

PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK ELASTIK ORTODONTIK LATEKS DAN NON LATEKS DALAM SALIVA BUATAN DENGAN pH DAN WAKTU YANG BERBEDA

Widjasri Sumekar* dan Sri Suparwitri**

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

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

ABSTRAK

Elastik ortodontik merupakan salah satu komponen aktif alat tambahan ortodontik yang terbuat dari lateks dan non lateks. Penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik dipengaruhi jenis bahan, pH dan suhu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dalam saliva buatan dengan pH dan waktu yang berbeda. Penelitian ini dilakukan pada 120 elastik ortodontik lateks dan non lateks merk GAC yang direndam dalam saliva buatan dengan pH 5, 7 dan 8 selama 1/2 jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam. Masing-masing kelompok perendaman terdiri dari 5 elastik ortodontik. Pengukuran kekuatan tarik dilakukan sebelum perendaman dan setelah perendaman menggunakan alat ukur *equipment pearson electronic*. Hasil penelitian dianalisa menggunakan anava 3 jalur dan multiple comparisons. Analisa statistik menggunakan anava 3 jalur menunjukkan bahwa jenis elastik ortodontik mempunyai nilai p sebesar 0,00 ($p < 0,05$), pH saliva buatan menunjukkan tidak ada perbedaan bermakna dengan nilai p sebesar 0,05 ($p = 0,05$) dan waktu mempunyai nilai p sebesar 0,00 ($p < 0,05$). Sedangkan perbandingan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dalam interaksi antara jenis bahan, pH dan waktu yang berbeda menunjukkan hasil tidak bermakna dengan nilai p sebesar 0,543 ($p > 0,05$). Kesimpulan : Tidak ada perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi antara jenis bahan elastik ortodontik, pH dan lama perendaman.

Kata kunci : elastik ortodontik lateks, elastik ortodontik non lateks, kekuatan tarik, pH saliva buatan.

ABSTRACT

The orthodontic elastic was one of the active component of the additional orthodontic equipment which was made of latex and non latex. The descent force decay of the orthodontic elastic was influenced by the kind of the material, the artificial pH saliva and the temperature. The purpose of this study was to know the comparison of the force decay of the orthodontic latex elastic and the non latex elastic in artificial pH saliva of different kinds and different time. This study was done to 120 orthodontic latex and non latex elastics soaked in artificial saliva with pH 5, 7 and 8 with length time half an hour, an hour, three hours and twenty four hours. Each group of soaking consist of 5 orthodontic elastic. The measuring of the pulling power was done before and after the soaking, using the pearsons electronic equipment.

The results of this study showed that the kind of orthodontic elastic had the grade of significance 0,00 ($p < 0,05$). The grade of artificial pH saliva 0,05 ($p = 0,05$). The grade of time 0,00 ($p < 0,05$). The grade of the interaction of the kind of material and artificial pH saliva 0,04. Whereas the grade of the significance of the comparison of the pulling strength of orthodontic elastic latex and non latex artificial pH saliva in different kinds and different time didn't show different significance 0,54 ($p > 0,05$). The conclusion : There was no difference of the comparison of the force decay of the orthodontic latex and non latex in artificial pH saliva of different kinds and different times.

Key words : orthodontic latex elastic, non latex elastic, force decay, artificial pH saliva.

PENDAHULUAN

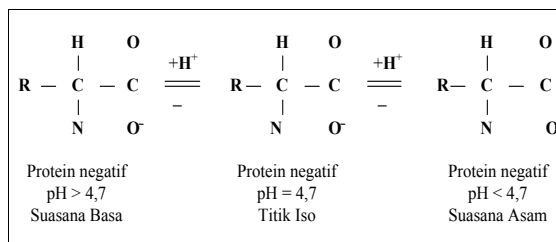
Elastik ortodontik merupakan salah satu alat tambahan yang sering digunakan dalam perawatan ortodontik dengan alat cekat dan beberapa kasus dengan alat lepasan. Elastik ortodontik pada awalnya terbuat dari lateks. Elastik ortodontik dari bahan lateks mempunyai karakteristik unggulan yaitu elastisitas yang tinggi, kekuatan relatif konstan dan harga yang murah⁽²⁴⁾. Produk non lateks (sintetik) ditawarkan di pasaran sejak awal tahun 1990 untuk pasien yang sensitif terhadap bahan lateks.

