

PENGARUH KESADAHAN AIR SEBAGAI MEDIA PERENDAMAN TERHADAP PELEPASAN MONOMER SISA RESIN AKRILIK *HEAT CURED*

Viona Diansari, Liana Rahmayani, Ariefa Thaulia Rahim

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Syiah Kuala

ABSTRAK

Resin akrilik *heat cured* merupakan bahan yang paling sering digunakan untuk basis gigi tiruan, tetapi resin jenis ini memiliki kelemahan yaitu mengandung monomer sisa. Kandungan monomer sisa yang tinggi dapat menyebabkan iritasi dan hipersensitivitas terhadap jaringan rongga mulut. Perendaman basis resin akrilik dalam air merupakan cara efektif untuk meminimalkan jumlah monomer sisa pada resin akrilik, namun kualitas air yang digunakan perlu diperhatikan mengingat terdapat berbagai jenis kesadahan air. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral sehingga diduga dapat mempengaruhi jumlah pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kesadahan air sebagai media perendaman terhadap pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured*. Spesimen dalam penelitian ini berbentuk *disk* dengan diameter 50 ± 1 mm dan ketebalan $2 \pm 0,5$ mm. Spesimen sebanyak 30 dibagi dalam 3 kelompok yaitu 10 spesimen untuk perendaman dalam air sangat sadah, 10 spesimen untuk perendaman dalam air moderat sadah dan 10 spesimen untuk perendaman dalam aquades. Penelitian dilakukan dengan menentukan kurva kalibrasi monomer sisa di dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades. Selanjutnya spesimen tiap kelompok direndam dalam media perendaman selama 24 jam dan diukur jumlah monomer sisa yang terlepas menggunakan alat Spektrofotometer UV-Vis. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Oneway ANOVA*. Hasil analisis menunjukkan terdapat pelepasan jumlah monomer sisa yang tidak bermakna setelah direndam dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades ($p > 0,05$). Kesimpulan penelitian ini adanya pengaruh kesadahan air sebagai media perendaman terhadap pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured* yang tidak bermakna.

Kata kunci: Resin akrilik *heat cured*, air sangat sadah, air moderat sadah, aquades, monomer sisa, spektrofotometer UV-Vis

ABSTRACT

Heat cured acrylic resin is the most commonly material used for denture base, but this type of resin has the disadvantage of containing residual monomers. High content of residual monomers can cause irritation and hypersensitivity to oral tissues. Immersion in water base acrylic resin is an effective way to minimize the amount of residual monomer in acrylic resin, but the quality of the water used to note given that there are various types of water hardness. Hard water can cause precipitation of minerals thus could be expected to affect the amount of residual monomer release heat cured acrylic resin. The aim of this study was to determine the effect of water hardness as immersion media on the release of residual monomer from heat cured acrylic resin. Specimens in this study has disk form with a diameter of 50 ± 1 mm and a thickness of 2 ± 0.5 mm. Thirty specimens were divided into 3 groups of 10 specimens for immersion in very hard water, 10 specimens for immersion in moderate hardness of water and 10 specimens for immersion in aquades. The study was conducted with a calibration curve to determine residual monomer in the is very hard water, moderate hardness and aquades. Further specimens of each group were immersed in immersion media for 24 hours and measured the amount of residual monomer which separated using a UV-Vis spectrophotometer. Data were analyzed using ANOVA Oneway. The results showed that there was a release of residual monomer amount was not significant after immersion in very hard water, moderate hardness and aquades ($p > 0.05$). The conclusion of this study was the effect of water hardness as immersion media on releasing residual monomer of heat cured acrylic resin was not significant.

