

PENGARUH DERAJAT KEASAMAN SALIVA TERHADAP MODULUS ELASTISITAS TERMOPLASTIK NILON DAN POLIKARBONAT SEBAGAI BAHAN BASIS GIGI TIRUAN

Novi Tenripada*, Endang Wahyuningtyas**, Erwan Sugiatno**

*Program Studi Prostodonsia Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

**Bagian Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

INTISARI

Bahan gigi tiruan dituntut mampu bertahan dalam lingkungan rongga mulut karena akan berinteraksi dengan berbagai macam substansi eksogen seperti asam dan basa selama proses mastikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh derajat keasaman saliva terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat sebagai bahan basis gigi tiruan.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan subyek penelitian termoplastik nilon dan polikarbonat berbentuk plat berukuran 64 x 10 x 2,5 mm³ sejumlah 80 buah. Perlakuan dibagi menjadi 8 kelompok, masing-masing direndam akuades steril selama 2 hari dan direndam dalam saliva tiruan dengan pH 4, pH 6, pH 8 dan akuades steril sebagai kontrol selama 14 hari dalam inkubator. Pengujian modulus elastisitas menggunakan *Universal Testing Machine*. Data dianalisis dengan Anava dua jalur dan uji LSD.

Hasil penelitian dengan uji Anava dua jalur menunjukkan bahwa derajat keasaman saliva berpengaruh signifikan terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat ($p < 0,05$). Hasil uji LSD menunjukkan perbedaan yang signifikan pada kelompok pH 4, pH 6 ($p < 0,05$) dan perbedaan yang signifikan pada kelompok polikarbonat terdapat pada pH 4 ($p < 0,05$). Kesimpulan penelitian ini adalah derajat keasaman saliva berpengaruh terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat sebagai bahan basis gigi tiruan. Derajat keasaman yang lebih rendah akan meningkatkan nilai modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat.

Kata kunci: derajat keasaman saliva, modulus elastisitas, termoplastik nilon, polikarbonat.

ABSTRACT

Denture base material are expected to withstand in the oral environment due to their interaction with acidity and alkalinity from exogenous substances during mastication. The aim of the research was to evaluate the effect of saliva pH level to the modulus elasticity of thermoplastic nylon and polycarbonate as denture base material. The experimental laboratory research were used the subject of 80 plates of thermoplastic nylon and polycarbonate with dimension of 64x10x 2.5 mm³. The treatment were divided into 8 groups, each group consisted of 10 plates which were immersed in saliva with pH level 4; 6; 8, and sterilized aquades as a control group for 14 days stored in incubator with temperature of 37°C. The modulus elasticity measurements were done by the universal testing machine. The data were analyzed statistically by two way Anova and LSD. The result of the research by two way Anova showed that the saliva pH level significantly influence toward the modulus elasticity of thermoplastic nylon and polycarbonate ($p < 0.05$). LSD test showed the significant difference in thermoplastic nylon group immersed in saliva pH 4, pH 6 ($p < 0.05$), and significance difference in polycarbonate group immersed in pH 4 ($p < 0.05$). In summary, the saliva pH level influenced toward the modulus elasticity of thermoplastic nylon and polycarbonate. The decreasing saliva pH level would increase the modulus elasticity thermoplastic nylon and polycarbonate.

Keywords : saliva pH level, modulus elasticity, thermoplastic nylon, polycarbonate.

PENDAHULUAN

Perawatan kesehatan gigi bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas kehidupan manusia. Penerapan dari tujuan tersebut dicapai melalui pencegahan penyakit gigi dan mulut, pemulihan dari rasa sakit, pening-

katan efisiensi pengunyahan serta perbaikan pengucapan dan estetika. Penggantian gigi yang hilang dengan suatu bahan yang dapat bertahan dari lingkungan rongga mulut merupakan suatu tantangan dari waktu ke waktu. Berdasarkan perkembangannya berbagai macam bahan telah digunakan untuk menggantikan gigi termasuk gigi

binatang, gigi manusia, cangkang kerang, gading, tulang, logam, keramik dan polimer¹.

