

Pengaruh lama waktu pemanasan dan jenis *preheated* resin komposit sebagai bahan sementasi terhadap kekuatan geser perlekatan *veneer lithium disilicate*: studi eksperimental

Rena Mayasari^{1*}
Tri Endra Untara²
Yulita Kristanti²

¹Program Pendidikan dokter gigi
Spesialis Konservasi Gigi, Fakultas
Kedokteran Gigi, Universitas
Gadjah Mada

²Departemen Konservasi Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi,
Universitas Gadjah Mada,
Indonesia

*Korespondensi
Email | rena.fiafara@gmail.com

Submisi | 12 Oktober 2025
Revisi | 23 November 2025
Penerimaan | 10 Desember 2025
Publikasi Online | 31 Desember
2025
DOI: [10.24198/jkg.v37i3.61896](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61896)

p-ISSN [0854-6002](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61896)
e-ISSN [2549-6514](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61896)

Sitasi | Mayasari R, Untara TE.,
Kristanti. Pengaruh lama pemanasan
dan jenis *preheated* resin komposit
sebagai bahan sementasi terhadap
kekuatan geser perlekatan *veneer*
lithium disilicate : studi eksperimental
laboratoris. J. Kedokt. Gigi Univ.
Padjadjaran. 2025;37(3):353-361.
DOI: [10.24198/jkg.v37i3.61896](https://doi.org/10.24198/jkg.v37i3.61896)



Copyright: © 2025 oleh penulis, diserahkan
ke Jurnal Kedokteran Gigi Universitas
Padjadjaran untuk open akses publikasi di
bawah syarat dan ketentuan dari Creative
Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ABSTRAK

Pendahuluan: *Veneer Lithium disilicate* banyak digunakan sebagai kebutuhan estetik gigi anterior. Pemilihan bahan sementasi penting diperhatikan untuk mencapai keberhasilan penggunaan veneer dalam jangka panjang. Pemanasan resin komposit untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya menjadikan *preheated* resin komposit sebagai alternatif semen resin yang banyak digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis resin komposit dan lama pemanasan *preheated* resin komposit sebagai bahan sementasi veneer *lithium disilicate*. **Metode:** Penelitian eksperimental laboratoris menggunakan 48 sampel gigi premolar maksila yang dibagi menjadi enam kelompok yaitu jenis resin komposit *microhybrid* dengan lama pemanasan 10, 20, dan 30 menit dan resin komposit *nanohybrid* dengan lama pemanasan 10, 20, dan 30 menit yang dipanaskan pada suhu 55°C sebagai bahan sementasi *lithium disilicate*. Sampel disimpan dalam inkubator suhu 37° selama 24 jam, lalu diuji kekuatan geser perlekatan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) kecepatan 0,5 mm/menit. Pengamatan tambahan dilakukan dengan mikroskop stereo untuk mengidentifikasi tipe kegagalan perlekatan. **Hasil:** Uji ANAVA dua arah menunjukkan bahwa jenis *preheated* resin komposit memiliki nilai $p=0,001$ ($p<0,05$) artinya terdapat pengaruh signifikan jenis resin komposit *nanohybrid* dan *microhybrid* terhadap kekuatan geser perlekatan, sedangkan variabel lama pemanasan diperoleh nilai $p=0,058$ ($p>0,05$) artinya tidak ada pengaruh antar kelompok lama pemanasan resin komposit *nanohybrid* dan *microhybrid* terhadap kekuatan geser perlekatan. **Simpulan:** *preheated* resin komposit *microhybrid* sebagai bahan sementasi *lithium disilicate* menghasilkan kekuatan geser lebih baik dibandingkan *nanohybrid*. Lama pemanasan resin komposit suhu 55° selama 10, 20, dan, 30 menit tidak berpengaruh terhadap kekuatan geser perlekatan.

Kata kunci

Preheated resin komposit, lama pemanasan, kekuatan geser, sementasi, *Lithium disilicate*.

The effect of heating duration and type of preheated resin composite as a cementing material on the shear bond strength of lithium disilicate veneers: an experimental study

ABSTRACT

Introduction: *Lithium disilicate veneers* are highly favored for anterior aesthetic restorations. Selecting the appropriate cementing material is crucial for long term success of veneers. Heating resin composites to enhance their physical and mechanical properties has made *preheated* resin composites a widely used alternative to resin cement. This study aimed to analyze the effect of resin composite type and heating duration for *preheated* resin composites as cementing materials for *lithium disilicate* veneers. **Methods:** This laboratory experimental study involved 48 maxillary premolar samples divided into six groups: *microhybrid* resin composite with heating durations of 10, 20, and 30 minutes, and *nanohybrid* resin composite with the same heating durations. The resin composites were heated to 55°C before being used as cementing materials for *lithium disilicate* veneers. All samples were stored in an incubator at 37°C for 24 hours and then tested for shear bond strength using a *Universal Testing Machine* (UTM) at a speed of 0.5 mm/min. Additional observations were made using a stereo microscope to identify the failure type. **Results:** The two-way ANOVA test showed that the type of *preheated* resin composite had a significant effect ($p=0.001$, $p<0.05$) on shear bond strength, indicating a difference between *nanohybrid* and *microhybrid* composites. In contrast, the heating duration variable obtained a $p=0.058$ ($p>0.05$), indicating no significant effect among the heating time of *nanohybrid* and *microhybrid* composites on shear bond strength. **Conclusion:** *Preheated microhybrid* resin composite as a cementing material for *lithium disilicate* veneers showed higher shear bond strength than *nanohybrid* resin composite. Heating durations of 10, 20, and 30 minutes at 55°C did not significantly affect shear bond strength.

