

Pengaruh Perendaman Kawat Nikel-Titanium Termal Ortodonti dalam Minuman Teh Kemasan terhadap Gaya Defleksi Kawat (*The Effect of Immersion Thermal Nickel-Titanium Archwire in The Bottled Tea Drinks to The Archwire Force Deflection*)

Halimatus Sa'diyah Hasyim, Leliana Sandra Devi AP, Agus Sumono
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
e-mail: halimatussadiyahh90@gmail.com

Abstract

Background: *The acidic salivary pH cause potentially undergo orthodontic wire constituent metal ions release. The release of metal ions can affect the quality of orthodontic wire.*
Objective: *To analyze the effect of immersion thermal NiTi archwire in the bottled tea drinks to the archwire force deflection.*
Material and Methods: *The sample size were 12 round thermal NiTi orthodontic archwires (3M; 0,016 inch) which divided into three groups: a control group (artificial saliva), a group of bottled tea drinks and bottled tea drinks of fruit flavors. The samples were immersed in an incubator for 10.5 hours at 37 ° C. The deflection test used Three-Point Bending method with a Universal Testing Machine in each group.*
Results and Conclusion: *The results of One Way ANOVA test obtained value of 0.768 ($p>0.05$) which indicates that no significant difference in each group. The conclusion from this study is the bottled tea drinks can not affect the force deflection of thermal NiTi orthodontic archwires.*

Keywords: *Bottled tea drinks, Force deflection, NiTi thermal archwire*

Abstrak

Latar belakang : Keadaan pH saliva yang asam menyebabkan kawat ortodontik berpotensi mengalami pelepasan ion logam penyusunnya. Adanya pelepasan ion logam tersebut dapat mempengaruhi kualitas kawat ortodontik. **Tujuan Penelitian :** Mengetahui pengaruh perendaman kawat NiTi termal dalam minuman teh kemasan terhadap gaya defleksi yang dihasilkan. **Bahan dan Metode :** Besar sampel yang digunakan yaitu 12 kawat NiTi termal ortodonti berbentuk bulat (3M; 0,016 inchi) yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu: kelompok kontrol (saliva buatan), kelompok minuman teh kemasan dan kelompok minuman teh kemasan rasa buah. Perendaman dilakukan di dalam inkubator selama 10,5 jam pada suhu 37° C. Kemudian dilakukan uji defleksi dengan metode *Three-Point Bending* menggunakan *Universal Testing Machine* pada masing-masing kelompok. Metode uji antibakteri yang digunakan adalah metode difusi sumuran. **Hasil dan Simpulan:** Hasil uji data *One Way ANOVA* diperoleh nilai 0.768 ($p>0.05$) yang menunjukkan bahwa perbedaan tiap kelompok tidak signifikan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah minuman teh kemasan tidak dapat mempengaruhi gaya defleksi kawat NiTi termal ortodonti.

Kata Kunci: *Minuman teh kemasan, Defleksi kawat, Kawat NiTi termal*

Pendahuluan

Salah satu hal yang mempengaruhi keberhasilan perawatan ortodonti adalah pemilihan kawat ortodontik yang digunakan. Persyaratan kawat yang utama pada perawatan tahap awal memiliki sifat kekakuan yang minimum dan defleksi yang maksimum. Salah satu kawat yang sering digunakan untuk perawatan tahap awal yaitu kawat Nikel-Titanium (NiTi) [1, 2]. Kawat NiTi mempunyai dua sifat yang sangat baik yaitu elastisitas yang tinggi dan *shape memory effect* [3].

Seiring dengan berkembangnya penemuan material di bidang ortodonti, mulai dikenalkan generasi baru dari jenis kawat NiTi, yaitu kawat NiTi termal. Perbedaan kawat NiTi konvensional dan kawat NiTi termal adalah proses pembuatannya. Kawat NiTi termal dibuat dan dibentuk pada suhu jauh diatas suhu transisi dan didinginkan di bawah suhu transisi sehingga dapat menghasilkan sifat *shape memory effect* yang lebih baik [4].

