

Research Report

Perubahan suhu transisi kaca dan massa resin akrilik *heat cured* akibat kelembaban dan lama penyimpanan

(Changes in glass transition temperature and heat cured acrylic resin mass due to moisture and storage time)

Sherman Salim

Departemen Prostodonsia

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga

Surabaya - Indonesia

ABSTRACT

Background: Acrylic resins, especially poly methyl methacrylate (PMMA) was introduced in 1937. Acrylic resin has favorable properties, among others, aesthetic, color and texture similar to that of the gingival aesthetic in the mouth, relatively low water absorption and dimensional changes. However, some studies suggest that the duration of storage of acrylic resin will affect the changes in the glass transition temperature and the mass of acrylic resin. **Purpose:** The objective of this research was to study the effect of humidity and storage time led to changes in the glass transition temperature and the mass of the acrylic resin. **Methods:** The research method is experimental laboratory. Acrylic resin specimens are kept in conditions of humidity of 90%, 70%, 40% and 30% for 24 hours, one week, one month and two months. In this study used three methods of curing, namely conventional JIS, 24-hour curing at 70 °C and using the microwave. **Results:** Low humidity causes changes in the glass transition temperature and the mass of acrylic resin. Longer storage of acrylic resins in low humidity, can affect change greater than the glass transition temperature and the mass of acrylic resin. **Conclusion:** It can be concluded that the humidity and longer storage of acrylic resins can affect the glass transition temperature and a change in mass.

Key words: Acrylic resin, mass change, glass transitional temperature

ABSTRAK

Latar belakang: Resin akrilik terutama poli metil metakrilat (PMMA) telah diperkenalkan pada tahun 1937. Resin akrilik memiliki sifat yang menguntungkan antara lain estetik, warna dan tekstur mirip dengan gingiva sehingga estetik di dalam mulut baik, daya serap air relatif rendah dan perubahan dimensi kecil. Akan tetapi, dari beberapa penelitian menyatakan bahwa lamanya waktu penyimpanan resin akrilik akan berpengaruh pada perubahan suhu transisi kaca dan massa resin akrilik. **Tujuan:** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh kelembaban dan waktu penyimpanan yang menyebabkan perubahan suhu transisi kaca dan massa pada resin akrilik. **Metode:** Metode penelitian adalah eksperimen laboratoris. Spesimen resin akrilik disimpan dalam kondisi kelembaban 90%, 70%, 40% dan 30% selama 24 jam, satu minggu, satu bulan dan dua bulan. Dalam penelitian ini digunakan tiga metode curing, yaitu konvensional JIS, 24 jam curing pada suhu 70 °C dan menggunakan microwave. **Hasil:** Kelembaban rendah menyebabkan perubahan suhu transisi kaca dan massa resin akrilik. Penyimpanan lebih lama dari resin akrilik dalam kelembaban rendah, dapat

mempengaruhi perubahan yang lebih besar dari suhu transisi kaca dan massa dari resin akrilik. **Simpulan:** Dapat disimpulkan bahwa kelembaban dan penyimpanan yang lebih lama dari resin akrilik dapat mempengaruhi suhu transisi kaca dan perubahan massa.

Kata kunci: Resin akrilik, perubahan massa, suhu transisi kaca

Korespondensi (*correspondence*): Sherman Salim, Departemen Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jl. Mayjend. Prof. Dr. Moestopo No. 47 Surabaya 60132, Indonesia. E-mail: sherman.salim@yahoo.com

PENDAHULUAN

Di bidang prostodonsia, resin akrilik terutama poli metil metakrilat (PMMA) merupakan bahan pilihan utama dalam pembuatan basis gigi tiruan. Pada tahun 1937, PMMA telah diperkenalkan dan dengan cepat menggantikan bahan sebelumnya. Resin akrilik memiliki sifat yang menguntungkan yaitu estetis, warna dan tekstur mirip dengan gingiva sehingga estetis di dalam mulut baik, daya serap air relatif rendah dan perubahan dimensi kecil.^{1,2}

