

Analisis Pelepasan Ion Ni dan Cr Kawat Ortodontik *Stainless Steel* yang Direndam dalam Minuman Berkarbonasi

(Analysis of Ion Release Nickel and Chromium of Orthodontics Stainless Steel Wire Immersed by Carbonated Drink)

Rey Kristianingsih, Rudy Joelijanto, Depi Praharani
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: Rudyjoel92@gmail.com

Abstract

Stainless steel orthodontic archwire is one of metal components which used in oral cavity. Metal substance that is implied can be corrode if it is placed in corrosive media, like carbonated drink. The corrosion can be seen from the release of Ni and Cr ion which harmful for the body and itself. This study aimed to determine the corrosion rate of stainless steel orthodontic archwire after being immersed in carbonated drink. This study was an experimental laboratory with pre-post intervention with control group design. Sample was tested by atomic absorbtion specthrometry (AAS) to determine the release of ion in saliva. Eight samples were divided into two groups. Each group consist of 4 samples. Afterwards, samples were immersed in non-carbonated drink saliva and carbonated-drink saliva for 52 minutes. The result data was analyzed using Independent T-test parametric test. The result showed a significant difference ($P < 0,05$) of Ni and Cr ion release of both group, but the group that was immersed in carbonated drink showed a greater release than other group. This is because the sample was immersed in saliva, which is a liquid electrolyte, and also affected by the acidity of carbonated drink. The acidity of carbonated drink was caused by the dissolve of carbondioxide in water, which produced carbonic acid and another acid compound which accelerated the corrosion rate.

Keyword : Carbonated drink, corrosion rate, orthodontic archwire, , stainless steel

Abstrak

Kawat ortodontik *stainless steel* merupakan salah satu komponen logam yang digunakan didalam rongga mulut. Bahan logam yang digunakan dapat mengalami korosi apabila berada di media korosif seperti minuman berkarbonasi. Korosi dapat dilihat dari pelepasan ion Ni dan Cr yang bersifat merugikan bagi tubuh dan kawat itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi dari kawat ortodontik *stainless steel* setelah direndam dalam minuman berkarbonasi. Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan pra-intervensi-pasca-intervensi dengan kelompok kontrol. Sampel dilakukan uji dengan alat *atomic absorbtion spectrometry* (AAS) untuk mengetahui pelepasan ion dalam saliva. Delapan buah sampel dibagi menjadi 2 kelompok masing-masing kelompok 4 buah sampel. Sampel direndam dalam saliva tanpa minuman berkarbonasi dan saliva dengan minuman berkarbonasi selama 52 menit. Data hasil penelitian kemudian dianalisis dengan uji parametrik *independent t-test*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pelepasan ion Ni dan Cr pada kedua kelompok tetapi kelompok yang direndam dengan minuman berkarbonasi terjadi pelepasan ion Ni dan Cr lebih besar. Hal ini karena sampel direndam dalam saliva yang merupakan cairan elektrolit dan adanya sifat asam dari minuman berkarbonasi. Sifat asam minuman berkarbonasi berasal dari karbondioksida yang dilarutkan dalam air sehingga menimbulkan asam karbonat yang mempercepat laju korosi.

Kata kunci : Kawat ortodontik, laju korosi, minuman berkarbonasi, *stainless steel*

Pendahuluan

Dewasa ini semakin banyak masyarakat mengalami maloklusi. Maloklusi itu sendiri merupakan

ketidaksesuaian letak gigi atau hubungan yang tidak normal dari lengkung rahang [1]. Maloklusi dapat terjadi pada semua usia dan dampak yang terjadi adalah gangguan fungsi dan estetika pada gigi [2]. Prevalensi

maloklusi pada remaja di Indonesia tahun 2006 mencapai 89% [3]. Hasil survey oleh WHO (2003) dengan analisis *Dental Aesthetic Index* (DAI) menunjukkan angka kejadian maloklusi sebanyak 66,76% [4].