Kehilangan gigi di daerah yang mudah terlihat membutuhkan gigi tiruan yang memenuhi estetika dan dapat berfungsi dengan baik. Pasien mengharapkan gigi tiruannya dapat menggantikan gigi asli yang hilang dengan penampilan sealami mungkin². Penggantian gigi yang hilang dengan suatu gigi tiruan dikatakan berhasil bila dapat memberikan kenyamanan dan kepuasan pada pasien³.

Penggunaan gigi tiruan lepas masih diminati oleh pasien yang tidak menghendaki prosedur preparasi gigi penyangga dan pembedahan untuk penempatan implan. Gigi tiruan sebagian dengan bahan resin termoplastik merupakan suatu inovasi dari perkembangan bahan basis gigi tiruan yang menawarkan perpaduan antara estetika, kelenturan dan ringannya bahan sehingga mampu memberikan kenyamanan bagi pasien³. Sebagian pasien cenderung memilih bahan gigi tiruan sebagian lepasan tanpa logam karena alasan estetika sehingga penggunaan gigi tiruan dari jenis resin termoplastik lambat laun menjadi suatu alternatif perawatan⁴.

Gigi tiruan sebaiknya dapat menahan pemberian beban selama proses mastikasi. Sifat mekanis suatu bahan perlu dipertimbangkan dalam pembuatan gigi tiruan. Salah satu parameter sifat mekanis suatu bahan adalah modulus elastisitas¹. Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan relatif suatu bahan sampai batas elastisnya dan menggambarkan kemampuan suatu bahan untuk menerima tekanan tanpa mengalami patah maupun kerusakan yang permanen. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas suatu bahan berarti semakin kaku bahan tersebut⁵.

Berdasarkan standar ISO 1567, basis gigi tiruan memerlukan persyaratan modulus elastisitas sedikitnya 2000 MPa. Polikarbonat masih berkorelasi dengan nilai standar persyaratan modulus elastisitas yakni sebesar 2700 MPa namun termoplastik nilon memiliki nilai modulus elastisitas dibawah nilai standar persyaratan basis gigi tiruan yakni sebesar 826 MPa. Modulus elastisitas yang rendah berarti bahwa bahan termoplastik nilon bersifat elastis sehingga tidak mudah patah meski ketebalannya dibuat minimal. Kegunaannya dapat bermanfaat untuk kasus-kasus tertentu seperti kasus lingir terdapat gerong tulang, torus palatinus dan *cleft palate*.⁶ Penggunaannya dapat dimodifikasi dengan kom-

binasi logam⁷. Bahan gigi tiruan dituntut mampu bertahan dalam lingkungan rongga mulut⁶. Gigi tiruan di dalam lingkungan rongga mulut akan berinteraksi dengan berbagai macam substansi eksogen seperti asam, basa selama proses mastikasi⁸. Saliva merupakan cairan dalam lingkungan rongga mulut yang dapat mempengaruhi bahan basis gigi tiruan lepasan^{9,10}. Perendaman 14 hari digunakan dalam penelitian ini karena perubahan sifat mekanik pada sebagian besar polimer yang direndam dalam air umumnya terjadi dalam kurun waktu 30 hari¹¹.

Suatu larutan yang bersifat asam akan memiliki konsentrasi ion hidrogen yang lebih besar sehingga mengandung lebih banyak ion hidrogen¹². Kandungan air dalam saliva sebesar 99% dan ion hidrogen dari saliva akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dari termoplastik nilon sehingga akan terjadi penyerapan air dari saliva¹³. Ikatan hidrogen dalam termoplastik nilon berperan dalam hubungan intramolekuler dan intermolekuler yang membentuk ikatan rantai molekul termoplastik nilon sehingga mempengaruhi sifat mekanisnya termasuk modulus elastisitasnya¹⁴. Polikarbonat bersifat hidrofobik karena memiliki sudut kontak yang lebih besar daripada termoplastik nilon dan memiliki cincin aromatik dalam struktur molekulnya⁴. Ikatan rangkap ganda dari polikarbonat yang tidak mengalami delokalisasi ikatan rangkap membuat bahan ini lebih stabil¹⁵.

