

## Pengaruh Perendaman Minuman Berkarbonasi terhadap Gaya Elastik pada Elastomerik Ligatur dengan Variasi Panjang Penarikan

Hafidz I. Pradipta, Budi Wibowo, Diah A. Purbaningrum, yoghi B. Prabowo

Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Email: [yoghi.bagus.prabowo@gmail.com](mailto:yoghi.bagus.prabowo@gmail.com)

Disubmisi: 1 Juli 2021; direvisi: 28 Juli 2021; diterima: 28 Juli 2021

**Abstract:** Elastomeric ligature is used to fasten orthodontic wires with brackets and can be stretched 1-3 mm as a simulation of bracket in the oral cavity. Its elastic force could decrease caused by salivary pH and water absorption of the elastomeric ligature. Consuming carbonated drinks causes the oral cavity to become acidic which increases the loss of elastic force in the elastomeric ligature with length of stretch variations. This study was aimed to determine the effect of immersion in carbonated drinks on the elastic force of the elastomeric ligature with length of stretch variations. This was an experimental laboratory study with a post-test only control group design. There were a total of 24 samples of American Orthodontic brand elastomeric ligature with royal blue color divided into six groups, consisting of three control groups immersed in artificial saliva, and three treatment groups immersed in carbonated drinks. Each control group and treatment group were given three variations of stretch length, as follows: 1, 2, and 3 mm. The calculation of the elastic force on the elastomeric ligature was performed by using the Universal Testing Machine. Data were analyzed by using the One Way Anova test and LSD post hoc test ( $p < 0.05$ ). The One Way Anova test showed a significant difference in the 1, 2, and 3 mm length of stretch variations for treatment groups. In conclusion, carbonated drinks affect the elastic force of elastomeric ligature with length of stretch variations.

**Keywords:** elastomeric ligature; carbonated drinks; length of stretch variations

**Abstrak:** Elastomerik ligatur adalah alat yang digunakan untuk mengikatkan kawat ortodonti dengan braket, dapat diregangkan 1-3 mm sebagai simulasi braket dalam rongga mulut. Elastomerik ligatur mengalami penurunan gaya elastik salah satunya disebabkan oleh pH saliva, dan penyerapan air dari elastomerik ligatur. Mengonsumsi minuman berkarbonasi menyebabkan pH saliva menjadi asam sehingga meningkatkan kehilangan gaya elastik pada elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap gaya elastik pada elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan. Desain penelitian ialah eksperimental laboratorium dengan *post-test only control group design*. Sebanyak 24 sampel elastomerik ligatur merek *American Orthodontic* dengan warna *royal blue*, dibagi menjadi enam kelompok, terdiri dari tiga kelompok kontrol perendaman pada saliva buatan, dan tiga kelompok perlakuan perendaman pada minuman berkarbonasi. Setiap kelompok kontrol dan perlakuan diberi tiga variasi panjang penarikan, yaitu penarikan 1, 2, dan 3 mm. Perhitungan gaya elastik pada elastomerik ligatur menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Analisis data menggunakan uji *One Way Anova* dan uji *post hoc LSD* pada  $p < 0,05$ . Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan perbedaan bermakna pada penarikan 1, 2, 3 mm dalam perendaman minuman berkarbonasi. Simpulan penelitian ini ialah terdapat pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap gaya elastik pada elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan.

**Kata kunci:** elastomerik ligatur; minuman berkarbonasi; variasi panjang penarikan

## PENDAHULUAN

Perawatan ortodonti merupakan suatu bidang ilmu kedokteran gigi yang meningkatkan fungsi rongga mulut serta penampilan wajah yang bertujuan untuk memberikan perbaikan fungsional dan estetik pada pasien.<sup>1</sup> Perawatan ortodonti menggunakan komponen alat yang diletakan di dalam rongga mulut, namun memiliki beberapa kendala, salah satunya ialah waktu perawatan yang relatif lama.<sup>2</sup> Komponen alat yang nyaman, aman, dan dapat bertahan dalam jangka waktu panjang dalam rongga mulut sangat diperlukan pada perawatan ortodonti.<sup>3</sup> Perawatan ortodonti dapat menggunakan alat ortodonti lepasan maupun alat ortodonti cekat. Pada perawatan ortodonti cekat terdapat dua komponen, yaitu komponen aktif dan pasif.<sup>4</sup> Komponen aktif meliputi *archwires*, *magnets*, *elastics*, *elastomers*, *separators*, dan *springs*, sedangkan komponen pasif meliputi *buccal tubes*, *lingual attachments*, *lock pins*, kawat, band, dan braket.<sup>4</sup>