Elastik ortodontik harus mempertahankan kekuatan yang tepat untuk dapat menerapkan kekuatan yang ideal. Pemakaian di klinik menunjukkan bahwa elastik ortodontik mengalami penurunan kekuatan yang cukup besar. Karakteristik struktur kimia elastik ortodontik lateks dan non lateks berbeda. Penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik dipengaruhi jenis bahan, air⁽²⁹⁾, pH dan suhu⁽³²⁾.

Perbedaan struktural utama antara elastik ortodontik lateks dan non lateks adalah perbedaan fenomena jangka panjang dari elastik ortodontik non lateks. Hal ini disebabkan struktur kimia elastik ortodontik lateks adalah ikatan kovalen yang terbentuk dari ikatan atom dan struktur kimia elastik ortodontik non lateks adalah ikatan molekul. Perbedaan struktural ini menyebabkan kinerja jangka panjang yang lebih buruk dari elastik ortodontik non lateks dan efek faktor-faktor lingkungan seperti kelembaban dan panas menjadi berbeda dan lebih berefek negatif⁽²⁴⁾. Derajat penurunan kekuatan yang tinggi pada elastik ortodontik lateks dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti sifat alkali saliva dan perubahan temperatur⁽³⁶⁾.

Elastik ortodontik lateks dibuat dari lateks, yaitu getah berwarna putih susu yang dihasilkan dari pohon karet (*Hevea Brasiliensis*) yang tumbuh di daerah tropis. Struktur kimia lateks terdiri dari 25%-40% hidrokarbon karet (cis-1,4 polyisoprene) yang berisi kira-kira 500 unit *isoprene* dalam mata rantai polimer karet, juga sejumlah kecil protein dan asam lemak⁽⁵⁾.

Protein merupakan gabungan dari asam-asam amino yang bersifat dipolar (dalam keadaan netral mempunyai dua muatan listrik) dan amphoter (dapat bereaksi dengan asam atau basa) dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 1. Rumus reaksi amphoter lateks (Zuhra, 2006)

Protein lateks bersifat asam (konsentrasi ion hidrogen tinggi) pada pH < 4,7. Protein lateks bersifat basa (konsentrasi ion hidrogen rendah) bila pH > 4,7. Protein lateks bersifat dipolar yaitu dapat bereaksi dengan asam maupun basa pada pH = 4,7⁽³⁵⁾.

Elastik ortodontik sintetik atau non lateks merupakan polimer amorf yang terbuat dari bahan polyurethane namun komposisi tepatnya menjadi rahasia perusahaan (Genova dkk., 1985). Elastik ortodontik non lateks sebagian besar dibuat dengan mengandalkan bahan baku minyak bumi. Karet *polyurethane* adalah istilah umum untuk elastik sintetik yang berisi ikatan urethane (Wong, 1976) dan bukan terdiri dari monomer *urethane*⁽³⁷⁾.

Struktur kimia elastik ortodontik non lateks adalah ikatan non kovalen. Ikatan non kovalen elastik ortodontik non lateks terdiri dari ikatan hidrogen dan ikatan *Van der Waals*. Kedua ikatan ini relatif lemah dalam mempertahankan kekuatan dan elastisitas polimer elastik non lateks. Air berperan melunakkan elastik ortodontik non lateks dengan cara memperlemah ikatan antar molekul. Struktur kimia elastik ortodontik lateks adalah ikatan atom atau ikatan kovalen. Ikatan *kovalen* termasuk ikatan antar atom yang sangat kuat. Kekuatan ikatan kovalen 10 hingga 100 kali lebih kuat dibandingkan ikatan *hidrogen* dan *Van Der Waals*⁽²⁰⁾.