Keywords

Preheated composite resin, heating duration, shear bond strength, cementation, Lithium disilicate.

PENDAHULUAN

Restorasi veneer menjadi salah satu pilihan populer untuk memenuhi kebutuhan estetika gigi anterior dengan pengurangan jaringan gigi yang minimal.¹ Veneer berbahan *lithium disilicate* menjadi salah satu pilihan utama karena keunggulannya, yaitu sifat optik yang menyerupai struktur gigi asli, biokompatibilitas tinggi, stabilitas warna jangka panjang, ketahanan terhadap bahan kimia, serta kemampuan menghasilkan restorasi lapisan tipis yang kuat dan tahan terhadap fraktur serta dapat dilakukannya *etsa bonding*, yang berkontribusi terhadap keberhasilan restorasi veneer.²⁻⁴

Prosedur sementasi dan pemilihan bahan merupakan faktor penting yang memengaruhi kualitas dalam perawatan veneer indirek, apabila pemilihan dan manipulasi bahan sementasi tidak tepat, dapat memengaruhi sifat fisik dan mekanik bahan semen.⁵⁻⁶ Survei klinis evaluasi penggunaan veneer menyebutkan bahwa prosentase terbesar kegagalan *veneer* adalah perubahan warna, terlepasnya restorasi dalam kurun 7 tahun pengamatan.⁷

Keberhasilan restorasi veneer tidak hanya bergantung pada material restorasi, tetapi juga pada bahan sementasi. *Semen resin* adalah bahan yang umum digunakan untuk restorasi indirek karena viskositasnya yang rendah, waktu polimerisasi singkat, dan manipulasi yang mudah.⁸⁻⁹ Semen resin *dual cure* memiliki kelemahan yaitu membutuhkan pencampuran dua komponen sehingga memungkinkan terbentuknya gelembung, selain itu dapat menyebabkan perubahan warna selama beberapa waktu pemakaian karena aktivator amina, sehingga memengaruhi estetika restorasi keramik¹.

Semen resin *self cure* juga memiliki stabilitas warna kurang baik dan *tensile strength* rendah, sedangkan semen resin *light cure* kandungan filler anorganiknya rendah, menyebabkan terjadinya *shrinkage* sehingga terjadi *microleakage* dan terlepasnya restorasi.⁹ Pengembangan alternatif bahan sementasi, salah satunya adalah *preheated resin* komposit. *Preheated resin komposit* adalah resin komposit yang dipanaskan sebelum diaplikasikan.

Pemanasan ini mampu meningkatkan sifat fisik dan mekanis material, seperti meningkatkan derajat konversi polimerisasi, mengurangi viskositas, meningkatkan aliran, dan menurunkan ketebalan lapisan semen.⁸ Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanasan resin komposit pada suhu 55–68°C dapat meningkatkan kekuatan geser perlekatan dan daya tahan restorasi, tanpa menimbulkan efek negatif terhadap jaringan pulpa selama suhu pemanasan tetap dalam batas aman.¹⁰⁻¹²

Penelitian mengenai lama pemanasan dan jenis resin komposit masih menunjukkan hasil yang bervariasi. Lama pemanasan akan berpengaruh terhadap kesiapan operator dalam manipulasi selama sementasi, prosedur sementasi yang lebih singkat dan efektif dibutuhkan tanpa mengurangi kualitas yang didapatkan.¹³ Pemanasan resin komposit pada suhu tinggi dan durasi yang panjang juga memungkinkan kerusakan komponen resin komposit.¹⁴

Jenis resin komposit *microhybrid* dan *nanohybrid* yang dipanaskan menunjukkan keunggulan dibandingkan dengan jenis *filler* lainnya. Kandungan *filler* yang lebih tinggi dan konsentrasi inisiator yang lebih rendah menghasilkan peningkatan sifat fisik sehingga menghasilkan margin restorasi yang baik, stabilitas warna dan ketahanan terhadap penggunaan fungsi di lingkungan rongga mulut.¹⁵

Uji kekuatan geser dipilih karena merepresentasikan gaya horizontal yang relevan secara klinis pada restorasi veneer. Gaya ini terjadi saat pasien mengunyah, menggigit atau kontak oklusal. Tes kekuatan ikatan geser sering dilakukan untuk mengukur kekuatan ikatan semen sebagai bahan sementasi antara email, dentin dengan restorasi. Kekuatan geser yang rendah dapat menjadi indikasi kurangnya kualitas perlekatan bahan yang nantinya akan menurunkan performa hasil klinis restorasi.¹⁶⁻¹⁷ Penelitian sebelumnya, hanya meneliti pemilihan suhu tanpa perbandingan antar waktu lama pemanasan.

Kebaruan penelitian ini lebih memfokuskan pada lama waktu pemanasan pada suhu pemanasan yang sama dengan satu jenis alat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh lama waktu pemanasan dan jenis *preheated* resin komposit sebagai bahan sementasi terhadap kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate*.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Material Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta secara *in vitro*. Jumlah sampel dalam penelitian ini ditentukan menggunakan rumus Federer. Dengan enam kelompok perlakuan diperoleh nilai minimal sampel per kelompok adalah empat. Penelitian ini menetapkan delapan sampel per kelompok, sehingga total sampel yang digunakan adalah 48 gigi. Sampel penelitian yang digunakan adalah gigi premolar atas dengan kriteria inklusi mahkota utuh, tanpa karies, tidak atrisi, tidak abrasi, tidak terdapat fraktur horizontal dan vertikal maupun kelainan pertumbuhan, umur gigi maksimal 45 hari setelah pencabutan, dan usia saat pencabutan 17-25 tahun.