Pemasangan kawat ortodonti atau *archwires* ke braket ortodonti dapat menggunakan *selfligating clips*, *stainless steel ligation*, *pins*, dan *circular elastomer* atau *elastomeric ligatures*.<sup>5</sup> Elastomerik ligatur atau elastomerik pengikat merupakan alat paling umum yang digunakan untuk mengikat kawat ortodonti ke braket ortodonti.<sup>6</sup> Elastomerik ligatur dapat diregangkan sepanjang 1-3 mm untuk mensimulasi kondisi dalam rongga mulut agar semirip mungkin dengan kondisi klinisnya.<sup>7</sup> Keuntungan penggunaan elastomerik ligatur yaitu pengaplikasian pada braket mudah dan cepat, nyaman digunakan, harga rendah, mengurangi waktu saat kunjungan pasien, dan tersedia dalam berbagai warna.<sup>5,8</sup> Kekurangannya ialah gigi dan jaringan lunak dapat terpengaruh oleh akumulasi bakteri pada *gap* atau jarak antara permukaan gigi dengan braket yang diikat oleh elastomerik ligatur, kehilangan gaya elastik atau relaksasi gaya karena deformasi permanen rantai polimer yang cepat sehingga menjadikan pasien untuk berkunjung lagi setiap empat minggu, menyerap air dan dapat terjadi perubahan warna.<sup>7,8</sup> Faktor

yang mempercepat kehilangan gaya ialah pH saliva, suhu, waktu, kelembaban, penyerapan air dari elastomerik ligatur, serta kondisi rongga mulut.<sup>8,9</sup>

Suasana di rongga mulut dapat berubah-ubah dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas saliva, temperatur, derajat keasaman (pH) saliva, jumlah protein dalam saliva, plak, kondisi kesehatan umum, dan juga sifat fisika maupun kimia yang terdapat dalam makanan dan minuman yang dikonsumsi.<sup>10</sup> Keadaan tersebut dapat merubah suasana keasaman rongga mulut, mulai dari netral, asam, maupun basa.<sup>3</sup> Derajat keasaman pH saliva dalam keadaan normal berada pada rentang 6,7-7,0.<sup>11</sup> Perubahan suasana dalam rongga mulut salah satunya dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi.<sup>3</sup>

Mengonsumsi minuman berkarbonasi yang memiliki pH asam menjadi salah satu penyebab perubahan suasana dalam rongga mulut.<sup>3</sup> Maraknya kedai makanan cepat saji yang menyajikan minuman berkarbonasi sebagai pengganti air mineral, menjadikan minuman berkarbonasi semakin banyak dikonsumsi oleh masyarakat.<sup>3</sup> Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa minuman berkarbonasi dapat meningkatkan kehilangan gaya pada *elastomeric chain* atau *power chain*.<sup>12</sup> *Power chain* termasuk dalam jenis elastomer sintesis yang merupakan jenis elastomer yang digunakan pada *elastomeric chain* atau *power chain*, *elastomeric ligatures*, *elastic orthodontic*, dan *elastic threads* yang terbuat dari bahan poliuretan.<sup>8</sup> Bahan poliuretan ialah istilah umum yang merupakan elastomer sintesis berisi ikatan uretan dan bukan terdiri dari monomer uretan.<sup>13</sup>

Melihat maraknya penggunaan behel gigi dan konsumsi minuman berkarbonasi, penulis tertarik untuk mengkaji lebih jauh mengenai pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap gaya elastik pada elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan. Selain itu, penelitian demikian belum pernah dilakukan sebelumnya.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah eksperimental

laboratorium dengan *post-test only control group design*. Sampel penelitian ini ialah elastomerik ligatur dengan merek *American Orthodontic* warna *royal blue*. Sampel yang digunakan ialah elastomerik ligatur yang masih baru dan belum pernah digunakan ataupun direndam dalam suatu cairan. Kriteria eksklusi penelitian ini ialah elastomerik ligatur yang sudah pernah dipakai ataupun pernah terendam dalam cairan.