Saliva buatan digunakan dalam penelitian ini sebagai simulasi dalam mulut. Komposisi saliva buatan dalam penelitian ini terdiri dari dipotasium hidrogen fosfat (K₂HPO₄) 0,2 gr/l, kalsium fosfat (Ca₃(PO₄)₂) 0,3 gr/l, potasium tiosianat (KCN) 0,33 gr/l, sodium bikarbonat (NaHCO₃) 1,5 gr/l, sodium klorida (NaCl) 0,7 gr/l, potasium klorida (KCl) 1,2 gr/l dan urea ((NH₂)₂CO) 0,13 gr/l. Bahan-bahan tersebut dicampur dengan air suling dalam labu ukur pirez. Saliva dengan pH 5,7 dan 8 diperoleh dengan cara mengalirkan gas CO (12). Suhu

penyimpanan saliva tiruan ditentukan 37°C untuk mendekati keadaan di rongga mulut.

Perawatan ortodontik yang optimal memerlukan input mekanik yang menghasilkan kecepatan pergerakan gigi maksimum dengan kerusakan permanen yang minimal pada akar gigi, ligamen periodontal dan tulang alveolar. Indikator biologik seperti respons sel, kerusakan jaringan, rasa sakit adalah penting, tetapi efisiensi perawatan ortodontik terutama dipusatkan pada hubungan antara besar kekuatan ortodontik dan kecepatan pergerakan gigi selama perawatan aktif⁽³⁰⁾.

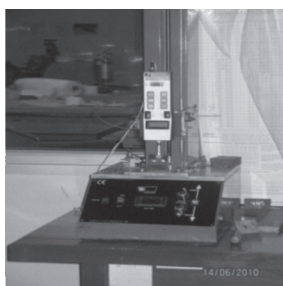
BAHAN DAN CARA PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

1. Elastik ortodontik lateks dan non lateks ukuran 5/16”(1,8 oz) merk GAC buatan Jepang.
2. Saliva pH 5; 7 dan 8 dengan suhu 37°C.

B. Alat Penelitian

1. *Equipment pearson electronic*



Gambar 1. Equipment Pearson electronic



Gambar 2. Balok dengan 2 jajar paku



Gambar 3. Inkubator

2. Balok dengan 2 jajar paku dengan jarak 23,8 mm.
3. Inkubator untuk mempertahankan suhu 37°.
4. Jam digital

C. Jalannya Penelitian

Jalannya penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan selama 7 hari. Hari ke-1 sampai hari ke-3 dilakukan penelitian terhadap elastik ortodontik lateks dan hari ke-3 sampai hari ke- 6 dilakukan penelitian terhadap elastik ortodontik non lateks.
2. Setiap hari dilakukan penelitian terhadap 15 - 20 sampel elastik ortodontik.
3. Sebelum penelitian dilakukan pengukuran kekuatan tarik mula-mula dengan cara elastik dipasang pada pengait *equipment pearson electronic* kemudian diregangkan sebesar 23,8 mm dan dibaca kekuatan tarik pada alat.
4. Elastik dipasang pada 4 balok dengan 2 jajar paku masing-masing sebanyak 5 sampel.
5. Balok kemudian direndam dalam saliva buatan sesuai dengan pH dan waktu.
6. Setelah jangka waktu perendaman yang telah ditentukan, elastik ortodontik diambil kemudian dibilas dengan aquades dan segera dilakukan pengukuran kekuatan akhir menggunakan *equipment pearson electronic*.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan analisa statistik diskriptif kekuatan tarik elastik ortodontik lateks lebih besar dibandingkan non lateks pada berbagai pH saliva buatan. Penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks lebih besar dibandingkan elastik ortodontik lateks. Penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks sangat besar setelah 24 jam. Hasil penelitian ini selanjutnya dianalisa dengan anava 3 jalur dan multiple comparisons.