Angka kejadian maloklusi dapat dikurangi dengan dilakukan perawatan ortodontik pada penderita. Ortodontik ini sendiri merupakan salah satu cabang dalam kedokteran gigi yang berkonsentrasi pada pertumbuhan kraniofasial, oklusi gigi dan mempelajari tentang perawatan pada keabnormalitasan dentofasial. Terdapat dua cara yang sering digunakan dalam perawatan ortodontik yaitu dengan alat ortodontik cekat dan ala ortodontik lepasan. Pemilihan perawatan ortodontik berdasarkan pada oklusi, lebar ruang kosong dan berdasarkan cengkeram yang dapat digunakan [5].

Pada perawatan ortodontik, salah satu komponen alat yang digunakan adalah kawat ortodontik. Kawat ortodontik yang pada umumnya digunakan terbuat dari logam *stainless steel* [6]. Pemakaian yang nyaman menjadi salah satu alasan dari banyaknya pemakaian kawat *stainless steel*. Selain itu, kelebihan dari kawat ortodontik *stainless steel* adalah karena harga yang lebih terjangkau dan adanya pengembangan sifat yang lebih baik jika dibandingkan dengan kawat ortodontik emas yang sebelumnya telah digunakan [2]. Kawat *stainless steel* yang banyak digunakan adalah kawat yang dibuat dengan temperatur tinggi dengan bentuk permukaan *ovoid* [6].

Komposisi yang terkandung di dalam kawat ortodontik *stainless steel* adalah 71 % *ferrum* atau besi (Fe), 18 % kromium (Cr), 8% nikel (Ni) dan 0,2 % karbon(C) [2]. Penambahan Fe dalam kawat ortodontik *stainless steel* ini cenderung bukan sebagai alasan untuk ketahanan korosi tetapi hanya sebagai alasan ekonomis, karena Fe merupakan salah satu unsur yang banyak dijumpai dan ditemukan di dalam kehidupan sehari-hari sehingga banyak digunakan dalam campuran logam [7,8]. Unsur Cr berguna untuk menambah ketahanan kawat ortodontik *stainless steel* terhadap korosi. Unsur lainnya yaitu Ni yang memberikan sifat baik pada kawat untuk formabilitas, kekerasan, dan tahan terhadap panas [9]. Sedangkan adanya C pada *stainless steel* ini berguna terutama untuk ketahanan pada temperatur yang tinggi [8]. Akan tetapi kelemahan dari unsur Ni dan Cr adalah dapat menyebabkan alergi apabila terlepas dalam rongga mulut [10].

Korosi merupakan hasil dari proses interaksi antara material logam dengan lingkungan di sekitarnya. Salah satu penyebab proses korosi adalah lingkungan dengan pH asam [11]. pH asam dalam rongga mulut dapat terjadi apabila seseorang mengkonsumsi minuman berkarbonasi [12]. Menurut Gregory *et al*, masyarakat di negara Barat dapat mengkonsumsi 21-31 minuman berkarbonasi perhari. Sedangkan menurut Triyono (2000) dalam Chandra dan Gufraeni mencatat masyarakat Indonesia mampu mengkonsumsi 13 porsi dengan ukuran 236 ml pertahunnya [13]. Dari banyaknya pengkonsumsian minuman berkarbonasi ini, dicurigai

dapat menyebabkan korosi kawat ortodontik *stainless steel* bagi masyarakat yang melakukan perawatan ortodontik. Hal ini diakibatkan oleh karena adanya pelarutan karbondioksida dalam proses pembuatan minuman berkarbonasi yang menghasilkan asam karbonat dimana asam ini merupakan asam lemah. Selain itu adanya asam buatan dan perasa dari ekstrak buah dalam minuman berkarbonasi yang juga bersifat asam [9,14].

Korosi menunjukkan penampakan 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 di dalam kawat [9].

Adanya proses korosi dapat menimbulkan dampak yang merugikan baik bagi kesehatan maupun bagi kawat ortodontik *stainless steel* itu sendiri [15]. Korosi pada logam dapat menyebabkan perubahan warna pada permukaan logam, berkurangnya kekuatan dan dimensi logam yang dapat menyebabkan patahnya logam [16]. Efek biologi yang mampu menyebabkan gangguan kesehatan salah satunya adalah alergi yang diakibatkan dari ion Ni yang terlepas dari kawat ortodontik *stainless steel* yang terkorosi [10].

