

PENGARUH KONSENTRASI FLUOR DAN pH PASTA GIGI TERHADAP PELEPASAN ION LOGAM DARI PERMUKAAN LOGAM PADUAN

(EFFECT OF FLUORIDE CONCENTRATIONS AND pH OF TOOTH PASTE ON METAL IONS RELEASED FROM ALLOYS SURFACE)

Subhaini Jakfar*, Poppy Andriany*, Bambang Irawan**, Siti Triaminingsih**

*Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Tanah Abe, Sektor Selatan, Kopelma Darussalam, 23111

Email : subhaini@yahoo.com

**Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi (IMKG)
Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia
Jl. Salemba Raya No. 4 Jakarta Pusat

Abstract

It was reported that fluoride in prophylactic agents can be detriment the oxide layers of CoCr and NiCr alloys used as dental restorations. The aim of this study was to determine the effect of fluoride concentration and pH of some commercial toothpastes in Indonesia on the ions released from CoCr and NiCr alloys surface. 120 specimens of CoCr and NiCr alloys were used in this study (60 specimens for each alloy). All specimens were mounted in resin with one side opened. Each alloy divided into 4 groups, there were 15 specimens immersed into 3 kinds of each commercial tooth paste solution (ratio 1:3) and aquabides as control solution for 1, 6, and 13 days duration,. The metal ions released into tooth paste solutions and aquabides were analyzed by AAS tool. The result of study showed that metal ions released into 3 kinds of commercial toothpastes solutions and aquabides were nickel ions from NiCr alloy only, and it was significant ($p < 0,05$) for each aging duration. Lower pH showed higher influence to ion release than fluoride concentrations, and CoCr alloy had a better passive layer than NiCr alloy.

Key words: pH, fluoride, ion release, tooth paste

PENDAHULUAN

Logam paduan *base metal* seperti CoCr (kobal krom) dan NiCr (nikel krom) merupakan jenis logam yang digunakan sebagai bahan restorasi di kedokteran gigi, seperti untuk mahkota, jembatan, kerangka gigi tiruan, logam *coping* untuk porselen, *clasp* (cengkram), dan lain-lain. Berkembangnya penggunaan *base metal* di kedokteran gigi disebabkan oleh terus meningkatnya harga emas secara global, serta pada beberapa logam paduan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dari emas.^{1,2} Hal yang utama dalam penggunaan logam di dalam rongga mulut adalah logam harus memiliki sifat biokompatibilitas yang baik dengan jaringan di dalam tubuh, yaitu melalui adanya lapisan tipis yang pasif di permukaannya.³

Penggunaan logam paduan CoCr dan NiCr sebagai bahan restorasi menimbulkan suatu pertanyaan apakah logam paduan CoCr dan NiCr cukup aman

digunakan dalam waktu yang lama di dalam lingkungan mulut, mengingat di dalam mulut, restorasi logam setiap saat akan mengalami gaya mastikasi dan selalu berkontak langsung dengan cairan mulut (saliva) yang dapat berperan sebagai media korosif. Saliva memiliki pH yang dapat berubah-ubah setiap saat bergantung pada keadaan kesehatan mulut seseorang. pH lingkungan yang rendah, dan adanya ion-ion yang bersifat reaktif seperti golongan halida akan mengganggu lapisan tipis oksida di permukaan kedua jenis logam paduan tersebut.

Sebagaimana diketahui penggunaan fluor dalam pasta gigi dan obat kumur sebagai bahan profilaksis di kedokteran gigi bertujuan untuk mencegah karies pada gigi. Namun demikian, fluor yang merupakan golongan halida bersifat reaktif terhadap lapisan pasif pada permukaan logam kedokteran gigi.⁴ Menurut Nakagawa dkk. kombinasi fluor yang tinggi dan pH rendah akan merusak lapisan pasif logam, sehingga akan terjadi pelepasan ion logam dari per-