Empat puluh delapan gigi premolar rahang atas direndam dalam natrium hipoklorit 5% selama 30 menit, dibilas dengan air selama 15 menit, dan disimpan dalam air distilasi pada suhu 4°C. Gigi ditanam dalam resin akrilik secara horizontal menggunakan cetakan logam berukuran 3,5cm x 3,5cm x 1cm yang diolesi vaselin. Permukaan bukal gigi dikurangi dengan panduan dari lengkung tertinggi gigi. Preparasi gigi diawali dengan *depth cutting bur* dilanjutkan diratakan dengan *round end fissure bur* hingga kedalaman dentin, lalu dihaluskan dengan *abrasive paper* 600 grit sebanyak 25 kali di bawah air mengalir untuk menghasilkan permukaan dentin yang halus dengan kedalaman 1,4 mm.

Gigi dibagi menjadi enam kelompok dengan metode *block randomization* yaitu diacak per wadah hingga berjumlah 8 gigi. Tiga kelompok pertama dilakukan sementasi menggunakan *preheated* resin komposit *nanohybrid* Filtek Z250 XT (pemanasan 10 menit, 20 menit, 30 menit), sedangkan kelompok berikutnya menggunakan *preheated* resin komposit *microhybrid* Filtek Z250 (pemanasan 10 menit, 20 menit, 30 menit) pada suhu 55° C sesuai suhu optimal untuk menghasilkan konsistensi luting yang disarankan pada penggunaan alat ini.

Tahap persiapan alat *composite warmer* (*ENA Heat, Micerium*) dan pemanasan resin komposit yaitu menghubungkan alat *composite warmer* ke sumber listrik, lalu tekan tombol ON, dan pilih mode T2: 55° C = 131° F. Pemanasan alat untuk mencapai suhu memerlukan waktu sekitar 55 menit, selanjutnya dilakukan pemanasan masing-masing jenis resin komposit selama 10, 20, dan 30 menit diukur dengan *stopwatch*.

Pembuatan diskus *lithium disilicate* berukuran diameter 3 mm dan tinggi 1 mm menggunakan teknik heat-press. Permukaan sampel diberi perlakuan dengan *Hydrofluoric acid* (HF) 9% selama 90 detik, kemudian di bilas dengan air selama 60 detik. *Silane* diaplikasikan pada permukaan gigi dan dibiarkan kering selama 60 detik. Gigi yang telah dipreparasi diberi etsa asam fosfat 35% sebanyak 0,1 ml dan diratakan menggunakan *microbrush*, lalu didiamkan selama 10 detik. Gigi dibilas menggunakan 15 ml akuades dan dikondisikan lembab dengan *cotton pellet*. Bahan adhesif generasi ke-5 sebanyak 0,1 ml diaplikasikan dan didiamkan 10 detik, kemudian dihembuskan udara selama 5 detik dan disinari selama 10 detik.

Semen *preheated* resin komposit diaplikasikan pada diskus *lithium disilicate* yang diletakkan di permukaan dentin dengan waktu aplikasi 30 detik, diikuti dengan pemberian beban berupa anak timbangan 200g, kemudian dilakukan penyinaran dengan *light cure* selama 40 detik.^{14,18} Seluruh sampel yang telah dilakukan sementasi direndam dalam wadah plastik berisi saliva buatan dengan pH 6,8 (metode afnor) dan disimpan dalam inkubator suhu 37° C selama 24 jam. Setelah 24 jam seluruh sampel penelitian dikeluarkan dan dikeringkan lalu dilakukan uji kekuatan geser perlekatan.

Seluruh sampel diuji kekuatan geser perlekatan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) pada kecepatan 0,5 mm/menit. Objek diletakkan pada meja, dilakukan pengepasan posisi bilah geser berbentuk setengah lingkaran menempel di bagian *lithium disilicate* dan difiksasi hingga sampel tidak dapat bergerak, mesin dihidupkan sehingga beban tersebut akan bergerak turun hingga menggeser restorasi *lithium disilicate*. Layar monitor yang tersambung dengan UTM menunjukkan besarnya gaya geser yang digunakan untuk menggeser *lithium disilicate* hingga terlepas dari permukaan gigi, sehingga diperoleh kekuatan geser perlekatan dalam satuan megapascal (MPa).²⁶ Sampel yang telah terlepas diamati dibawah mikroskop stereo dengan pembesaran 20 kali untuk melihat tipe kegagalan perlekatan pada permukaan gigi dan *lithium disilicate*. Tipe kegagalan dikategorikan menjadi tipe kegagalan adhesif tipe kegagalan kohesif, dan tipe kegagalan kombinasi.²⁷

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan rerata kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate* tertinggi terdapat pada resin komposit *microhybrid* yang dipanaskan 20 menit, diikuti urutan kedua resin komposit *microhybrid* yang dipanaskan 30 menit, urutan ketiga resin komposit *microhybrid* yang dipanaskan 10 menit, dan rerata terendah pada kelompok resin komposit *nano hybrid* yang dipanaskan 10 menit. Hasil uji normalitas *Shapiro Wilk* menunjukkan data kekuatan geser perlekatan (MPa) pada tiap kelompok diperoleh nilai $p > 0,05$ yang berarti data berdistribusi normal. Uji homogenitas varian dengan *Levene's Test* diperoleh nilai $p > 0,05$ artinya data homogen.