Berdasarkan latar belakang diatas penulis ingin mengetahui bagaimana laju korosi kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam minuman berkarbonasi.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan pra-intervensi-pasca intervensi dengan kelompok kontrol. Penelitian dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah (BBLKD) Surabaya dan Laboratorium Sentral FMIPA Universitas Negeri Malang pada bulan September sampai Oktober 2013.

Jumlah sampel yang digunakan adalah 8 buah sampel yang terbagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok yang direndam dalam saliva tanpa minuman berkarbonasi (kontrol) dan kelompok yang direndam dalam saliva dengan penambahan minuman berkarbonasi (perlakuan) dengan jumlah masing-masing kelompok sebanyak 4 buah sampel.

Sebelum penelitian, dilakukan uji kandungan unsur sampel menggunakan *x-ray fluorescence* (XRF) untuk menentukan tipe sampel. Uji diawali dengan memotong-motong sampel sepanjang ± 2 cm. Kemudian potongan sampel diletakkan didalam *holder* XRF dan selanjutnya dilakukan pembacaan kandungan unsur dalam sampel tersebut.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan memastikan pH saliva adalah pH netral dan minuman berkarbonasi adalah pH asam menggunakan pH meter/kertas lakmus. Selanjutnya setiap sampel diletakkan dalam satu *petridish* tidak bersekat yang masing-masing berisi 25 ml saliva buatan. Pada 4 sampel yang merupakan kelompok perlakuan ditambahkan 25 ml

minuman berkarbonasi. Seluruh sampel direndam selama 52 menit. Pengkonversian waktu selama 52 menit didapatkan dari penghitungan waktu rata-rata untuk menghabiskan 1 botol minuman berkarbonasi yaitu 1 menit, pengkonsumsian minuman berkarbonasi sebanyak 2 botol/kaleng setiap minggu dan rata-rata pemakaian kawat ortodontik *stainless steel* dalam perawatan ortodontik adalah 6 bulan, sehingga diperoleh penghitungan sebagai berikut :

$$\text{Penghitungan} = 2 \text{ (botol)} \times 1 \text{ (menit)} \times \frac{1}{2} \text{ (tahun)} \times 52 \text{ (minggu)} = 52 \text{ menit}$$

Selama perendaman kedelapan *petridish* disimpan dalam inkubator dengan suhu 37°C. Setelah lama perendaman yang ditentukan selesai sampel dipisahkan dari saliva. Selanjutnya saliva yang akan dibaca dengan *atomic absorbtion spectrometry* (AAS) dilakukan penjernihan untuk memudahkan dalam pembacaan ion yang terlepas. Jika saliva telah dipastikan jernih, kemudian dilanjutkan dengan melakukan standarisasi alat untuk pembacaan ion logam yang ditentukan, dalam hal ini adalah ion Ni dan Cr. Apabila standar telah diterima, selanjutnya dilakukan penghitungan pelepasan ion Ni dan Cr dalam saliva menggunakan AAS secara bergantian. Hasil pembacaan dapat terlihat pada monitor alat AAS.

Hasil Penelitian

Rata-rata nilai pelepasan ion Ni dan Cr kawat ortodontik *stainless steel* dalam saliva terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata pelepasan ion Ni dan Cr dalam saliva setelah perendaman pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

Ion	Nilai rata-rata	
	K	P
Ni	0,06	0,13375
Cr	0,04425	147

Keterangan :

Ni : pelepasan ion Nikel

Cr : pelepasan ion Kromium

K: kelompok kontrol yang direndam saliva tanpa minuman berkarbonasi

P : kelompok perlakuan yang direndam saliva dan minuman berkarbonasi

Data hasil penelitian pertama-tama dilakukan uji normalitas *Kmogorov Smirnov test*. Dengan hasil nilai signifikansi pada Ni adalah 0,341 dan nilai signifikansi pada Cr adalah 0,475 yang berarti $P > 0,05$. Hal ini menunjukkan data terdistribusi normal. Kemudian

dilakukan uji homogenitas menggunakan *Levene test* dengan hasil nilai signifikansi pada Ni 0,948 dan pada Cr 0,057 yang berarti $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan data terdistribusi homogen. Setelah diketahui data terdistribusi normal dan homogen, analisis data dilanjutkan menggunakan *independent t-test* untuk mengetahui perbedaan dari kedua kelompok. Hasil uji didapatkan nilai pada Ni adalah 0,012 dan nilai pada Cr adalah 0,016 yang berarti $P < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pelepasan ion Ni dan Cr antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan yaitu pada kelompok perlakuan yang direndam dalam minuman berkarbonasi terjadi pelepasan ion Ni dan Cr lebih banyak dibanding dengan kelompok kontrol yang tidak direndam minuman berkarbonasi.