Tabel 1. Hasil Uji Anava 3 Jalur

Sumber	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Rerata kuadrat	F	p
Bahan	0,300	1	0,300	67925	0,00
pH	0,115	2	0,057	12981	0,05
Jam	2,420	3	0,807	182,616	0,00
Bahan * pH	0,054	2	0,027	6,113	0,04
Bahan * Jam	0,088	3	0,029	6,642	0,00
pH * Jam	0,970	6	0,161	3,673	0,04
Bahan*pH* Jam	0,022	6	0,004	0,830	0,54

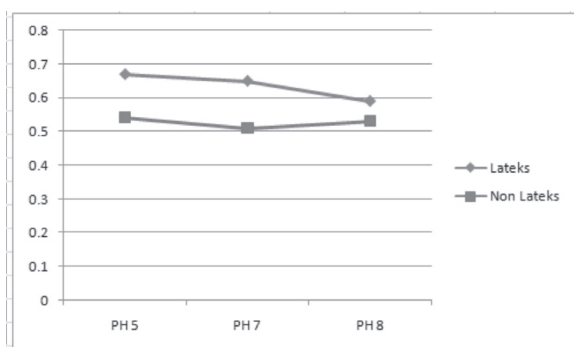
Keterangan : F : frekuensi p : tingkat signifikansi

Perbandingan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dianalisa menggunakan analisa anava 3 jalur (tabel 1). Hasil uji Anava 3 jalur pada tabel 1 didapatkan hasil terdapat perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik dalam jenis bahan elastik ortodontik dengan nilai $p : 0,00 (p < 0,05)$, tidak terdapat perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik dalam pH saliva buatan yang berbeda dengan nilai $p : 0,05 (p = 0,05)$ dan terdapat perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik yang direndam dalam saliva buatan dengan waktu yang berbeda menunjukkan nilai $p : 0,00 (p < 0,05)$. Sedangkan kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi antara jenis bahan, pH saliva buatan dan waktu tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna dengan nilai $p : 0,543 (p > 0,05)$.

Uji statistik kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi antara jenis bahan dan pH saliva buatan, interaksi jenis bahan dan waktu serta interaksi pH saliva buatan dan waktu dianalisa menggunakan analisa multiple comparisons. Analisa multiple comparisons menggunakan uji LSD.

Uji LSD interaksi jenis bahan dan pH menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dengan non lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 5, 7 maupun 8. Perbedaan rata-rata kekuatan tarik antar elastik ortodontik non lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 5, 7 dan 8 tidak menunjukkan perbedaan bermakna ($p > 0,05$).

Grafik 1. Rata-rata kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks yang direndam saliva buatan pH 5, 7, 8

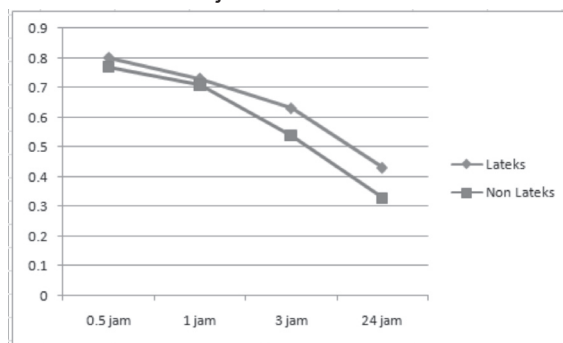


Grafik 1 menggambarkan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks lebih besar dibanding elastik ortodontik non lateks pada perendaman

saliva buatan pH 5, 7 dan 8. Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks yang direndam saliva buatan pH 5 lebih besar dibanding pada saliva buatan pH 7 dan pH 8. Kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 7 lebih kecil dibanding pada saliva buatan pH 5 dan pH 8.

Uji LSD interaksi jenis bahan dan waktu menunjukkan bahwa waktu perendaman 3 jam mulai berpengaruh terhadap perbedaan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dan kekuatan tarik lateks lebih besar dibanding non lateks.