Key words: Heat cured acrylic resin, very hard water, moderate hardness, aquades, residual monomer, UV-Vis spectrophotometer

PENDAHULUAN

Resin akrilik digunakan pada bidang kedokteran gigi mulai tahun 1946. Sebanyak 98% dari semua basis gigi tiruan dibuat dari polimer atau kopolimer metil metakrilat. Polimer (metil metakrilat) murni tidak berwarna, transparan, dan padat. Resin akrilik merupakan suatu polimer yang mempunyai peran penting dalam pembuatan gigi tiruan lepasan, reparasi gigi tiruan, dan protesa maksilofasial untuk menggantikan struktur rongga mulut.^{1,2}

Berdasarkan jenisnya, resin akrilik terbagi atas *cold cured* dan *heat cured*. Secara umum, resin akrilik jenis *cold cured* lebih porus, dan kestabilan warnanya kurang dibandingkan dengan resin akrilik jenis *heat cured*. Resin akrilik jenis *heat cured* memenuhi syarat estetik, stabilitas warna baik, biaya rendah, cara pengerjaannya mudah, pembuatan dan reparasi mudah dan tidak larut dalam cairan mulut sehingga menjadi pilihan resin yang banyak digunakan.³ Namun, resin akrilik *heat cured* ini juga memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami porus, kekuatan terhadap benturan rendah, tidak tahan abrasi dan monomer sisa yang dapat menimbulkan reaksi alergi.⁴

Monomer sisa adalah sejumlah monomer yang tidak habis bereaksi setelah proses polimerisasi selesai.⁵ Monomer sisa yang dihasilkan oleh resin akrilik *heat cured* dapat mempengaruhi sifat fisik polimer yang dihasilkan karena monomer sisa akan bertindak sebagai *plasticizer* dan membuat plat resin akrilik menjadi lunak. Kandungan monomer sisa yang tinggi dapat menyebabkan iritasi dan hipersensitivitas terhadap jaringan rongga mulut.⁶

Salah satu cara untuk meminimalkan monomer sisa yang terlepas dari resin akrilik untuk bahan basis gigi tiruan adalah dengan cara melakukan perendaman basis resin akrilik dalam air selama 24 jam pada suhu 22 °C.⁷ Perendaman basis resin akrilik dalam air merupakan cara efektif untuk meminimalkan jumlah monomer sisa pada resin akrilik. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Haridhi (2012) bahwa terjadi penurunan pelepasan jumlah monomer sisa seiring dengan meningkatnya durasi perendaman dalam aquades. Pelepasan monomer sisa paling tinggi terjadi pada 24 jam pertama.⁸ Menurut penelitian Rao (2012), perendaman basis resin akrilik *heat cured* dalam aquades

pada suhu ruangan selama 72 jam menunjukkan konsentrasi monomer sisa yang terus menurun dan konsisten pada 72 jam.⁹

Kualitas air perlu diperhatikan untuk digunakan sebagai media perendaman resin akrilik *heat cured* guna meminimalkan jumlah monomer sisa, mengingat terdapat berbagai kualitas air yaitu air sadah dan nonsadah sehingga dapat ditentukan air yang tepat untuk perendaman resin akrilik guna meminimalkan jumlah monomer sisa. Air sadah merupakan air tanah yang mengandung ion kalsium dan magnesium dalam bentuk garam-garam bikarbonat. Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah jika dikonsumsi dalam jangka panjang seperti sakit perut dan gangguan pada ginjal.¹⁰ Air sadah juga dapat menyebabkan pengendapan mineral sehingga diduga juga dapat mempengaruhi jumlah pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured*. Pelepasan monomer sisa ke dalam larutan terjadi secara difusi. Difusi merupakan suatu proses perpindahan atau pergerakan zat dari yang berkonsentrasi tinggi ke zat yang berkonsentrasi rendah.¹¹ Dalam hal ini diduga pelepasan monomer sisa ke dalam air sadah yang mengandung zat terlarut (konsentrasi tinggi) dapat terhambat atau terjadi pelepasan monomer sisa yang lebih sedikit dibandingkan dengan pelepasan monomer sisa ke dalam aquades yang merupakan media perendaman netral dan tidak mengandung zat terlarut.

