

PERBEDAAN PELEPASAN ION NIKEL DAN KROMIUM PADA BEBERAPA MEREK KAWAT *STAINLESS STEEL* YANG DIRENDAM DALAM ASAM CUKA

Meri Angelia Situmeang¹⁾, P. S. Anindita¹⁾, Juliatri¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran UNSRAT Manado, 95115

ABSTRACT

Wire is one of the important components in the orthodontic treatment. Orthodontic wire inside the oral cavity can trigger the release of metal ions when contact with an environment that has an acidic pH. One type of wire used in orthodontic treatment is stainless steel wire, because it has high strength and is affordable. Currently orthodontic stainless steel wire has been circulating in various brands. The purpose of this study was to determine the difference of nickel and chromium ion release on some brands of stainless steel orthodontic wire soaked in vinegar. This type of research is analytical research laboratory, performed in vitro using post test only control group design. The sample was 6 pieces of wire from 3 different brands and were divided into 2 groups: a control group soaked in saliva without the vinegar and the treatment group were soaked in saliva with vinegar. The release of ions was examined using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Data were analyzed using One Way Anova statistical test, Kruskal-Wallis, Independent T-test and Mann-Whitney. The results from this study showed significant ion release difference ($p < 0.05$) of Ni and Cr in stainless steel orthodontic wires brands A, B, and C which soaked in vinegar.

Key words : *stainless steel orthodontic wires, nickel and chromium ions, vinegar.*

ABSTRAK

Kawat merupakan salah satu komponen penting dalam perawatan ortodonti. Didalam rongga mulut kawat ortodonti dapat memicu pelepasan ion logam jika berkontak dengan lingkungan yang memiliki pH asam. Salah satu jenis kawat yang digunakan dalam perawatan ortodonti ialah kawat *stainless steel*, karena mempunyai kekuatan yang tinggi dan ekonomis. Saat ini kawat ortodonti *stainless steel* telah beredar dalam berbagai macam merek. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melihat perbedaan pelepasan ion nikel dan kromium pada beberapa merek kawat ortodonti *stainless steel* yang direndam dalam asam cuka. Jenis penelitian ini ialah penelitian analitik laboratorik, yang dilakukan secara *in vitro* menggunakan rancangan *post test only control group design*. Sampel yang digunakan berjumlah 6 buah kawat dari 3 merek yang berbeda yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok kontrol yang direndam dalam saliva tanpa asam cuka dan kelompok perlakuan yang direndam dalam saliva dengan asam cuka. Pelepasan ion kemudian diuji menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis menggunakan uji statistik *One Way Anova*, *Kruskal-Wallis*, *Independent T-Test*, dan *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pelepasan ion Ni dan Cr yang bermakna ($p < 0,05$) pada kawat ortodonti *stainless steel* merek A, B, dan C yang direndam dalam asam cuka.

Kata kunci: kawat ortodonti *stainless steel*, ion nikel dan kromium, asam cuka.

PENDAHULUAN

Tuntutan dan kebutuhan akan perawatan ortodonti di Indonesia pada masa kini semakin meningkat. Secara garis besar piranti yang digunakan pada perawatan ortodonti terbagi menjadi piranti lepasan, piranti fungsional dan piranti cekat. Pemakaian piranti ortodonti cekat merupakan salah satu yang paling diminati dikarenakan alat ini lebih efektif dalam memperbaiki kasus yang lebih kompleks. Komponen utama piranti ortodonti cekat terdiri dari breket, *band* dan kawat. (Raharjo, 2009; Singh, 2007)

Kawat ortodonti menjadi salah satu komponen yang penting karena berfungsi memberikan berbagai macam pergerakan gigi melalui breket dan *buccal tubes* yang melekat pada gigi (Singh, 2007). Kawat akan berada cukup lama di dalam rongga mulut, oleh karena itu kawat yang digunakan harus diproduksi dengan akurat, baik dari segi bentuk, tingkat kekuatan maupun tingkat ketahanan korosi serta biokompabilitas (Oh *et al*, 2005)

Salah satu jenis kawat yang digunakan dalam perawatan ortodonti ialah kawat ortodonti *stainless steel*. Kawat ortodonti *stainless steel* mempunyai kekuatan yang tinggi dan ekonomis (Ariadi, 2015). Kawat jenis ini mengandung 71% besi, 18% kromium, 8% nikel, dan kurang lebih 0,2% karbon (Singh, 2007). Kromium dan nikel merupakan komponen tambahan yang berfungsi meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Kromium pada permukaan logam bereaksi dengan oksigen membentuk kromium oksida yang tahan terhadap korosi. Nikel memberikan sifat baik pada kawat

untuk formabilitas, kekerasan, dan tahan terhadap panas (Kristianingsih, 2014).