Grafik 2. Rata-rata kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks yang direndam selama jam, 1 jam, 3 jam, dan 24 jam

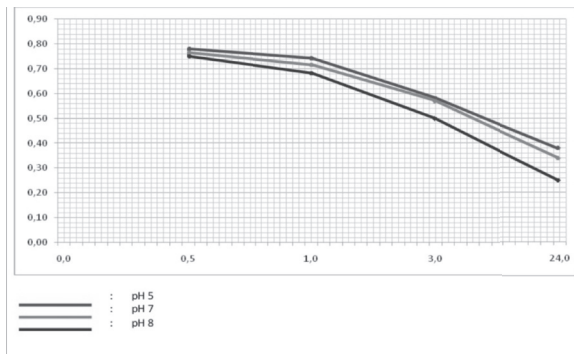


Grafik 2 menggambarkan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks yang direndam selama 1/2 jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam. Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks lebih besar dibanding elastik ortodontik non lateks selama perendaman jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam. Semakin lama perendaman, kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks semakin menurun.

Hasil uji LSD kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi antara pH saliva buatan dan waktu menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata kekuatan tarik elastik ortodontik yang direndam dalam saliva buatan pH 5 dengan pH 8 selama 24 jam sebesar 0,13 ($p < 0,05$). Hal ini berarti pH saliva buatan berpengaruh terhadap perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik lateks setelah perendaman 24 jam.

Grafik 3 menggambarkan bahwa kekuatan tarik elastik ortodontik yang direndam saliva buatan pH 8 lebih kecil dibanding pH 5 dan pH 8 lebih kecil dibanding pH 7 selama perendaman 3 jam dan 24 jam.

Grafik 3. Kekuatan tarik elastik ortodontik yang direndam dalam saliva buatan pH 5, 7, 8 selama jam, 1 jam, 3 jam, dan 24 jam



Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks ($p < 0,05$) (Tabel 1). Hal ini disebabkan oleh karena struktur kimia ikatan lateks terdiri dari ikatan atom sedangkan struktur kimia ikatan non lateks terdiri dari ikatan molekul. Perbedaan struktural ini menyebabkan kinerja jangka panjang yang lebih buruk dari elastik ortodontik non lateks dan efek faktor lingkungan seperti kelembaban dan panas menjadi berbeda dan lebih berefek negatif. Perbedaan waktu perendaman menunjukkan perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks ($p < 0,05$) (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena sifat elastomer mengabsorpsi air bila dilakukan perendaman. Absorpsi air mengurangi kekerasan permukaan sehingga sifat mekanisnya terpengaruh.⁽²⁴⁾

Kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi antara jenis bahan dan waktu (tabel 2) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik selama perendaman 3 jam dan 24 jam ($p < 0,05$). Perendaman 1/2 jam dan 1 jam tidak menunjukkan perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks (tabel 3) ($p > 0,05$). Hal ini sesuai dengan penelitian Gioka (34) yang mengatakan bahwa elastik ortodontik mengalami penurunan kekuatan tarik yang cukup besar setelah 3-5 jam perpanjangan dan penurunan kekuatan tarik terus terjadi secara bertahap hingga akhir periode pemeriksaan. Penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks yang lebih besar dibanding elastik ortodontik lateks

menyebabkan frekuensi penggantian elastik ortodontik non lateks 3 kali sehari⁽²⁶⁾.

