

THE METAL BRACKETS STAINLESS STEEL SURFACE ANALYSIS OF THE NICKEL (Ni) AND MANGAN (Mn) ION RELEASE

Grahita Aditya*, Arlina Nurhapsari**, Balqis Nureska Khomsiana***

*Departemen Biologi Orthodonti Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang

**Departemen Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang

***Program Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Correspondence: aditghozali@gmail.com

Keywords:

Stainless Steel Metal Brackets; Ion Removal; SEM-EDX; Pitting Corrosion.

ABSTRACT

Background: The installation of stainless steel metal brackets on the patient's teeth in a long phase will interact with the oral cavity environment which causes the release of ions such as Ni and Mn ions. Their release in the metal bracket can impact the body in the form of hypersensitivity reactions while the impact on the bracket is the bracket surface changes shown by the gap in it. These changes can reduce the effectiveness of orthodontic and aesthetics treatments, quality and the strength of the bracket, and can provide an attachment place for *Streptococcus mutans* microbe. The aim of this study was to determine the release of the ions (Ni and Mn) on the stainless steel metal bracket surface.

Method: This study was a descriptive research. The research sample used a stainless steel metal bracket with 0.22" lower jaw premolar slots which was marked by the American Orthodontic (AO) brand which experienced the ions release. The observation of ion Ni, Mn, Fe and Cr release on the bracket was carried out by using a Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy's tool (SEM-EDX).

Result: The results showed that the mean percentage of Ni ions decreased by 0.758 % while the mean percentage of Mn ions decreased by 0.324 %. The percentage of ion release is calculated from all ion Ni, Mn, Fe and Cr.

Conclusion: The results can be concluded that there were differences of ion release (Ni and Mn) on the stainless steel metal bracket surface. Their release was demonstrated by the presence of microscopic gaps due to pitting corrosion.

PENDAHULUAN

Dalam perawatan ortodontik cekat, salah satu komponen utamanya adalah braket. Braket yang terbuat dari stainless steel banyak digunakan karena memiliki ketahanan terhadap korosi, kekuatan tinggi serta harga yang murah.^{1,2}

Stainless steel adalah logam campuran yang terdiri dari besi (Fe) sebagai komponen utama, 18%-20% kromium (Cr), 8%-10% nikel (Ni) serta mangan (Mn), karbon (C) dan silikon (Si) dengan jumlah kurang dari 0,1%. Nikel (Ni) berperan dalam menambah kekuatan logam dan memberikan ketahanan terhadap korosi.³ Mangan

(Mn) mempunyai sifat elektropositif, mudah larut dalam asam, mempunyai daya hantar listrik, serta kekerasan dan titik cair yang tinggi⁴.

Pemasangan braket stainless steel yang relatif lama kurang lebih 1-2 tahun pada gigi pasien berpotensi meningkatkan terjadinya korosi braket karena adanya interaksi braket logam dengan lingkungan rongga mulut². Pelepasan ion atau korosi terjadi karena adanya dua reaksi, yaitu reaksi oksidasi dan reduksi. Pada reaksi oksidasi material yang bersifat lebih anodik melepaskan elektron sedangkan pada reaksi reduksi terjadi pemakaian elektron pada material yang bersifat lebih katodik.

Reaksi pelepasan ion pada braket stainless steel memiliki potensi terhadap efek toksisitas, kariogenik dan hipersensitivitas pada beberapa orang. Manifestasi reaksi hipersensitif yang timbul secara klinis dapat berupa eritema yang luas dan pembengkakan jaringan mukosa rongga mulut yang timbul 1-2 hari setelah pemakaian alat.⁵ Berdasarkan latar belakang di atas, penulis ingin meneliti mengenai perbedaan pelepasan ion (Ni dan Mn) pada permukaan braket metal stainless steel.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara deskriptif, untuk mengetahui pelepasan ion Ni dan Mn pada braket metal stainless steel dengan slot 0,22" pada gigi premolar rahang bawah dengan merek American Orthodontic (AO). Sampel braket metal yang digunakan sebanyak 24 buah, kemudian dilakukan pengukuran jumlah ion sebanyak 4 kali pada sisi yang berbeda diukur menggunakan SEM –EDX dengan satuan %.

HASIL PENELITIAN

Rerata hasil pengukuran pelepasan ion Ni dan Mn pada braket metal stainless steel ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rerata Pengukuran Pelepasan Ion (%)

Ion Logam	Braket Netral	Kelompok Perlakuan	Jumlah Ion
	Mean	Mean ± SD	
Ni	7,55	6,792 ± 0,8203	0,758
Mn	0,65	0,326 ± 0,0259	0,324
Fe	77,575	77,936 ± 0,1447	-0,36
Cr	14,2	15,043 ± 0,1633	-0,84

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa rerata persentase ion Ni pada kelompok netral sebesar 7,55 % dan pada kelompok perlakuan sebesar 6,792 %, ion Mn pada kelompok netral sebesar 0,65 % dan pada kelompok perlakuan sebesar 0,326 %, ion Fe pada kelompok netral sebesar 77,575 % dan

pada kelompok perlakuan sebesar 77,936 %, dan ion Cr pada kelompok netral sebesar 14,2 % dan pada kelompok perlakuan sebesar 15,043 %.