Walaupun *stainless steel* dipercaya tahan terhadap korosi namun beberapa penelitian menyatakan korosi masih dapat terjadi. Dilihat dari sudut pandang kimia, korosi pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen (Ornela, 2014). Walaupun korosi menunjukkan perubahan secara visual ketika terjadi dalam waktu yang lama, tetapi secara mikro dalam waktu yang tidak begitu lama korosi dapat dideteksi dengan adanya proses oksidasi dan reduksi yang mengakibatkan terlepasnya ion - ion dari unsur yang terkandung (Kristianingsih, 2014; Bardal, 2004). Pelepasan ion nikel (Ni) dan kromium (Cr) dari *stainless steel* dapat menyebabkan masalah bagi tubuh manusia karena memicu reaksi alergi, efek karsinogenik, mutagenik dan sitotoksik (Souza, 2008).

Salah satu penyebab terjadinya pelepasan ion ialah interaksi kawat terhadap lingkungan dengan pH asam (Kristianingsih, 2014) (Ahmad, 2006). Di dalam lingkungan rongga mulut pelepasan ion dapat terjadi apabila seseorang mengkonsumsi asam cuka yang terdapat pada makanan, adapun pH asam cuka yang dipakai dalam makanan kurang lebih 2,4 dan kadar pH ini tergolong rendah (Kakhia). Masyarakat Indonesia banyak menggunakan asam cuka sebagai campuran dalam makanan antara lain pempek, acar, asinan dan gohu. Asam cuka atau yang dikenal dengan nama kimia asam asetat berguna sebagai pemberi rasa asam dan pengawet makanan sehingga

penggunaannya cukup luas dalam bahan pangan sehari – hari (Sutresna, 2007).

Saat ini kawat ortodonti *stainless steel* telah beredar dalam beberapa merek. Oleh karena banyak jenis makanan di Indonesia yang menggunakan asam cuka sebagai campuran makanan dan informasi terkait perbedaan pelepasan ion dari beberapa merek kawat masih kurang, maka peneliti merasa tertarik untuk mengetahui perbedaan pelepasan ion nikel dan kromium pada beberapa merek kawat *stainless steel* yang direndam dalam asam cuka.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analitik laboratorik, yang dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan rancangan *post test only control group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi FMIPA Universitas Sam Ratulangi dan Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Kelas 1 Manado pada bulan September 2016.

Sampel penelitian yang digunakan yaitu 6 kawat ortodonti *stainless steel* dari 3 merek yang berbeda, yang masing – masing merek terdiri dari 2 kawat *stainless steel*, dengan diameter 0,016 inci dan panjang lengkung 11,6 cm. Pengukuran jumlah pelepasan ion Ni dan Cr pada sampel kontrol dan perlakuan menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pembuatan saliva buatan pH 6,8 menggunakan metode Afnor. Selanjutnya dilakukan pengenceran larutan asam cuka menggunakan air dengan perbandingan 1:4. Saliva buatan dan asam cuka selanjutnya

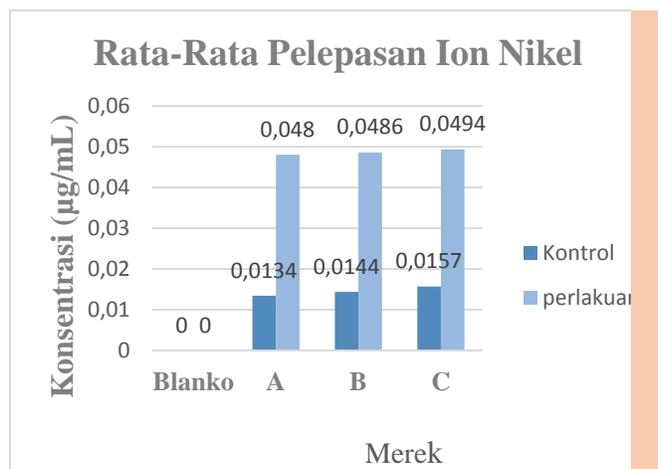
dicampur dengan perbandingan 1:1, yaitu 25 ml saliva buatan dan 25 ml larutan asam cuka. Setelah larutan uji siap, dilakukan mengelompokkan sampel yang terdiri dari 6 larutan kawat *stainless steel*, masing-masing menjadi 2 kelompok yaitu 3 kawat merek A, B dan C pada kelompok kontrol dan 3 kawat merek A, B dan C pada kelompok perlakuan dan 1 larutan blanko. Blanko terdiri dari saliva buatan ditambah asam cuka, kelompok kontrol terdiri dari saliva buatan ditambah kawat, dan kelompok perlakuan terdiri dari saliva buatan ditambah asam cuka dan kawat. Kawat *stainless steel* masing-masing direndam menggunakan gelas piala yang telah diberi label sebagai penanda pada kelompok kontrol, kelompok perlakuan dan blanko, kemudian ditutup rapat menggunakan aluminium foil. Selanjutnya dilakukan penyimpanan di inkubator pada temperatur 37⁰C selama 26 jam.

