

**PENGARUH LAMA PERENDAMAN SUSPENSI VITAMIN C TERHADAP
PELEPASAN ION KROMIUM PADA KAWAT
*STAINLESS STEEL***

Zwista Yulia Dewi¹, Hilda Herawati², Anne Utami Puspita Pujarama³

¹Bagian ITMKG Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, ²Bagian Ortodontik Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani, ³Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

e-mail: zwista.yulia@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Kawat ortodontik *stainless steel* (SS) mengandung unsur kromium yang memiliki sifat tahan terhadap korosi sehingga banyak digunakan dalam perawatan ortodontik. Vitamin C atau asam askorbat merupakan salah satu vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh. Vitamin C bermanfaat dalam menjaga keutuhan kolagen. Kolagen mempunyai berbagai peran penting bagi tubuh yaitu membantu penyembuhan luka, memelihara kesehatan jaringan penghubung, dan membantu melindungi sel-sel tubuh. Salah satu pengobatan terhadap defisiensi vitamin C adalah dengan mengkonsumsi vitamin C selama 7-10 hari. Vitamin C mempunyai sifat asam yang dapat menyebabkan reaksi kimia sehingga bersifat korosif dan dapat mengoksidasi logam kawat dengan cara melepaskan ion-ion yang terkandung di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman kawat SS dalam larutan vitamin C terhadap pelepasan ion kromium. Metode penelitian adalah laboratorium eksperimental.. Teknik pengambilan sampel menggunakan *quota sampling* atau pengambilan sampel berjatah yaitu kawat SS sebanyak 10 buah. Seluruh sampel direndam di dalam larutan vitamin C sebanyak 10 ml selama satu menit dalam 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdeteksi pelepasan ion kromium tertinggi pada pengukuran hari keenam dalam konsentrasi rendah sebesar 0,0190 mg/l. Pelepasan ion kromium terjadi karena kawat SS mengalami oksidasi berkontak dengan vitamin C yang asam. Hasil analisis statistik uji multivariat *General Linear Model-Repeated Measure* (GLM-RM) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,476 atau $p > 0,05$ artinya tidak terdapat pengaruh yang bermakna pada lama perendaman kawat SS dalam larutan vitamin C terhadap pelepasan ion kromium sampai pada hari ketujuh.

Pelepasan ion kromium kawat SS terdeteksi dalam batas aman sehingga vitamin C aman digunakan untuk pengguna ortodontik.

Kata kunci : Ion kromium, *stainless steel*, vitamin C

ABSTRACT

Stainless steel orthodontic wire (SS) contains chromium elements that have corrosion-resistant properties thus widely used in orthodontic treatment. Vitamin C or ascorbic acid is one of the vitamins needed by the body. Vitamin C is useful in maintaining the integrity of collagen. Collagen has many important roles for the body: it helps wound healing, maintains health of connective tissue, and protect body cells. One example of treatment against vitamin C deficiency is to consume vitamin C for 7-10 days. Vitamin C has acidic properties that can cause chemical reactions that are corrosive and can oxidize metal wire by releasing the ions contained therein. This type of research is an experimental study. The objective of this research is to determine the effect duration of SS wire immersion in vitamin C solution to chromium ion release. This type of research is an experimental study. Sampling technique using quota sampling which is SS wire as much as 10 pieces. All samples were immersed in 10 ml of vitamin C solution for one minute in 7 days. The results showed that the highest chromium ion was detected at day 6 in low concentrations of 0.0190 mg / L. Chromium ion release occurred because SS wire underwent contract oxidation with acidic vitamin C. The result of multivariate test General Linear Model-Repeated Measure (GLM-RM) statistical analysis showed significance value of 0.476 \neq for $p > 0.05$. It showed that there was no significant influence on the duration of SS wire immersion in vitamin C solution to chromium ion release until the seventh day. The release of SS wire chromium ion was observed within safe limits thus vitamin C consumption is safe for orthodontic users.