Pemilihan kawat yang tepat pada perawatan tahap awal ortodontik cekat perlu diperhatikan karena masing-masing kawat mempunyai sifat yang berbeda. Salah satu sifat kawat ortodontik adalah gaya defleksi. Defleksi pada kawat ortodontik didefinisikan sebagai kemampuan kawat mentransmisikan gaya yang didistribusikan ke area dentoalveolar untuk menggerakkan gigi [5]. Pada perawatan ortodonti cekat tahap awal defleksi kawat yang digunakan sangat diperhatikan untuk mendapatkan koreksi awal dari penyimpangan posisi gigi geligi dengan mengurangi ketidaksesuaian posisi gigi dalam bidang horizontal [1].

Kawat ortodonti yang diaplikasikan di dalam rongga mulut tidak bisa terlepas dari kontak langsung dengan saliva. Derajat keasaman saliva dapat berubah setiap saat. Salah satu hal yang menyebabkan perubahan pH saliva adalah konsumsi minuman ringan. pH saliva yang asam menyebabkan kawat ortodonti berpotensi mengalami pelepasan ion logam penyusunnya [6]. Pelepasan ion logam tersebut akan mempengaruhi kualitas kawat ortodonti [7]. Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh perendaman kawat NiTi termal dalam minuman teh terhadap gaya defleksi yang dihasilkan.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *post-test only control group design*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Sipil Institut Sepuluh November Surabaya pada Desember 2015.

Sampel yang digunakan yaitu 12 kawat NiTi termal berbentuk *round* dengan diameter 0,016 inci dan panjang 11,6 cm yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu: kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1 dan kelompok perlakuan 2. Kelompok kontrol yaitu kawat NiTi termal yang direndam saliva buatan. Kelompok perlakuan 1 yaitu kawat NiTi termal direndam dengan saliva buatan yang ditambahkan minuman teh kemasan dan kelompok perlakuan 2 yaitu saliva buatan yang ditambahkan dengan minuman teh rasa buah.

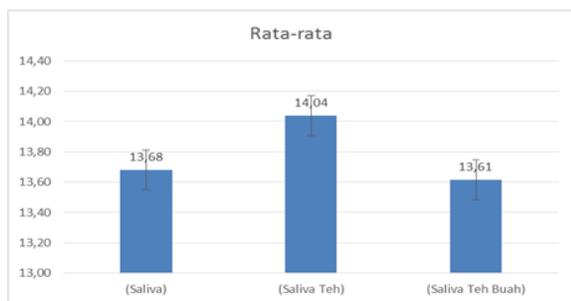
Penelitian diawali dengan menyiapkan larutan perendaman yang dimasukkan kedalam petridisk. Masing-masing larutan perendaman sebanyak 29 ml ($V=0,2 \times$ luas permukaan sampel). Sebelum dilakukan perendaman, dilakukan pengukuran pH larutan perendaman menggunakan pH meter digital terlebih dahulu. Hasil pengukuran pH sebagai berikut: pH saliva buatan=7; pH saliva buatan+minuman teh =6,4; dan pH saliva buatan+minuman teh rasa buah = 3,5. Kemudian masing-masing kawat direndam dalam larutan yang telah disiapkan dan dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 10,5 jam.

Waktu perendaman didapatkan dari perhitungan waktu rata-rata konsumsi minuman teh kemasan adalah 15 menit. Sedangkan pergantian kawat NiTi dalam rongga mulut selama 6 minggu. Kemudian waktu tersebut diakumulasikan sehingga didapatkan waktu selama 10,5 jam.

Setelah dilakukan perendaman selama 10,5 jam, sampel disimpan di dalam desikator minimal 24 jam. Tujuannya untuk mengeringkan sampel (bebas dari air), mempertahankan kelembaban, dan mencegah terjadinya oksidasi oleh lingkungan. Kemudian dilakukan pengujian defleksi dengan metode *Three Point Bending* menggunakan *Universal Testing Machine*.