METODE PENELITIAN

Subyek penelitian berjumlah 40 plat termoplastik nilon dan 40 plat polikarbonat berbentuk persegi dengan ukuran 64x10x2,5mm³ terbagi dalam 8 kelompok yang terdiri dari 4 kelompok termoplastik nilon dan 4 kelompok polikarbonat. Semua kelompok perlakuan 10 plat direndam dalam akuades steril selama 2 hari setelah itu 6 kelompok perlakuan yakni 3 kelompok dari kelompok polikarbonat dan 3 kelompok dari kelompok termoplastik nilon direndam dalam saliva tiruan pH 4, pH 6 dan pH 8 di dalam inkubator bersuhu 37°C selama 14 hari. Setelah itu dilakukan pengujian modulus elastisitas dengan *Universal Testing Machine*.

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui pengaruh derajat keasaman saliva terhadap modulus elastisitas *thermoplastic nylon* dan *polycarbonate* dilakukan uji analisis variansi

dua jalur dan dilanjutkan uji *Least Significance Difference* untuk mengetahui perbedaan antar kelompok.

HASIL PENELITIAN

Hasil rerata dan standar deviasi modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat tercantum pada Tabel 1. Rerata modulus elastisitas yang terendah adalah kelompok bahan termoplastik nilon dengan derajat keasaman saliva pH 8 yaitu sebesar 779,52±38,601 dan yang tertinggi adalah kelompok bahan polikarbonat dengan derajat keasaman saliva pH 4 yaitu sebesar 2968,45±151,620

Data penelitian dalam uji Anava harus memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Data penelitian dianalisis dengan uji normalitas dengan uji *Shapiro-Wilk* seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

Uji Shapiro – Wilk	
Kelompok	p
Kelompok 1	0,055
Kelompok 2	0,206
Kelompok 3	0,234
Kelompok 4	0,264
Kelompok 5	0,068
Kelompok 6	0,054
Kelompok 7	0,781
Kelompok 8	0,096

Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada tabel 2 menunjukkan bahwa data pengaruh derajat keasaman saliva terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat sebagai bahan basis gigi tiruan memiliki nilai $p > 0,05$ maka populasi data terdistribusi normal.

Data penelitian dianalisis dengan uji

Tabel 1. Rerata dan Standar Deviasi Modulus Elastisitas pada sampel termoplastik nilon dan polikarbonat (Mpa).

Kel	pH 4 ($\bar{x} \pm SD$)	pH 6 ($\bar{x} \pm SD$)	pH 7 ($\bar{x} \pm SD$)	pH 8 ($\bar{x} \pm SD$)
Nilon	1203,18±27,274	902,62±54,697	824,53±28,042	779,52±38,601
Polikarbonat	2968,45±151,620	2767,75±53,973	2712,92±70,032	2666,76±103,620

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas (*Levene Statistic*)

	Statistik	db ₁	db ₂	p
Berdasar rerata	1,935	7	72	0,076
Berdasar nilai tengah	0,619	7	72	0,119
Berdasar nilai tengah dan derajat bebas	0,542	7	47,464	0,137
Berdasar pemotongan data	1,898	7	72	0,079

Tabel 4. Hasil uji Anava dua jalur

Sumber	JK	db	RK	F	p
Bahan	68561600,451	1	68561600,451	11533,779	0,000
Derajat keasaman	1569718,132	3	523239,377	88,022	0,000
Interaksi bahan derajat keasaman	51298,046	3	17099,349	2,877	0,042

Tabel 5. Hasil uji LSD

Kel	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	0,000*	0,027*	0,196	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
2	-	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
3	-	-	-	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
4	-	-	-	-	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
5	-	-	-	-	-	0,000*	0,000*	0,000*
6	-	-	-	-	-	-	0,005*	0,116
7	-	-	-	-	-	-	-	0,185
8	-	-	-	-	-	-	-	-

Levene pada Tabel 3. Hasil uji *Levene* pada tabel 3 menunjukkan nilai $p > 0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa varian populasi data bersifat homogen.

Data yang diperoleh telah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas sehingga dapat dilakukan uji Anava dua jalur untuk mengetahui pengaruh derajat keasaman saliva terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat sebagai bahan basis gigi tiruan seperti pada Tabel 4.