Key words : Chromium ion, *stainless steel*, vitamin C

PENDAHULUAN

Perawatan ortodontik sangat diminati oleh masyarakat saat ini.¹ Perawatan ortodontik digunakan untuk memperbaiki oklusi, seperti posisi gigi yang tidak sesuai pada lengkung rahang, kelainan relasi gigi, kelainan pertumbuhan tulang pembentuk

wajah sampai kelainan jaringan lunak rongga mulut.² Komponen utama dalam perawatan ortodontik adalah kawat. Terdapat beberapa jenis kawat yang diklasifikasikan berdasarkan material penyusun, ukuran penampang, besar diameter, dan susunan mikrostruktur.²

Kawat yang banyak digunakan adalah kawat *stainless steel* (SS) karena memiliki sifat mekanis yang baik, ketahanan korosi yang baik dalam rongga mulut, serta harga yang cukup ekonomis.²⁻⁴ Kawat SS mengandung unsur logam kromium yang mampu mempengaruhi sifat tahan terhadap karat.^{2,4}

Selama pemakaian dalam rongga mulut kawat SS akan dipengaruhi oleh lingkungan yang tidak stabil seperti perubahan suhu, tingkat keasaman dari makanan atau minuman, dan berkontak dengan mukosa rongga mulut. Salah satu perawatan untuk mengobati defisiensi vitamin C adalah dengan mengkonsumsi larutan vitamin C selama 7 sampai dengan 10 hari.⁸

Vitamin C memiliki sifat asam sehingga dapat mempengaruhi derajat keasaman saliva di dalam rongga mulut. Tingkat keasaman saliva yang normal berada pada rentang 5,6 sampai dengan 7,0 sedangkan pH rerata adalah 6,7.^{9,10} Vitamin C yang asam dapat menyebabkan terjadinya reaksi kimia oksidasi dan reduksi dengan kawat SS sehingga vitamin C dapat bersifat korosif dan mengoksidasi kawat SS.^{4,11}

Peristiwa oksidasi dan reduksi dapat mengakibatkan terlepasnya ion-ion yang terkandung di dalam kawat SS.^{11,12} Konsentrasi ion yang terlepas dari kawat dapat diukur dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) melalui sebuah penelitian

eksperimen.⁴ Pelepasan ion pada kawat SS dapat dipengaruhi oleh komposisi kawat, tingkat keasaman saliva, dan lama perendaman.⁴

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang berhubungan dengan lama perendaman kawat di dalam saliva maupun larutan lain dengan tingkat keasaman yang beragam. Berdasarkan hasil penelitian mengenai lama perendaman kawat SS dalam 5 ml saliva buatan dengan pH normal selama 49 hari, menunjukkan hasil tidak adanya pelepasan ion kromium.⁴ Penelitian lain dilakukan terhadap kawat SS yang direndam dalam cuka selama 26 jam menunjukkan hasil terdapat pelepasan ion kromium.¹¹ Penelitian tentang perendaman kawat Titanium dalam saliva buatan selama 28 hari menunjukkan hasil terdapat pengaruh terhadap penurunan berat kawat.¹³ Hasil penelitian yang dilakukan terhadap kawat SS yang direndam dalam minuman berkarbonasi selama 52 menit memperoleh hasil terjadi pelepasan ion kromium.¹⁴

Pelepasan ion-ion kawat dalam rongga mulut dapat berpengaruh terhadap kesehatan tubuh, sehingga penting untuk mengetahui batas aman ion logam yang dapat diterima oleh tubuh. Pelepasan sejumlah ion yang melebihi batas aman dapat memicu reaksi alergi berupa stomatitis kontak, kerusakan DNA pada sel mukosa mulut, efek karsinogenik, mutagenik dan sitotoksik.^{4,7,11} Oleh karena

itu, peneliti berminat untuk mengetahui besar konsentrasi ion kromium yang dapat terlepas dari kawat SS setelah berkontak dengan larutan vitamin C, serta mengetahui analisis statistik mengenai pengaruh perbedaan lama perendaman kawat SS di dalam larutan vitamin C terhadap pelepasan ion kromium selama tujuh sampai dengan sepuluh hari.

BAHAN DAN METODE

Objek penelitian yang digunakan adalah kawat ortodontik berbahan material *stainless steel* (SS) yang memiliki jenis penampang *round* dengan diameter 0,016 inci pada semua sampel, merk yang sama (merk X) pada semua sampel, dan mulus tanpa kerusakan fisik dari pabrik, memiliki tanggal produksi yang sama. Sampel pada

penelitian ini menggunakan 10 buah kawat ortodontik *stainless steel* (SS) dan larutan vitamin C sebanyak 10 ml.