Setelah dilakukan perendaman selama 26 jam, kawat *stainless steel* dipisahkan, dari larutan dan dilanjutkan dengan melakukan analisis terhadap lepasan ion logam Ni dan Cr dengan pengulangan 3 kali, menggunakan alat Spektrofotometri Serapan Atom. Data yang telah diperoleh kemudian diolah dalam bentuk tabel dengan program komputerisasi.

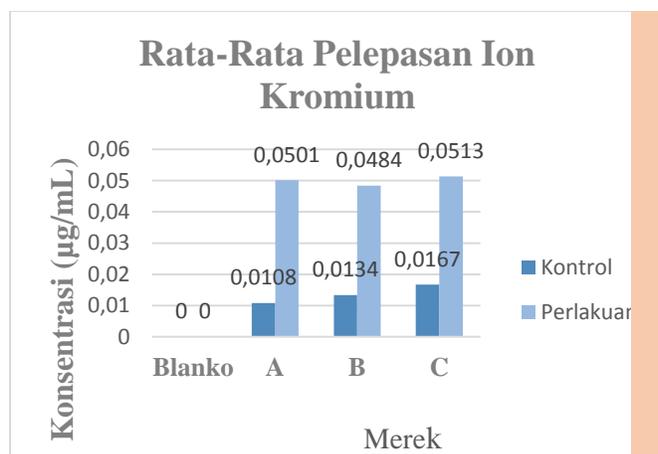
HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah pelepasan ion Ni dan Cr pada kelompok perlakuan (Asam cuka) lebih besar daripada kelompok kontrol (saliva buatan dengan pH 6,8) dengan selisih nilai yang cukup jauh dan pelepasan ion Ni dan Cr pada ketiga merek kawat

menunjukkan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda. (Gambar 1 dan 2).



Gambar 1. Diagram hasil pengukuran pelepasan ion Nikel



Gambar 2. Diagram hasil pengukuran pelepasan ion Nikel

Oleh karena itu perlu dilakukan uji statistik untuk mengetahui perbedaan pelepasan ion Ni dan Cr antara ketiga merek kawat ortodonti *stainless steel* serta perbedaan pelepasan pada kelompok kontrol dan perlakuan.

Data hasil penelitian jumlah pelepasan ion Ni dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* ($p > 0,05$). Hasil uji normalitas pada kelompok kontrol menunjukkan sebaran

data normal pada semua sampel sedangkan pada kelompok perlakuan hasil uji normalitas menunjukkan sebaran data tidak normal pada salah satu sampel.

Setelah dilakukan uji normalitas, analisis data dilanjutkan menggunakan uji *One Way Anova* pada kelompok kontrol yang datanya terdistribusi normal dan uji *Kruskal-Wallis* pada kelompok perlakuan yang datanya tidak terdistribusi normal, untuk mengetahui perbedaan pelepasan ion Ni antara 3 merek kawat. Hasil uji *One Way Anova* pada kelompok kontrol didapat hasil nilai signifikansi .000 yang berarti $p < 0,05$ dan hasil uji *Kruskal-Wallis* pada kelompok perlakuan didapat hasil nilai signifikansi .046 yang berarti $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan pelepasan ion Ni yang signifikan antara ketiga merek kawat.

Selanjutnya untuk Cr data hasil penelitian jumlah pelepasan ion dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* ($p > 0,05$). Hasil uji normalitas data pelepasan ion Cr pada kelompok kontrol dan perlakuan menunjukkan nilai kemaknaan $p > 0,05$ pada semua sampel. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh data terdistribusi normal.