Terdapat 24 sampel yang digunakan pada penelitian ini, terdiri dari tiga kelompok kontrol dengan perendaman saliva buatan dan tiga kelompok perlakuan dengan perendaman minuman berkarbonasi. Elastomerik ligatur ditarik menggunakan batang akrilik yang memiliki diameter 1, 2, dan 3 mm. Setiap kelompok terdiri dari empat sampel elastomerik ligatur yang ditarik pada batang akrilik. Kelompok kontrol dengan penarikan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm, masing-masing terdiri dari empat sampel. Kelompok perlakuan dengan penarikan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm, masing-masing terdiri dari empat sampel. Dengan demikian jumlah keseluruhan sampel yaitu 24 buah elastomerik ligatur. Elastomerik ligatur didapatkan dari toko bahan dan material kedokteran gigi di Semarang.

Penelitian diawali dengan pembuatan batang akrilik menggunakan cetakan silikon. Batang akrilik dibuat dengan diameter 1, 2, dan 3 mm sebanyak dua buah. Panjang batang akrilik masing-masing dibuat 5 cm, dilanjutkan pembuatan kail penarik menggunakan kawat *stainless steel* 1 mm yang digunakan untuk mengaitkan elastomerik ligatur saat dilakukan uji tarik pada *universal testing machine*. Selanjutnya sampel elastomerik ligatur dilakukan pengujian gaya awal menggunakan alat *universal testing machine*. Enam *beaker glass* 100 ml disiapkan untuk perendaman sampel dan diberi label penanda. Kelompok 1-3 terdiri dari kelompok kontrol dengan perendaman saliva buatan dan kelompok 4-6 terdiri dari kelompok perlakuan dengan perendaman minuman berkarbonasi. Elastomerik ligatur yang telah dipasangkan pada batang akrilik dimasukkan ke dalam masing-masing wadah perendaman kemudian dimasukkan

ke dalam inkubator dengan suhu 37°C dan didiamkan dalam kondisi terendam selama 24 jam. Selanjutnya pada sampel elastomerik ligatur dilakukan pengukuran gaya setelah perendaman menggunakan alat *universal testing machine*.

Data dianalisis dengan uji *Saphiro-Wilk* untuk melihat normalitas data. Analisis data menggunakan *Anova One Way* dan uji *post hoc LSD* dengan signifikansi  $p < 0,05$ .

*Ethical clearance* diperoleh dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro No. 23/EC/H/FK-UNDIP/III/2021.

## HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap gaya elastik pada elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan. Sampel yang digunakan sebanyak 24 sampel yang dibagi ke dalam enam kelompok, tiga kelompok perlakuan dan tiga kelompok kontrol. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *universal testing machine* dengan menarik sampel hingga terputus untuk mengetahui gaya tersisa.

Hasil pengukuran dan pengumpulan data menunjukkan bahwa gaya elastik dari elastomerik ligatur mengalami penurunan yang disebabkan oleh beberapa faktor. Penurunan gaya terbesar pada elastomerik ligatur yang direndam dalam minuman berkarbonasi terjadi pada penarikan 3 mm. Penarikan yang dilakukan berpengaruh terhadap penurunan gaya elastik dari elastomerik ligatur, yaitu semakin diregangkan maka gaya yang turun semakin banyak. Uji gaya tarik dilakukan setelah penarikan dan perendaman selama 24 jam dalam inkubasi 37°C, dan didapatkan hasil pengujian elastomerik ligatur ditampilkan pada Tabel 1.