Beberapa penelitian mengenai gigi tiruan resin akrilik didapatkan lamanya waktu penyimpanan berpengaruh pada perubahan massa. Perubahan terbesar pada gigi tiruan terjadi selama 1 bulan pertama, setelah 2 bulan kemudian perubahan massa yang terjadi sangat kecil.³ Resin akrilik yang direndam air selama 1 bulan mengalami ekspansi, tetapi perubahan massa yang terjadi secara klinis tidak bermakna.^{4,5} Perbedaan penyimpanan berpengaruh pada gigi tiruan resin akrilik, hal ini disebabkan oleh sifat kimia dan fisik yang dimiliki resin akrilik yaitu bersifat menyerap air. Dengan perkataan lain bahwa resin akrilik dapat juga menyerap air dan udara, terutama di tempat yang lembab dengan tingkat kelembaban yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk melihat apakah semakin tinggi kelembaban udara pada penyimpanan resin akrilik akan menyebabkan semakin kecilnya perubahan massa dan suhu transisi kaca. Selain itu untuk mengetahui apakah penyimpanan resin akrilik yang lama pada kelembaban rendah akan menyebabkan perubahan massa dan suhu transisi kaca semakin besar.

BAHAN DAN METODE

Batang atau lempeng uji dibuat dari bahan resin akrilik *heat curing* dan *microwave curing*. Perbandingan air dan gipsum yaitu air 24 ml dan gipsum 10 gram. Gipsum diaduk di atas vibrator, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet. Batang uji diletakkan di tengah kuvet dan didiamkan sampai mengeras. Setelah gipsum mengeras permukaannya dilasi dengan *cold mould seal* sebagai separator dan kuvet diisi dengan adonan gipsum di atas vibrator. Selanjutnya batang uji yang telah di tanam dengan gipsum pada kuvet dibiarkan selama satu malam (24 jam).

Pada *heat curing* resin bubuk dan cairan di campur dengan perbandingan 10 gram dan 4.5 ml sesuai dengan petunjuk pabrik. Perbandingan bubuk dan cairan resin

microwave ialah 10 gram dan 4.3 ml juga sesuai dengan petunjuk pabrik. Setelah 20 menit adonan resin dimasukkan ke dalam cetakan yang sebelumnya dilasi dengan *cold mould seal*. Kuvet ditutup dan dipres dengan *hydraulic press* (Yoshida, Jepang) perlahan-lahan, kuvet dibuka dan kelebihan akrilik dipotong kemudian kuvet ditutup kembali dan dipres sampai tekanan 2200 psi atau 50 kg/cm². Prosedur ini diulang tiga kali kemudian dipindahkan pada klem.⁶

Batang uji resin akrilik dengan berbagai cara kuring dan ukuran yang diperlukan untuk masing-masing penelitian, kemudian dibagi menjadi lima kelompok. Kelompok I, direndam air pada suhu ± 24 °C. Kelompok II, diletakkan di udara pada kelembaban 90% (desikator + H₂O), setelah direndam air selama 3 bulan. Kelompok III, diletakkan di udara pada kelembaban 70% (desikator + NaBr), setelah direndam air selama 3 bulan. Kelompok IV, diletakkan di udara pada kelembaban 40% (desikator + CaCl₂), setelah direndam air selama 3 bulan. Kelompok V, diletakkan di udara pada kelembaban 30% (desikator + silica gel), setelah direndam air selama 3 bulan. Semua kelompok pada keadaan suhu ± 24 °C. Kemudian dilakukan pengukuran secara periodik setelah proses kuring selesai.

Untuk pengukuran perubahan massa maka batang uji resin akrilik harus direndam air sampai jenuh (*saturated*). Kemudian dilakukan pengukuran dengan cara ditimbang/*balance* dengan *Alsep Electronic Balance EX-200A* (Japan) secara periodik. Batang uji resin akrilik berbentuk persegi empat dengan ukuran 60 mm × 25 mm × 1.5 mm.