Berdasarkan hasil uji penelitian SEM-EDX pada braket metal stainless steel, didapatkan bahwa persentase ion Ni dan Mn pada braket yang telah diberikan perlakuan mengalami pengurangan sedangkan persentase ion Fe dan Cr mengalami kenaikan. Hasil uji juga menunjukkan persentase ion Fe dan Cr karena saat dilakukan penelitian hasil berupa perbandingan persentase dari keempat ion yang diteliti yaitu Ni, Mn, Fe, dan Cr.

Rerata persentase ion Ni pada kelompok netral sebesar 7,55 % dan pada kelompok perlakuan sebesar 6,792 %, hal ini menyebabkan rerata persentase ion Ni turun sebesar 0,758 % menandakan terjadi pelepasan ion Ni pada kelompok perlakuan. Rerata persentase ion Mn pada kelompok netral sebesar 0,65 % dan pada kelompok perlakuan sebesar 0,326 %, hal ini menyebabkan rerata persentase ion Mn turun sebesar 0,324 % menandakan terjadi pelepasan ion Mn pada kelompok perlakuan. Rerata persentase ion Ni terlepas banyak dan Mn terlepas lebih sedikit dibandingkan dengan Fe dan Cr dimana rerata persentase Fe dan Cr naik. Hal ini bukan berarti tidak terjadi pelepasan ion Fe dan Cr pada braket perlakuan, tetapi jika Fe dan Mn terjadi pelepasan ion, ion yang terlepas jauh lebih sedikit dibandingkan dengan kedua ion Ni dan Mn. Secara keseluruhan persentase ion menunjukkan pola yang sama, Ni dan Mn turun tidak ada yang naik sedangkan Fe dan Cr naik tidak ada yang turun.

DISKUSI

Pelepasan ion atau korosi pada braket terjadi saat ikatan logam yang merusak struktur braket terbentuk dari interaksi kimia antara elemen logam yang terlepas dari braket logam dengan

elemen non logam sehingga mempengaruhi kualitas braket, estetika, bentuk fisik dan kekuatan.⁷

Persentase lepasnya ion Ni, Mn, Fe, dan Cr pada braket lebih mengarah ke gambaran celah-celah kecil yang bisa diakibatkan karena adanya proses korosi pitting. Korosi pitting merupakan korosi yang menghasilkan celah pada permukaan logam. Korosi ini biasa terjadi pada logam-logam dasar yang dilindungi oleh lapisan tipis oksida yang terbentuk secara alami di atas permukaan logam. Korosi pitting memiliki kecenderungan yang kuat untuk berkembang apabila telah terbentuk celah., sehingga korosi ini dianggap serius karena dapat membentuk celah yang dalam. Namun demikian, celah yang diakibatkan oleh adanya korosi pitting masih sulit untuk diukur kedalamannya, dikarenakan korosi ini memiliki tipe yang berbeda-beda serta pola penyebaran yang tidak merata.⁸

Perubahan bentuk dari logam stainless steel terjadi sebagai akibat dari hilangnya lapisan pelindung kromium oksida dan lepasnya ion Ni. Setiap kali satu atom Ni terlepas ia akan membawa sembilan atom Fe, yang secara nyata akan merubah bentuk dari logam tersebut¹⁰. Reaksi oksidasi Cr pada anoda dalam pH tertentu menyebabkan disolusi Cr sebagai ion elektron, serta membentuk lapisan protektif kromium oksida, sebaliknya reaksi reduksi terjadi pada katoda, katoda akan menangkap elektron bebas yang dikeluarkan oleh anoda dengan pengurangan ion hidrogen menjadi gas hidrogen dan melepaskan kromium.^{9,10}

1Perubahan persentase ion pada braket yang terjadi bisa diakibatkan oleh perpaduan antar logam penyusun yang kurang homogen, yang ditunjukkan dengan gambaran lubang-lubang dengan ukuran yang besar apabila diamati menggunakan SEM. Hal ini selaras dengan penelitian terdahulu, yang membandingkan potensi korosi antar braket dan wire menyebutkan bahwa braket memiliki

permukaan yang kasar atau cacat sebelum dilakukan pengujian⁸. Selain itu penelitian terdahulu menyebutkan bahwa perpaduan antara logam penyusun di permukaan braket yang kurang homogen cenderung akan menyebabkan braket rentan terhadap korosi.¹¹