mukaan restorasi logam.³

Hal terpenting untuk diperhatikan adalah kemungkinan terjadinya alergi pada orang-orang tertentu akibat ion logam yang dilepaskan dari restorasi logam ke dalam tubuh. Sebagai contoh ion Ni, Be, Co, dan Cr bersifat karsinogenik dan toksik sehingga dapat menyebabkan hipersensitivitas meskipun reaksi hipersensitivitas setiap individu berbeda-beda satu dengan yang lain.⁵⁻⁷ Beberapa penelitian membuktikan bahwa kondisi lingkungan sangat mempengaruhi ion yang dilepaskan oleh logam paduan CoCr dan NiCr. Sebagai contoh, lingkungan asam dan adanya ion halida seperti klor dan fluor dapat menyebabkan lepasnya ion-ion logam pada logam paduan CoCr dan NiCr.^{8,9}

Pasta gigi komersial yang beredar di Indonesia sebagian besar mengandung fluor sebagai bahan aktif. Oleh karena itu, mengingat bahwa belum tersedianya informasi pengaruh dari pasta gigi komersial yang beredar di Indonesia terhadap logam paduan CoCr dan NiCr kedokteran gigi, maka penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh konsentrasi fluor dan pH dari pasta gigi komersial terhadap pelepasan ion logam dari logam paduan CoCr, dan NiCr.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis eksperimental. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah logam paduan CoCr (komposisi 65wt% *Cobalt*, 27,5 wt% *Chromium*, 5,5wt% *Molybdenum*). Selain itu, logam paduan NiCr (komposisi 76,5wt% *Nickel*, 14wt% *Chromium*, 4,5wt% *Molybdenum*, mengandung *beryllium* kurang dari 1,8wt%). Bentuk logam paduan CoCr dan NiCr adalah silinder, logam paduan CoCr masing-masing panjangnya 15 mm dengan diameter 8 mm, sedangkan logam paduan NiCr panjangnya 11 mm dengan diameter 9 mm.

Logam paduan CoCr dan NiCr ditanam dalam resin komersial yang salah satu permukaannya terbuka sebagai bahagian yang akan diuji pelepasan ion logam dalam larutan pasta gigi. Luas permukaan yang terbuka untuk logam paduan CoCr adalah 2,0096cm² dan logam NiCr 2,5434cm². Permukaan yang terbuka terlebih dahulu dilakukan *grinding* dan pemolesan untuk mendapatkan permukaan yang halus serta homogen untuk keseluruhan spesimen dengan menggunakan kertas SiC dan terakhir bahan abrasif *diamond suspension*.

Spesimen yang digunakan berjumlah 120 buah (logam paduan CoCr dan NiCr masing-masing 60 buah), dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok kontrol perendaman (akuabides), dan kelompok perendaman dalam larutan pasta gigi komersial di

Indonesia yang telah diukur konsentrasi ion fluor (pengukuran menggunakan elektroda selektif ion untuk ion fluor) dan pH-nya.

Tabel 1. Pembagian kelompok perendaman berdasarkan kandungan ion F dan pH pada pasta gigi dan akuabides

Kelompok Jenis Pasta Gigi	% Berat Fluor	pH
Kelompok I	0,0949 ± 0,0099	9,35 ± 0,01
Kelompok II	0,0769 ± 0,0090	7,44
Kelompok III	0,1219 ± 0,0002	7,32 ± 0,01
Kelompok Kontrol (akuabides)	0	6,52 ± 0,16

Masing-masing pasta gigi diencerkan dengan akuabides rasio 1 : 3, dan spesimen direndam dengan volume masing-masing larutan pasta gigi 20 ml yang dimasukkan dalam tabung yang berukuran 50 cc. Selanjutnya disimpan dalam inkubator pada suhu 37 ± 1°C. Setiap kelompok direndam dalam durasi 1, 6 dan 13 hari, masing-masing kelompok berjumlah 15 buah spesimen dan setiap durasi perendaman sampel diambil untuk pengujian sebanyak 5 sampel larutan hasil perendaman logam dari setiap kelompok.



