

Pengaruh Larutan Natrium Klorida (35%) Sebagai Media Pemanasan (Curing) Terhadap

Kekuatan Impak Resin Akrilik Heat Cured

Universitas Brawijaya

Ravo Nirina Rakotoarison*, Kartika Andari Wulan**, Diwya Nugrahini Hapsari**

* Mahasiswa Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

** Dosen Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

ABSTRAK.

Resin akrilik telah digunakan sebagai basis gigi tiruan selama lebih dari 60 tahun dan saat ini resin akrilik *heat cured* merupakan polimer yang paling banyak digunakan dalam pembuatan basis gigi tiruan karena bernilai estetis dan ekonomi, memiliki sifat fisis dan mekanis yang cukup baik, dan mudah dimanipulasi dengan peralatan yang sederhana. Resin akrilik *heat cured* merupakan resin yang digunakan untuk protesa yang diaktivasi dengan panas. Metode yang sering digunakan untuk pemanasan (*curing*) adalah menggunakan media air dalam suhu 74°C selama kurang lebih 2 jam, kemudian suhu air ditingkatkan hingga suhu mendidih (100°C) selama 60 menit. Hal ini menyebabkan proses pemanasan lama. Untuk mempercepat proses pemanasan resin akrilik *heat cured* dapat menggunakan larutan garam NaCl 35%, karena larutan garam NaCl 35% memiliki sifat koligatif larutan yang dapat mempercepat tercapainya suhu optimal yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh larutan garam NaCl 35% sebagai media pemanasan (*curing*) terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Sampel penelitian berupa lempeng resin akrilik dengan ukuran 65 mm x 10mm x 3 mm sejumlah 24 buah. Sampel kemudian dibagi menjadi empat kelompok. Masing-masing kelompok memiliki 6 buah sampel. kelompok A dilakukan pemanasan dengan larutan NaCl 35% pada suhu 74°C selama 45 menit, kelompok B sampel dipanaskan dengan larutan NaCl 35% pada suhu 74°C selama 60 menit, dan kelompok C sampel dipanaskan dengan larutan NaCl 35% pada suhu 74°C selama 75 menit dan kelompok D dilakukan pemanasan dengan air pada suhu 74°C selama 120 menit,. Kemudian seluruh kelompok ditambah dengan pemanasan pada suhu terminal 100°C selama 60 menit. Pengujian kekuatan impak menggunakan *mini impact tester machine type KRY 28.5.1959*. Hasil dari pengujian impak diuji dengan menggunakan *oneway ANOVA* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antar kelompok perlakuan ($p > 0.05$). Hasil uji *Post Hoc Tukey-HSD* juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai kekuatan impak yang signifikan pada semua kelompok uji. Kesimpulan dari penelitian ini adalah larutan NaCl 35% yang digunakan sebagai media pemanasan selama 60 menit dan 75 menit dapat mempersingkat waktu pemanasan dengan menghasilkan kekuatan impak yang sama dan setara jika dibandingkan dengan pemanasan menggunakan air.

Kata kunci : resin akrilik *heat cured*, larutan garam NaCl 35%, kekuatan impak

ABSTRACT

Acrylic resin has been used as a denture base for more than 60 years and now heat cured acrylic resin is the most widely used polymer in the manufacture of denture bases because it is aesthetically and economically valuable, has good physical and mechanical properties, and is easily manipulated with simple equipment. Heat cured acrylic resin is a resin used for heat-activated prostheses. Frequently the most used method for curing is to use a water in a temperature of 74°C for approximately 2 hours, then the water temperature is increased to a boiling temperature 100°C for 60 minutes. It causes heating process of the heat cured acrylic resin prostheses less efficient. To speed up the heating process of heat cured acrylic resin, we can use the 35% NaCl solution of salt, because the 35% NaCl solution of salt has coligative character of the solution which can speed up the fruition of the optimal temperature. The goals of the research is to know the effect of 35% NaCl solution of salt as a curing method on the impact strength of heat cured acrylic resin. The research sample are in the form of acrylic resin plates with a size of 65 mm x 10mm x 3 mm with total of 24 pieces. The samples then divided into four groups. Each group has 6 samples. Group A were heated with 35% NaCl solution at 74°C for 45 minutes, group B samples were heated with 35% NaCl solution at 74°C for 60 minutes, and group C the sample was heated with 35% NaCl solution at 74°C for 75 minutes and Group D were heated with water at 74°C for 120 minutes at 74°C,. Then the whole group was added for more heating process at the terminal temperature of 100°C for 60 minutes. For the Impact strength testing we used the mini impact tester machine type KRY 28.5.1959. The results of the research are tested using oneway ANOVA showed that there are no significant differences between the treatment groups ($p > 0.05$). The results of the Tukey-HSD Post Hoc test also showed that there are no significant differences in impact strength values in all test groups. The conclusion of this research is, that 35% NaCl solution which is used as a curing method for 60 minutes and 75 minutes can shorten the heating time by producing equal impact strength compared to heating using water.