Alat pengukuran pelepasan ion logam dengan menggunakan SEM-EDX merupakan instrumen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya unsur-unsur logam. Alat ini memiliki kelemahan dimana sampel memerlukan kondisi vakum atau terbebas dari udara, hanya menganalisa permukaan saja bukan keseluruhan dari sampel, sampel harus bahan yang konduktif, jika tidak harus dilapisi logam seperti emas.^{12,13} Pengukuran ion dapat dilakukan menggunakan alat high-performance liquid chromatography (HPLC). HPLC didasarkan pada mekanisme adsorpsi, partisi dan pertukaran ion, tergantung pada jenis stasioner yang digunakan. HPLC melibatkan fase diam yang solid, biasanya dikemas di dalam kolom stainless steel, dan fase gerak cair. Pemisahan komponen-komponen dari larutan dihasilkan dari perbedaan rasio distribusi relatif zat terlarut antara dua fase. HPLC dapat digunakan untuk menilai kemurnian dan / atau menentukan kandungan banyak zat farmasi dalam bentuk pg, fg, ng, dan µg.^{12,14}

Alat ukur spektrofotometer UV-Visible juga dapat digunakan untuk mengukur transmitansi atau absorban suatu sampel. Alat ukur ini dapat mengukur banyak senyawa kimia dengan menggunakan sumber cahaya UV dan sumber cahaya visible sebagai fungsi panjang gelombang. Alat ukur spektrofotometer UV-Visible ini memiliki keuntungan dimana tidak perlu dilakukan destruksi basah, sehingga alat ukur ini bisa dijadikan alternatif untuk dilakukan pengukuran pelepasan ion logam dengan satuan pg.¹⁵

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat pelepasan ion (Ni dan Mn) pada permukaan braket metal stainless steel. Rerata persentase ion Ni turun sebesar 0,758 % sedangkan rerata persentase ion Mn turun sebesar 0,324 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Oh KT, Choo SU, Kim KM, Kim KN. A Stainless Steel Bracket for Orthodontic Application. *Eur J Orthod.* 2005;27(3):237–44.
2. Siwy CJ, Tendean LEN, Anindita PS. Uji Pelepasan Logam Kromiun (Cr) dan Nikel (Ni) Beberapa Merek Braket Stainless Steel dalam Cairan Saliva Artifisial. *e-GiGi (eG).* 2015;3(2):1–5.
3. McCabe JF. *Anderson's Applied Dental Materials*, 6th. Ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1987. 65–69 p.
4. Panjaitan RR. Kajian Pemanfaatan Batu Mangan / Senyawa Mangan dalam Industri. 2011;XI VII(2):45–53.
5. Ardhy S, Gunawarman, Affi J. Perilaku Korosi Titanium dalam Larutan Modifikasi Saliva. *J Mek.* 2015;6(2):585–93.
6. Prijatmoko D. *Biomekanik Pergerakan Gigi*. Jakarta: Sagung Seto; 2014. 44 p.
7. Rasyid NI, Sri P, Heryumani JCP. Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Kawat Australia dan Stainless Steel dalam Saliva Buatan. *Dent J.* 2014;47(3):168–72.
8. Chaturvedi TP, Upadhyay S. An overview of orthodontic material degradation in oral cavity. *Indian J Dent Res.* 2016;21(2).
9. Lin M, Lin S, Lee T, Huang H. Surface Analysis and Corrosion Resistance of Different Stainless Steel Orthodontic Brackets in Artificial Saliva. *Angle Orthod.* 2006;76(2):322–9.
10. Kadry S. Corrosion Analysis of Stainless Steel. *Eur J Sci Res.* 2008;22:508–16.
11. Kao CT, Huang TH. Variations In Surface Characteristics and Corrosion Behaviour of Metal Brackets and Wires In Different Electrolyte Solutions. *Eur J Orthod.* 2010;32(5):555–60.
12. Dolci GS, Spohr AM, Zimmer ER, Marchioro EM. Assessment of the Dimensions and Surface Characteristics of Orthodontic Wires and Bracket Slots. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(2):69–75.
13. Julinawati, Marlina, Nasution R, Sheilatina. Applying Sem-Edx Techniques To Identifying the Types of Mineral of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *J Nat.* 2015;15(2):44–8.
14. Ardianingsih R. Penggunaan High Performance Liquid Chromatography (HPLC) dalam Proses Analisa Deteksi Ion. *Ber Dirgant.* 2009;10:101–4.
15. Minanga MA, Anindita PS, Juliatri. Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Braket Ortodontik Stainless Steel yang Direndam dalam Obat Kumur. *Pharmacon J Ilm Farm – UNSRAT.* 2016;5(1):2302–493.