

Pengaruh Suhu Terhadap Penyerapan Air Dan Kelarutan Resin Komposit

Kholidina Imanda Harahap, Rusfian, Affan Ali Al-Harits
Departemen Ilmu Material dan Teknologi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara

Abstrak

Keberadaan resin komposit sebagai bahan restorasi gigi di dalam mulut akan selalu terpapar dengan perubahan suhu yang berasal dari makanan atau minuman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh suhu terhadap penyerapan air dan kelarutan resin komposit. Tiga puluh sampel dibuat dari resin komposit partikel nano dengan diameter 15 mm dan tebal 1 mm. Sampel dibagi menjadi tiga kelompok uji ($n=10$) yaitu kelompok yang direndam pada suhu 50(I), 37(II) dan 5°C(III). Prosedur pengujian penyerapan air dan kelarutan resin komposit dilakukan menurut spesifikasi ISO 4049:2000. Data akan dianalisis dengan uji ANOVA satu arah dan Least Significance Data ($p \leq 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada penyerapan air ($p=0,045$) dan kelarutan ($p=0,018$). Nilai penyerapan air tertinggi adalah kelompok I ($0,0057 \pm 0,007 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) diikuti oleh kelompok II ($0,0028 \pm 0,0013 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) dan kelompok III ($0,0005 \pm 0,0006 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). Nilai kelarutan tertinggi adalah pada kelompok I ($0,003 \pm 0,0027 \mu\text{g}/\text{mm}^3$), diikuti kelompok II ($0,002 \pm 0,0013 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) dan kelompok III ($0,001 \pm 0,00 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). Dapat disimpulkan bahwa suhu dapat meningkatkan penyerapan air dan kelarutan pada resin komposit .

Kata kunci: suhu, penyerapan air dan kelarutan, resin komposit

Korespondensi:

Kholidina Imanda Harahap
Departemen Ilmu Material
Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Sumatera Utara
kholidinaimandaharahap@gmail.com

Effect Of Temperature On Water Sorption And Solubility Of Composite Resin

Abstract

The existence of composite resin as dental restorative materials in the mouth will always be exposed to temperature changes from food or drink. The purpose of this study was to evaluate the effect of temperature on water absorption and solubility of the composite resin. Thirty samples made from nanofiller composite resin with a diameter of 15 μm and a thickness of 1 mm. The samples were divided into three test groups ($n=10$) that is immersed at 50 (I), 37 (II) and 5 $^{\circ}\text{C}$ (III). The testing procedure of water sorption and solubility of the composite resin made according to the ISO 4049: 2000 specifications. Data will be analyzed by one-way ANOVA and Least Significance Data test ($p \leq 0,05$). The results showed there is significant differences of the water sorption ($p=0,045$) and solubility ($p=0,018$). The highest water sorption is group I ($0,0057 \pm 0,007 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) than group II ($0,0028 \pm 0,0013 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) and group III ($0,0005 \pm 0,0006 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). While the highest solubility values are in group I ($0,003 \pm 0,0027 \mu\text{g}/\text{mm}^3$), than group II ($0,002 \pm 0,0013 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) and group III ($0,001 \pm 0,00 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). It can be concluded that temperature could increase water sorption and solubility of composite resin.

Keywords: temperature, water sorption and solubility, composite resin

Pendahuluan

Pemakaian resin komposit sebagai bahan restorasi gigi di dalam mulut akan selalu berkontak dengan air yang berasal dari makanan atau minuman dan saliva. Penyerapan air merupakan sifat yang khas ketika resin komposit berada di lingkungan rongga mulut sebagai bahan restorasi. Ketika resin komposit berkontak dengan air, terjadi dua mekanisme yaitu penyerapan air yang akan menyebabkan penambahan berat dan kelarutan komponen seperti bahan pengisi dan monomer sisa yang menghasilkan kehilangan berat.¹

Fenomena penyerapan air dan kelarutan dapat memicu proses kimiawi dan fisik sehingga menghasilkan efek perusakan pada struktur resin komposit. Degradasi hidrolitik akan merusak ikatan kimia resin

atau akan terjadi pelunakan melalui aksi plastisitas air. Perusakan ini dapat berdampak pada tampilan klinis dan sifat mekanis.²