Keywords: heat cured acrylic resin, NaCl 35% Solution, impact Strength

A. PENDAHULUAN

Gigi geligi memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan seseorang. Selain untuk estetik dan komunikasi, gigi geligi juga mempengaruhi nutrisi seseorang karena gigi berperan dalam mastikasi seseorang. Kehilangan gigi dapat disebabkan oleh karies gigi, penyakit jaringan periodontal atau bertambahnya usia seseorang. Kehilangan gigi merupakan masalah kesehatan mulut yang umum terjadi pada manula, dan menimbulkan dampak yang buruk terhadap kualitas hidup seseorang (Parera, 2012). Untuk mengatasi masalah kehilangan gigi, individu yang mengalaminya idealnya memakai gigi tiruan.

Komponen gigi tiruan dibagi menjadi dua bagian yaitu basis gigi tiruan dan anasir gigi tiruan. Berdasarkan *The Glossary of*

Prosthodontic Terms (GPT) (2017), basis gigi tiruan adalah bagian dari gigi tiruan yang bersandar pada jaringan pendukung dan tempat anasir gigi tiruan dilekatkan. Resin akrilik telah digunakan sebagai basis gigi tiruan selama lebih dari 60 tahun dan saat ini resin akrilik *heat cured* merupakan polimer yang paling banyak digunakan dalam pembuatan basis gigi tiruan karena bernilai estetik dan ekonomi, memiliki sifat fisis dan mekanis yang cukup baik, dan mudah dimanipulasi dengan peralatan yang sederhana. (RG Craig, 2000; AWG Walls, 2008).

Resin akrilik *heat cured* memiliki sifat mekanis, diantaranya yaitu kekuatan tensil yang rendah (Polyzois, 1996). Modulus elastisitas dan kekuatan kompresinya secara

umum termasuk rendah (Vallitu, 1994). Oleh karena itu resin akrilik *heat cured* memiliki kekurangan yaitu mudah fraktur. (Uzun, 2001). Kekuatan transversa dan kekuatan impak yang dimiliki resin akrilik *heat cured* juga berpengaruh terhadap terjadinya fraktur (Zarb, 2013).

Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan dan kekerasan yang dimiliki oleh suatu material. Menurut Dieter George (1988). Faktor yang penting dalam kekuatan impak adalah derajat polimerisasi pada saat memanipulasi resin akrilik. Derajat polimerisasi menggambarkan ukuran molekul dari suatu polimer berdasarkan atas jumlah monomer penyusunnya (Saptono, 2008). Lebih tinggi derajat polimerisasi, lebih tinggi nilai kekuatan impak dari basis resin akrilik (Wally, 2014).

Resin akrilik *heat cured* merupakan resin akrilik yang polimerisasinya diaktivasi oleh panas (Mc Cabe, 2009). Metode yang sering digunakan untuk pemanasan (*curing*) adalah *short cycle* dengan menggunakan media air dalam suhu 74°C selama kurang lebih 2 jam, kemudian suhu air ditingkatkan hingga suhu air mendidih (100°C) dan diproses selama 60 menit (Craig dan Sakaguchi, 2006).