Hasil Penelitian

Hasil uji defleksi kawat NiTi termal yang direndam dalam saliva buatan didapatkan hasil dengan rata-rata 13,68 mm. Hasil uji defleksi kawat NiTi termal yang direndam saliva dan teh kemasan mendapatkan rata-rata paling tinggi yaitu 14,04 mm sedangkan hasil uji defleksi kawat Niti termal yang direndam saliva dan teh kemasan rasa buah mendapatkan rata-rata paling rendah yaitu 13,61 mm. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 1.



Gambar 1 Histogram rata-rata gaya defleksi tiap kelompok

Dari hasil rata-rata tersebut, data penelitian diuji normalitasnya menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan nilai sebesar 0,935 ($p > 0,05$) yang berarti data tersebut berdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji homogenitasnya menggunakan uji *Levene* menunjukkan nilai sebesar 0,194 ($p > 0,05$) yang berarti data pada penelitian ini homogen. Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen, dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antar kelompok. Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan tingkat signifikansi 0.768. Hal tersebut menunjukkan nilai $p > 0.05$ sehingga perbedaan hasil uji defleksi antar kelompok kontrol dan perlakuan tidak signifikan.

Pembahasan

Dari hasil penelitian terdapat perbedaan gaya defleksi kawat NiTi termal antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 1 yang menunjukkan bahwa besar defleksi kawat NiTi termal pada kelompok kontrol lebih rendah daripada kelompok perlakuan 1. Hasil yang kedua yaitu terdapat perbedaan antara kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 2 yang menunjukkan gaya defleksi kawat NiTi termal pada kelompok perlakuan 1

lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan 2.

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan analisa data menunjukkan bahwa perbedaan pada tiap kelompok tidak signifikan. Hal ini berarti bahwa perbedaan gaya defleksi pada kelompok kontrol, kelompok perlakuan 1 dan kelompok perlakuan 2 tidak bermakna.

Hasil penelitian yang menunjukkan hasil yang tidak signifikan kemungkinan dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) masing-masing larutan perendaman dan kandungan zat pada larutan perendaman. Pada kelompok kontrol kawat NiTi termal direndam dengan saliva buatan dengan pH 7. Pada kelompok perlakuan 1 kawat NiTi termal direndam dengan saliva buatan yang dicampur minuman teh kemasan dengan pH campuran 6,4 sedangkan kelompok perlakuan 2 larutan perendaman menggunakan saliva buatan ditambah minuman teh kemasan rasa buah dengan pH campuran 3,5.

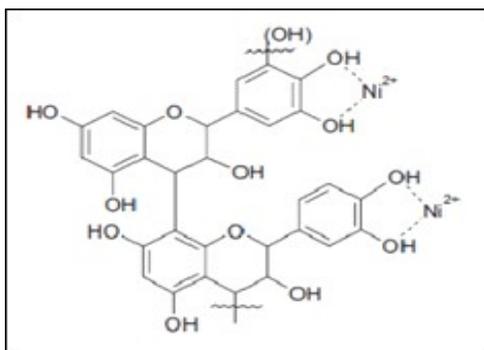
Adanya lingkungan asam pada kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2 akan menyebabkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalam rongga mulut meningkat. Konsentrasi ion H^+ ini akan mengalami reaksi reduksi. Ion H^+ yang mengalami reduksi akan berikatan dengan elektron yang terlepas dari reaksi oksidasi ion logam [8].

Pada kelompok perlakuan 2 yang memiliki pH paling rendah yaitu 3,5 akan menyebabkan konsentrasi ion hidrogen juga akan meningkat. Jumlah ion H^+ yang semakin banyak tersebut mengakibatkan ion H^+ yang mengalami reduksi juga semakin tinggi [8]. Jadi, lingkungan yang semakin asam dapat menyebabkan meningkatnya pelepasan ion-ion logam pada material kawat.