Selain kelembaban, suhu juga paling sering memberikan paparan pada resin komposit ketika di dalam rongga mulut.³ Ketika bahan restorasi ditempatkan dalam lingkungan rongga mulut, bahan tersebut akan secara konstan terpapar dengan perubahan suhu yang berasal dari asupan makanan dan minuman yang memiliki suhu yang berbeda-beda. Suhu di rongga mulut biasanya bervariasi dari 0 hingga 60-70 $^{\circ}\text{C}$. Suhu digunakan seseorang untuk mendapatkan aroma makanan atau minuman.⁴ Sebagai contoh, kopi dengan suhu panas lebih dipilih oleh sebagian orang daripada kopi yang dingin. Begitu juga dengan es krim akan mempunyai rasa yang lebih nikmat jika dimakan dalam keadaan

dingin. Suhu panas yang dapat diterima oleh jaringan rongga mulut adalah sekitar 50°C sedangkan suhu yang dingin adalah 5°C.⁵

Perubahan suhu ini akan menimbulkan efek yang tidak diinginkan pada resin komposit. Perubahan suhu akan mempengaruhi sifat-sifat mekanis bahan restorasi dan gigi dapat berubah. Jin (2009) menyatakan bahwa pemberian perlakuan suhu dapat mempengaruhi kekuatan, kekerasan dan derajat konversi resin komposit.⁶ Walter R dkk (2009) menyatakan bahwa resin komposit akan menyerap air lebih tinggi jika direndam pada suhu yang lebih tinggi.⁷

Beberapa penelitian mengemukakan bahwasuhudapat mempengaruhi penyerapan air dan kelarutan resin komposit.^{8,9} Akan tetapi berdasarkan pengetahuan kami, belum ada penelitian yang mengevaluasi pengaruh suhu air 50, 37 dan 5°C terhadap penyerapan air dan kelarutan resin komposit. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh suhu 50, 37, dan 5°C terhadap penyerapan air dan kelarutan resin komposit partikel nano. Hipotesa penelitian ini adalah tidak ada pengaruh suhu 50, 37 dan 5°C terhadap penyerapan air dan kelarutan resin komposit partikel nano.

Metode penelitian

Pembuatan sampel

Sampel pada penelitian ini terbuat dari resin komposit partikel nano (Filtek Z350 XT, 3M, ESPE, St. Paul, MN, USA) dengan komposisi seperti yang tercantum pada tabel 1. Resin komposit dimasukkan ke dalam *mould* dari besi berdiameter 15 mm dan tebal 1 mm. Penyinaran dilakukan pada 5 titik penyinaran dengan waktu penyinaran masing-masing 20 detik. Jarak penyinaran adalah 1 mm. Sampel dibuat sebanyak 30 buah yang dibagi menjadi 3 kelompok perlakuan, yaitu kelompok sampel yang direndam pada suhu 50°C (I), 37°C (II), dan 5°C (III).

Pengujian Penyerapan Air dan Kelarutan

Prosedur pengujian penyerapan air dan kelarutan dilakukan berdasarkan ISO 4049:2000. Sampel dimasukkan ke dalam desikator berisi silika gel dan disimpan di dalam inkubator 37°C selama 24 jam kemudian dipindahkan ke inkubator 23°C selama 1 jam. Sampel dikeluarkan dari desikator kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital (Tanita KD-200, Japan) untuk mendapatkan berat awal (M1). Kemudian sampel direndam di dalam akuades sebanyak 5 ml dengan suhu 50°C (I), 37°C (II), dan 5°C (III) selama 7 hari. Untuk sampel pada kelompok I dimasukkan ke dalam *waterbath* (Mettler, Germany) untuk mendapatkan suhu 50°C, sampel pada kelompok II dimasukkan ke dalam inkubator (Mettler, Germany) untuk mendapatkan suhu 37°C dan sampel pada kelompok III dimasukkan ke dalam kulkas (AUCMA, China) untuk mendapatkan suhu 5°C. Setelah 7 hari, sampel dikeluarkan dan dikeringkan selama 1 menit dengan kertas tisu lalu ditimbang untuk mendapatkan berat setelah perendaman (M2). Sampel kembali dimasukkan ke dalam desikator berisi silika gel dan disimpan di dalam inkubator 37°C selama 24 jam lalu dipindahkan ke inkubator 23°C selama 1 jam. Sampel dikeluarkan dan ditimbang untuk mendapatkan berat rekondisi (M3). Nilai penyerapan air dihitung dengan menggunakan rumus : $W_{sp} = (M2 - M3)/V$, sedangkan nilai kelarutan dihitung dengan menggunakan rumus : $W_{st} = (M1 - M3)/V$, dimana V adalah volume sampel.