Penelitian mengenai penggunaan air sadah dalam perendaman resin akrilik *heat cured* belum dilakukan sehingga perlu diketahui apakah air sadah dapat digunakan sebagai bahan perendaman resin akrilik guna meminimalkan jumlah monomer sisa. Penggunaan air sadah ini akan dibandingkan dengan penggunaan aquades dengan tujuan melihat jenis air yang efektif untuk pelepasan jumlah monomer sisa resin akrilik *heat cured*. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kesadahan air sebagai media perendaman terhadap pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratoris yang dilakukan di Laboratorium Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium FMIPA Unsyiah. Spesimen

yang digunakan adalah resin akrilik *heat cured* (merek QC-20) dengan komposisi terdapat pada Tabel 1. Kriteria spesimen memiliki permukaan halus dan rata serta tidak porus. Spesimen berbentuk disk dengan diameter = 50 ± 1 mm dan ketebalan $2 \pm 0,5$ mm.¹² Jumlah total spesimen yang dipersiapkan sebanyak 30 spesimen yang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu masing-masing 10 spesimen untuk perendaman dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades.

Tabel 1. Komposisi Resin Akrilik *Heat Cured*

Jenis Resin Akrilik	Komposisi	
QC-20	Bubuk	Cairan
	PMMA (<i>polymethyl metacrylate</i>)	MMA (<i>methyl metacrylate</i>)
	BPO (<i>benzoil peroxide</i>)	EGDMA (<i>ethylene glycol dimethacrylate</i>)

Pembuatan spesimen pertama sekali dilakukan dengan pembuatan model malam yang berukuran $d= 51 \pm 1$ mm dan $t= 3 \pm 0,5$ mm. Ukuran ini bertujuan agar spesimen resin akrilik dapat dirapikan dan dihaluskan menjadi ukuran $d= 50 \pm 1$ mm dan $t= 2 \pm 0,5$ mm.¹² Kuvet yang telah diolesi vaselin pada permukaan dalam, kemudian diisi dengan gips (menggunakan perbandingan air dan bubuk sesuai aturan pabrik). Setelah itu model malam dimasukkan ke dalam kuvet dan permukaan model malam rata dengan adonan gips. Kuvet atas dicobakan sebelum adonan gips mengeras. Setelah adonan gips mengeras permukaan gips diolesi vaselin. Kuvet atas dipasangkan kemudian disiapkan adonan gips kedua. Kuvet atas diisi hingga penuh, dipasang tutup kuvet dan sekrup kemudian dipres hingga rapat (*metal to metal*). Sekrup dikencangkan kemudian ditunggu sampai adonan gips mengeras. Kuvet kemudian direndam dalam air mendidih selama 5 menit. Kuvet diangkat untuk mengeluarkan malam yang telah lunak kemudian dibersihkan *mold space* dengan menyiramkan air mendidih yang telah diberi deterjen hingga bersih dan didinginkan selama 1 jam.¹³

Permukaan *mold space* diolesi dengan CMS menggunakan kuas dan ditunggu hingga kering. Cawan porselen disiapkan untuk mencampur bubuk dan cairan dengan rasio

bubuk : cairan (3 : 1 satuan volume).¹⁴ Cairan dituangkan ke dalam cawan porselen dan bubuk ditambahkan sedikit-sedikit sampai semua cairan terserap. Setelah mencapai *fase dough stage* diambil seluruh adonan menggunakan semen spatula dan diletakkan di dalam *mold space*. Permukaan adonan dilapisi dengan kertas *cellophan*. Kuvet atas dipasang beserta tutupnya dan dilakukan pengepresan ringan. Kuvet atas dibuka dan dibuang kelebihan adonan, dilakukan berulang kali sampai kuvet *metal to metal* (kontak). Bila ada bagian yang porus ditusuk dengan sonde dan diolesi monomer. Bila tidak ada lagi kelebihan akrilik dan porus kertas *cellophan* dibuka dan dapat dilakukan pengepresan akhir.^{13,15}

Kuvet yang telah berisi resin akrilik *heat cured* kemudian dimasukkan ke dalam panci yang berisi air mendidih (± 100 °C) sampai di atas kuvet dan suhu air akan turun. Setelah air kembali mendidih tunggu hingga 20 menit lalu dibiarkan sampai dingin, kemudian kuvet diangkat dari air.¹³ Spesimen resin akrilik *heat cured* dikeluarkan dari kuvet. Kelebihan akrilik dibuang dengan *acrylic trimmer/stone bur* dan dihaluskan dengan kertas pasir no. 400, 1000, 1200 hingga permukaan spesimen rata. Kemudian dipoles dengan menggunakan *pumice* dan bulu domba sampai permukaan spesimen halus dan mengkilap serta ukurannya tetap dijaga ($d= 50 \pm 1$ mm dan $t= 2 \pm 0,5$ mm).