Pada penelitian ini, suhu transisi kaca diperiksa dengan *differensial thermal analysis*. Untuk uji sifat termal polimer, dilakukan pemeriksaan suhu transisi kaca dengan menggunakan alat *thermal analysis DT-30B* (Shimadzu, Japan). Dalam pemeriksaan ini digunakan *probe* dengan diameter 1 mm² dengan beban 22.1 g, rata-rata kenaikan suhu 5 °C/menit dan kepekaan 100 m serta kecepatan keras perekam 5 mm/menit.

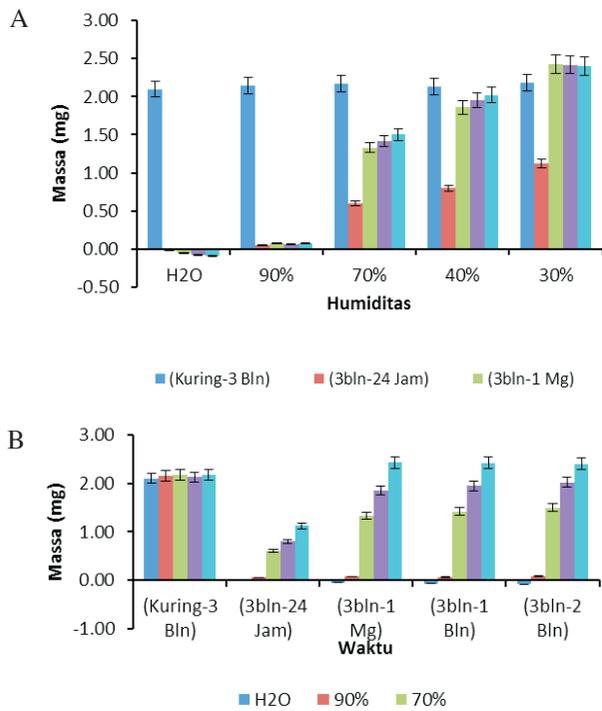
Data hasil pengukuran dikumpulkan dan ditabulasi menurut kelompok masing-masing kemudian dilakukan analisis statistik *multivariate* dan analisis ragam untuk menguji hipotesis nihil.

HASIL

Untuk menentukan perubahan massa resin akrilik dilakukan dengan cara di ukur dengan alat *Alsep electronic balance* setelah semua resin akrilik selesai polimerisasi dan

direndam di dalam air selama tiga bulan yang kemudian di tempatkan pada kelembaban 90%, 70%, 40%, 30%. Hasil analisis ragam pemeriksaan perubahan massa dilihat dari harga F menunjukkan bahwa perubahan massa resin akrilik sangat dipengaruhi oleh kelembaban ($F=6705.834$) dan lamanya waktu penyimpanan ($F=3482.580$) serta interaksi kelembaban-waktu.

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan kelembaban dan lama penyimpanan terhadap perubahan massa resin akrilik maka dilakukan uji LSD. Terdapat perbedaan yang bermakna pada perubahan massa resin akrilik menurut perbedaan waktu yaitu pengukuran setelah direndam air selama 3 bulan dan dalam kondisi kelembaban yang berbeda ($p \leq 0,05$). Perubahan massa resin akrilik dengan metode kuring konvensional JIS, pemanasan air selama 24 jam pada suhu 70 °C dan *microwave* menurut perbedaan

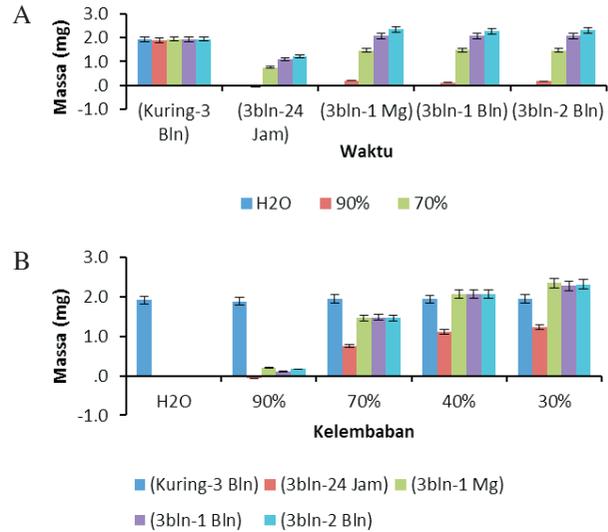


Gambar 1. Grafik perubahan massa resin akrilik konvensional JIS: A) menurut waktu; B) menurut kelembaban.

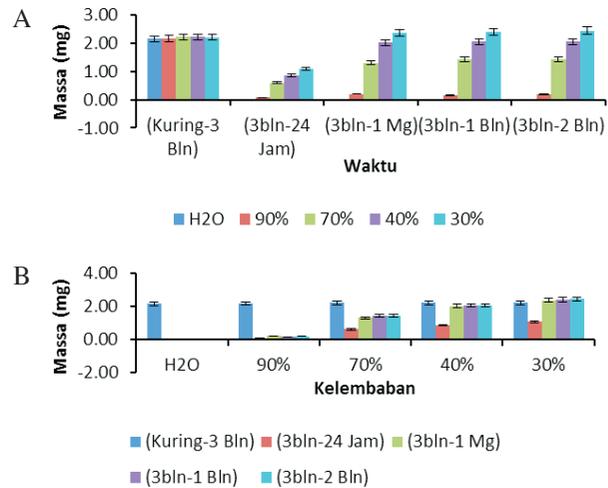
Tabel 1. Uji LSD suhu transisi kaca resin akrilik menurut kelembaban

Kelembaban	Kuring	3 bln (H ₂ O)	5 bln (H ₂ O)	90% (2 bln)	70% (2 bln)	40% (2 bln)	30% (2 bln)
Kuring	-		*	*	*	*	*
3 bln (H ₂ O)		-	*	*	*	*	*
5 bln (H ₂ O)			-	*	*	*	*
90% (2 bln)				-	*	*	*
70% (2 bln)					-	*	*
40% (2 bln)						-	*
30% (2 bln)							-

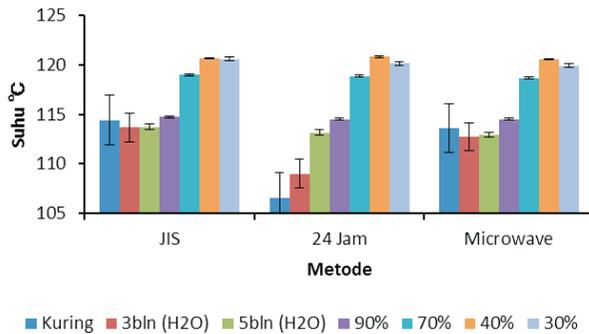
*: Secara statistik perbedaan bermakna ($\alpha = 0.05$)



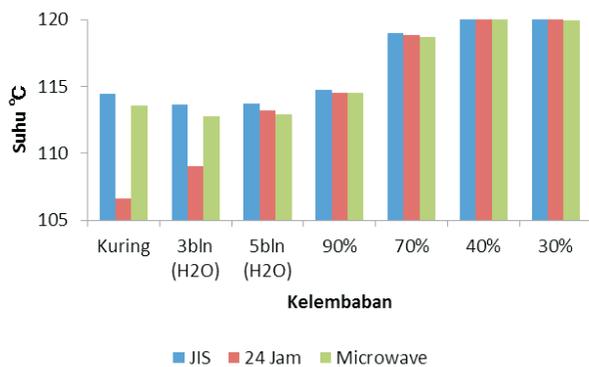
Gambar 2. Grafik perubahan massa resin akrilik pemanasan 24 jam suhu 70°C: A) menurut waktu; B) menurut kelembaban.