Analisis Statistik

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan uji ANOVA satu arah dan Least Significance Data dengan signifikansi $p \leq 0,05$.

Hasil

Penyerapan Air

Hasil penelitian menunjukkan nilai penyerapan air pada kelompok I yaitu $0.0057 \pm 0,007 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, kelompok II dengan nilai $0.0028 \pm 0,002 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ dan kelompok III dengan nilai $0.0005 \pm 0,003 \mu\text{g}/\text{mm}^3$.

Tabel 1. Komposisi Bahan Penelitian

No.	Bahan	Merek Dagang	Komposisi
	Resin komposit nanofiller	Filtek Z350 XT (3M ESPE, St.Paul,MN,USA)	- Bis GMA - TEGDMA - Zirconia/Silica filler dan Zirconia/Silica cluster filler (78,55%wt atau 63,3 %vol)

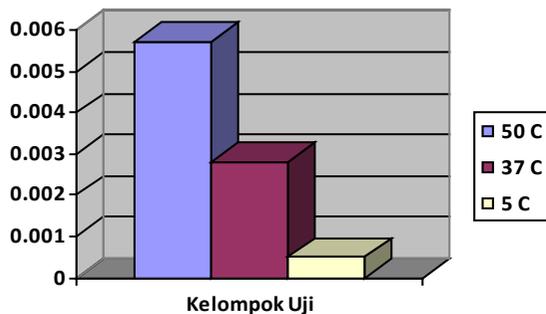
Tabel 2. Hasil analisis uji Anova satu arah penyerapan air resin komposit nanofiller setelah direndam pada suhu 50,37 dan 5°C

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	,3482	,045
Within Groups	,000	27	,000		
Total	,000	29			

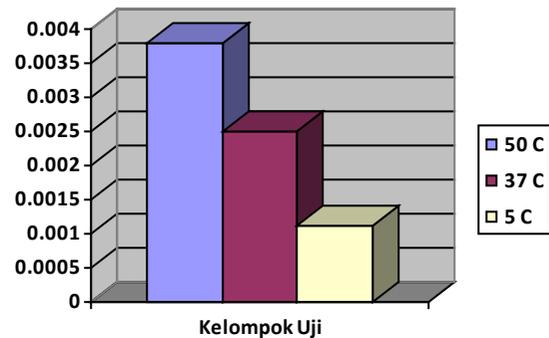
Tabel 3. Hasil Uji Least Significant Difference penyerapan air resin komposit nanofiller setelah direndam pada suhu 50, 37 dan 5°C

Kelompok	Kelompok 50°C	Kelompok 37°C	Kelompok 5°C
50°C	-	0,164	0,014*
37°C	0,164	-	0,239
5°C	0,014*	0,239	-

*terdapat perbedaan signifikan



Gambar 1. Grafik Nilai Penyerapan Air Resin Komposit Partikel Nano Setelah Direndam Pada Suhu 50°C, 37°C dan 5°C.



Gambar 2. Grafik Nilai Kelarutan Resin Komposit Partikel Nano Setelah Direndam Pada Suhu 50°C, 37°C dan 5°C

Tabel 5. Hasil Uji Least Significant Difference kelarutan resin komposit nanofiller Setelah direndam pada suhu 50, 37 dan 5°C

Kelompok	Kelompok 50°C	Kelompok 37°C	Kelompok 5°C
50°C	-	0,170	0,005*
37°C	0,170	-	0,111
5°C	0,005*	0,111	-

*terdapat perbedaan yang signifikan

Tabel 4. Hasil analisis uji Anova satu arah pada nilai kelarutan resin komposit nanofiller setelah direndam pada suhu 50, 37, dan 5°C

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	4,684	,018
Within Groups	,000	27	,000		
Total	,000	29			

Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa penyerapan air tertinggi adalah pada kelompok sampel yang direndam pada suhu 50°C dan terendah pada suhu 5°C.

Hasil analisis statistik uji ANOVA satu arah menunjukkan tidak ada perbedaan penyerapan air yang signifikan antar kelompok perlakuan. Diperoleh nilai signifikansinya $p=0,728$ seperti yang ditampilkan pada tabel 2.

Hasil analisis uji *least significance data* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan (tabel 3).

Kelarutan

Nilai kelarutan yang diperoleh untuk kelompok I yaitu $-0,003 \pm 0,0027 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, kelompok II yaitu $-0,002 \pm 0,0013 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ dan kelompok III yaitu $-0,001 \pm 0,00 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. Dari hasil yang diperoleh dapat dilihat bahwa kelarutan tertinggi terdapat pada kelompok sampel yang direndam pada suhu 50°C dan terendah pada suhu 5°C.

Akan tetapi, terdapat perbedaan kelarutan yang signifikan antar kelompok perlakuan dengan nilai signifikansi $p= 0,018$ (tabel 4).

Berdasarkan hasil analisis uji *least significance data* menunjukkan perbedaan signifikan antara kelompok 50°C dengan 5°C. Sedangkan antara kelompok 50°C dengan 37°C dan kelompok 37°C dengan 5°C tidak terdapat perbedaan yang signifikan (tabel 5).

Pembahasan

Salah satu kekurangan dari resin komposit adalah penyerapan air dalam jumlah tertentu jika berada di lingkungan

yang memiliki kelembaban yang tinggi. Penyerapan air pada resin komposit terjadi melalui proses difusi terkontrol. Proses ini terjadi pada matriks resin yang bersifat hidrofilik.¹ Penyerapan air adalah jumlah air yang diserap oleh resin komposit selama waktu tertentu. Ketika resin komposit menyerap air, akan terjadi perubahan sifat dan akan mengurangi kualitasnya sebagai bahan restorasi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi penyerapan air pada resin komposit, yaitu jenis resin, bahan pengisi, ukuran bahan pengisi, reaktifitas glass dan ada atau tidaknya silane.¹⁰

Suhu dapat mempengaruhi penyerapan air pada resin komposit baik besar, distribusi dan kecepatannya.⁹ Suhu dapat meningkatkan mobilitas molekul air dan jaringan polimer resin komposit mengalami peregangan. Hal ini menyebabkan molekul air akan banyak terserap ke dalam resin komposit.⁶

Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa suhu dapat meningkatkan penyerapan resin komposit. Pada suhu 50°C, penyerapan air pada resin komposit lebih tinggi dibandingkan pada suhu 37 dan 5°C. Berdasarkan hasil analisis statistik terdapat perbedaan penyerapan air yang signifikan antara ketiga suhu yang berbeda tersebut. Hal ini bermakna ada pengaruh suhu terhadap penyerapan air pada resin komposit.

Air yang dapat diserap oleh resin komposit memiliki tiga bentuk, yaitu air bebas (*free water*), air terikat dan dapat membeku (*freezable bound water*) dan air terikat tidak dapat membeku (*non-freezable bound water*). Air bebas dan air terikat dapat membeku memiliki mobilitas yang tinggi dan daya plastisitasnya rendah. Sedangkan air terikat dan tidak membeku memiliki

mobilitas yang rendah dan memiliki daya plastisitas yang tinggi. Oleh karena daya plastisitasnya yang tinggi, jenis air ini dapat merusak rantai ikatan hidrogen, menginduksi pengembangan dan menyebabkan perubahan dimensi rantai polimer. Paparan air ini pada suhu yang tinggi terhadap resin komposit dapat menyebabkan degradasi kimia dan pembentukan retakan (*cracking*).¹¹

Pembentukan retakan ini dapat memudahkan air untuk berpenetrasi lebih dalam ke struktur polimer resin komposit. Suhu dan waktu paparan yang bervariasi dapat menyebabkan kerusakan pada struktur resin komposit. Hal ini dapat berimbas pada sifat fisik dan mekanis resin komposit.¹¹