Tabel 1. Rerata dan standar deviasi lama pemanasan dan jenis resin komposit terhadap kekuatan geser perlekatan lithium disilicate pada tiap kelompok (MPa)

Jenis resin komposit	n	Kekuatan geser perlekatan (MPa)		
		Pemanasan 10'	Pemanasan 20'	Pemanasan 30'
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
<i>Nano hybrid</i> (I)	8	10,95 $\pm$ 0,65	11,46 $\pm$ 0,76	11,08 $\pm$ 0,39
<i>Micro hybrid</i> (II)	8	11,94 $\pm$ 0,76	12,54 $\pm$ 0,52	12,32 $\pm$ 0,69

Keterangan: n: jumlah sampel penelitian; $\bar{x} \pm SD$: rerata; SD: standar deviasi

Tabel 2. Hasil uji normalitas shapiro wilk dan homogenitas pengaruh lama pemanasan dan jenis resin komposit terhadap kekuatan geser perlekatan lithium disilicate

Kelompok	Nilai p	
	<i>Shapiro wilk</i>	<i>Levene test</i>
<i>Preheated Nano hybrid</i> 10 menit	0,198	0,382
<i>Preheated Nano hybrid</i> 20 menit	0,459	
<i>Preheated Nano hybrid</i> 30 menit	0,977	
<i>Preheated Micro hybrid</i> 10 menit	0,608	
<i>Preheated Micro hybrid</i> 20 menit	0,664	
<i>Preheated Micro hybrid</i> 30 menit	0,897	

Keterangan: * Signifikansi ($p > 0,05$)

Tabel 3. Hasil uji ANAVA dua jalur Pengaruh Lama Pemanasan dan Jenis Resin Komposit terhadap Kekuatan Geser perlekatan lithium disilicate

Variabel	Derajat bebas	F hitung	p
Jenis Resin Komposit	1	35,652	0,001*
Lama pemanasan	2	3,051	0,058
Interaksi lama pemanasan dan jenis komposit	2	0,161	0,852

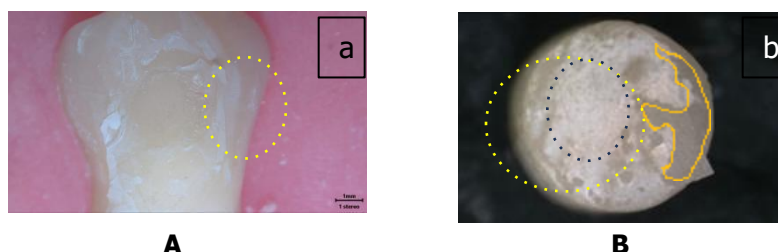
Keterangan: F : F hitung/ nilai ANAVA dua jalur; p : probabilitas; * : bermakna ($p < 0,05$)

Hasil uji ANAVA dua jalur pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jenis *preheated* resin komposit memiliki nilai $p=0,001$ ($p<0,05$) artinya terdapat pengaruh signifikan jenis resin komposit *nanohybrid* dan *microhybrid* terhadap kekuatan geser perlekatan (MPa). Hasil uji ANAVA dua jalur variabel lama pemanasan diperoleh nilai $p=0,058$ ($p>0,05$) artinya tidak ada pengaruh antar kelompok lama pemanasan resin komposit *nanohybrid* dan *microhybrid* terhadap kekuatan geser perlekatan (MPa). Tidak terdapat interaksi antara lama pemanasan dan jenis *preheated* resin komposit yang digunakan dalam memengaruhi kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate*.

Pengamatan lanjutan untuk melihat kegagalan perlekatan dilakukan pada 8 sampel setiap kelompok perlakuan menggunakan mikroskop stereo dengan perbesaran 20 kali. Hasil pengamatan kegagalan perlekatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi tipe kegagalan perlekatan

Kelompok	Kegagalan perlekatan	Jumlah
<i>Preheated nanohybrid 10'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	3 (37,5%)
	Kombinasi	5 (62,5%)
<i>Preheated nanohybrid 20'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	1 (12,5%)
	Kombinasi	7 (87,5%)
<i>Preheated nanohybrid 30'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	0 (0%)
	Kombinasi	8 (100%)
<i>Preheated microhybrid 10'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	0 (0%)
	Kombinasi	8 (100%)
<i>Preheated microhybrid 20'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	0 (0%)
	Kombinasi	8 (100%)
<i>Preheated microhybrid 30'</i>	Adhesif	0 (0%)
	Kohesif	0 (0%)
	Kombinasi	8 (100%)



Gambar 1. (A) Pengamatan tipe kegagalan pelekatan menggunakan mikroskop stereo pada permukaan gigi ; (b) Pengamatan tipe kegagalan pelekatan menggunakan mikroskop stereo pada *lithium disilicate* (lingkar kuning: kohesif; lingkaran biru: adhesif)

Pengamatan kegagalan perlekatan pada tiap kelompok didominasi tipe kegagalan kombinasi adhesif dan kohesif pada antarmuka antara bahan sementasi *preheated* resin komposit dengan permukaan gigi dan *lithium disilicate* (Gambar 1).

PEMBAHASAN

Penelitian menunjukkan bahwa kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate* dengan gigi memiliki nilai normal pada rentang 10-40 MPa. Kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate* nilainya bervariasi tergantung pada beberapa faktor diantaranya kondisi gigi, luas permukaan bidang geser, hasil preparasi permukaan, prosedur aplikasi bahan adhesif pada permukaan, proses pembuatan *lithium disilicate*, prosedur aplikasi etsa dan silan pada

permukaan *lithium disilicate*, distribusi tekanan, serta jenis bahan sementasi.¹⁷ Hal ini sesuai dengan hasil penelitian kami pada tabel 3.

Uji ANAVA dua jalur menunjukkan bahwa jenis *preheated* resin komposit berpengaruh signifikan terhadap kekuatan geser perlekatan ($p < 0,05$) (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan penelitian Goulart dkk, bahwa terdapat perbedaan komposisi antara resin komposit *microhybrid* dan *nanohybrid* dari segi jumlah, bentuk, dan ukuran bahan pengisi serta jenis matriks resin didalamnya.⁹ Resin komposit *microhybrid* memiliki ukuran partikel pengisi yang lebih besar dengan jumlah lebih sedikit, sedangkan resin komposit *nanohybrid* memiliki bahan pengisi berukuran kecil dengan jumlah yang banyak, hal ini menciptakan hambatan berupa gesekan antar material saat pemanasan yang mengurangi kemampuan bahan menyebar ke permukaan.²⁴

Ukuran rata-rata partikel bahan pengisi yang semakin kecil pada resin komposit *nanohybrid*, menyebabkan semakin besar *load surface/volume ratio* yang memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen molekul monomer yang dapat menghambat daya alir dan meningkatkan viskositas. Ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (-OH) pada monomer membatasi aliran di antara monomer dan memberikan viskositas yang tinggi, sehingga menghasilkan *film thickness* lebih besar.¹⁸

Resin komposit *microhybrid* dengan bahan pengisi berbentuk *spheroidal* menghasilkan *film thickness* yang lebih tipis, sedangkan pada resin komposit *nanohybrid* bahan pengisi berupa kombinasi partikel kecil *spheroidal* dan *irregular* yang membentuk *nanocluster*. Bentuk partikel *spheroidal* tanpa sudut membuat distribusi partikel lebih seragam dan rendahnya gesekan antar partikel, sehingga partikel lebih mudah mengalir dan viskositas lebih rendah saat pemanasan sehingga didapatkan *film thickness* optimal untuk sementasi sebesar 7 *microns*).²⁰⁻²²

Jumlah matriks resin yang terkandung di dalam resin komposit *microhybrid* lebih banyak dibandingkan resin komposit *nanohybrid*, sehingga ikatan hidrogen yang mengikat gugus fungsional terputus saat resin komposit yang dipanaskan dan mengalami distribusi partikel karena peningkatan energi kinetik.³⁰ Hal ini menyebabkan modulus elastisitas lebih tinggi, viskositas lebih rendah, dan meningkatkan daya alir yang menurunkan *film thickness* sehingga *preheated* resin komposit *microhybrid* memiliki kekuatan geser lebih tinggi dari pada *preheated* resin komposit *nanohybrid*.²⁹

Pemanasan resin komposit mengakibatkan vibrasi *thermal* yang menyebabkan fluktuasi energi kinetik sehingga meningkatkan pergerakan molekul dengan cara peningkatan separasi antar molekul yang meningkatkan daya alir resin komposit. Penurunan viskositas resin komposit akan meningkatkan adaptasi tepi yang lebih baik karena memungkinkannya untuk memiliki kontak lebih optimal. Daya alir resin komposit setelah dipanaskan dapat meningkat hingga 68%. Komposisi bahan pengisi pada resin komposit berpengaruh terhadap transfer suhu panas melalui material komposit, karena banyaknya bahan pengisi dapat mengurangi konduktivitas panas.²¹

Resin komposit *nanohybrid* memiliki jumlah bahan pengisi lebih banyak dan volume lebih besar, lebih mudah mengalami penurunan suhu panas, sehingga memengaruhi viskositasnya.²⁴ *Preheated* resin komposit *microhybrid* memiliki volume bahan pengisi lebih rendah, sehingga memberikan viskositas lebih rendah dan *film thickness* lebih kecil, yang mampu meningkatkan kohesi dan adhesi bahan sehingga meningkatkan sifat mekanis seperti kekuatan tekan dan fleksural, yang secara tidak langsung juga meningkatkan kekuatan geser perlekatan.⁹

Viskositas resin komposit juga berkaitan dengan komposisi matriks organik. Jenis monomer seperti *BIS-GMA* dan *PEG-DMA* membuat viskositas lebih tinggi, sedangkan *UDMA*, *BIS-EMA*, dan *TEG-DMA* merupakan monomer viskositas rendah untuk meningkatkan kemampuan daya alir dan manipulasi resin komposit. Komposisi monomer pada resin komposit terutama berisi *BIS-GMA* dan *UDMA*, pada *nanohybrid* ditambahkan *PEG-DMA* dan *TEG-DMA*, sedangkan komposisi pada *microhybrid* dengan penambahan *BIS-EMA*, *TEG-MA* yang memiliki berat molekul rata-rata lebih rendah, sehingga daya

alirnya meningkat dan mempermudah manipulasinya.⁹⁻¹⁰ Matriks resin organik dengan berat molekul lebih rendah, menyebabkan peningkatan penyusutan polimerisasi yang berpotensi melemahkan ikatan bahan sementasi, sehingga menimbulkan kebocoran mikro, mengurangi kekuatan geser dan menyebabkan kegagalan restorasi.²⁸