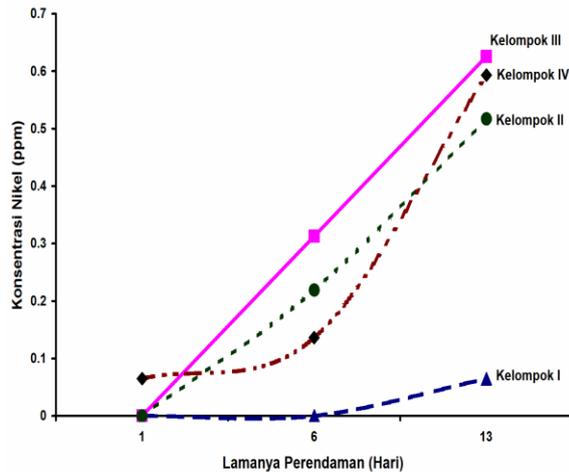
Gambar 1. Perendaman logam dalam larutan pasta gigi

Pengukuran pelepasan ion logam ke dalam larutan pasta gigi dan akuabides dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption & Flame Emission Spectrophotometer* merek NIPPON, AA-782 (NIPPON Jarrell-Ash). Untuk logam paduan CoCr ion yang diukur adalah ion kobalt dan krom, sedangkan untuk logam paduan NiCr yang diukur adalah ion nikel dan krom. Selanjutnya data pelepasan ion logam yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan statistik non parametrik.

HASIL

Berdasarkan hasil pengukuran pelepasan ion logam pada larutan pasta gigi hasil perendaman logam paduan CoCr dan NiCr, hanya ion nikel yang ter-

deteksi dilepaskan dari logam paduan NiCr, sedangkan ion Cr dan ion Co tidak terdeteksi. Hasil pengukuran ion nikel dalam larutan perendaman dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi ion nikel dalam larutan pasta gigi dan akuabides

Tabel 2. Bentuk persamaan matematis pelepasan ion nikel ke dalam larutan perendaman

Jenis Larutan Perendaman	Persamaan Matematis
Kelompok I	Persamaan linear: $y = 0,0323x - 0,0431$ $R^2 = 0,75$
Kelompok II	Persamaan linear: $y = 0,2586x - 0,2718$ $R^2 = 0,9923$
Kelompok III	Persamaan linear: $y = 0,313x - 0,313$ $R^2 = 1$
Kelompok IV	Persamaan linear: $y = 0,019e^{1,1069x}$ $R^2 = 0,9651$

PEMBAHASAN

Konsentrasi ion fluor yang disetujui ADA sebagai komposisi pasta gigi sebesar 0,02%. Hasil pengukuran rerata konsentrasi ion fluor pasta gigi untuk setiap kelompok (I, II, dan III) berada di atas konsentrasi yang disetujui ADA. Ion fluor dalam pasta gigi dapat mencegah terjadinya karies, akan tetapi apabila konsentrasi ion fluor melebihi batas tersebut dapat memberikan efek yang tidak diinginkan. Salah satunya terjadi reaksi di permukaan logam yang dipakai di dalam lingkungan mulut, yaitu ion fluor dapat merusak lapisan pasif pada logam kedokteran gigi,¹ disebabkan fluor termasuk ion reaktif. Kerusakan lapisan pasif di permukaan logam dapat mengurangi tampilan restorasi logam dan menurunkan sifat biokompatibilitas logam, akibatnya logam dapat mengalami pelepasan ion yang berbahaya dan kemungkinan dapat terakumulasi di dalam tubuh.

Pengukuran pelepasan ion krom, kobalt, dan nikel dari logam paduan CoCr dan NiCr setelah 1, 6, dan 13 hari perendaman dalam larutan pasta gigi dan akuabides, menunjukkan bahwa pelepasan ion logam hanya terdeteksi pada logam paduan NiCr yaitu ion nikel. Selanjutnya, pengamatan secara visual pada logam paduan NiCr setelah perendaman menunjukkan terjadi perubahan warna (berbeda dengan warna logam sebelum perendam) pada seluruh permukaan spesimen yang direndam dalam larutan pasta gigi maupun dalam akuabides. Perubahan warna ini diduga merupakan awal terjadinya proses *tarnish*, sedangkan pada logam paduan CoCr tidak terlihat terjadinya perubahan warna.