Hasil analisis data dengan uji Anava dua jalur pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh derajat keasaman terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat ($p < 0,05$), terdapat perbedaan yang signifikan pada modulus elastisitas antara bahan termoplastik nilon dengan polikarbonat ($p < 0,05$) dan terdapat pengaruh yang signifikan pada jenis bahan dan derajat keasaman saliva ($p < 0,05$). Data kemudian diuji dengan *least significance difference* (LSD) untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan antara satu dengan yang lainnya seperti pada Tabel 5.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai modulus elastisitas yang terendah pada tabel 1 adalah kelompok termoplastik nilon setelah perendaman dalam saliva tiruan dengan pH 8. Rerata nilai modulus elastisitas tertinggi adalah kelompok polikarbonat setelah perendaman dalam saliva tiruan dengan pH 4. Perubahan nilai rerata modulus elastisitas setelah perendaman dalam saliva tiruan disebabkan oleh penyerapan air dari saliva tiruan ke dalam bahan basis termoplastik nilon dan polikarbonat.

Suatu bahan yang direndam di dalam air akan mengalami perubahan yang disebabkan oleh proses penyerapan air. Proses ini berlangsung dalam kurun waktu tertentu sampai diperoleh titik kesetimbangannya, dalam penelitian ini digunakan waktu perendaman selama 14 hari. Hal ini mengacu pada mekanisme proses penyerapan air yang akan berlangsung hingga tercapai suatu kesetimbangan yang dikenal dengan titik jenuh¹⁶. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik kesetimbangan tergantung pada polaritas, koefisien difusi dan ketebalan bahan^{17,18}. Basis gigi tiruan dengan ketebalan 2 mm akan mengalami kesetimbangan pada kurun

waktu 8 hari hingga 17 hari^{17,19} dan perubahan sifat mekanik pada sebagian besar polimer yang direndam dalam air umumnya terjadi selama kurun waktu 30 hari¹¹. Proses penyerapan air dari saliva ke dalam basis gigi tiruan terjadi melalui difusi. Termoplastik nilon memiliki tingkat penyerapan air yang lebih besar daripada polikarbonat karena termoplastik nilon bersifat hidrofilik dan memiliki sudut kontak yang lebih rendah daripada polikarbonat yang bersifat hidrofobik. Hidrofilisitas termoplastik nilon dipengaruhi oleh gugus amida sebagai rantai utama polimer⁴. Proses penyerapan air diawali oleh proses adsorpsi yang dipengaruhi oleh sudut kontak yang terbentuk sebagai hasil dari keseimbangan energi antar permukaan basis gigi tiruan dengan molekul air dalam saliva. Pembasahan akan lebih cepat terjadi pada basis gigi tiruan yang bersifat hidrofilik dan adsorpsi akan mendekati sempurna seiring berjalannya waktu sehingga sudut kontak menurun hingga mendekati nol⁵. Proses penyerapan air akan membuat molekul air dari saliva tiruan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dari termoplastik nilon yang bersifat polar sehingga molekul air akan masuk dan mengisi ruang intermolekuler menyebabkan peningkatan ruangan intermolekuler sehingga terjadi fenomena pembengkakan molekul termoplastik nilon^{17,20}. Ikatan hidrogen dalam termoplastik nilon berperan dalam hubungan intramolekuler dan intermolekuler yang membentuk ikatan rantai molekul termoplastik nilon sehingga mempengaruhi sifat mekanisnya termasuk modulus elastisitasnya¹⁷.

Hasil uji Anava dua jalur pada tabel 4 menunjukkan terdapat pengaruh derajat keasaman saliva tiruan terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat ($p < 0,05$). Perendaman termoplastik nilon dan polikarbonat dalam saliva tiruan menyebabkan perubahan pada sifat mekanis yakni peningkatan nilai modulus elastisitas pada perendaman dalam saliva yang lebih asam. Hal ini disebabkan karena penyerapan air berkaitan derajat keasaman suatu larutan yang bersifat asam akan memiliki konsentrasi ion hidrogen yang lebih besar sehingga banyak tersedia ion hidrogen¹². Saliva mengandung air sebesar 99% dan ion hidrogen yang terkandung dalam molekul air dari saliva akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dari termoplastik nilon sehingga akan terjadi penyerapan air dari saliva. Hasil uji Anava dua jalur pada tabel 4 menunjukkan perbedaan