Kekuatan tarik elastik ortodontik tidak berbeda bermakna ($p = 0,05$) pada saliva buatan pH 5, 7 dan 8 (Tabel 3). Namun tingkat signifikansi 0,05 merupakan batas *borderline* bermakna dan tidak bermakna. Hasil uji LSD kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi jenis bahan dan pH saliva buatan (Tabel 4) menunjukkan perbedaan bermakna dengan nilai $p: 0,04$ ($p < 0,05$) (Tabel 3). Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 5 berbeda signifikan dengan elastik ortodontik lateks yang direndam saliva buatan pH 8. Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks yang direndam saliva buatan pH 8 lebih kecil dibanding yang direndam saliva buatan pH 5 (tabel 1). Sedangkan kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks yang direndam saliva buatan pH 5, 7 dan 8 tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Hal ini disebabkan karena unsur-unsur dalam saliva dapat berinteraksi dengan protein lateks. Lateks dipengaruhi oleh Ca, Mg dan PO₄ (39). Protein lateks bersifat asam pada $pH < 4,7$. Protein lateks bersifat basa bila $pH > 4,7$. Protein lateks bersifat dipolar yaitu dapat bereaksi dengan asam maupun basa pada $pH = 4,7$. Pada penelitian ini pH saliva yang digunakan 5, 7 dan 8, sehingga protein lateks semakin lama lebih bersifat basa. Saliva buatan pH 8 merupakan pH basa terbesar dalam penelitian ini. Interaksi gugus hidroksil protein lateks yang bersifat basa pada saliva buatan pH 8 bereaksi dengan Ca yang terkandung dalam saliva. Hal ini menyebabkan pada saliva buatan pH 8 kekuatan tarik elastik ortodontik lateks paling kecil dibanding pada saliva buatan pH 5 dan pH 7 pada perendaman 3 jam dan 24 jam. Ca termasuk golongan II A dalam tabel sistem periodik. Reaksi Ca dengan ion hidrogen (OH) membentuk basa kuat. Basa kuat merupakan basa yang terionisasi sempurna dalam air. Ikatan PO₄ dengan protein lateks yang bersifat asam membentuk asam lemah. Asam lemah merupakan asam yang tidak mudah terionisasi dalam air. Penelitian ini berbeda dengan penelitian Long,dkk (2005) yang menyatakan bahwa penurunan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks lebih besar dibanding elastik ortodontik non lateks dalam minuman coca cola, 5% asam asetat dan 75% ethanol. Coca cola merupakan minuman ringan dengan pH 3 dan asam asetat merupakan asam organik

yang mengandung gugus asam karboksilat dengan pH 2. Ethanol mempunyai pH netral sebesar 7⁽⁶⁾.

Kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks yang direndam saliva buatan 5, 7 dan 8 tidak ada perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Saliva buatan pH 5, 7 dan 8 tidak berpengaruh terhadap perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik non lateks. Hal ini kemungkinan disebabkan karena sifat elastik ortodontik non lateks bisa dimodifikasi sehingga tahan dalam larutan asam, basa dan garam⁽¹⁶⁾.

Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dalam interaksi pH saliva buatan dan waktu menunjukkan perbedaan bermakna ($p < 0,05$) (tabel 2). Hasil uji LSD interaksi pH saliva buatan dan waktu (tabel 6) terhadap kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks menunjukkan bahwa pada saliva buatan pH 5 waktu 24 jam berbeda bermakna dengan saliva buatan pH 8 waktu 24 jam ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik saat perendaman 24 jam. Kekuatan tarik elastik ortodontik lateks pada perendaman 24 jam paling kecil (Tabel 1). Adanya pengaruh pH saliva buatan dan waktu terhadap kekuatan tarik elastik ortodontik perlu dipertimbangkan untuk frekuensi penggantian elastik ortodontik sehingga kekuatan optimum pergerakan gigi tetap terjaga.

Tabel 3 menunjukkan kekuatan tarik elastik ortodontik tidak berbeda bermakna dalam interaksi antar jenis bahan elastik ortodontik, pH dan lama perendaman dengan nilai $p : 0,543$ ($p > 0,05$). Hal ini disebabkan pH hanya berpengaruh terhadap kekuatan tarik elastik ortodontik lateks setelah perendaman 24 jam. Elastik ortodontik non lateks cepat mengalami penurunan kekuatan yang besar dibanding elastik ortodontik lateks.