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian *quasi experiment design* atau eksperimen semu *non-randomisasi*. Penelitian ini tidak memiliki ciri rancangan eksperimen yang sebenarnya karena variabel kontrol yang seharusnya disertakan sebagai pembanding sulit untuk dilakukan.¹⁵ Penentuan sampel dilakukan berdasarkan *quota sampling* yang dilakukan dengan menetapkan jumlah anggota sampel secara *quota* atau jatah. Jumlah anggota sampel inilah yang dijadikan sebagai dasar untuk menentukan banyak sampel yang diperlukan. Selain itu pertimbangan lain dihubungkan dengan tingkat kemampuan, waktu, dan biaya dalam pelaksanaan penelitian.¹⁵

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Ion Kromium yang Terlepas Selama Satu Menit pada Hari Pertama sampai dengan Hari ke-7

Tabel 1 Gambaran distribusi konsentrasi ion kromium (mg/l) pagi hari

Pengukuran pagi	Rera	Standar Deviasi	Min-max
Hari ke-1	0,0190	0,00738	0,01 - 0,03
Hari ke-2	0,0140	0,01075	0,00 - 0,04

Hari ke-3	0,0430	0,03945	0,02 - 0,15
Hari ke-4	0,0170	0,00949	0,00 - 0,03
Hari ke-5	0,0160	0,00699	0,01 - 0,03
Hari ke-6	0,0150	0,00527	0,01 - 0,02
Hari ke-7	0,0170	0,00823	0,01 - 0,03

Hasil pengukuran ion kromium pada kawat SS pagi hari disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengukuran pagi hari diperoleh rerata konsentrasi ion kromium yang terlepas memiliki nilai yang hampir sama. Pada Tabel 1 diperoleh nilai selisih sangat kecil antara 0,001 sampai dengan 0,005 pada hari ke-1 dengan hari ke-2, hari ke-2 dengan hari ke-3, dan seterusnya sehingga dapat diperkirakan bahwa tidak ada perbedaan nilai rerata ion kromium yang terlepas setiap harinya. Nilai tertinggi

diperoleh pada pengukuran hari ke-3. Kawat SS mengalami reaksi oksidasi dari hari pertama pengukuran sampai nilai tertinggi pada hari ke-3, setelah reaksi oksidasi kawat SS mengalami proses pasivasi yaitu pembentukan permukaan pelindung berupa kromium oksida sehingga diperoleh nilai konsentrasi yang mengalami penurunan pada hari ke-4.

Tabel 2 Gambaran distribusi konsentrasi ion kromium (mg/l) sore hari

Pengukuran sore	Rerata	Standar Deviasi	Min-max
Hari ke-1	0,0150	0,00850	0,00 - 0,03
Hari ke-2	0,0180	0,01229	0,01 - 0,04
Hari ke-3	0,0210	0,00994	0,01 - 0,04
Hari ke-4	0,0140	0,00699	0,00 - 0,02
Hari ke-5	0,0170	0,00949	0,00 - 0,03
Pengukuran sore	Rerata	Standar Deviasi	Min-max
Hari ke-6	0,0230	0,00949	0,01 - 0,04
Hari ke-7	0,0170	0,00675	0,01 - 0,03

Hasil pengukuran pada sore hari disajikan dalam Tabel 2, terdeteksi pelepasan ion kromium dengan nilai yang hampir sama dengan pengukuran pagi. Artinya pada sore hari tidak ada perbedaan nilai rerata ion kromium yang terlepas setiap harinya. Nilai tertinggi diperoleh pada pengukuran hari keenam. Berdasarkan data pengukuran pada

pagi dan sore hari dibuat suatu data kumulatif yang akan mewakili hasil pengukuran per hari dari hari pertama sampai dengan hari ke-7. Data kumulatif dibuat dengan cara menjumlahkan data pagi dengan sore hari kemudian dibagi dua. Tabel 3 menyajikan hasil pengukuran secara kumulatif dari hari pertama sampai dengan hari ke-7.