yang signifikan pada modulus elastisitas antara kedua jenis bahan termoplastik nilon dengan polikarbonat ($p < 0,05$). Nilai modulus elastisitas pada polikarbonat yang tinggi menandakan bahwa polikarbonat bersifat kaku sedangkan nilai modulus elastisitas termoplastik nilon relatif lebih rendah berarti bersifat elastis. Gigi tiruan sebaiknya dapat menahan pemberian beban selama proses mastikasi. Basis gigi tiruan dengan nilai modulus elastisitas yang rendah berarti elastisitas bahan tinggi sehingga kemampuan menerima beban akan berkurang. Secara klinis elastisitas dari termoplastik nilon bermanfaat untuk kasus edentulous parsialis torus palatines dan kasus *cleft palate*. Polikarbonat cenderung digunakan pada kasus edentulous totalis yakni dimana dibutuhkan kekakuan bahan untuk dapat menerima pembebanan mastikasi yang lebih besar. Polikarbonat bersifat kaku karena memiliki struktur molekul yang terdiri dari gugus fenil yang memberikan sifat yang kaku¹⁴. Nilai rerata modulus elastisitas pada kelompok kontrol polikarbonat masih sesuai dengan standar persyaratan basis gigi tiruan menurut ISO 1567 yakni lebih besar dari 2000 Mpa.

Hasil uji LSD pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kelompok termoplastik nilon kontrol menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kelompok termoplastik nilon pH 4 dan pH 6. Kelompok termoplastik nilon kontrol menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan semua kelompok polikarbonat. Hal ini disebabkan oleh gugus amida cenderung menyerap air lebih besar pada saliva yang bersifat asam sehingga terbentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidrofilik amida dari termoplastik nilon. Semakin kuat kadar keasaman maka akan semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen di dalam larutan maka akan semakin banyak tersedia atom hidrogen. Saliva tiruan dapat mempengaruhi sifat mekanis bahan basis gigi tiruan meskipun kontak dengan larutan ini dengan durasi yang pendek dan intermiten²¹. Sedangkan kelompok termoplastik nilon pH 8 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dengan kelompok termoplastik nilon kontrol pH 7 karena perbedaan konsentrasi ion hidrogen yang kecil dan kandungan bikarbonat sebagai buffer sehingga tidak menyebabkan perubahan yang signifikan.

Kelompok polikarbonat kontrol menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan semua