Adanya lingkungan asam pada larutan perendaman kelompok perlakuan 1 dan 2 dapat menyebabkan pelepasan ion logam, namun pada larutan perendaman tersebut juga mengandung tanin yang dapat berfungsi sebagai inhibitor pelepasan ion logam. Larutan perendaman pada kelompok perlakuan 1 dan 2 berasal dari tumbuhan yang sama dengan proses pengolahan yang berbeda. Larutan perendaman yang digunakan pada kelompok perlakuan 1 yaitu minuman teh kemasan dengan rasa original. Minuman teh merupakan minuman ringan dengan bahan baku teh hijau. Teh hijau memiliki kandungan tanin paling tinggi dibandingkan dengan teh jenis lain. Persentase

tanin pada teh hijau setelah mengalami pengolahan adalah 17,68%. Pada larutan perendaman kelompok perlakuan 2 menggunakan teh kemasan rasa buah yang berasal dari teh hitam. Teh hitam melalui proses fermentasi saat pengolahannya. Proses fermentasi tersebut menyebabkan kandungan tanin mengalami penurunan. Persentase tanin pada teh hitam sebesar 7,99% [9,10].

Tanin dapat digunakan sebagai bahan inhibitor organik dalam reaksi elektrokimia [11]. Adanya kandungan tanin pada kelompok perlakuan 1 dan perlakuan 2 tersebut dapat berperan sebagai inhibitor dalam pelepasan ion logam. Tanin memiliki sifat dapat larut dalam air atau alkohol karena tanin banyak mengandung fenol yang memiliki gugus hidroksil (OH), yang dapat mengikat logam berat [12]. Adanya kandungan tanin yang tinggi pada minuman teh kemasan dapat mencegah pelepasan ion-ion logam kawat ortodonti. Mekanisme tanin dalam menghambat pelepasan ion-ion logam yaitu dengan membentuk lapisan pasif pada permukaan logam. Gugus hidroksil pada tanin akan bereaksi dengan ion Ni untuk membentuk senyawa yang lebih kompleks [13]. Reaksi yang terbentuk dari ikatan gugus hidroksil dengan ion Ni yaitu $Ni(OH)_2$. $Ni(OH)_2$ tersebut merupakan lapisan pasif yang terbentuk pada permukaan kawat yang akan menciptakan kondisi pasif. Kondisi pasif adalah kondisi dimana reaksi logam kehilangan kereaktifitasnya sehingga meningkatkan ketahanan pelepasan ion logam kawat [14].



Gambar 2. Reaksi tanin dan ion nikel membentuk lapisan pasif

Berdasarkan penelitian sebelumnya pada uji kekuatan tarik pada kawat nikel-titanium yang direndam dengan APF (*Acidulated Phosphate Fluoride*) 2 % dengan pH 3 selama 60 menit

menunjukkan hasil yang bermakna [15]. Adanya hasil yang menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh adanya kandungan inhibitor pelepasan logam pada larutan perendaman yang digunakan. Adanya pH yang kurang asam pada kelompok perlakuan 1 kemungkinan juga dapat mengakibatkan hasil perbedaan yang tidak signifikan.

Pada kelompok kontrol yang direndam dengan saliva buatan dengan pH 7 juga mengalami penurunan defleksi. Saliva merupakan cairan eksokrin yang terdiri dari 94%-99,5% air, bahan organik dan bahan anorganik. Komponen anorganik dari saliva antara lain Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , H^+ dan HPO_4^{2-} [16]. Ion klorida (Cl^-) tersebut dapat merusak lapisan oksida pada permukaan kawat. Pada kawat NiTi termal terdapat barrier pertahanan kawat yang mencegah terjadinya pelepasan kawat yaitu titanium oksida (TiO_2) [17]. Ion klorida tersebut akan berikatan dengan ion oksida pada permukaan kawat. Hal tersebut menyebabkan pelepasan ion logam penyusun kawat seperti, besi, nikel, kromium, molibdenum dan titanium yang merupakan elemen penting yang berperan menentukan kualitas kawat [18, 19]. Adanya pelepasan ion logam yang mengakibatkan penurunan gaya defleksi pada kelompok kontrol yang seharusnya tidak mengalami penurunan defleksi juga berkemungkinan dapat menyebabkan perbedaan hasil penelitian tidak bermakna.