Pelepasan ion nikel dari logam paduan NiCr yang direndam dalam larutan ketiga pasta gigi berbeda bermakna ($p < 0,05$). Uji *post-hoc* Mann Whitney dinyatakan bahwa konsentrasi ion nikel yang dilepaskan dalam larutan pasta gigi kelompok I lebih rendah dari larutan pasta gigi kelompok II dan III ($p < 0,05$). Berdasarkan pengukuran kandungan fluor menunjukkan kandungan fluor pasta gigi kelompok I lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan fluor pasta gigi kelompok II. Walaupun demikian, pasta gigi kelompok II menyebabkan pelepasan ion nikel lebih besar dari pada pasta gigi kelompok I. Hal ini diduga berkaitan erat akibat perbedaan pH yang signifikan di antara kedua pasta gigi tersebut, pH larutan yang rendah diduga memiliki peran terhadap pelepasan ion nikel.

Sebagai kontrol, akuabides tidak mengandung fluor akan tetapi menyebabkan lepasnya ion nikel dari logam paduan NiCr. akuabides memiliki pH lebih rendah dari larutan pasta gigi yaitu di bawah pH netral sehingga lebih bersifat asam. pH asam diketahui dapat menyebabkan terganggunya stabilitas elektrokimia suatu material, yaitu lingkungan asam akan berfungsi sebagai media transfer elektron antara logam dengan lingkungan. Gambar 2 menunjukkan bahwa perendaman 1 hari, akuabides sudah dapat menyebabkan lepasnya ion nikel dari logam paduan NiCr. Sedangkan larutan hasil perendaman pasta gigi belum menunjukkan adanya pelepasan ion nikel. Uji *wilcoxon* menunjukkan bahwa konsentrasi ion nikel dalam larutan pasta gigi kelompok III dan II tidak berbeda bermakna dengan kontrol, akan tetapi berbeda bermakna dengan konsentrasi ion nikel dalam pasta gigi kelompok I. Hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya fluor penyebab terganggunya stabilitas permukaan logam paduan NiCr, akan tetapi pH rendah memiliki peran lebih besar terhadap penyebab terganggunya stabilitas permukaan logam paduan NiCr.

Pelepasan ion nikel dari logam paduan NiCr ke dalam larutan pasta gigi dan akuabides terus bertam-

bah seiring dengan bertambahnya waktu perendaman ($p < 0,05$). Uji *post-hoc* Mann Whitney menyatakan konsentrasi ion nikel yang dilepaskan dalam larutan pasta gigi kelompok I berbeda bermakna pada perendaman hari ke-13. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas ion fluor pada permukaan logam paduan NiCr sangat lambat jika dibandingkan dengan aktivitas pH seperti yang terjadi pada larutan pasta gigi kelompok II. Wataha dkk. menyatakan bahwa pelepasan ion nikel dari logam paduan *base metal* akan semakin meningkat pada pH larutan yang semakin rendah.¹¹ Pada larutan kelompok II dan III pelepasan ion nikel berbeda bermakna pada semua waktu perendaman, hal ini diduga pelepasan ion nikel dalam larutan pasta gigi II dan III disebabkan oleh dua faktor yaitu fluor dan pH. Larutan pasta gigi kelompok III mengandung fluor paling tinggi jika dibandingkan dengan pasta gigi kelompok II dan I sehingga diduga interaksi antara logam paduan NiCr dengan fluor lebih banyak terjadi.