Permasalahan yang selalu muncul pada saat proses pemanasan resin akrilik *heat cured* adalah dibutuhkan waktu yang

lama untuk proses polimerisasinya. Hal ini menyebabkan proses pemanasan dan biaya produksi untuk produk resin akrilik *heat cured* menjadi kurang efisien (Sedda, 2005). Larutan garam diketahui memiliki titik didih yang lebih tinggi daripada air biasa karena sifat koligatif larutannya (Chang, 2005). Sifat koligatif larutan adalah sifat-sifat larutan yang tidak bergantung pada jenis zat terlarut, tetapi hanya pada konsentrasi partikel terlarutnya. Selain kenaikan titik didih, sifat koligatif lainnya adalah penurunan tekanan uap, penurunan titik beku dan tekanan osmosis (Purba, 2006). Larutan garam juga memiliki ikatan molekul yang stabil, sehingga dapat mempersingkat waktu pemanasan resin akrilik *heat cured*.

Penelitian sebelumnya oleh Stephanie (2016) disebutkan bahwa larutan garam yang digunakan sebagai media pemanasan dapat mempercepat peningkatan suhu untuk mempolimerisasi resin akrilik *heat cured* dengan menghasilkan nilai kekuatan tekan resin akrilik *heat cured* yang sama apabila dibandingkan dengan menggunakan air. Namun apabila waktu pemanasan ditambah, maka akan menghasilkan penurunan kekuatan tekan resin akrilik *heat cured*.

Berdasarkan yang di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penggunaan larutan natrium klorida sebagai media pemanasan (*curing*) terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*.

B. METODE PENELITIAN

1. Rancangan penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental laboratoris. Sedangkan desain penelitian ini adalah *posttest only control group design*. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium ketrampilan preklinik fakultas kedokteran gigi Universitas Brawijaya dan laboratorium metalurgi Institut Sepuluh Nopember

2. Sampel penelitian

Sampel resin akrilik *heat cured* berbentuk balok berukuran 65 x 10 x 3 mm (Craig and Sakaguchi, 2006)

3. Variabel penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Larutan Natrium Klorida dengan konsentrasi 35% sebagai media pemanasan resin akrilik *heat cured* dengan berbagai waktu pemanasan.

4. Prosedur penelitian

Menyiapkan model master yang terbuat dari malam merah dengan ukuran 65 x 10 x 3 mm setelah itu melakukan *flasking*. Melakukan pembuangan malam merah. Pembuatan Media *Curing* yaitu Sampel berjumlah 24 dibagi dalam 4

kelompok yaitu 1 kelompok perlakuan kontrol yang akan menggunakan air sebagai media pemanasan (*curing*) dan 3 kelompok perlakuan lain yang akan menggunakan larutan garam sebagai media pemanasan (*curing*). Larutan garam yang akan digunakan memiliki konsentrasi 35% karena kelarutan maksimal garam dalam air pada suhu ruangan adalah 357 mg/ml (Wiley, 1972). Larutan garam 35% dibuat dengan menimbang garam yang akan digunakan dengan perbandingan massa 7:20 dengan air, atau dengan perhitungan terdapat 350 gram garam dalam setiap 1 L air. Pemanasan sampel balok resin akrilik yaitu Kelompok perlakuan A, kuvet yang berisi sampel balok resin akrilik dipanaskan dalam 2 L larutan garam 35% selama 45 menit pada suhu 74°C dan ditambah dengan 60 menit pada suhu 100°C. Kelompok perlakuan B, kuvet yang berisi sampel balok resin akrilik dipanaskan dalam 2 L larutan garam 35% selama 60 menit pada suhu 74°C dan ditambah dengan 60 menit pada suhu 100°C. Kelompok perlakuan C, kuvet yang berisi sampel balok resin akrilik dipanaskan dalam 2 L larutan garam 35% selama 75 menit pada suhu 74°C dan ditambah dengan 60 menit pada suhu 100°C. Kelompok kontrol, kuvet yang berisi sampel balok resin akrilik dipanaskan dalam 2 L air selama 120 menit pada suhu 74°C dan ditambah dengan 60 menit pada suhu 100°C sebagai kelompok kontrol (Sakaguchi, 2006). Dilakukan *deflasking* dan pengujian kekuatan dampak semua sampel. Analisa data statistik dengan menggunakan sistem komputerisasi SPSS Ver.16.0 for Windows.

C. HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran rerata kekuatan dampak lempeng resin akrilik *heat cured* terlihat pada table berikut :

Kelompok	Cara pemanasan	Rata-rata kekuatan dampak (kg/cm ²)
Kelompok kontrol	Dalam air dengan suhu 74°C selama 120 menit + 60 menit dengan suhu 100°C	0,133
Kelompok A	Dalam larutan garam NaCl 35% 74°C selama 45 menit + 60 menit 100°C	0,123
Kelompok B	Dalam larutan garam NaCl 35% 74°C selama 60 menit + 60 menit 100°C	0,128
Kelompok C	Dalam larutan garam NaCl 35% 74°C selama 75 menit + 60 menit 100°C	0,128

Dari tabel di atas dapat diamati terdapat perbedaan kekuatan dampak antar kelompok perlakuan. Rata-rata kekuatan dampak terkecil berada pada kelompok A sebesar 0,123kg/cm², sedangkan rata-rata kekuatan dampak terbesar berada pada kelompok kontrol sebesar 0,133 kg/cm².

D. PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh larutan garam NaCl 35% sebagai media pemanasan (*curing*) terhadap kekuatan dampak resin akrilik *heat cured*. Penelitian ini menggunakan 24 sampel resin akrilik *heat cured* yang dibagi dalam 4 kelompok yang terdiri dari 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol. Kelompok perlakuan terdiri dari pemanasan dengan larutan Natrium Klorida (NaCl) 35% pada suhu 74°C selama 45 menit (kelompok perlakuan A), 60 menit (kelompok perlakuan B), dan 75 menit (kelompok perlakuan C). Sedangkan kelompok kontrol dilakukan pemanasan dengan air pada suhu 74°C selama 120 menit. Kemudian seluruh kelompok ditambah dengan pemanasan pada suhu terminal (suhu air mendidih=100°C) selama 60 menit.

Larutan Natrium Klorida (NaCl) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsentrasi 35%. Hal ini dikarenakan kelarutan maksimal garam (NaCl) dalam air pada suhu ruangan (30°C) adalah 357 mg/ml (Natasha, 2017). Sampel resin akrilik *heat cured* pada penelitian dibuat dengan menggunakan model malam merah karena hal ini dinilai lebih ekonomis.

Untuk mengukur tingkat *setting* resin akrilik *heat cured*, masing-masing sampel akan diukur kekuatan impaknya berdasarkan waktu pemanasan (*curing*) yang telah dilakukan. Pengukuran kekuatan impact dilakukan dengan menggunakan alat *mini impact tester type KRY 28.5.1959*. Berdasarkan hasil uji *Oneway ANOVA*, didapatkan nilai signifikansi lebih besar daripada H_0 . Artinya tidak terdapat perbedaan nilai kekuatan impact yang signifikan antar kelompok perlakuan. Untuk nilai kekuatan impact antar kelompok, yang paling mendekati kelompok kontrol adalah kelompok perlakuan B dengan pemanasan 60 menit pada suhu 74°C dan 60 menit pada suhu 100°C pada larutan garam NaCl 35% dan kelompok perlakuan C dengan pemanasan 75 menit pada suhu 74°C dan 60 menit pada suhu 100°C pada larutan garam NaCl 35% yaitu sebesar 0,218 kg/cm².

Selanjutnya dilakukan Uji Post Hoc Tukey-HSD yang menunjukkan hasil yang lebih spesifik mengenai hubungan antara 1 kelompok sampel dengan kelompok sampel yang lain. Dari uji Post Hoc Tukey-HSD didapatkan kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai kekuatan impact yang signifikan pada semua kelompok uji. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan larutan Natrium Klorida (NaCl) 35% tidak mempengaruhi kekuatan impact resin akrilik *heat cured* pada semua kelompok, dan dengan demikian

dapat juga disimpulkan bahwa larutan Natrium Klorida (NaCl) 35% tidak mempengaruhi proses polimerisasi resin akrilik *heat cured* apabila dibandingkan dengan air.