Salah satu ion logam penyusun kawat yang mempunyai kecenderungan tinggi untuk terlepas yaitu ion nikel. Ion nikel mudah terlepas dari kawat karena struktur atom nikel tidak terikat dengan kuat pada senyawa intermetalik [20]. Pada penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pelepasan ion-ion logam pada kawat Australia dan stainless steel yang direndam dengan saliva buatan menunjukkan pelepasan ion yang paling tinggi adalah ion nikel [21]. Ion nikel berperan sebagai bahan yang berguna dalam memberikan kelenturan pada kawat dan tahan terhadap panas.

Pelepasan ion-ion logam pada penggunaan kawat ortodonti merupakan suatu keadaan yang sulit dicegah karena sulitnya menemukan material yang sangat stabil. Terlepasnya beberapa ion-ion logam penyusun kawat ortodontik dalam waktu tertentu menyebabkan perubahan sifat fisik dan mekanis kawat karena terdegradasinya material

penyusun kawat ortodonti tersebut. Pelepasan ion-ion logam penyusun kawat ortodontik dalam jangka waktu yang lama mengakibatkan permukaan kawat menjadi kasar, melemahkan pemakaian kawat ortodonti yang disebabkan karena menurunnya kualitas kawat, perubahan warna pada jaringan lunak di sekitarnya dan reaksi alergi pada beberapa pengguna kawat ortodonti [22].

Pada perawatan ortodonti cekat tahap awal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kawat adalah ukuran diameter kawat, bentuk kawat, dan komposisi bahan penyusun kawat. Kawat yang sesuai untuk perawatan ortodonti tahap awal adalah kawat yang memiliki sifat kekakuan minimum dan defleksi maksimum [1]. Ketika terjadi pelepasan ion-ion logam yang menyebabkan penurunan kualitas kawat maka sifat elastisitas kawat juga menurun. Apabila elastisitas kawat rendah maka gaya defleksi yang dihasilkan juga rendah.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan penelitian yang telah dilakukan adalah minuman teh kemasan dapat mempengaruhi gaya defleksi kawat NiTi termal ortodontik dan gaya defleksi paling tinggi yaitu kawat NiTi termal yang direndam dalam minuman teh kemasan, sedangkan gaya defleksi paling rendah pada kawat NiTi yang direndam saliva buatan ditambah minuman teh kemasan rasa buah.

Saran dari penelitian yang pertama adalah perlu dilakukan uji defleksi pada kawat NiTi termal sebelum dilakukan perlakuan untuk mengetahui sifat defleksi awal jenis kawat yang digunakan. Kedua, perlu dilakukan uji secara mikroskopis untuk mengetahui perubahan struktur permukaan kawat setelah dilakukan perendaman. Ketiga, perlu dilakukan penelitian tentang persentase pelepasan ion logam sehingga dapat mempengaruhi gaya defleksi kawat.

Daftar Pustaka

- [1] Williams JK, Cook PK, Isaacson KG, Thom AR. *Alat-Alat Ortodonti Cekat : Prinsip dan Praktek. Alih bahasa oleh drg. Budi Susetyo*. Jakarta: EGC. 2000.
- [2] Quintao, Catia Cardoso Abdo, dkk. Force-Deflection Properties of Initial Orthodontic Archwires. *World Journal of Orthodontic*. 2008.
- [3] Bartzela, TN. Senn, C. Wichelhaus, A. *Load-Deflection of Superelastic Nickel-*