Pola grafik konsentrasi ion nikel dalam larutan akuabides sangat khas dibandingkan dengan pola yang terbentuk pada semua pasta gigi (Gambar 2). Konsentrasi ion nikel dalam akuabides sudah mulai terdeteksi pada perendaman 1 hari, kemudian antara perendaman 6 dan 13 hari naik secara signifikan. Meskipun akuabides tidak mengandung fluor akan tetapi pelepasan ion nikel diduga erat hubungannya dengan pH rendah, pola terbentuk adalah persamaan garis eksponensial yaitu konsentrasi ion nikel dalam akuabides akan terus bertambah secara eksponensial dan akan mencapai titik jenuh lebih cepat dibandingkan dengan larutan pasta gigi. Sedangkan konsentrasi ion nikel dalam larutan pasta gigi membentuk pola garis lurus. Persamaan garis lurus menyatakan bahwa konsentrasi ion nikel dalam larutan pasta gigi akan terus bertambah dengan bertambahnya waktu perendaman logam (variable x). Persamaan garis pelepasan ion nikel untuk akuabides dalam penelitian ini setidaknya hampir sama dengan persamaan yang didapatkan pada penelitian Gerstorfer dkk. pada saat perendaman dalam larutan asam, yaitu bukan persamaan garis lurus akan tetapi persamaan kuadrat terhadap waktu perendaman.¹² Berdasarkan persamaan pelepasan ion nikel ke dalam masing-masing larutan perendaman dapat dihitung kecepatan pelepasan ion nikel, dan diketahui bahwa kecepatan pelepasan ion nikel dari yang tertinggi sampai terendah berturut-turut perendaman dalam akuabides 0,2524 ppm/hari, larutan pasta gigi kelompok III 0,0517 ppm/hari, kelompok II 0,0431 ppm/hari, dan kelompok I 0,0056 ppm/hari. Secara eksplisit dapat dikatakan bahwa pelepasan ion nikel disebabkan oleh pH rendah akan mencapai titik jenuh lebih cepat dibandingkan dengan fluor.

Pelepasan ion nikel dari logam paduan NiCr ke dalam akuabides cenderung disebabkan oleh adanya gaya elektrokimia. Gerstorfer dkk. menyatakan adanya fasa eutetik Ni-Be pada logam paduan NiCr akan menyebabkan Ni-Be bersifat sebagai anoda di dalam logam paduan NiCr. Dengan demikian, fasa Ni-Be yang terletak antar dendrit akan lebih mudah terserang oleh media korosif.¹⁰ Sedangkan untuk konsentrasi pelepasan ion nikel dalam larutan pasta gigi cenderung disebabkan oleh gabungan dari gaya elektrokimia yang disebabkan oleh pH dan reaktivitas fluor.

Pelepasan ion nikel dari restorasi logam paduan kedokteran gigi ke jaringan tubuh dilaporkan berhubungan langsung dengan reaksi alergi bagi orang yang sensitif dengan ion nikel. Batas ambang konsentrasi ion nikel masih tidak menyebabkan alergi bagi tubuh seseorang dilaporkan sekitar 0,06 ppm. Logam paduan NiCr dengan luas permukaan 2,5434 cm², mengalami pelepasan ion nikel pada perendaman 1 hari dalam akuabides sebesar 0,0648 ppm dan jumlah ini masih berada dalam batas ambang tidak menyebabkan alergi (ekivalen pemakaian logam 240 hari), sedangkan perendaman dalam larutan pasta gigi belum terdeteksi pelepasan ion logam. Namun demikian, perendaman hari berikutnya konsentrasi ion nikel yang dilepaskan dalam pasta gigi dan akuabides berada di atas batas ambang aman, kecuali pada larutan perendaman kelompok I konsentrasi ion nikel terdeteksi pada perendaman hari ke-13 dan masih berada dalam batas ambang aman yaitu 0,0646 ppm (ekivalen pemakaian logam selama 8,6 tahun).

Tidak terdeteksinya pelepasan ion logam dari logam paduan CoCr didukung oleh Gerstorfer dkk. yang menyatakan bahwa permukaan logam paduan CoCr memiliki lapisan pasif lebih stabil dibandingkan logam paduan NiCr. Hal ini dikuatkan juga oleh hasil penelitian Schiff dkk. yang menyatakan bahwa logam paduan CoCr memiliki ketahanan korosi yang baik ketika diuji dalam larutan obat kumur yang mengandung fluor.¹¹ Hal ini berlawanan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nejatidanesh dkk. yaitu dikatakan bahwa logam paduan NiCr memiliki ketahanan korosi lebih baik dibandingkan dengan logam paduan CoCr ketika diuji dalam saliva buatan.⁹ Hal ini karena perbedaan kondisi media menyebabkan reaktifitas media terhadap permukaan logam akan berbeda, sehingga ion yang dilepaskan tidak sama baik jenis maupun jumlahnya pada media yang berbeda. Kandungan unsur krom di permukaan logam paduan CoCr lebih tinggi dibandingkan pada logam paduan NiCr yaitu rata-rata mencapai 27,5% atom pada logam paduan CoCr dan 14% atom pada logam paduan NiCr.