Fenomena penyerapan air akan diikuti dengan kelarutan beberapa komponen resin komposit. Karena resin komposit memiliki sifat higroskopik dan hidrolitik jika berada pada lingkungan yang lembab. Proses hidrolitik menyebabkan larutnya beberapa komponen resin komposit. Kelarutan pada resin komposit merefleksikan sejumlah monomer yang tidak bereaksi yang terlarut di dalam air, begitu juga dengan bahan pengisi dan fotoinisiator yang memiliki berat molekul yang rendah.¹²

Pada penelitian ini, nilai kelarutan yang diperoleh juga meningkat pada suhu perendaman yang tinggi. Nilai kelarutan pada kelompok sampel yang direndam pada suhu 50°C lebih tinggi dibandingkan pada suhu 5°C. dan terdapat perbedaan kelarutan yang signifikan antara ketiga suhu yang berbeda. Hal ini juga bermakna bahwa suhu mempengaruhi kelarutan resin komposit.

Nilai kelarutan yang diperoleh pada penelitian ini bertanda negatif. Hal ini menandakan bahwa nilai penyerapan air lebih besar dibandingkan kelarutan, karena berat akhir lebih besar dibandingkan berat awal. Hal ini dipercaya bahwa beberapa molekul air yang berikatan dengan rantai polimer melalui ikatan hidrogen tetap berikatan dengan gugus polar sepanjang rantai polimer, sehingga mencegah kelarutan yang terjadi setelah proses desikasi.⁸

Hasil penelitian yang diperoleh sejalan dengan hasil penelitian Reddy (2006)

bahwa terdapat peningkatan penyerapan air dan kelarutan pada resin komposit yang berada pada suhu 60°C.¹³ Yiu (2006) bahwa peningkatan suhu akan meningkatkan penyerapan air dan kelarutan resin komposit.¹¹ Dengan keterbatasan yang ada pada penelitian ini, hipotesa penelitian tidak ada pengaruh suhu 50, 37 dan 5°C terhadap penyerapan air dan kelarutan resin komposit partikel nano ditolak.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu dapat meningkatkan nilai penyerapan air dan kelarutan resin komposit partikel nano.

Daftar Pustaka

1. Yap AU, Wee KE. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. *Oper Dent* 2002;27:147-53.
2. Al-Shekhli AAR, Hakimzadeh SMA. Sorption of nanofillerversus other conventional composites. *Journal of International Dental and Medical Research* 2012;5(2):73-6.
3. Airoidi G, Riva G, Vanelli M, Filippi V, Garattini G. Oral environment temperature changes induced by cold/hot liquid intake. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:58-63.
4. Tuncer D, Karaman E, Firat E. Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin?. *Eur J Dent* 2013;7:165-71.
5. Sugiaman VK. Peningkatan ambang persepsi dan ambang identifikasi pengecapian akibat minuman dingin rasa manis. *JKM* 2010;10(1):56
6. Jin MU, Kim SK. Effect of pre-heating on some physical properties of composite resin. *J Kor Acad Conts Dent* 2009;34 : 35.
7. Walter R, Swift EJ, Sheikh H, Ferracane JL. Effects of temperature on composite resin shrinkage. *Quintessence International*

- 2009, 40(10):843-47.
8. Muniz GRL, Souza EM, Raposo CC, Santana IL. Influence of heat treatment on the sorption and solubility of direct composite resins. *Indian Journal of Dental Research*, 2013; 24(6):708-12.
 9. Bao LR, And Yee AF. Effect of temperature on moisture absorption in bismailimide resin and its carbon fiber composites. *Polym J* 2002,43:3987-3997.
 10. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006;22:973-80.
 11. Yiu CKY et al. Effect of hidrophilicity and temperature on water sorption of dental adhesive resins. *Biomaterials* 2006;27:1695-1703.
 12. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials* 2006; 22:211-22.
 13. Reddy AM, Kumar D, Shivanna V. Thermal cyclic changes on water sorption and solubility of composite restoratives - An in-vitro study. *J Conserv Dent* 2006;9:63-71.