- Titanium Wires*. *Angle Orthodontist* . 2007.Vol. 77 No. 6
- [4] Premkumar, Shidar. *Textbook of Orthodontics*. India : Elsevier. 2015.
- [5] Goldberg AS, Morton J, Burstone CJ. The Flexure Modulus of Elasticity of Orthodontic Wires. *J Dent Res*;1983.62:856-858
- [6] Huang HH, dkk. *Ion Release from NiTi Orthodontic Wires in Artificial Saliva with Various Acidities*. Taiwan : Institute of Dental Materials, Chung Shan Medical University. 2003.
- [7] Kaneko, Kazuyuki dkk. *Degradation in Performance of Orthodontic wires Caused by Hydrogen Absorption During Short-Term Immersion in 2,0% Acidulated Phosphate Fluoride Solution*. *Angle Orthodontist*, 2004Vol. 74 No. 4
- [8] Johnsen, R. "Corrosion of Carbon Steel in Hydrocarbon Environments". Norway. NTNU Institute of Engineering Design and Material. 2004
- [9] Syah, Andi Nur Alam. *Taklukan Penyakit dengan Teh Hijau*. Jakarta: Agromedia Pustaka. 2006
- [10] Ningsih, Rachmawati; Hastuti, Erna. Ekstrak Teh Hitam dan Tinta Cumi-Cumi sebagai Fotosensitiser pada Sel Surya Berbasis Peawarna Tersentisisasi. ISSN:2089-0699. 2012
- [11] Irianty, Rozanna Sri. Komalasari. *Ekstraksi Daun Gambir Menggunakan Pelarut Metanol-Air Sebagai Inhibitor Korosi*. *Jurnal Teknobiologi*, IV (1) 2013: 7 – 13. ISSN: 2087-5428
- [12] Carter, F. L., A. M. Carlo, and J. B. Stanley. Termiticidal Components of Wood Extracts : 7- Methyljuglone from *Diospyros virginia*. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 1978.26(4): 869-873
- [13] Gunawan , Bourdo, Shawn., Saini,Viney., Biris, Alexandru S. dan Viswanathan, Tito. Novel Microwave-Assisted Synthesis of Nickel/Carbon (Ni/C) Nanocomposite with Tannin as the Carbon Source. *Journal of Wood Chemistry and Technology*. 2011 Vol.31: 345–356
- [14] Jang, HeeJin., Park, ChanJin, dan Kwon, HyukSang. Photoelectrochemical analysis on the passive film formed on Ni in pH 8.5 buffer solution. *Electrochimica Acta*. 2005 Vol. 50: 3503–3508
- [15] Kaneko, Kazuyuki dkk. *Degradation in Performance of Orthodontic wires Caused by Hydrogen Absorption During Short-Term Immersion in 2,0% Acidulated Phosphate*

- Fluoride Solution*. Angle Orthodontist, 2004 Vol. 74 No. 4
- [16] Ligtenberg A.J.M, Veerman E.C.I. *Saliva : Secretion and Function*. Basel (Switzerland) : Karger. 2014
- [17] Devilliers, Dinh M.T., Mahe E., Krulic D., Larabi N., Fatouros N. Behavior of Titanium in Sulphuric Acid – Application to DSAs. *J.New. Mat. Electrochem System* 2006.9:221-232
- [18] Phillips RW. *Science of Dental Materials 10th Edition*. Philadelphia : WB Saunders Company. 2003.
- [19] Brantley WA. *Orthodontic Material*. Thieme Stuttgart. New York. 2001
- [20] Schmaltz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of Dental Materials*. Berlin: Springer-Verlag; 2009. p. 224-5.
- [21] Rasyid, Nolista Indah, Pudyani, Pinandi Sri, Heryumni, JCP. 2014. *Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Kawat Australia dan Stainless Steel dalam Saliva Buatan*. *Dental Journal* Vol. 47 No.3 168-172
- [22] Chaturvedi, Thakur Prasad & Dubey, Ram Sagar. Corrosion Behavior of Titanium Wires: An in vitro Study. *Indian Journal of Dental Research*. 2012.Vol.23(4): 479-483