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Saphiro-Wilk*, dan didapatkan bahwa perendaman saliva buatan dengan penarikan 1 mm memiliki nilai signifikansi 0,549; penarikan 2 mm memiliki nilai signifikansi 0,094; dan penarikan 3 mm memiliki nilai signifikansi 0,086. Perendaman minuman berkarbonasi dengan penarikan 1 mm memiliki nilai sig-

nifikansi 0,902; penarikan 2 mm memiliki nilai signifikansi 0,350, dan penarikan 3 mm memiliki nilai signifikansi 0,745.

Seluruh kelompok sampel mendapatkan nilai  $p > 0,05$  yang menunjukkan bahwa data yang diperoleh termasuk data parametrik atau terdistribusi normal. Uji homogenitas dengan uji Levene mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,979 dengan nilai  $p > 0,05$  yang berarti bahwa data yang digunakan homogen.

Hasil uji *One Way Anova* untuk perbedaan antar kelompok mendapatkan nilai  $p = 0,045$  ( $< 0,05$ ) yang berarti terdapat perbedaan bermakna pada gaya elastik elastomerik ligatur dengan penarikan 1, 2, dan 3 mm dalam perendaman minuman berkarbonasi. Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan hasil yang bermakna sehingga dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan dengan menggunakan

uji *post hoc LSD*. Adanya perbedaan secara bermakna jika nilai  $p < 0,05$ .

Tabel 2 menampilkan hasil uji lanjutan *post hoc LSD* yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna pada penarikan 1 mm dalam saliva buatan terhadap penarikan 1, 2, dan 3 mm dalam minuman berkarbonasi. Penarikan lainnya menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna.

## BAHASAN

Hasil pengujian elastomerik ligatur menggunakan alat *universal testing machine* mendapatkan hasil yang bervariasi namun tidak jauh berbeda. Hasil ini menunjukkan bahwa masing-masing elastomerik ligatur yang dilakukan penarikan 1, 2, dan 3 mm dalam perendaman minuman berkarbonasi mengalami penurunan gaya yang cukup bermakna setelah 24 jam perendaman. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan

**Tabel 1.** Hasil rerata dan standar deviasi pengukuran gaya elastik

No.	Force (gf)					
	Saliva 1 mm	Saliva 2 mm	Saliva 3 mm	Karbonasi 1 mm	Karbonasi 2 mm	Karbonasi 3 mm
1.	76,276	58,918	44,542	51,014	37,442	39,815
2.	60,919	61,390	62,331	31,067	40,953	46,758
3.	84,886	32,303	43,267	68,490	31,342	28,361
4.	63,822	65,626	63,822	47,336	61,841	51,151
Rerata	71,476	54,559	53,941	49,484	42,895	41,521
± SD	±11,14	±15,09	±11,09	±15,35	±13,24	±9,93

**Tabel 2.** Hasil uji *post hoc LSD*

	Penarikan karbonasi			Penarikan saliva		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
<b>Penarikan karbonasi</b>						
1 mm	-	0,476	0,391	0,026*	0,582	0,664
2 mm	0,476	-	0,881	0,005*	0,214	0,257
3 mm	0,391	0,881	-	0,004*	0,167	0,203
<b>Penarikan saliva</b>						
1 mm	0,026*	0,005*	0,004*	-	0,78	0,063
2 mm	0,582	0,214	0,167	0,78	-	0,907
3 mm	0,664	0,257	0,203	0,063	0,907	-

\*Signifikansi  $p < 0,05$

oleh Kumar et al<sup>14</sup> (2011) yang menyatakan bahwa penurunan gaya elastik tertinggi yang direndam terjadi pada 24 jam pertama. Data yang dihasilkan memiliki hasil gaya tersisa yang berbeda-beda untuk setiap sampel elastomerik ligatur. Hasil tersebut juga sejalan dengan penelitian Kumar et al<sup>15</sup> (2014) yang menyatakan bahwa hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kemungkinan adanya perbedaan pada kepadatan material saat proses pembuatannya. Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa penggunaan sampel elastomerik dengan merk, warna, dan bahan yang sama dapat memiliki perbedaan pada hasil penurunan gaya elastiknya.<sup>15</sup> Selain itu, penelitian dari Singh<sup>16</sup> menyebutkan bahwa hal tersebut dapat terjadi disebabkan oleh perbedaan kecil dalam produksi, variasi proses pembuatan, maupun kurang ketatnya proses kendali mutu saat produksi.