KESIMPULAN

1. Ada perbedaan bermakna kekuatan tarik antara elastik ortodontik lateks yang direndam dalam saliva buatan dengan pH 5 dan 8 pada perendaman 24 jam namun tidak ada perbedaan kekuatan tarik antara elastik ortodontik lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 5, 7 dan 8 pada perendaman $\frac{1}{2}$ jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam.
2. Tidak ada perbedaan bermakna kekuatan tarik antara elastik ortodontik non lateks yang direndam dalam saliva buatan dengan pH 5,7 dan 8 selama $\frac{1}{2}$ jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam.
3. Tidak ada perbedaan bermakna kekuatan tarik elastik ortodontik dalam interaksi ke antara elastik ortodontik lateks dan non lateks yang direndam dalam saliva buatan pH 5, 7 dan 8 selama $\frac{1}{2}$ jam, 1 jam, 3 jam dan 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andreasen, G.F. dan Bishara, S.E., 1970, *Comparisons of Elastic Chains with Elastic Involved Intra Arch Molar to Molar*, Angle Orthod, 40 (4) p.151-157.
2. Retan, K., Biochemical Principles and Reaction dalam Graber, T.M., *Current Orthodontic Concept and Technique*, Philadelphia, Saunders, 1972, p.1404-1407.
3. Cadman, G.R., *A Vade Mecum for The Begg Technique : Treatment Procedures*, Am. J. Orthod., 1975: 87(5) p.377-384.
4. Cole, A.S. dan Estoe, J.E., *Biochemistry and Oral Biology*, Tappon Co LTD, Tokyo and Singapore, 1975, p.368-370.
5. Wong, A.K., *Orthodontic Elastics Materials*. Angle Orthod., 1976 : 46:196-205.
6. Asikin Nur, 1981, *Ilmu Kimia Organik*, H 22-25. Ganesha Press, Bandung.
7. German, R.M., Wright, D.C. dan Gallant, R.F., *In Vitro Tarnish Measurement on Fixed Prosthodontic Alloys*, The Journal of Prosthetic Dentistry, 1982: 47 (1) p. 399-405.
8. De Genova, D.C., Mc Innes-Ledoux, P., Weinberg, R., dan Shaye, R., *Force Degradation of Orthodontic Elastomeric Chains : A Product Comparisons Study*, Am. J. Orthod., 1985: 87(5) p.377-384.
9. Quinn, R.S. dan Yoshikawa, K.A., *A Reassessment of Force Magnitude in Orthodontics*, Am.J.Orthod., 1985 : 88 (2) p.252-260.
10. Graber, T.M., Rakosi. dan Petrovic, A.G. *Dentofacial Orthopedics with Functional Appliances*, The C.V. Mosby Co., St Louis., 1985, p.34-45, 281-290.
11. Ferriter, J.P., Meyears, C.E. dan Lorton, L., *Effect of Hydrogen in Concentration on The Force Degradation Rate of Orthodontic*, Am. J. Orthod. Dentofac Orthop. 1990 : 198 (4) p. 404-410.
12. Fraunhofer, J.A., *The Effect of Glutaraldehyde Solutions on The Elastics Properties of Elastomeric Chains*. Angle Orthod. 1991: 61(1) 25-30.
13. Jeffries, C.L., dan Von Fraunhofer, J.A., *The Effect of 2% Alkaline Glutaraldehyde Solution on The*