Perbedaan perlakuan lama pemanasan resin komposit (10 menit, 20 menit, 30 menit) pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap nilai kekuatan geser perlekatan (Tabel 3). Pemanasan resin komposit pada suhu konstan 55° C selama 10-60 menit dapat meningkatkan sifat mekanik karena proses pemanasan meningkatkan laju polimerisasi resin komposit, pada suhu ini perubahan viskositas terjadi secara perlahan dan tidak signifikan, karena semakin lama pemanasan maka semakin banyak ikatan rangkap yang terpolimerisasi, yang berpotensi menurunkan viskositas, meningkatkan kekuatan tarik dan kekerasan bahan, namun pemanasan yang terlalu lama dapat menyebabkan polimerisasi yang berlebihan bahkan terjadi kerusakan material resin komposit jika dilakukan pemanasan terus menerus selama lebih dari 2 jam.^{10,14}

Hasil uji ANAVA dua jalur menunjukkan tidak ada interaksi antara jenis *preheated* resin komposit dan lama pemanasan terhadap kekuatan geser perlekatan ($p=0,852$). Penelitian Bahari menyatakan pemanasan awal meningkatkan energi termal sistem sehingga menurunkan viskositas dan memperbaiki *flow* serta adaptasi material ke permukaan target; namun keuntungan klinis ini sangat dipengaruhi oleh dinamika penurunan suhu yang berlangsung cepat setelah material dikeluarkan dari alat pemanas dan saat penempatan di kavitas. Studi in-vitro menunjukkan terjadinya penurunan suhu yang nyata segera setelah komposit diambil dari pemanas—bahkan dilaporkan sekitar 25°F dalam 2 menit—sehingga penempatan harus dilakukan secepat mungkin agar efek penurunan viskositas tetap bermakna. Dengan mempertimbangkan fenomena "*rapid cooling*" tersebut, tidak ditemukannya interaksi (dan/atau perbedaan yang tajam antar durasi pemanasan) pada penelitian ini menjadi masuk akal, karena variasi waktu pemanasan dapat "terkompensasi" oleh hilangnya panas saat handling klinis. Secara lebih luas, literatur juga menegaskan bahwa pemanasan awal dapat memperbaiki adaptasi dan mengurangi kebocoran tepi, namun perubahan kinetika polimerisasi akibat pendinginan cepat berpotensi memengaruhi konfigurasi jaringan polimer serta keluarnya monomer sisa secara berbeda menurut komposisi material dan kondisi pra-polimerisasi.^{29,30} Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh jenis *preheated* resin komposit terhadap kekuatan geser perlekatan bersifat independen terhadap lama pemanasan resin komposit. Dengan kata lain, baik bahan *nanohybrid* maupun *microhybrid* cenderung memiliki pola respons yang sama terhadap variasi lama pemanasan (10 menit, 20 menit, 30 menit).

Kegagalan perlekatan pada setiap kelompok didominasi oleh kegagalan kombinasi adhesif kohesif (Tabel 4). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa perbedaan ketebalan film yang tersisa pada antarmuka dapat memengaruhi distribusi tegangan dan meningkatkan risiko kegagalan adhesif atau kegagalan campuran, terutama bila *seating pressure* dan ketebalan lapisan tidak seragam.²⁸ Faktor penyebabnya adalah persiapan permukaan gigi yang tidak optimal. Kerusakan dapat terjadi pada ikatan bahan bonding dan bahan resin komposit. Resin komposit memiliki kekuatan fleksural 80-120 MPa, sedikit lebih rendah dari dentin, sedangkan *lithium disilicate* jauh lebih kuat, yaitu 360-400 Mpa. Kegagalan kohesif pada kelompok perlakuan resin komposit *nanohybrid* pemanasan 10 menit dan 20 menit disebabkan oleh viskositas *nanohybrid* yang lebih tinggi. Ini menghasilkan ketebalan film yang lebih besar, sehingga bisa menyebabkan retak atau fraktur akibat distribusi tekanan yang tidak merata.¹⁹

Hasil pada penelitian ini, tidak ditemukan kegagalan ikatan pada *lithium disilicate* di setiap kelompok, karena *Lithium disilicate* memiliki ikatan mekanik kuat dengan semen dan komposisi kimia khusus (Terdiri dari 70% kristal $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ dan Li_3PO_4). Beberapa studi menunjukkan bahwa kombinasi HF dan silane meningkatkan kekuatan ikat pada lithium disilicate, dan pada kondisi ikatan keramik yang optimal, kegagalan dapat lebih sering

“bergeser” menjadi campuran atau kohesif pada resin/tooth daripada lepas murni dari permukaan keramik. Aplikasi Etsa asam *hidrofluoric acid* 5% pada permukaan gigi dapat membuat permukaan keramik berpori dan membentuk ikatan kuat dengan bahan sementasi.²³ Dengan demikian tidak adanya kegagalan pada permukaan lithium disilicate dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai efek dari ikatan resin–keramik yang relatif lebih kuat dibanding antarmuka lain yang lebih rentan terhadap variasi viskositas, film thickness, dan distribusi tekanan saat sementasi.

Tipe kegagalan perlekatan adalah indikator untuk menilai situasi klinis, dimana Kegagalan adhesif menunjukkan masalah ikatan resin komposit dengan gigi atau *lithium disilicate*. Kegagalan kohesif disebabkan oleh polimerisasi tidak sempurna atau beban berlebih. Kegagalan kombinasi menunjukkan masalah multifaktorial. Ini memerlukan evaluasi menyeluruh terhadap teknik, prosedur, bahan, dan kondisi pasien.¹⁹

Keterbatasan penelitian yang dihadapi pada penelitian ini adalah *working time preheated* resin komposit yang cukup singkat yaitu 30 detik membuat peneliti tergesa gesa dalam prosedur sementasi karena kekhawatiran turunnya suhu pada resin komposit saat diaplikasikan, yang akan mengembalikan viskositas resin komposit seperti semula. Keterbatasan penelitian ini bersifat *in vitro* tidak sepenuhnya menggambarkan kondisi di dalam mulut seperti adanya perubahan suhu intraoral, kontaminasi, dan gaya kunyah yang terjadi.

SIMPULAN

Jenis bahan *preheated* resin komposit *microhybrid* menghasilkan kekuatan geser yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan *preheated* resin komposit *nanohybrid*. Lama pemanasan *preheated* resin komposit pada suhu 55° C selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit tidak mempengaruhi kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate* serta tidak terdapat interaksi antara lama pemanasan dan jenis *preheated* resin komposit terhadap kekuatan geser perlekatan *lithium disilicate*. Implikasi klinis penelitian ini adalah adanya arahan dalam melakukan pemilihan alternatif bahan sementasi, mengenalkan teknik pemanasan resin komposit dan mendukung efisiensi prosedur karena lama pemanasan tidak berpengaruh.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi, U.T.E dan M.R.; metodologi, U.T.E. dan M.R.; perangkat lunak, M.R.; validasi, U.T.E., K.Y. dan M.R.; analisis formal, U.T.E dan M.R.; investigasi, U.T.E. dan M.R.; sumber daya, M.R.; kurasi data, U.T.E. dan M.R.; penulisan penyusunan draft awal, U.T.E.; penulisan tinjauan dan penyuntingan, U.T.E. dan K.Y.; visualisasi, M.R.; supervisi, U.T.E dan K.Y.; administrasi proyek, M.R.; perolehan pendanaan, M.R. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima dana dari pihak luar.

Persetujuan Etik: Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan deklarasi Helsinki, dan telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi- RSGM Prof. Soedomo, Universitas Gadjah Mada dengan nomor 62/UN1/KEP/FKG-RSGM/EC/2024 tanggal 18 April 2024.

Pernyataan Dewan Peninjau Kelembagaan: Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan deklarasi Helsinki, dan telah disetujui oleh Dewan Peninjau Kelembagaan (Komite Etik) Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi- RSGM Prof. Soedomo, Universitas Gadjah Mada

Pernyataan Persetujuan (Informed Consent Statement): Penelitian ini tidak melibatkan manusia

Pernyataan Ketersediaan Data: Ketersediaan data dapat diperoleh melalui email korespondensi penulis.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Raposo CC, Nery LMS, Carvalho EM, Ferreira PVC, Ardenghi DM, Bauer J, Lima DM. Effect of preheating on the physicochemical properties and bond strength of composite resins utilized as dental cements: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent*. 2023;129(1):229.e1-e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.11.007>
2. Kaushik P, Singh R, Soujanya E, Prasad LK. Lithium disilicate ceramic veneers for esthetic restoration of anterior teeth: two case reports. *J Dent Res Rev*. 2020;7:142-146. DOI: 10.4103/jdrr.jdrr_33_20

3. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current Status on Lithium Disilicate and Zirconia: A Narrative Review. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):22-29. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0838-x>
4. Heboyan AG, Vardanyan AR, Avetisyan AA. Cement selection in dental practice. *World Sci*. 2019;3(43):5-9.
5. Barraza IDC, Magdelono MO, Alonso NV. Influence of filler type of preheated composite resin on microtensile bond strength and film thickness when used for adhesive cementation: an in vitro study. *Biomed J*. 2023;52(1):4327-4334. <https://dx.doi.org/10.26717/BJSTR.2023.52.008208>
6. Mobilio N, Fasiol A, Mollica F, Catapano S. Effect of different luting agents on the retention of lithium disilicate ceramic crowns. *J Mater Res*. 2015;8(4):1604-1611. <https://doi.org/10.3390/ma8041604>
7. Scherer MM, Prochnow C, Venturini AB, Pereira GKR, de Lima Burgo TA, Rippe MP, Valandro LF. Fatigue failure load of an adhesively-cemented lithium disilicate glass-ceramic: conventional ceramic etching vs etch and prime one-step primer. *Dent Mater*. 2018;34(8):1134-1143. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.04.012>
8. Goulart M, Borges Veleza B, Damin D, Bovi Ambrosano GM, Coelho de Souza FH, Erhardt MCG. Preheated composite resins used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *J Esthet Dent*. 2018;13(1):86-97. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29379905>
9. Odalis LGE, Andrea S, Esteban T. Preheated resin as a cementing agent in fixed prosthesis: literature review. *WJARR*. 2023;18(01):573-584. <http://dx.doi.org/10.30574/wjarr.2023.18.1.0632>
10. Poubel DLN, Zanon AEG, Almeida JCF, Rezende LV, Garcia FGP. Composite resin preheating techniques for cementation of indirect restorations. *Hindawi Int J Biomater*. 2022;5935668:1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/5935668>
11. Tomaselli L, Oliveria D, Jamille F, Silva A, Panzeri F, Geraldeil S, Sinhoreti M. Influence of Pre-heating Regular Resin Composites and Flowable Composites on Luting Ceramic Veneers with Different Thicknesses. *Brazilian Dental Journal*. 2019;30(5):459-466. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902513>
12. Yang J, Nikolaos S, Watts S. Pre-Heating Time And Exposure Duration: Effects On Post-Irradiation Properties Of Athermo-Viscous Resin-Composite. *Dental Materials*. 2020;36(6):787-793. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.025>
13. Bhopatkar J, Ikhar A, Chandak M, et al. Composite-preheating: a novel approach in restorative dentistry. *Cureus J*. 2022;14(7):e27151. <https://doi.org/10.7759/cureus.27151>
14. Schneider LFJ, Ribeiro RB, Liberato WF, Salgado VE, Moraes RR, Cavalcante LM. Curing potential and color stability of different resin-based luting materials. *Dent Mater*. 2020;36:309-315. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.07.003>
15. Tanjung S, Djuanda R, Evelyn A. Perbedaan Kekuatan Geser perlekatan (Shear Bond Strength) Antara Self Adhesive Flowable Composite dan Flowable Composite dengan Sistem Adhesif Self-Etch pada Dentin. *SONDE (Sound of Dentistry)*. 2019;4(1). <https://doi.org/10.28932/sod.v4i1.1767>
16. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. Craig's restorative dental materials. 14th ed. Missouri: Elsevier Inc.; 2019.
17. Karadag G, Dereli Z, Kok H, Baglar S. Effect of preheated resin composite application on shear bond strength of orthodontic brackets after thermal aging. *Int J Appl Dent Sci*. 2018;4(2):40-43.
18. Kramer MR, Edelhoff D, Stawarczyk B. Flexural strength of preheated resin composites and bonding to glass-ceramic and dentin. *J Mater Res*. 2016;9(83). <http://dx.doi.org/10.3390/ma9020083>
19. Magne P, Razaghy M, Carvalho MA, Solares LM. Luting of inlays, onlays, and overlays with preheated restorative composite resin. *Int J Esthet Dent*. 2018;13(3):318-332. PMID: **30073216**
20. Marcondes RL, Moraes RR, Pereira JR, Carvalho MA. Preheated restorative composite resin for luting laminate veneer: an optimized technique report. *J Clin Exp Dent*. 2023;15(2):e165-8. <https://doi.org/10.4317/jced.60068>
21. Mutlu A, Atay A, Çal E. Bonding effectiveness of contemporary materials in luting glass-ceramic to dentine: an in vitro study. *J Adv Oral Res*. 2021;12(1):103-111. <https://doi.org/10.1177/2320206820973496>
22. Pastrav M, Pastrav O, Chisnoiu AM. Properties of nanohybrid dental composites—a comparative in vitro study. *Biomedicine*. 2024;12(1):243. <https://doi.org/10.3390/biomedicine12010243>
23. Aryanto M, Akbar FA. Bond strength level of preheated composite used as a cement in indirect adhesive restoration. *Sriwijaya J Dent (SJD)*. 2021;22021(2):48-57. <https://doi.org/10.32539/sjd.v2i2.20>
24. Sag, B. U., & Bektas, O. O., (2020) Effect of Immediate Dentin Sealing, Bonding Technique, and Restorative Material on the Bond Strength of Indirect Restorations. *Brazilian Dental Science*. 23(2). Sag BU, Bektas OO. Effect of immediate dentin sealing, bonding technique, and restorative material on the bond strength of indirect restorations. *Braz Dent Sci*. 2020;23(2). <https://doi.org/10.14295/bds.2020.v23i2.1923>
25. Nakazawa M, Maeno M, Komoto M, Nara Y. Appropriate immediate dentin sealing to improve the bonding of CAD/CAM ceramic crown restorations. *Polymers*. 2022;14(4541):86-89. <https://doi.org/10.3390/polym14214541>
26. Pratap B, Gupta R, Bharwaj B. Resin-based restorative dental materials: characteristic and future perspective. *Jpn Dent Sci Rev*. 2019;55(1):126-138. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2019.09.004>
27. Shanin I, Mohsen C, Katamish H. Effect of aging on the bond strength between lithium disilicate and preheated composite. *Syst Rev Pharm*. 2021;12(3):826-828. <http://dx.doi.org/10.31838/srp.2021.3.115>
28. Dionysopoulos D, Papadopoulos C, Koliniotou E. Effect of temperature, curing time, and filler composition on surface microhardness of composite resin. *J Conserv Dent*. 2015;18(2): 114-118. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2014.03.006>
29. Bahari M, Ajami AA, Ebrahimi Chaharom M, et al. Pre-heating decreases micro-leakage of bulk fill composite resins in dentin margins of class II cavities: an in-vitro study. *J Stoma*. 2024;77(2):71-76. <https://doi.org/10.5114/jos.2024.139874>
30. Dunavári E, Berta G, Kiss T, et al. Effect of Pre-Heating on the Monomer Elution and Porosity of Conventional and Bulk-Fill Resin-Based Dental Composites. *Int J Mol Sci*. 2022;23(24):16188. <https://doi.org/10.3390/ijms232416188>