Uji *One Way Anova* menunjukkan hasil pembacaan data dengan nilai  $p < 0,05$  yang berarti bahwa penarikan sampel elastomerik ligatur 1, 2, dan 3 mm yang direndam dalam minuman berkarbonasi menghasilkan perbedaan gaya yang bermakna pada gaya elastiknya. Penurunan kekuatan gaya elastik pada elastomerik ligatur terjadi secara bermakna pada 24 jam pertama dan akan berkurang sedikit demi sedikit secara stabil pada interval selanjutnya.<sup>7,15</sup> Beberapa teori yang menjelaskan tentang penurunan gaya pada elastomerik menyebutkan bahwa proses penurunan dapat terjadi akibat sifat mekanik maupun kimiawi.<sup>17</sup> Pada penelitian ini penurunan gaya disebabkan dari minuman berkarbonasi serta variasi panjang penarikan 1, 2, dan 3 mm pada elastomerik ligatur, serta didapatkan hasil bahwa penurunan gaya elastik tertinggi terjadi pada penarikan 3 mm dalam perendaman minuman berkarbonasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Muttaqin et al<sup>18</sup> yang menyatakan bahwa pada perendaman minuman berkarbonasi terjadi penurunan gaya elastik tertinggi dibandingkan pada minuman lainnya. Minuman ini bersifat asam dan dapat memberikan pengaruh terhadap gaya elastik pada elastomerik ligatur.<sup>18</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Utami<sup>17</sup>

menyatakan bahwa ikatan silang pada rantai elastomer tidak mudah berubah-ubah, namun dalam keadaan tertentu dapat dipengaruhi oleh adanya suhu, tarikan, atau tekanan pada ikatan struktur kimia yang mengalami ketidakteraturan sehingga dapat terjadi penurunan gaya. Struktur kimia dari bahan elastomerik merupakan senyawa yang mudah dipengaruhi oleh keadaan lingkungan seperti pH, kelembaban, suhu, dan zat lain seperti enzim dalam saliva.<sup>12</sup> Penurunan gaya elastik dapat juga diakibatkan karena adanya pH yang berubah menjadi asam ataupun basa yang dapat memengaruhi kestabilan dari komposisi bahan elastomerik.<sup>19</sup> Kestabilan gaya pada elastomerik dapat disebabkan adanya proses penarikan dari ion  $H^+$  yang bermuatan positif.<sup>20</sup> Hal ini terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom hidrogen pada air dan atom oksigen pada elastomerik.<sup>12</sup>

Teori lain menyebutkan bahwa minuman berkarbonasi yang digunakan memiliki pH asam serta menghasilkan asam karbonat yang merupakan golongan asam lemah yang memiliki peran sebagai katalisator air ( $H_2O$ ).<sup>18</sup> Ion air ( $H_2O$ ) diubah menjadi  $H^+$  dan  $OH^-$  sehingga ion akan terus meningkat, konsentrasi ion  $H^+$  akan mengalami reduksi dan masuk ke dalam molekul polimer.<sup>18,20</sup> Penarikan ion  $H^+$  yang bermuatan positif terjadi karena molekul air yang berpindah ke dalam molekul polimer yang dapat menyebabkan rantai polimer elastomerik menjadi lebih besar atau meregang dibandingkan rantai elastomerik sebelum perendaman.<sup>20</sup> Masuknya molekul air dapat mengakibatkan gaya yang tersisa dari elastomerik menjadi lebih kecil dari sebelumnya.<sup>20</sup>