Dalam penelitian ini diketahui bahwa seluruh kelompok perlakuan memiliki kekuatan impact yang lebih rendah daripada kelompok kontrol. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya *gaseous porosity* yang terjadi ketika resin akrilik dipanaskan dengan menggunakan larutan NaCl 35%. Menurut McCabe dan Walls (2008), titik didih monomer adalah 100,3°C dan jika suhu adonan ditingkatkan secara bermakna diatas nilai ini, monomer akan mendidih, menghasilkan rongga-rongga kosong berbentuk bola di bagian paling panas dari perebusan adonan yang tampak sebagai porositas gas (*gaseous porosity*).

Meskipun dalam penelitian ini suhu pemanasan maksimum yang digunakan adalah 100°C pada semua kelompok, dalam pelaksanaannya suhu larutan NaCl 35% sempat menyentuh angka 101°C ketika dilakukan *curing* resin akrilik pada 15 menit terakhir. Hal inilah yang diduga menyebabkan terjadinya *gaseous porosity* pada sampel yang diujikan. Hasil pengujian pada kelompok perlakuan A memiliki rata-rata kekuatan impact yang lebih rendah daripada kelompok yang lain. Hal ini mungkin disebabkan karena proses polimerisasi resin akrilik yang terjadi tidak sempurna. Jika resin akrilik *heat cured* tidak dapat mencapai fase *setting*, maka akan terjadi perubahan dimensi serta penurunan kekuatan akrilik (Powers dan Wataha, 2008; Anusavice, 2004).

Kekuatan impact kelompok perlakuan yang memiliki nilai yang paling mendekati dengan kekuatan impact kelompok kontrol adalah kelompok perlakuan B dan C dimana nilai yang

didapat sama. Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok perlakuan B dan C memiliki tingkat efektivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok perlakuan yang lain. Di situ bisa disimpulkan bahwa waktu pemanasan (*curing*) lempeng resin akrilik *heat cured* yang paling efektif adalah 60 menit pada suhu 74°C yang ditambah dengan 60 menit pada suhu terminal (100°C) dalam larutan natrium klorida 35%.

E. KESIMPULAN

Terdapat pengaruh penggunaan larutan garam NaCl 35% sebagai media pemanasan terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Larutan garam NaCl 35% yang digunakan sebagai media pemanasan selama 60 menit dapat mempersingkat waktu pemanasan dengan menghasilkan kekuatan impak yang hampir setara dengan pemanasan menggunakan air.

F. SARAN

1. Pembuatan sampel resin akrilik *heat cured* sebaiknya menggunakan cetakan dari lempeng logam agar sampel lebih baik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan interval waktu antara 60 sampai 75 menit dalam larutan garam dengan suhu 74°C ditambah dengan 60 menit dengan suhu 100°C untuk melihat hubungan antara kenaikan lama pemanasan dengan tingkat setting dan kekuatan impak resin akrilik *heat cured*.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meneliti pengaruh penggunaan larutan NaCl 35% sebagai media pemanasan terhadap kekuatan Tarik resin akrilik *heat cured*.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meneliti pengukuran jumlah *residual monomer* terhadap kekuatan mekanis resin akrilik *heat cured*.