Huang menyatakan kandungan krom yang tinggi di permukaan logam paduan memungkinkan terbentuknya lapisan tipis Cr_3O_2 lebih merata yang berfungsi untuk melindungi logam di bawahnya lepas ke lingkungan (media korosif).¹²

Sebagai kesimpulan, ion fluor dan pH rendah dapat merusak lapisan pasif di permukaan logam paduan kedokteran gigi yang dipakai di dalam mulut, kerusakan yang ditimbulkan sangat tergantung pada jumlah konsentrasi fluor. Hasil penelitian menunjukkan hanya logam paduan NiCr terdeteksi melepaskan ion logam akibat pengaruh dari ion fluor dan pH pasta gigi, sedangkan pada logam paduan CoCr belum terdeteksi. Pada logam paduan NiCr pH rendah lebih mempengaruhi pelepasan ion nikel dibandingkan pengaruh dari konsentrasi fluor.

Daftar Pustaka

- Huang HH. Effects of fluoride concentration and elastic tensile strain on the corrosion resistance of commercially pure titanium. *J Biomats* 2002; 23: 59-63.
- Kaneko K, Yokoyama K, Moriyama K, Asaoka K, Sakai J. Degradation in performance of orthodontic wires caused by hydrogen absorption during short-term immersion in 2.0% acidulated phosphate fluoride solution. *J Angle Orth* 2003; 74(4): 487-95.
- Nakagawa M, Matsuya S, Shiraishi T, Ohta M. Effect of fluoride concentration and pH on corrosion behavior of titanium for dental use. *J Dent Res* 1999; 78(9): 1568-72.
- Eliades T, Athanasios AE. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. *J Angel Orth* 2002; 72: 222-37.
- Gioka C, Bouraue C, Zinelis S, Eliade T, Silikas N, Eliades G. Titanium orthodontic brackets: structure composition, hardness and ionic release. *J Den Mat* 2004; 20: 693-700.
- Manaranche C, Hornberger H. Corrosion and biocompatibility of dental alloys. *J European Cells and Mat* 2005; 9, Suppl. I: 35-6.
- Sankaramanive S, Jeyapriya R, Hemalatha D, Djody S, Arunakaran, Srinivasan. Effect of chromium on vertebrae, femur and calvaria of adult male rats. *J Human & Experimental Toxicology* 2006; 25: 311-18.
- Canay S, Cehreli MC, Bilgic S. In vitro evaluation of the effect of a current bleaching agent on the electrochemical corrosion of dental alloys. *J Oral Rehabilitation* 2002; 29(10): 1014 (Abstract).
- Nejatidanesh F, Savabi O, Yazdanparast A. An investigation on metallic ion release from four dental casting alloys. *J Dentistry, Teheran University of Medical Science* 2005; 2(4): 243 – 50.
- Wataha JC, Lockwood PE, Khajotia SS, Turner R. Effect of pH on element release from dental casting alloys. *J Prosthet Dent*, 1998; 80(6): 1056 – 61.
- Bauer JRDO, Loguercio AD, Reis A, Filho LER. Microhardness of Ni-Cr alloys under different casting conditions. *J Braz Oral Res* 2006; 20(1): 40-6.
- Schiff N, Dalard F, Lissac M, Brigitte G. Corrosion resistance of three orthodontic brackets : A comparative study of three fluoride mouthwashes. *The Euro J Orth* 2005; 27(6): 541-9.
- Huang HH. Effect of chemical composition on the corrosion behavior of Ni-Cr-Mo dental casting alloy. Digital Object Identifier (DOI), 2001 (Abstract).