- Elastic Properties of Elastomeric Chain*, Angle Orthod., 1991: 61(1) p25-30.
14. Amerongen, A.V.N., Michels, L.F.E., Roukema, P.A. dan Veerman, G.C.I. 1991 (terj). *Ludah dan Kelenjar Ludah Arti bagi Kesehatan Gigi*. H.26-41. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
 15. Angolkar, P., Arnold, J.V., Nanda, R.S., dan Duncanson, M.G., 1992. *Force Degradation of Closed Coil Spring: An In Vitro Evaluation*, Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 102 (2) p.127-133.
 16. Seymour, R.B., dan Carraher, C.E., 1984 cit Cuttamersari, C. *A Comparison of Magnitude Force Degradation Characteristic of Conventional Versus Fluoride Releasing Elastomeric Chain in Vitro*. Tesis. Department of Preventive Dentistry. University of Sydney. University of Sydney, Australia, 1993 : p.1-55.
 17. Synider, H.H.A. dan Settle, S. *The Rise in Latex Allergy: Implications For The Dentist*, J.Am.Dent. Assoc., 1994 : 125 (1) p.89-97.
 18. Kapilla S., *Commentary: Characteristics of Elastomeric Chains*. Angle Orthod., 1994: 64:465-466
 19. Baty, D.L., Vola, J.E. dan Von Fraunhofer, J.I., *Force Delivery Properties of Colored Elastomeric Modules*. Am.J.Orthod.Dentofac.Orthop, 1994:105(1): 40-46.
 20. Huget, E.F., Patric, K.S. dan Nunez, L.J., *Observations on The Elastic Behavior of A Synthetic Orthodontic Elastomer*, J.Dent.Res., 1995: 69(2) p 496-501.
 21. Edgar, W.M., dan O'Mullane, *Saliva and Oral Health*, London British Dental Journal, 1996 : 2nd, p. 39.
 22. Bhalaji, S.I., 1997, *Orthodontics : The Art and Sciences*, New Delhi : Arya (Medi) Publishing House, p.351-370.
 23. Talaoumis, L.J., Smith, T.M., Hondruno, S.O., dan Lorton, L., *Force Decay and Deformation of Orthodontic Elastomeric Ligatures*, Am.J.Orthod., 1997: 111 (1) p.1-11.
 24. Kanchana, P. dan Godfrey, K., *Calibration of Force Extension and Force Degradation Characteristics of Orthodontic Letex Elastics*. Am.J.Orthod. Dentofac. Orthop., 2000: 118:280-287.
 25. Proffitt, W.R. dan Fields, H.W., *Contemporary orthodontics.2000*, 3rd Ed., Mosby, St. Louis.Hal 304.
 26. Russell, K.A., Milne, A.D., KKhanna, R.A. dan Lee, J.M., *In Vitro Assesment of The Mechanical Properties of Latex and Non Latex Orthodontic Elastics*. Am.J. Orthod. Dentofac. Orthop., 2001: 120, p 36-44.
 27. Kohno, T., Matsumoto, Y., Kanno, Z., Warita, H. dan Sonis, K., *Experimental Tooth Movement Under High Orthodontic Force Values of Tooth Movement and Changes of The Periodontium*, Am.J.Orthod., 2002: 29 (1) p.129-136.
 28. Christnawati, *Pengaruh Konsentrasi Ion Hidrogen Terhadap Daya Regang Maksimum Rantai Elastomer Ortodontik*, Ceramah ilmiah X Dies FKG UGM, 2002, h.36-39.
 29. Kersey, M.L., Glover, K.E., Heo, G., Raboud, D. dan Major, P.W., *A Comparison of Dynamic and Static Testing Of Latex and Non Latex Orthodontic Elastics*. Angle Orthop, 2003:73:181-186.
 30. Ren, Y., Maltha, J.C. dan Jagtman, K.A.M., *Optimum Force Magnitude for Orthodontic Tooth Movement: A Systemic Literature Review*, Angle Orthod., 2003, 73:86-92.
 31. Annusavice. K.J., 2004, *Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi (terj)*. Budiman, J.A., Purwoko, S., cet I, Penerbit EGC, Jakarta, h.290-323.
 32. Beattie, S dan Monaghan, P. *An Invitro Study Simulating Effects of Daily Diet and Patient Elastic Band Change Compliance on Orthodontic Latex Elastics*, Angle Orthod., 2004:74:234-239.
 33. M.L., Long, R.J., Mitchell, C.S., Beeman, G.T., Kluemper and E.L., Hicks., *Effects of Dietary Liquids on Force Degradation of Orthodontic Elastics*, abstract, University of Kentucky Press, 2004, Lexington, USA, 12 Juli 2008.
 34. Gioka, C., Zinelis S., Eliades, T. dan Eliades, G., *Orthodontic latex elastics : A Force Relaxation Study*. Angle Orthod., 2005:76:475-479.
 35. Zuhra, C.F., *Karet*, Karya Ilmiah. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu, 2006, h.1-20.
 36. Wang, T., Zhou, G., Tan, X. dan Dong, Y.. *Evaluation Of Force Degradation Characteristics of Orthodontic Latex In Vitro and In Vivo*, Angle Orthod., 2007: 77 (1) p.86-92.
 37. Nazarudin, H.H.,.. *Poliuretan Polimer Serba Bisa*. 2007, [http:// bloginfokita/polyurethane-polyurethanes](http://bloginfokita/polyurethane-polyurethanes), 22 Januari 2008.
 38. Saptono, R., *Pengetahuan Bahan*, Departemen Metalurgi dan Material, FT UI, 2008 h. 112-120.