Tabel 3 Gambaran distribusi konsentrasi ion kromium (mg/l) pada nilai kumulatif

Nilai kumulatif	Rerata	Standar Deviasi	Min-Max
Hari ke-1	0,0170	0,00587	0,01 - 0,03
Hari ke-2	0,0160	0,00907	0,01 - 0,03
Hari ke-3	0,0320	0,01829	0,02 - 0,08
Hari ke-4	0,0155	0,00643	0,01 - 0,03
Hari ke-5	0,0165	0,00669	0,01 - 0,03
Hari ke-6	0,0190	0,00516	0,01 - 0,03
Hari ke-7	0,0170	0,00483	0,01 - 0,03

Hasil analisis pada pengukuran nilai kumulatif menunjukkan bahwa nilai rerata dari hari pertama sampai hari ke-7 memiliki nilai yang hampir sama. Diperoleh rerata dan simpangan baku ion kromium yang paling besar pada sebaran data normal adalah $0,0190 \pm 0,00516$ mg/l artinya diperoleh konsentrasi ion kromium paling besar dengan nilai $0,0190 \pm 0,00516$ µg dalam setiap 1 ml larutan vitamin C.

Pengaruh Perbedaan Waktu Perendaman Terhadap Pelepasan Ion Kromium

Pengaruh perbedaan waktu perendaman terhadap pelepasan ion kromium dapat diketahui dengan cara membandingkan waktu perendaman selama tujuh hari terhadap nilai konsentrasi ion kromium yang terlepas. Hasil analisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-wilk* dan uji multivariat GLM-RM disajikan dalam tabel *normalitas test* dan *multivariat test* pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Hasil uji normalitas data konsentrasi ion kromium

Variabel	Nilai p	Interpretasi
Hari ke-1	0,124*	Normal
Hari ke-4	0,127*	Normal
Hari ke-5	0,466*	Normal
Hari ke-6	0,191*	Normal

Keterangan: Uji *Shapiro-Wilk*, * $p > 0,05$ bermakna

Tabel 5 Pengaruh perendaman vitamin C terhadap pelepasan ion kromium

Variabel	<i>Partial eta square</i>	Nilai p
Vitamin C	7,50%	0,476
Vitamin C * <i>group</i>	7,50%	1

Keterangan: Uji GLM-RM, * $p < 0,05$ bermakna

Tabel 4 memperlihatkan hasil analisis menggunakan uji normalitas *Shapiro-wilk* untuk menilai sebaran data pada hari pertama sampai hari ke-7. Data yang berdistribusi normal adalah data yang memenuhi syarat untuk uji multivariat. Hasil uji normalitas memperlihatkan tidak semua data berdistribusi normal. Data berdistribusi normal memiliki nilai $p > 0,05$, hanya terdapat pada pengukuran hari pertama, hari ke-4, hari ke-5, dan hari ke-6.

Prinsip uji hipotesis analisis multivariat adalah hasil penelitian dinyatakan bermakna ketika nilai $p < 0,05$ atau hipotesis nol ditolak. Interpretasi hasil $p < 0,05$ adalah terdapat pengaruh yang bermakna terhadap variabel dependen. Sebaliknya apabila $p > 0,05$ artinya tidak terdapat pengaruh terhadap variabel dependen.

Hasil analisis uji multivariat *GLM-RM* disajikan dalam tabel 5 Terdapat dua nilai p yaitu dari faktor vitamin C secara keseluruhan dan faktor vitamin C**group* secara parsial. Faktor vitamin C keseluruhan merupakan pengaruh dari komposisi lain yang terdapat di dalam larutan vitamin C yang mungkin dapat mempengaruhi

pelepasan ion kromium. Nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,476 atau $p > 0,05$ artinya kandungan zat lain dalam larutan vitamin C tidak memberikan pengaruh terhadap pelepasan ion kromium kawat SS. Faktor vitamin C secara parsial adalah hanya kadar vitamin C yang dilihat pengaruhnya terhadap pelepasan ion kromium. Hasil analisis memperlihatkan nilai signifikansi adalah 1 atau $p > 0,05$ artinya, kadar vitamin C murni tidak mempengaruhi pengeluaran ion kromium pada kawat SS.