Pembahasan

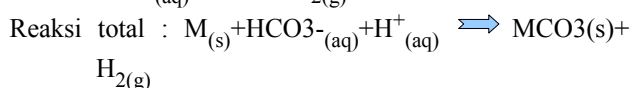
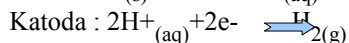
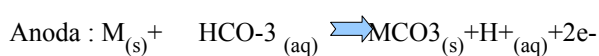
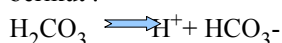
Perawatan ortodontik merupakan salah satu perawatan dalam bidang kedokteran gigi yang membutuhkan waktu cukup lama didalam rongga mulut. Komponen dari perawatan ini sebagian besar berbahan dasar logam, sebagai contoh adalah kawat ortodontik *stainless steel*. Suasana didalam rongga mulut dapat berubah-ubah baik netral, asam maupun basa. Perubahan suasana dalam rongga mulut dapat diakibatkan salah satunya dari pengkonsumsian minuman berkarbonasi yang memiliki pH asam [17]. Adanya kawat ortodontik *stainless steel* dalam rongga mulut dan suasana asam yang terjadi terus menerus dapat mempengaruhi komponen logam dari kawat ortodontik tersebut [9].

Pada penelitian ini dilakukan pengujian laju korosi pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam minuman berkarbonasi dengan menghitung ion Ni dan Cr yang terlepas dalam saliva. Alasan untuk memfokuskan penghitungan pelepasan pada kedua unsur tersebut adalah karena ion Ni dan Cr inilah yang berperan dalam ketahanan korosi pada kawat ortodontik *stainless steel*. Ion Ni dapat menambah kekerasan, ketahanan terhadap panas dan memberikan kelenturan pada kawat. Ion Cr dapat membentuk *protective surface oksida* akibat aktivitas oksigen pada permukaan logam. Terlepasnya ion Cr yang bereaksi dengan oksigen dari media elektrolit akan terdeposit dipermukaan logam sebagai oksida kromium (Cr_2O_3) yang merupakan perlindungan lebih lanjut pada logam dibawahnya dari proses korosi [9].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai pelepasan ion Ni dan Cr dalam saliva pada kelompok yang direndam dalam minuman berkarbonasi (perlakuan) lebih banyak jika dibandingkan dengan kelompok yang tidak direndam dalam minuman berkarbonasi (kontrol). Pada kelompok kontrol tetap terjadi pelepasan ion Ni dan Cr akibat pengaruh dalam saliva. Menurut Almeida *et al* (2008), saliva terdiri dari sebagian besar air, dan sebagian lain adalah komponen anorganik (bikarbonat, fosfat, natrium, kalium, potassium, klorida dan magnesium) dan komponen organik seperti protein yang berupa enzim [18]. Komponen anorganik inilah yang berperan sebagai

media elektrolit yang dapat memicu reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia merupakan reaksi yang terjadi pada anoda (mengalami oksidasi) dan katoda (mengalami reduksi), dimana ion logam sebagai anoda dan ion H⁺ dari media elektrolit sebagai katoda. Karena reaksi elektrokimia ini sehingga terjadi pelepasan ion Ni dan Cr dari kawat ortodontik *stainless steel* sebagai tanda terjadinya korosi [9, 19].