Setelah dilakukan uji normalitas dan didapati data terdistribusi normal pada kelompok kontrol maupun perlakuan maka analisis data dilanjutkan menggunakan uji *One Way Anova*. Hasil uji *One Way Anova* pada kelompok kontrol didapat hasil nilai signifikansi .000 yang berarti $p < 0,05$ dan hasil uji *One Way Anova* pada kelompok perlakuan didapat hasil nilai signifikansi .001 yang berarti $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan pelepasan

ion Cr yang signifikan antara ketiga merek kawat.

Selanjutnya untuk melihat perbedaan pelepasan ion Ni dan Cr pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dilakukan uji *Independent t-test* pada data yang terdistribusi normal dan uji *Mann-Whitney* pada data yang terdistribusi tidak normal. Untuk pelepasan ion Ni yang salah satu sebaran datanya tidak normal, digunakan uji *Mann-Whitney* dan didapatkan nilai signifikansi yaitu .000 yang berarti $p < 0,05$. Untuk pelepasan ion Cr yang semua sebaran datanya normal, digunakan uji *Independent t-test* dan didapatkan nilai signifikansi yaitu .000 yang berarti $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada pelepasan ion Ni dan Cr antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan telah terjadi pelepasan ion Ni (Gambar 1) dan Cr (Gambar 2) pada beberapa merek kawat. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan di Jember pada tahun 2014 oleh Kristianingsih tentang perendaman kawat ortodonti *stainless steel* dalam minuman berkarbonasi menggunakan kawat berbeda, maupun penelitian yang dilakukan di Turki pada tahun 2005 oleh Gursoy tentang perendaman kawat ortodonti *stainless steel* dalam saliva yang juga menggunakan merek kawat berbeda (Kristianingsih, 2014; Gursoy, 2005).

Pelepasan ion pada ketiga kawat ortodonti *stainless steel* yang direndam dalam asam cuka dan saliva buatan dapat terjadi karena interaksi kawat terhadap

lingkungan dengan pH asam (Ahmad, 2006). Asam cuka yang memiliki pH rendah dalam penelitian ini yaitu 2,4 menyebabkan penurunan pH pada saliva dari 6,8 menjadi 2,96. Saliva dengan pH yang rendah memiliki kandungan ion H^+ (pemberi sifat asam) yang lebih banyak, sehingga dapat menyebabkan pelepasan ion logam (Rasyid, 2014) (Callister, 2012).

Dari hasil penelitian pada ketiga merek kawat ortodonti *stainless steel* menunjukkan jumlah pelepasan ion yang bervariasi pada setiap sampel, sehingga perlu dilakukan pengolahan data secara statistik untuk melihat apakah terdapat perbedaan pelepasan ion yang signifikan antara ketiga merek kawat. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan pelepasan ion yang signifikan antara ketiga merek kawat. Perbedaan pelepasan ion ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi yang terkandung pada kawat ortodonti *stainless steel*. Menurut klasifikasi yang ditetapkan oleh *American Iron Steel Institute* (AIS), logam *stainless steel* mengandung 18% Kromium dan 8% Nikel, namun kekurangan beberapa perusahaan yang tidak mencantumkan komposisi pada kemasan menyebabkan perbedaan jumlah kandungan yang dapat memengaruhi perbedaan jumlah pelepasan ion. Hal lain yang dapat menyebabkan perbedaan pelepasan ion ialah proses pembuatan kawat ortodonti *stainless steel* yang berbeda-beda yang merupakan rahasia perusahaan pembuatnya (Schmaltz, 2009) (Kuhta, 2009; Lin, 2006).

Perbedaan pelepasan yang signifikan antara ketiga merek kawat menyatakan bahwa, walaupun terbuat dari jenis logam

yang sama, namun beberapa faktor yang tidak dapat dikendalikan seperti perbedaan jumlah komposisi dan proses pembuatan pada kawat dapat menyebabkan jumlah pelepasan yang berbeda. Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan kawat yang tepat, sehingga efek samping korosi pada tubuh seperti memicu reaksi alergi, efek karsinogenik, mutagenik dan sitotoksik dapat dihindari. Namun pada penelitian ini tidak dapat disimpulkan bahwa kawat dengan pelepasan ion paling sedikit ialah yang paling baik, dikarenakan komposisi kawat yang tidak diketahui. Kawat dengan pelepasan ion yang lebih sedikit dapat disebabkan oleh komposisi logam yang tidak sesuai dengan standart AISI, yang mungkin mempengaruhi kualitas kawat (Souza, 2008).