kelompok termoplastik nilon. Nilai modulus elastisitas yang berbeda antara kelompok termoplastik nilon dengan polikarbonat masih berkorelasi dengan nilai standar persyaratan modulus elastisitas basis gigi tiruan namun termoplastik nilon memiliki nilai modulus elastisitas dibawah nilai standar persyaratan basis gigi tiruan. Kelompok polikarbonat kontrol menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kelompok polikarbonat pH 4. Hal ini disebabkan oleh mekanisme penyerapan air melalui difusi meskipun polikarbonat lebih bersifat hidrofobik namun ketika suatu molekul air menyatu dengan molekul air lainnya muatan positif pada atom hidrogen pada satu molekul akan tertarik oleh muatan negatif dari atom oksigen dari molekul tetangganya membentuk jembatan hidrogen. Jenis muatan kutub ini berkaitan erat dengan reaksi antar molekul pada banyak senyawa resin sintetik kedokteran gigi termasuk polikarbonat. Kelompok polikarbonat pH 6 dan pH 8 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dengan kelompok polikarbonat kontrol. Hal ini disebabkan oleh perbedaan konsentrasi ion hidrogen yang tidak besar sehingga kapasitas buffer yang berperan tidak banyak merubah nilai modulus elastisitas. Selain itu polikarbonat memiliki cincin aromatik dalam struktur molekulnya. Ikatan rangkap ganda pada cincin aromatik tidak mengalami delokalisasi ikatan rangkap sehingga senyawa aromatik cenderung lebih stabil¹⁵.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Derajat keasaman saliva tiruan berpengaruh terhadap modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat sebagai bahan basis gigi tiruan.
2. Derajat keasaman saliva tiruan yang lebih rendah meningkatkan nilai modulus elastisitas termoplastik nilon dan polikarbonat.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh perendaman dalam saliva tiruan terhadap sifat mekanik *transverse strength* dari termoplastik nilon dan polikarbonat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice, 2003, *Phillips Science Dental Material*, 11th Ed., h. 4, 25-6, 79-83, Saunders Co., St. Louis.
2. Nuning, F., Oktanauli, P., Tiaghita, W., 2011, Gigi Tiruan Sebagian Lepas Fleksibel Sebagai Alternatif Perawatan Kehilangan Gigi (Kajian Pustaka); *JITEKGI*; 8(2): 11-4.
3. Yavuz, T., Aykent, F., 2012, Temporary Flexible Removable Partial Denture: A Clinical Report, *Clinical Dentistry and Research* ; 36 (2): 41-44.
4. Takabayashi, Y., 2010, Characteristic of Denture Thermoplastic Resin for Non-Meta Clasp Dentures, *Dental Material Journal*; 29(4): 353-61.
5. Powers, M. J., Sakaguchi, L. R., 2006, *Craig's Restorative Dental Materials*, 12th Ed., h. 16, 80, Mosby Elsevier, Texas.
6. Tandon, R., Gupta, S., Agarwa, K.S., 2010, Denture Base Materials: From Past to Future, *Indian Journal Dental Sciences*; 2(2): 33-39.
7. Ito, M., Wee, G. A., Miyamoto, T., Kawai, Y., 2013, The Combination of A Nylon and Traditional Partial Removable Dental Prosthesis For Improved esthetics: A Clinical Report, *J. Prosthet Dent*; 109:5-8.
8. Tham, W. L., Chow, W. S., Ishak, Z. A. M., 2010, Simulated Body Fluid and Water Absorption Effects on Polymethyl Methacrylate Hydroxyapatite Denture Base Compounds, *Express Polymer Letters*; 4 (9):517-52.
9. Pronych, G.J., Sutow, E. J., Sykora, O., 2003, Dimensional Stability and Dehydration of a Thermoplastic Polycarbonate-Based and Two PMMA-Based Denture Resins, *Journal of Oral Rehabilitation*; 30: 1157-61.
10. Pusz, A., Szymiczek, M., dan Michalik, K., 2011, Topography and The Structure of The Surface of Polyamide-Glass Composites After The Ageing Process, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Jan; Vol 44 (1): 42-49.
11. Yunus. N, Rashid. A.A., Azmi. L.L.& Abu Hasan. I., 2005, Some Flexural Properties of a Nylon Denture Base Polymer, *Journal of Oral Rehabilitation*: 32; 65-71.
12. Wesson, G.L., 1942, *Outline of The Chemistry of Dental Material*, h.27, St. Louis, C.V.Mosby Co.
13. Almeida, V. D. P., Gregio, T. M. A., Machado, N. A. M., Lima, S. A. A., Azevedo. R. L., 2008, Saliva Composition and Functions : A Comprehensive Review, *The Journal of Contemporary Dental Practice*; 9 (3): 1-11.
14. Mc. Cabe, F. J., Walls, G. W.A., 2008, *Applied Dental Materials*, 9th Ed., h. 1, 9-10, Blackwell Munksgaard Pub., London.
15. Sastrohamidjojo, H., 2011, *Kimia Organik Dasar*, h. 244-248, Cetakan 1, Gadjah Mada University Press.
16. Stafford, D. G., Braden, M., 1968, Water Absorption of Some Denture Base Polymers, *Journal of Dental Research*; 47:341
17. Skinner, W. E., 1973, *Skinner's Science of Dental Materials*, h. 199-200, Saunders Co., Philadelphia.
18. Patel, P. M., Braden, M., 1991, Heterocyclic Methacrylates for Clinical Applications : III. Water Absorption Characteristics, *Biomaterials*; 12: 653-7.
19. Braden, M., 1964, The Absorption of Water by Acrylic Resins and Other Materials, *Journal of Prosthetic Dentistry*, March-April: 1-10.
20. Hussein, A.Y., AlAmeer, S.S., 2012, The Influence of Different pH of Saliva and Thermal Cycling on The Adaptation of Different Denture Base Material, *J. Bagh. College Dentistry* ; (24) 3: 47-53.
21. Hargreaves, A.S., 1978, Equilibrium Water Uptake and Denture Base Resin Behaviour, *J. Dent* 6: 342-352