Pada kelompok yang direndam dalam minuman berkarbonasi terjadi pelepasan ion Ni dan Cr lebih banyak karena adanya penambahan konsentrasi ion H⁺ dari asam karbonat (H₂CO₃). Reaksi yang mungkin dapat terjadi pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam minuman berkarbonasi adalah sebagai berikut :



Keterangan:

M : Logam yang teroksidasi

Pada reaksi diatas terlihat bahwa asam karbonat dapat meningkatkan potensi terjadinya korosi. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi asam, maka semakin banyak ion H⁺ dari asam yang ikut bereaksi dan mengalami reduksi. Akibatnya, semakin banyak pula ion logam yang mengalami oksidasi sehingga mempercepat proses korosi. Karena selama proses korosi kawat ortodontik *stainless steel*, laju oksidasi sebanding dengan laju reduksi yang ditandai dengan meningkatnya pelepasan ion Ni dan Cr dari kawat tersebut [8,19].

Berdasarkan hasil penelitian diketahui pula bahwa pelepasan ion Cr lebih banyak jika dibandingkan dengan ion Ni. Hal ini karena unsur Cr ini memiliki nilai potensial elektroda yang lebih negatif dibandingkan dengan Ni, karena dalam deret volta posisi unsur Cr lebih kiri dari posisi unsur Ni sehingga unsur Cr lebih reaktif dan lebih mudah melepas elektron sehingga terjadi pelepasan ion lebih banyak dibandingkan unsur Ni dari kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam minuman berkarbonasi.

Pengkonsumsian minuman berkarbonasi merupakan salah satu cara untuk memberi kesegaran tubuh, tetapi efek samping yang dapat ditimbulkan adalah timbulnya obesitas jika terlalu banyak meminum minuman berkarbonasi. Hal ini karena adanya reseptor rasa lidah yang mengenali rasa pada minuman berkarbonasi termasuk sensitive terhadap adanya kandungan karbondioksida (CO₂). Molekul sensor sel reseptor rasa ini adalah tipe *carbonic anhydrase* yang dikenal dengan *carbonic anhydrase 4* (CA-4). CA-4 ini dapat mengubah CO₂ dan air (H₂O) menjadi ion bikarbonat (HCO₃⁻) dan

proton bebas (H⁺). Tetapi apabila terjadi peningkatan atau penurunan konsentrasi HCO₃⁻ dan H⁺ karena perubahan homeostasis CO₂, dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan asam basa dalam tubuh dan gangguan metabolisme sehingga obesitas dapat terjadi [20,21]

Pelepasan ion Ni dan Cr yang berlebihan atau korosi yang terjadi dalam jangka waktu yang lama akan memberikan dampak negatif baik pada kawat ortodontik *stainless steel* itu sendiri maupun pada kesehatan seseorang. Apabila terjadi korosi atau pelepasan ion Ni dan Cr yang terlalu banyak dapat menyebabkan perubahan dimensi bentuk kawat dan mempengaruhi kekuatan kawat ortodontik *stainless steel* yang berakibat rapuhnya kawat tersebut [15].

Pelepasan Ni dan Cr dari kawat ortodontik *stainless steel* dapat juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan jika masuk melebihi *intake* normal tubuh. Ni dan Cr merupakan kelompok logam berat yang dapat bersifat alergi, sitotoksik bahkan karsinogenik bagi tubuh manusia [22].

Simpulan dan Saran

Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil penelitian ini yaitu terdapat peningkatan laju korosi pada kawat ortodontik *stainless steel* yang direndam dalam minuman berkarbonasi.

Saran pada penelitian ini yaitu: (1) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat jenis korosi kawat ortodontik *stainless steel* setelah direndam minuman berkarbonasi secara mikroskopis, (2) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efek minuman berkarbonasi pada kawat ortodontik *stainless steel* pada jangka waktu yang berbeda, (3) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut efek minuman berkarbonasi terhadap jenis kawat ortodontik lainnya, (4) pada pasien yang memakai kawat ortodontik *stainless steel* perlu diperhatikan jumlah dan frekuensi pengkonsumsian minuman berkarbonasi makanan atau minuman lain yang dapat menimbulkan suasana asam dalam rongga mulut karena dapat mempercepat proses korosi pada komponen logam dalam rongga mulut dan (5) pasien dengan komponen logam dalam rongga mulut yang suka mengkonsumsi minuman dan atau makanan yang asam dalam frekuensi dan jumlah yang banyak perlu dilakukan pengkonsumsian antioksidan untuk mengurangi toksisitas atas pelepasan ion dari komponen logam didalam rongga mulut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Prost selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Lusi Hidayati, M. Kes selaku Dosen Penguji Anggota atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan demi terselesaikannya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Rahardjo, P. *Ortodonti Dasar*. Surabaya : Airlangga University Press. 2009.
- [2] Bishara, S.E. *Textbook of Orthodontics*. United States of America : W.B Saunders Company. 2001.
- [3] Dewi, O. *Analisis Hubungan Maloklusi dengan Kualitas Hidup pada Remaja SMU Kota Medan Tahun 2007*. Tesis. Sumatra Utara : Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara. 2008.
- [4] Garbin, A.J.I., Perin, P.C.P., Garbin, C.A.S., Lolli, L.F. Malocclusion Prevalence and Comparison Between The Angle Classification and The Dental Aesthetic Index in scholars in The Interior of Sao Paulo State – Brazil. *Dental Press J Ortho*. 2010.15(4):94-102.
- [5] Moyers, Robert. E. *Handbooks of Orthodontics*. Fourth Edition. United States of America : Library of Congress in Publication Data. 1998.
- [6] Isaacson, K.G., Williams, W.J. *Pengantar Fixed Application*. Alih bahasa oleh. Budi Susetyo. Jakarta : Binarupa Aksara. 1992.
- [7] Craig, B.D., Lane, R.A., Rose, D.H. *Advanced Materials, Manufacturing, and Testing Information Analysis Center*. Second Edition. New York : Alion Science & Technology. 2006.
- [8] Shreir LL, Jarman RA, Burstein GT. *Corrosion Metal/Environment Reaction*. Britain : Butterworth Heinemann. 2000.
- [9] Bardal, Einer. *Corrosion and Protection*. United States of America : Springer-Verlag London Limited. 2004.
- [10] Veien, N.K., Bochhorst, E., Hattel, T., Laurberg, G. Stomatitis or Systemically-Induced Contact-Dermatitis. *Contact Dermatitis*. 1994. 30(1):210-213.
- [11] Ahmad, Z. *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*. Elsevier Science & Technology Books. 2006.
- [12] Toms AP. The Corrosion of Orthodontic Wire. *Eur J Orthod*. 1998.10(1):87-97.
- [13] Gregory, J., Lowe, S., Bates, C.J., Prentice A., Smithers G., Clarke PC. *National diet and Nutrition Survey : Young People Aged 4-18 Years*. London : HMSO. 2000.
- [14] Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Softdrinks and Dental Health : A review of current literature. *J Dent*. 2006. 24(1):2-11.
- [15] Eliades, T., Athanasiou, A.E., Dent. In Vivo Aging of Orthodontic Alloys: Implications for Corrosion Potential, Nickel Release, and Biocompatibility. *Angle Orthodontics*. 2002. 72(3): 222-237.
- [16] Tanzer, J. M. Xylitol Chewing Gum and Dental Caries. *Int Dent J*. 1995. 45(1) :65-76
- [17] Walsh, Laurence J. *Black Cola Drinks, Oral Health and General Health: an Evidence Base Approach*. Australia : The University of Queensland. 2008.
- [18] Almeida, PDV., Gregio, AMT., Lima, AAS., Azevedo, LR. Saliva Composition and Function: A Comprehensive Review. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2005. 9(3):1-11
- [19] Fontana, M. G. *Corrosion Engineering (Third Edition)*. Singapore: McGraw-Hill Book Company. 1987.
- [20] Champbell, M. K., Farrell, S. O. *Biochemistry*. Canada : Cengage Learning. 2010.
- [21] Utami C.D. W. *Perubahan PH, PCO₂, HCO₃- Dan TCO₂ Akibat Pemberian Minuman Beroksigen Pada Latihan Fisik*. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara. 2008.
- [22] Sfondrini, MF., Cacciafesta, V., Maffia, E., Massironi, A., Scribante, A., Alberti, G., Bie, U.R., Klersy, C. Chromium Release from New Stainless Steel, Recycled and Nickel Free Orthodontic Bracket. *Angle Orthodontist*. 2009. 79(2).