Prosedur perendaman spesimen yang telah dipersiapkan dibagi menjadi tiga kelompok. Kelompok I terdiri dari 10 spesimen yang direndam di dalam air sangat sadah 10 ml, kelompok II terdiri dari 10 spesimen direndam di dalam air moderat sadah 10 ml dan kelompok III terdiri dari 10 spesimen direndam di dalam aquades yang masing-masing dimasukkan ke dalam vial plastik yang tertutup pada suhu ruangan 25 ± 3 °C. Setelah dilakukan perendaman selama 24 jam, spesimen dikeluarkan dari vial plastik. Hasil perendaman tersebut disebut sebagai larutan uji. Dari setiap larutan diambil ± 4 ml kemudian dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer untuk menentukan jumlah monomer sisa yang terlepas.

Pengukuran jumlah monomer sisa yang terlepas diawali dengan menentukan panjang gelombang maksimum melalui kurva standar yang menggunakan larutan metil metakrilat (MMA) murni. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan aquades sebagai blanko. Setelah

dilakukan kalibrasi, penentuan nilai panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) dengan cara MMA murni dimasukkan kedalam spektrofotometer dengan panjang gelombang 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, dan 300 sehingga didapatkan nilai absorbansinya. Kemudian dibuat kurva hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang berdasarkan data yang diperoleh. Panjang gelombang maksimum (λ_{\max}) ditentukan dari nilai absorbansi tertinggi dari kurva tersebut. Selanjutnya, ditentukan persamaan garis antara kurva absorbansi dan konsentrasi sebagai kurva standar dengan cara spektrofotometer yang akan digunakan diatur pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh. Larutan MMA dengan konsentrasi 0,1%, 0,075%, 0,050%, 0,025%, 0,010% yang telah dipersiapkan dimasukkan satu persatu ke dalam spektrofotometer kemudian dicatat nilai absorbansinya dan dibuat kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan MMA beserta persamaan garisnya. Pelarut yang digunakan untuk pembuatan larutan MMA adalah air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades sehingga diperoleh 3 buah kurva standar. Penentuan konsentrasi metil metakrilat (MMA) pada larutan uji dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer yang memiliki dua kuvet masing-masing berukuran ± 4 ml, kuvet pertama untuk indikator pelarut yang berupa aquades dan kuvet kedua untuk media perendaman yang diuji. Kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer untuk diukur, menggunakan panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh. Hasil yang diperoleh dinyatakan dengan nilai absorbansi (y). Setelah itu dihitung nilai konsentrasi MMA pada media uji dengan persamaan $y=mx+c$.

Hasil pengukuran dikumpulkan dan ditabulasi menurut kelompok perendaman masing-masing. Analisis data menggunakan *Oneway ANOVA* dengan nilai kemaknaan ($p<0,05$) untuk mengetahui perbedaan nilai rerata jumlah monomer sisa antara perendaman dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades.

HASIL PENELITIAN

Data dari hasil penelitian ini menunjukkan rerata dan standar deviasi dari jumlah monomer sisa resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades selama 24 jam

(Tabel 2). Jumlah monomer sisa dihitung menggunakan persamaan yang didapat dari masing-masing kurva kalibrasi metil metakrilat (MMA) dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades. Nilai persamaan yang didapat pada air sangat sadah berupa $y=0,322x+0,008$, pada air moderat sadah berupa $y=0,300x+0,004$, dan pada aquades berupa $y=0,269x+0,001$. Berdasarkan Tabel 2. terlihat bahwa perendaman dalam aquades menunjukkan jumlah monomer sisa yang lebih tinggi dibandingkan perendaman dalam air sangat sadah dan air moderat sadah.

Tabel 2. Rerata \pm Standar Deviasi Jumlah Monomer Sisa Resin Akrilik *Heat Cured* Berdasarkan Kesadahan Air

Kesadahan Air	Konsentrasi Monomer Sisa (%) $\bar{X} \pm SD$	<i>p</i>
Air Sangat Sadah	0,009 \pm 0,050	
Air Moderat Sadah	0,011 \pm 0,019	0,686
Aquades	0,021 \pm 0,014	

*bermakna (Uji *Oneway ANOVA* $p<0,05$)

Rerata konsentrasi monomer sisa resin akrilik *heat cured* dianalisis menggunakan uji *Oneway ANOVA*. Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan konsentrasi monomer sisa resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades tidak bermakna dengan nilai $p>0,05$ (Tabel 2).

PEMBAHASAN

Kesadahan air atau biasa disebut dengan air sadah adalah air yang mengandung mineral-mineral tertentu, umumnya ion kalsium dan magnesium dalam bentuk garam karbonat. Dalam penelitian ini, air sangat sadah (201-500 mg/l) yang digunakan berasal dari daerah yang dekat dengan laut (Punge Jurong), air moderat sadah (101-200 mg/l) yang digunakan berasal dari daerah yang dekat dengan pegunungan (Ketapang) dan aquades sebagai air lunak (0-55 mg/l). Ketiga jenis kesadahan tersebut ditetapkan berdasarkan hasil pengukuran kesadahan yang telah dihitung nilainya sesuai dengan standar uji kesadahan air menggunakan larutan EDTA.

Air sadah tersebut digunakan sebagai media perendaman resin akrilik *heat cured* untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh

terhadap pelepasan monomer sisa. Monomer sisa adalah sejumlah monomer yang tidak habis bereaksi selama proses polimerisasi berlangsung dan menyebabkan iritasi jaringan mulut, inflamasi dan alergi sehingga jumlahnya harus dikurangi. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini berupa nilai konsentrasi monomer dalam satuan persentase yang diperoleh dari masing-masing hasil perhitungan persamaan garis lurus. Nilai persamaan garis lurus pada air sangat sadah $y=0,322x+0,008$, pada air moderat sadah $y=0,300x+0,004$ dan pada aquades $y=0,269x+0,001$.

Variabel y adalah nilai absorbansi yang merupakan hasil pengukuran monomer sisa yang diperoleh dari alat spektrofotometer UV-Vis. Variabel m merupakan gradien dengan nilai masing-masing berupa 0,322, 0,300 dan 0,269. Variabel x adalah konsentrasi monomer sisa yang terlepas. Persamaan garis lurus tersebut didapat dari kurva nilai absorbansi metil metakrilat (MMA) dalam air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades terhadap konsentrasi larutan standar 0,1%, 0,075%, 0,050%, 0,025% dan 0,010%. Berdasarkan masing-masing persamaan garis lurus tersebut didapatkan masing-masing konsentrasi monomer sisa resin akrilik *heat cured* seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis statistik berupa *Oneway ANOVA*, menunjukkan bahwa terjadi perbedaan pelepasan monomer sisa yang tidak bermakna antara air sangat sadah, air moderat sadah dan aquades. Jumlah pelepasan monomer sisa tertinggi diperoleh pada perendaman selama 24 jam dalam aquades dengan konsentrasi sebesar 0,021%. Jumlah monomer sisa yang berdifusi ke dalam air sangat sadah dan air moderat sadah terlihat lebih sedikit dibandingkan yang terlepas dalam aquades. Difusi merupakan suatu proses perpindahan atau pergerakan zat dari yang berkonsentrasi tinggi ke zat yang berkonsentrasi rendah. Semakin besar perbedaan konsentrasi antara dua zat maka kecepatan difusi zat tersebut semakin tinggi, sebaliknya pada dua zat yang hampir sama konsentrasinya, kecepatan difusi akan menurun. Jika keseimbangan pada kedua zat yang berdifusi telah tercapai, proses difusi tidak terjadi lagi. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Hardianti (2013) bahwa jumlah monomer sisa yang berdifusi dalam rebusan daun sirih 5% terlihat

lebih sedikit dibandingkan yang terlepas ke dalam aquades. Hal ini disebabkan oleh media perendaman rebusan daun sirih 5% mengandung kandungan partikel dari daun sirih sehingga kemampuan difusi monomer sisa ke dalam rebusan daun sirih 5% lebih kecil dibandingkan kemampuannya berdifusi ke dalam aquades.¹⁶