Hasil uji lanjutan *post hoc LSD* menunjukkan terdapat perbedaan bermakna pada penarikan 1 mm dalam saliva buatan terhadap penarikan 1, 2, dan 3 mm dalam minuman berkarbonasi. Penelitian yang dilakukan Aminian et al<sup>7</sup> menyatakan bahwa sampel elastomerik ligatur yang ditarik 3 mm mengalami kehilangan gaya yang lebih besar daripada sampel elastomerik ligatur yang ditarik 1 mm. Penelitian lainnya oleh Kumar et al<sup>15</sup> menyatakan bahwa semakin tinggi elastomerik ditarik, maka gaya yang tersisa

akan semakin sedikit. Teori menyatakan bahwa semakin besar peregangan awal, maka semakin besar juga kehilangan gaya serta penurunan gaya elastik yang dialami setelah perendaman.<sup>15</sup> Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Sallam et al<sup>21</sup> juga menyatakan bahwa minuman berkarbonasi menunjukkan kapasitas lebih besar untuk memengaruhi penurunan gaya dari rantai elastomerik dibandingkan dengan saliva buatan. Hasil uji *post hoc* LSD menunjukkan tidak terdapat perbedaan bermakna pada pengujian lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kassar et al<sup>22</sup> yang menunjukkan bahwa hasil tidak bermakna dapat disebabkan karena waktu perendaman yang singkat dan tidak cukup untuk menunjukkan efek yang berbeda dengan perendaman pada saliva buatan.

Hasil uji *post hoc* LSD tidak bermakna pada penarikan 2 dan 3 mm dalam saliva buatan terhadap penarikan 2 dan 3 mm dalam minuman berkarbonasi. Penelitian yang dilakukan Yusuf et al<sup>23</sup> menyatakan bahwa perbedaan yang tidak bermakna terdapat pada data besar gaya elastomerik dengan jarak penarikan yang sama dapat dipengaruhi oleh bahan dasar elastomerik itu sendiri yang memiliki kesamaan yaitu bahan poliuretan. Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa jarak penarikan yang lebih pendek mengalami gaya yang kurang stabil dibandingkan dengan jarak penarikan yang lebih panjang; hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan dan waktu lamanya penarikan sehingga akan berpengaruh pada hasil gaya tersisa dari elastomerik tersebut.<sup>23</sup> Sumekar et al<sup>13</sup> menyatakan bahwa pH dapat berpengaruh terhadap kekuatan tarik elastik pada bahan lateks setelah perendaman dalam 24 jam. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Kassar<sup>22</sup> bahwa hasil tidak bermakna dapat disebabkan waktu perendaman yang singkat.

## SIMPULAN

Terdapat pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap gaya elastik elastomerik ligatur dengan variasi panjang penarikan.

## Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Pakpahan EL, Handali F. Pengaruh lemon terhadap pelepasan ion nikel dan kromium braket ortodonti stainless steel. *J Ilm dan Teknol Kedokt Gigi FKG UPDM*. 2018;14(2):40-3.
2. Wasono NP, Assa YA, Anindita PS. Pelepasan ion nikel dan kromium braket stainless steel yang direndam dalam minuman isotonik. *J Ilm Farm Unsrat*. 2016;5(1):158-63.
3. Waworuntu O, Sumule I, Anindita P. Pelepasan ion nikel dan kromium braket stainless steel yang direndam dalam minuman berkarbonasi. *e-GiGi*. 2015; 3(2):464-469.
4. Sundari I, Maulida R, Arifin R. Shear bond strength bracket metal dengan bahan adhesif chemically cured dan light cured yang terkontaminasi saliva terhadap email. *J Syiah Kuala Dent Soc*. 2017;2(1):6-11.
5. Nakhaei S, Agahi RH, Aminian A, Rezaei-zadeh M. Discoloration and force degradation of orthodontic elastomeric ligatures. *Dental Press J Orthod*. 2017; 22(2):45-54. Doi:10. 1590/2177-6709. 22.2.045-054.oar
6. Ahrari F, Jalaly T, Zebarjad M. Tensile properties of orthodontic elastomeric ligatures. *Indian J Dent Res*. 2010; 21(1):23-9. Doi:10.4103/0970-9290. 62805
7. Aminian A, Nakhaei S, Agahi RH, Rezaei-zade M, Aliabadi HM, Heidarpour M. Evaluation of the effect of different stretching patterns on force decay and tensile properties of elastomeric ligatures. *Dent Res J (Isfahan)*. 2015; 12(6):589-95. Doi:10.4103/1735-3327.170587
8. Masoud AI, Bulic M, Viana G, Bedran-Russo AK. Force decay and dimensional changes of thermoplastic and novel thermoset elastomeric ligatures. *Angle Orthod*. 2016;86(5):1-8. Doi:10.2319/082815-581.1
9. Mohammadi A, Mahmoodi F. Evaluation of force degradation pattern of elastomeric ligatures and elastomeric separators in active tieback state. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2015;

- 9(4):254-60.  
Doi:10.15171/joddd.2015.045
10. Fatimah S, Iman P, Soekarsono. Pelepasan ion nikel pada braket stainless steel baru dan daur ulang dalam saliva buatan. *J Kedokt Gigi*. 2013;4(4):283-9.
  11. Purwanti LK, Pertiwi NK, Anggaraeni PI. Efek konsumsi minuman berkarbonasi dan minuman rasa jeruk terhadap pH saliva pada mahasiswa PSPDG Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. *Bali Dent J*. 2018; 2(1):37-43.
  12. Suprayugo M, Eriwati YK, Santosa AS. Effect of pH of soft drinks on force decay in orthodontic power chains. *J Phys Conf Ser*. 2018;1073(6):1-5. Doi:10.1088/1742-6596/1073/6/062016
  13. Sumekar W, Suparwitri S. Perbandingan kekuatan tarik elastik ortodontik lateks dan non lateks dalam saliva buatan dengan pH dan waktu yang berbeda. *J Kedokt Gigi*. 2013;4(2): 169-75.
  14. Kumar RR, Gahlot M, Kaur N, Miglani A. Effect of aerated drinks on force decay properties of elastomeric chains: an in vitro study. *Orthod J Nepal*. 2011;1(1): 20-23. Doi:10.3126/ojn.v1i1.9361
  15. Kumar K, Shetty S, Krithika MJ, Cyriac B. Effect of commonly used beverage, soft drink, and mouthwash on force delivered by elastomeric chain: a comparative in vitro study. *J Int Oral Heal (JIOH)*. 2014;6(3):7-10.
  16. Singh M. Effect on mechanical properties of orthodontic elastomeric ligatures on immersion in disinfecting solutions - an in vitro study. *Br J Med Med Res*. 2016;18(4):1-9.  
Doi:10.9734/bjmrr/2016/28630
  17. Utami MN, Maulana H, Joelijanto R. Evaluasi besar gaya elastomeric chain akibat perendaman minuman teh kemasan. *Pustaka Kesehatan*. 2016; 4(2):381-4.
  18. Muttaqin Z, Rekka, Aprilia R. Pengaruh minuman berkarbonasi terhadap perubahan force antara closed coil spring dan elastomeric chain: studi in vitro. *J Kedokt Gigi Univ Baitturahmah*. 2020; 7(2):90-6.
  19. Krisnaini A, Maulana H, Prasetyarini S. Evaluasi kehilangan gaya (force decay) elastik ortodontik akibat perendaman minuman berkarbonasi. *Pros 3th Dent Sci Meet Jember*. Published online 2015:24-8. Available from: <https://www.coursehero.com/file/54853367/jurnal-20pdf/>
  20. Zulfan M, Riris A, Reka, Ananda A, Chandra S. Perubahan force nikel titanium closed coil spring dan elastic chain terhadap perubahan temperatur. *J Kedokt Gigi Univ Baitturahmah*. 2020; 7(1):11-8.
  21. Sallam S, Ramadan A, Elgamy W. Effect of some carbonated drinks on force decay of elastomeric chains: An in vitro study. *Egypt Orthod J*. 2018; 53(6):31-389. Doi:10.21608/eos.2018.77119
  22. Al-Kassar S. The force degradation of elastic chain in different environments and for different intervals (an in vitro study). *Al-Rafidain Dent J*. 2011;11(2):231-7. Doi:10.33899/rden.2011.9096
  23. Yusuf M. Perbedaan besar force dari beberapa elastomeric chain. *Dentika Dent J*. 2010;15(2):154-7.