Hasil penelitian juga menunjukkan terdapat perbedaan pelepasan ion Ni dan Cr yang signifikan antara kawat ortodonti stainless steel yang direndam dalam saliva buatan ditambah asam cuka dengan yang tidak ditambah asam cuka (Tabel 8 dan 9). Hal ini menunjukkan bahwa asam cuka menyebabkan pelepasan ion yang lebih banyak. Pelepasan ion yang lebih banyak ini dikarenakan pH asam cuka yang lebih rendah yaitu 2,4 jika dibandingkan dengan pH saliva buatan yaitu 6,8. Menurut Callister pada kondisi yang lebih asam, konsentrasi ion H⁺ akan meningkat sehingga bersifat korosif dan dapat meningkatkan jumlah pelepasan ion logam (Callister, 2012).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pelepasan ion Ni dan Cr yang bermakna ($p < 0,05$) pada kawat ortodonti

stainless steel merek A, B, dan C yang direndam dalam asam cuka.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pelepasan ion pada piranti ortodonti *stainless steel* menggunakan kombinasi breket, kawat dan *band*.
2. Menyarankan pasien pengguna kawat ortodonti *stainless steel* untuk mengurangi pengonsumsi makanan atau minuman yang memiliki pH rendah seperti asam cuka, karena dapat menimbulkan suasana asam yang dapat menyebabkan pelepasan ion logam dalam rongga mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariadi RF. 2015. *Pengaruh perendaman dalam minuman ringan teh dan saliva buatan terhadap pelepasan ion nikel kawat ortodonti thermal nikel titanium*. [skripsi]. Jember; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Ahmad, Z. 2006. *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*. Elsevier Science & Technology Books.
- Bardal, E. 2004. *Corrosion and Protection*. United States of America : Springer-Verlag London Limited.
- Callister TP. 2012 *Fundamental Of Materials Science And Engineering: An Integrated Approach*. 5th ed. New York: John Wiley & Son, Inc. p. 205-6.
- Gursoy S, Acar AG, Sesen C. 2005. Comparison of metal release from new and recycled bracket-archwire combinations. *Angle Orthod*; 75:92–94.
- Kristianingsih R. 2014. *Analisis pelepasan ion Ni dan Cr kawat ortodontik*

- stainless steel yang direndam dalam minuman berkarbonasi.*[skripsi]. Jember; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Kakhia T I. *Organic acid*. [online book]. Available from: URL: http://tarek.kakhia.org/books_eng/Organic_Acids.Tarek_Kakhia.pdf. Accessed Mei 27, 2016
- Kuhta M, Pavlin D, Slaj M, Varga ML. 2009. Type of archwire and level of acidity: effect on the release of metal ions from orthodontic appliances. *Angle Orthod*; 79(1): 102-10.
- Lin MC, Lin SC, Lee TH, Huang HH. 2006. Surface Analysis And Corrossion Resistance Of Different Stainless Steel Ortodontic Brackets In Artificial Saliva. *Angle Orthod*;76:322-29
- Oh KT, Choo SU, Kim KM, Kim KN. 2005. A Stainless Steel Bracket for Orthodontic Application. *Eur J Orthod*; 27: 237-44.
- Ornela S. 2015. Analisa laju korosi pada stainless steel 304 menggunakan metode astm G31-72 pada media air nira aren. *JTM*;1:112-7.
- Raharjo P. 2009. *Ortodontik Dasar*. Surabaya: Airlangga University Press: 128-34
- Rasyid NI, Pudyani PS, Heryumani JCP. 2014. Pelepasan ion nikel dan kromium kawat Australia dan stainless steel dalam saliva buatan. *Dental Jurnal*;47:168-72
- Singh G. 2007. *Textbook of orthodontics. 2nd Ed*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers:325-7
- Souza RM, Menezes LM. 2008. Nickel Chromium And Iron Levels In The Saliva Of Patients With Simulated Fixed Orthodontic Appliances. *Angle Orthod*;78:345-50
- Sutresna N. 2009. *Cerdas Belajar Kimia*. Jakarta: PT Grafindo Media Pratama. 2007: 229
- Schmaltz G, Arenholt-Bindslev D. *Biocompatibility of dental materials*. Berlin: Springer-Verlag: 224-5.