Pada media perendaman air sangat sadah dan air moderat sadah terdapat kandungan mineral-mineral tertentu yaitu ion kalsium dan magnesium dalam bentuk garam karbonat yang lebih tinggi dibandingkan dengan aquades sehingga menyebabkan jumlah monomer sisa yang terlepas dari resin akrilik *heat cured* ke dalam air sangat sadah dan moderat sadah lebih sedikit dibandingkan aquades. Pengaruh kesadahan air tersebut sebagai media perendaman terhadap pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured* secara analisis statistik nilai yang diperoleh tidak signifikan. Hal ini diduga karena difusi monomer sisa ke dalam air moderat sadah, air sangat sadah dan aquades terjadi dengan laju yang tidak jauh berbeda, sehingga tidak terlalu menghambat pelepasan monomer sisa.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan yang tidak bermakna jumlah pelepasan monomer sisa resin akrilik *heat cured* seiring dengan meningkatnya kesadahan air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Coulthwaite E, Verran J, Potensia. Pathogenic aspect of denture plaque. *Br Journal Biomed Sci* 2007;64:181-185.
2. Pribadi SB, Yogiharto M, Agustina TH. Perubahan kekuatan impak resin akrilik polimerasi panas dalam perendaman larutan cuka apel. *Jurnal Dentofasial* 2010;9:13-14.
3. Combe EC. *Notes on Dental Materials*. 6th Ed. Churchill Living stone Edinburgh London Madrid Melbourne New York and Tokyo. 1992; 26-31, 157-163.
4. Erwid Factur. Efektifitas ekstrak daun dewa terhadap pertumbuhan candida albicans pada plat dasar gigi tiruan resin akrilik. *Artikel Ilmiah*. Fakultas Kedokteran Gigi UNISULLA. Semarang. 2010.
5. Hatrick CD, Stephen EW, William FB. *Dental Materials: Clinical Applications*

- for Dental Assistans and Dental Hygienist. USA: Saunders. 2003; 251-255.
6. Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Material..* St. Louis: Mosby Co. 2002; **11**: 271-279.
 7. Kedjarune, Nongluk, Sittichai. Release of methyl methacrylate from heat cured and autopolymerized resin: Cytotoxicity testing related to residual monomer. *Australian Dental Journal* 1999;**44(1)**:25-30.
 8. Haridhi Maria F. Pengaruh Durasi Perendaman Resin Akrilik *Heat Cured* dalam Air Terhadap Pelepasan Monomer Sisa. Fakultas Kedokteran. Universitas Syiah Kuala. *Skripsi* 2012.
 9. Rao PS, Mahesh P, Kumar HC, Reddi NRM, Vijaya SV. Comparison of residual monomer and water absorption in acrylic resin samples processed with microwave and conventional heat cure polymerization methods – invitro study. *Annals and Essences Dentistry* 2012;**5**: 25-29.
 10. Mifbakhuddin. Pengaruh ketebalan karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis. *Jurnal Ekpiansi* 2010;**5(2)**.
 11. Konrad Michael. *Science is Art*. Diffusion, 2009; http://www.scienceisart.com/A_Diffus/DiffusMain_1.html, 19 Februari 2013.
 12. Mei FH, Chao C, Chao YC. Residual monomer relasing from acrylic denture base in water. *Chin Dental Journal* 2010.
 13. Putri RD. Pengaruh minuman kopi Ulee Kareng terhadap kekerasan basis gigi tiruan resin akrilik. Fakultas Kedokteran. Universitas Syiah Kuala. *Skripsi* 2010; 20-24.
 14. Eckert SE, Jacob RF, Fenton AH, Stern RM. *Prosthodontics Treatment for The Edentulous Patients*. 12th Ed. India: Mosby. 2004; 192-193.
 15. Craig RG, Power JM, Wataha JC. *Dental Material: Properties and Manipulation*. 8th Ed. St. Louis: Mosby. 2004; 271-292.
 16. Hardianti F. Pengaruh durasi perendaman resin akrilik *heat cured* dalam rebusan daun sirih 5% terhadap jumlah monomer sisa. Fakultas Kedokteran. Universitas Syiah Kuala. *Skripsi* 2013.