Gambar 3. Grafik perubahan massa resin akrilik *microwave*: A) menurut waktu; B) menurut kelembaban.



Gambar 4. Grafik suhu transisi kaca resin akrilik menurut metode kuring.



Gambar 5. Grafik suhu transisi kaca resin akrilik menurut kelembaban.

kelembaban dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.

Untuk menentukan adanya perubahan pada suhu transisi kaca resin akrilik maka digunakan alat analisis termomekanikal. Dari hasil analisis ragam pemeriksaan suhu transisi kaca dilihat dari harga F menunjukkan bahwa suhu transisi kaca sangat dipengaruhi oleh kelembaban ($F=401.049$). Selanjutnya dilakukan uji LSD untuk mengetahui manakah yang memberikan perbedaan (Tabel 1).

Dapat diamati bahwa menurut kondisi penyimpanan, terdapat perbedaan yang bermakna pada suhu transisi kaca resin akrilik ($p < 0,05$) setelah dikeringkan dan direndam air selama tiga bulan dengan direndam air lima bulan dan dua bulan pada kelembaban 90%, 70%, 40%, 30%. Selain itu, didapatkan perbedaan yang bermakna antara lima bulan direndam air dengan dua bulan pada kelembaban 90%, 70%, 40%, 30% dan kelembaban 90% dengan 70%, 40%, 30% serta kelembaban 70% dengan 40% dan 30% (Tabel 1). Suhu transisi kaca resin akrilik menurut metode dan kelembaban dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

PEMBAHASAN

Resin akrilik *heat cured* digunakan sebagai bahan penelitian oleh karena resin akrilik tipe ini yang umum

digunakan khususnya di Indonesia. Pemanasan dengan oven *microwave* akhir-akhir ini semakin khas penggunaannya dan waktu yang diperlukan untuk polimerisasi sangat singkat yaitu hanya tiga menit. Pada penelitian ini dipilih kondisi kelembaban 90%, 70%, 40%, 30% karena rata-rata kondisi kelembaban di Indonesia sekitar 70%-90%, kemudian dengan asumsi di negara yang mempunyai empat musim keadaan kelembaban yang terendah sekitar 30% dan 40%.

Dari analisis ragam dan uji LSD perubahan massa resin akrilik dapat disimpulkan bahwa kelembaban dan waktu penyimpanan memberikan perbedaan perubahan massa. Fenomena penyerapan air oleh resin akrilik selalu disertai perubahan dimensi, dapat disimpulkan bahwa perubahan dimensi erat kaitannya dengan perubahan massa air pada resin akrilik.^{7,8}

Pada penelitian ini didapatkan perubahan massa yang lebih besar pada cara kuring 24 jam pada suhu 70 °C dibandingkan dengan cara konvensional JIS dan *microwave*. Yang dapat memberikan perbedaan perubahan massa selain factor perbedaan cara kuring adalah keadaan awal atau kapasitas kandungan air yang terdapat pada resin akrilik. Demikian juga pengaruh kelembaban dan lama waktu pada perubahan massa resin akrilik sama dengan yang terjadi pada perubahan dimensi. Pada kelembaban rendah (30% dan 40%) didapatkan perubahan massa yang besar dibandingkan dengan resin akrilik yang ditempatkan pada kelembaban tinggi (70% dan 90%). Begitu juga dengan waktu, didapatkan perubahan massa yang besar setelah satu minggu ditempatkan pada kelembaban rendah (30% dan 40%).

Perubahan massa yang terjadi setelah satu minggu, satu bulan dan dua bulan hampir sama sehingga dapat dikatakan bahwa dalam waktu satu minggu telah tercapai keseimbangan air pada resin akrilik. Adapun proses maupun mekanisme perubahan massa resin akrilik dapat dijelaskan sebagai berikut: pada dasarnya perubahan massa air terjadi karena resin akrilik mempunyai sifat yang dapat menyerap dan melepaskan air yang berperan dalam proses ini adalah perpindahan massa air. Beberapa penelitian menyatakan bahwa perpindahan massa berdasarkan perpindahan bahan dari satu fase ke fase lain yang berbeda dengan pemisahan yang semata-mata berdasar mekanik.^{4,7,9}

Terjadinya perpindahan massa karena adanya perbedaan tekanan uap atau perbedaan kelarutan. Gaya dorong yang timbul pada perpindahan massa karena adanya perbedaan konsentrasi atau *gradient concentration*.