5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meneliti pengaruh perbedaan konsentrasi larutan natrium klorida sebagai media pemanasan terhadap *setting time* resin akrilik *heat cured*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Dental Association. 1976. Guide to dental materials and devices, 8th ed, American Dental Association 1999 specification no.12
- Anusavice K. J. 2004. Philips: Buku Ajar Ilmu Kedokteran Gigi. Ahli bahasa: Budiman JA Purwoko S. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Anusavice. et al. 2013. Phillips' Science of Dental Materials 12th Edition. UK: Elsevier Health Sciences
- Sakaguchi, Ronald L., John M. P. 2006. Craig's Restorative Dental Materials. Philadelphia: Elsevier Health Science Publish
- Polyzois G. L., et al. 1996. Acrylic Resin Denture Repair with Adhesive Resin and Metal Wires: Effects of Strength Parameters. J Prosthet Dent 75
- Zena Jihad Wally Mohammed T. AL-Khafagy Raja'a Mahdi Al-Musawi. The Effect of Different Curing Time on the Impact Strength of Cold and Hot-Cure Acrylic Resin Denture Base Material. Dept. of Prosthetic, College of Dentistry, Kufa University, Kufa, Iraq.
- Rodrigo Borges Fonseca, Amanda Vessoni Barbosa Kasuya, Isabella Negro Favarão, Lucas Zago Naves, and Márcio Grama Hoepfner. The Influence of Polymerization Type and Reinforcement Method on Flexural Strength of Acrylic Resin. Department of Restorative Dentistry and Dental Materials, Dental School, Federal University of Goiás,
- Canan Bural, Esin Aktas, Gunnur Deniz, Yesin Unlurcelci, Gulsen Bayraktar. Effect of leaching residual methyl methacrylate concentrations on in vitro cytotoxicity of heat polymerized

- denture base acrylic resin processed with different polymerization cycles. Istanbul University, Faculty of Dentistry - Department of Removable Prosthodontics
- Suguh, Bhaktiar Pribadi, Moh. Yogiartono, Titien Hary Agustantina. Perubahan kekuatan impact resin akrilik polimerisasi panas dalam perendaman larutan cuka apel. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga
- Hartanto, Stephanie Y. 2016. Pengaruh Lama Pemanasan dengan Menggunakan Media Larutan Garam terhadap Kekuatan tekan Resin Akrilik *Heat Cured*. Malang: Universitas Brawijaya
- Feeracane, Jack .L. 2001. Materials in Dentistry: Principles and Applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Purba, M. 2006. Kimia. Jakarta: Erlangga, p. 2-20
- Chaerul Umam Wardani, Yudi Samantha, Haris Budiman. Analisis pengujian impsk metoda izod dan charpy menggunakan benda uji aluminium dan baja st37. Fakultas Teknik, Universitas Majalengka
- Yopi Handoyo. Perancangan alat uji impact metode charpy kapasitas 100joule. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi
- Polyzois G. L., et al. 1996. Acrylic Resin Denture Repair with Adhesive Resin and Metal Wires: Effects of Strength Parameters. *J Prosthet Dent* 75: 381-387.
- Powers J. M., Wataha J. C. 2008. *Dental Materials Properties and Manipulation 9th Ed*. Missouri: Mosby Elsevier, p. 162-191
- Fazal Ghani, Masahiko Kikuchi, Christopher D. Lynch and Makoto Watanabe. Effect of Some Curing Methods on Acrylic Maxillary Denture Base Fit
- Rajul Vivek and Romesh Soni. International Journal of Dentistry and Oral Health vol1.4. *Faculty of Dental Sciences, Institute of Medical sciences, Banaras Hindu University, India*
- Devy Yundari. Pengaruh 2011 lama perendaman resin akrilik heat vured dalam saus tomat terhadap kekuatan impact, Fakultas kedokteran gigi Universitas Brawijaya, Malang
- Polyzois G. L., et al. 1996. Acrylic Resin Denture Repair with Adhesive Resin and Metal Wires: Effects of Strength Parameters. *J Prosthet Dent* 75: 381-387. Brawijaya Universitas Brawijaya
- Powers J. M., Wataha J. C. 2008. *Dental Materials Properties and Manipulation 9th Ed*. Missouri: Mosby Elsevier, p. 162-191
- Powers, Sakaguchi 2006. *Craig's Restorative Dental Material 12th ed*. Elsevier, Missouri, p.524
- Powers, Sakaguchi . 2012. *Craig's Restorative Dental Material 13th ed*. Elsevier, Missouri, p.52-92;513-549
- Purba, M. 2006. *Kimia*. Jakarta: Erlangga, p. 2-20
- El-Sheikh AM, Al-Zahrani SB. 2006. Causes of denture fracture: A survey. *Saudi Dent J*.18: 149-154.
- Feeracane, Jack .L. 2001. Materials in Dentistry: Principles and Applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins