uji statistik *posthoc* LSD. Berdasarkan hasil uji ini dapat dinyatakan bahwa ada perbedaan pengaruh yang signifikan penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* antara kelompok 0% dengan 0,1%, 0,3%, dan 0,5%, antara 0,1% dengan 0,3% dan 0,5%, serta antara 0,3% dengan 0,5% ($p\leq 0,05$).

Tabel 3 Perbedaan pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic*

Konsentrasi	<i>p</i>	
	Konsentrasi	<i>p</i>
0%	0,1%	0,000*
	0,3%	0,000*
	0,5%	0,000*
0,1%	0,3%	0,000*
	0,5%	0,000*
0,3%	0,5%	0,001*

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis acrylic* yang berbeda-beda pada tiap konsentrasi penambahan bubuk silika. Tanpa penambahan bubuk silika didapatkan rata-rata nilai *fracture toughness* pada resin *bis acrylic* sebesar 0,13 \pm 0,009, sedangkan rata-rata nilai *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis acrylic* dengan penambahan bubuk silika 0,1%, 0,3% dan 0,5% adalah 0,65 \pm 0,043; 0,52 \pm 0,057 dan 0,41 \pm 0,051. Dari hasil ini terlihat ada peningkatan *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis acrylic* setelah penambahan bubuk silika.

PEMBAHASAN

Nilai *fracture toughness* pada resin *bis-acrylic* yang meningkat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti adanya transfer beban antara partikel silika (SiO₂) dengan matriks polimer saat aplikasi beban dilakukan, distribusi partikel silika (SiO₂) yang baik pada rongga-rongga dalam matriks, tingginya kekuatan pergeseran permukaan antara partikel dan matriks oleh karena adanya pembentukan kekuatan *cross-link* atau ikatan supra molekuler antara matriks resin dengan nanopartikel sehingga dapat mencegah perluasan cracking, dan penggunaan bahan *silane coupling agent* untuk menambahkan ikatan kimia antara partikel silika (SiO₂) dengan resin akrilik.^{8,9}

Pada tahap hidrolisis, silane mengandung gugus silanol yang dapat berikatan dengan permukaan partikel silika melalui ikatan siloxane (S-O-Si). Molekul silane yang terhidrolisis mendekati gugus hidroksil dari permukaan silika sehingga terbentuk ikatan hidrogen. Kemudian gugus karbonil dari silane juga membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil dari permukaan silika. Interaksi antara gugus silanol dari silane dengan gugus hidroksil dari silika menghasilkan reaksi kondensasi. Gugus metakrilat dari gabungan organosilane membentuk ikatan kovalen dengan resin bila terpolimerisasi yang membentuk ikatan antarmuka silika dengan resin sehingga menghambat leaching oleh air penetrasi.¹⁰

Pengujian pengaruh penambahan bubuk silika terhadap *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis acrylic* dengan uji statistik *oneway* ANOVA menunjukkan hasil yang signifikan ($p\leq 0,05$). Perbedaan pengaruh

ini terjadi seluruh kelompok perlakuan. Seluruh kelompok mengalami peningkatan *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic*. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa penambahan bubuk silika konsentrasi 0,1% bahan restorasi sementara *bis-acrylic* menghasilkan *fracture toughness* terbesar dibandingkan penambahan silika bahan restorasi sementara *bis-acrylic* konsentrasi 0,3% dan 0,5%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Balos *et al.* dan Hamza *et al.* yang menyatakan bahwa konsentrasi terendah nanosilika menghasilkan sifat mekanik tertinggi.^{2,11} Penelitian ini juga sejalan dengan hasil uji ketahanan fraktur pada penelitian Nugroho *et al.*, ketiga kelompok nanosil dengan persentase berat 60%, 65%, dan 70% menunjukkan rata-rata ketahanan fraktur secara berurutan 28,61 MPa, 11,77 MPa, dan 11,56 MPa. Hasil tersebut menunjukkan kelompok 60% memiliki nilai ketahanan fraktur paling tinggi daripada kedua kelompok lainnya. Dari beberapa hasil penelitian tersebut telah terbukti bahwa penambahan nanopartikel dapat meningkatkan ketahanan fraktur pada bahan restorasi.¹²

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* setelah penambahan bubuk silika 0,1%, 0,3%, 0,5% ($p=0,000$). Penambahan bubuk silika 0,1% merupakan peningkatan *fracture toughness* bahan restorasi sementara *bis-acrylic* terbesar dibandingkan dengan penambahan bubuk silika 0,3% dan 0,5%.

REFERENSI

1. Lesmana R. Restorasi Cekat Sementara yang Diperkuat untuk Pemakaian Jangka Panjang. *J Dent Indones*. 1999 Oct;6(2):7–12.
2. Balos S, Pilic B, Markovic D, Pavlicevic J, Luzanin O. Poly(methyl-methacrylate) nanocomposites with low silica addition. *J Prosthet Dent [Internet]*. 2014 Apr 1;111(4):327–34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.06.021>
3. Schwantz JK, Oliveira-Ogliari A, Meereis CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes RR. Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations. *Braz Dent J*. 2017;28(3):354–61.
4. Perry RD, Magnuson B. Provisional materials: key components of interim fixed restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 2012 Jan;33(1).
5. Ferooz M, Basri F, Negahdari K, Bagheri R. Fracture toughness evaluation of hybrid and nano-hybrid resin composites after ageing under acidic environment. *J Dent Biomater*. 2015;2(1):18–23.
6. Alnamel HA, Mudhaffer M. The Effect of Silicon Di Oxide Nano - Fillers Reinforcement on Some Properties of Heat Cure Polymethyl Methacrylate Denture Base Material. *J Baghdad Coll Dent*. 2014;26(1):32–6.
7. Sulastri S, Kristianingrum S. Berbagai Macam Senyawa Silika : Sintesis, Karakterisasi dan Pemanfaatan. In: *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta; 2010. p. 211–6.
8. Gad MM, Abualsaud R. Behavior of PMMA Denture Base Materials Containing Titanium Dioxide Nanoparticles: A Literature Review. Chen W-C, editor. *Int J Biomater [Internet]*. 2019;2019:6190610. Available from: <https://doi.org/10.1155/2019/6190610>
9. Suhardi S, Syafrinani. Peranan penambahan zirkonium oksida pada mahkota provisional resin akrilik polimerisasi panas. *B-Dent J Kedokt Gigi Univ Baiturrahmah*. 2019;6(2):95–104.
10. Salman AD, Jani GH, Fatalla AA. Comparative study of the effect of incorporating SiO₂ nano-particles on properties of poly methyl methacrylate denture bases. *Biomed Pharmacol J*. 2017;10(3):1525–35.
11. Hamza TA, Sherif AH, Abdalla EA. A novel approach to reinforce provisional material using silica gel powder. *Stomatol Dis Sci*. 2017;1(1):3–7.
12. Nugroho, D. A. W, Nuryono., Asmara W, Wajar D. Efek Jumlah Kandungan Filler Nanosil Terhadap Ketahanan Fraktur Resin Komposit Effect Filler Amount of Nanosil to Fracture Resistance Dental Composite Program Sarjana , Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran. *Insisiva Dent J*. 2017;6(1):17–23.