Dari hasil analisis ragam uji dan uji LSD suhu transisi kaca dapat disimpulkan bahwa perbedaan kelembaban berpengaruh pada suhu transisi kaca. Makin rendah kelembaban maka suhu transisi kaca makin tinggi. Hal ini menunjukkan jumlah kandungan air dalam resin akrilik mempengaruhi suhu transisi kaca. Sejalan dengan hal tersebut pada kelembaban rendah kekuatan resin akrilik juga meningkat. Sedangkan perbedaan metode kuring memberikan perbedaan suhu transisi kaca pada resin akrilik. Selain itu, suhu transisi kaca menentukan sifat fisik dan

mekanik resin akrilik. Resin akrilik dengan suhu transisi kaca yang tinggi akan mempunyai sifat fisik dan mekanik yang optimum. Suhu transisi kaca juga berhubungan langsung dengan berat molekul, bila berat molekul tinggi maka suhu transisi kaca juga tinggi dan kekuatan resin akrilik juga meningkat.^{10,11,12}

Dapat disimpulkan bahwa perubahan massa dan suhu transisi kaca resin akrilik sangat dipengaruhi oleh kelembaban dan lama waktu penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Dental materials: properties and manipulation. 7th ed. India: Mosby; 2000. p. 257-70.
2. Noort RV. Introduction to dental material. London: Mosby Inc; 2007. p. 219-22.
3. Ghani F, Moosa R. Effect of curing methods and temperature on porosity in acrylic resin denture bases. JPDA 2012; 21(03): 127-35.
4. Al-Nori AK, Hussain AMA, Rejab LT. Water sorption of heat-cured acrylic resin. Al-Rafidain Dent J 2007; 7(2): 186-94.
5. Widad A, Reta M, Abd Alwahid K. Filler reinforced acrylic denture base material. Part 2- Effect of water sorption on dimensional changes and transverse strength. J Coll Dentistry 2005; 17(1): 6-10.
6. Salim S. The differences of acrylic resin residual monomer levels with various polymerization method. Dent J (Majalah Kedokteran Gigi) 2011; 44(4): 196-9.
7. Gurbuz O, Unalan F, Dikbas I. Comparison of the transverse strength of six acrylic denture resins. OHDMBSC 2010; 10(1): 21-4.
8. Bettencourt AF, Neves CB, de Almeida MS, Pinheiro LM, Oliveira SA, Lopes LP, Castro MF. Biodegradation of acrylic based resins: A review. Dent Mater 2010; 26(5): e171-80.
9. Meloto CB, Silva-Concilio LR, Machado C, Riberio MC, Joia FA, Rizatti-Barbosa CM. Water sorption of heat-polymerized acrylic resins processed in mono and bimaxillary flasks. Braz Dent J 2006; 17(2): 122-5.
10. Celebi N, Yuzugullu B, Canay S, Yucel U. Effect of polymerization methods on the residual monomer level of acrylic resin denture base polymers. Polym Adv Technol 2008; 19: 201-6.
11. Kassim N, Wahab MS, Yusof Y, Rajion ZA, Sahar AJ. Physical properties and fracture surface of acrylic denture bases processed by conventional and vacuum casting fabrication technique. Proceeding of the 12th International Conference on QiR (Quality in Research), 2011; p. 1001-6.
12. Bayraktar G, Guvener B, Bural C, Uresin Y. Influence of polymerization method, curing process, and length of time of storage in water on the residual methyl methacrylate content in dental acrylic resins. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2006; 76(2): 340-5.