Selain nilai signifikansi analisis *GLM-RM* dapat mengidentifikasi besar persentase pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Pengaruh perendaman vitamin C terhadap pelepasan ion kromium kawat SS dapat diketahui melalui nilai *partial eta square* yang memiliki nilai sebesar 7,5%. Artinya larutan vitamin C yang digunakan dalam penelitian hanya mempengaruhi pelepasan ion kromium sebesar 7,5%.

Berdasarkan hasil analisis uji multivariat pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi pelepasan ion kromium pada kawat SS setelah direndam larutan vitamin C sebanyak 10 ml selama satu menit yang dilakukan

selama 7 hari. Namun, jumlah ion kromium yang terukur masih dalam batas aman dan hasil yang diperoleh dari analisis statistik uji GLM-RM menunjukkan nilai signifikansi $p > 0,05$ artinya tidak ada pengaruh pada perbedaan perendaman hari pertama sampai hari ke-7 terhadap konsentrasi ion kromium yang terlepas atau pelepasan ion kromium yang terjadi tidak memiliki pengaruh yang bermakna.

Hasil penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian tentang pelepasan ion kromium pada kawat SS yang direndam dalam saliva buatan sebanyak 5 ml dengan pH normal. Kawat SS direndam dalam saliva buatan selama 1, 7, 28, 35, 42 dan 49 hari. Hasil pengukuran diperoleh bahwa tidak terdeteksi pelepasan ion kromium karena media yang digunakan adalah saliva yang memiliki pH normal sehingga tidak ada kemungkinan untuk mengoksidasi kawat SS.⁴

Penelitian lain memiliki hasil yang sama tentang perbedaan pelepasan ion kromium pada 6 buah kawat SS yang direndam dalam asam cuka selama 26 jam menggunakan kelompok kontrol. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pelepasan ion kromium pada kelompok perlakuan lebih besar daripada kelompok kontrol.¹¹

Penelitian tentang analisis terhadap pelepasan ion kromium pada 8 kawat SS yang direndam di dalam minuman

berkarbonasi selama 52 menit memiliki hasil yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi pelepasan ion kromium pada kawat SS. Pelepasan ion kromium terjadi akibat pengaruh dari pH asam sehingga terjadi reaksi kimia oksidasi dan reduksi pada kawat SS dan larutan yang bersifat asam.¹⁴

Berdasarkan teori bahwa pelepasan ion logam dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut diantaranya adalah pengaruh dari tingkat keasaman pH larutan yang digunakan sebagai media perendaman, pengaruh dari komposisi kromium yang terkandung dalam logam dan lama perendaman dalam larutan yang digunakan.⁴ Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa terdapat pelepasan ion kromium dalam konsentrasi yang rendah atau berada dalam batas aman. Pelepasan ion kromium dapat disebabkan oleh interaksi antara kawat SS dengan larutan vitamin C yang memiliki pH asam.¹⁷

Vitamin C merupakan suatu asam L-askorbat.¹⁸ Tingkat keasaman pH larutan vitamin C yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3,4 artinya memiliki pH asam sehingga banyak mengandung ion H^+ . Meningkatnya jumlah ion H^+ dapat berperan sebagai media elektrolit yang dapat memicu terjadinya reaksi elektrokimia.¹⁹ Reaksi elektrokimia merupakan reaksi yang terjadi antara katoda yang mengalami reduksi yaitu vitamin C yang menangkap elektron dan

anoda yang mengalami oksidasi yaitu kawat SS yang melepaskan elektron valensinya. Elektron kawat SS terlepas disebabkan oleh karena kawat berkontak dengan vitamin C yang memiliki pH asam. Semakin meningkat konsentrasi asam maka semakin banyak pula jumlah ion H⁺ yang mengalami reduksi. Akibatnya semakin meningkat pula reaksi oksidasi yang ditandai dengan pelepasan ion kromium pada kawat SS.^{14,19,20}

Faktor lain yang dapat mempengaruhi pelepasan ion kromium adalah komposisi kromium yang terkandung dalam kawat SS cukup besar yaitu 18% sehingga kemungkinan terjadi reaksi oksidasi pada kawat SS cukup besar.^{2,21} Faktor lama perendaman selama 1 menit yang dilakukan dalam 7 hari mendukung terjadinya pelepasan ion kawat SS. Semakin lama kawat SS berkontak dengan pH asam maka reaksi reduksi dan oksidasi semakin sering terjadi sehingga mengakibatkan terjadi pelepasan ion-ion yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, ketiga pengaruh tersebut dapat mendukung terjadinya pelepasan ion terutama ion kromium kawat SS yang direndam di dalam larutan vitamin C.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pelepasan ion kromium pada kawat SS yang direndam dalam larutan vitamin C selama satu menit pada hari pertama sampai dengan hari ketujuh, dapat disimpulkan perbedaan lama

perendaman kawat SS di dalam larutan vitamin C pada seluruh hari pengamatan tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap rerata konsentrasi ion kromium yang terlepas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sianita PP. Rasa sakit dalam perawatan ortodonti. JITEKGI 2012; 9(2):46.
2. Singh G. Textbook of orthodontics. Third Edition. New Delhi: Jaypee; 2015. p.333-336.
3. O'brien WJ. Dental material and their selection. Fourth Edition, Chicago: Quintessence Books; 2008. p.280-287.
4. Rasyid NI, Pudyani PS, Heryumani JCP. Pelepasan ion nikel dan kromium kawat Australia dan stainless steel dalam saliva buatan. Dent J (Maj. Ked. Gigi) 2014; 47:168-172.
5. Saputri ID, Joelijanto R, Putri LSDA. Daya inhibisi korosi ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi l.*) terhadap kawat thermal niti ortodonti (corrosion inhibition of starfruit leaves extract (*Averrhoa bilimbi l.*) on thermal niti orthodontic wire). E-Jurnal Pustaka Kesehatan 2015; 3:199.
6. Kunsputri FA, Suhartiningtyas D. Prevalensi stomatitis traumatik pemakai alat ortodonsi lepasan (kajian di rumah sakit gigi dan mulut pendidikan asri medical center Yogyakarta). IDJ 2013; 2:58.

7. Fraunhofer J. Dental material at a glance 2nd Ed. UK: Chicester Wiley Blackwell; 2013. p.94.
8. Thantawi A, Khairiati, Mela MN, Sri M, Abu Bakar. Stomatitis aphthosa rekuren (sar) minor multiple pre menstruasi (laporan kasus). ODONTO Dental Journal 2014. 1(No.2):57-62.
9. Jan K, Rohn KH. Atlas berwarna dan teks biokimia. Jakarta: Hipokrates; 2000. hal.320-329.
10. Soesilo D, Santoso RE, Diyatri I. Peranan sorbitol dalam mempertahankan kestabilan pH saliva pada proses pencegahan karies. Dent. J 2005; 38: 26.
11. Situmeang MA, Anindita PS, Juliatri. Perbedaan pelepasan ion nikel dan kromium pada beberapa merek kawat stainless steel yang direndam dalam asam cuka. Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi 2016; 5:252-257.
12. Sidiq MF. Analisa korosi dan pengendaliannya. Jurnal Foundry 2013; 3(No.1):25-30.
13. Devi LS. Corrosion rate of titanium orthodontic wire after immersion in artificial saliva. Stomatognatic (J.K.G. Unej) 2010; 7(No. 1):56-61.
14. Kristianingsih R, dkk. Analisis pelepasan ion ni dan cr kawat ortodontik stainless steel yang direndam dalam minuman berkarbonasi. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2014. 1-6.
15. Notoatmodjo S. Metodologi penelitian kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta; 2010. hal. 60-125.
16. Dahlan MS. Statistik untuk kedokteran dan kesehatan. Jakarta: Epidemiologi Indonesia; 2012. hal.7.
17. Ahmad Z. Principles of corrosion engineering and corrosion control. USA: Elsevier Science & Technology Books. 2006.
18. Thurnham DI, Bender D.A. Water soluble vitamins, dalam human nutritions and dietatics. United kingdom: Harcourt Publishers Limited; 2000.
19. Bardal E. Corrosion and protection. United State of America : Springer-Verlag London Limited; 2004.
20. Callister TP. Foundamental of materials science and engineering.5th Ed. New York: John Wiley & Son, Inc; 2012. p.205-6.
21. Schmaltz G, Bindslev DA. Biocompatibility of dental materials. Berlin: Springer-Verlag; 2009. p. 224-5.