

Pelepasan Ion Kobalt dari Aloi CoCr L605 pada Saliva Asam

Hilda Mutia Hanum, Widowati Siswomihardjo, Siti Sunarintyas

Departemen Ilmu Biomaterial Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia

ABSTRAK

Logam CoCr sebagai bahan basis gigi tiruan kerangka logam memiliki sifat mekanik tinggi, tetapi dapat melepaskan ion kobalt (Co) dalam lingkungan asam seperti rongga mulut. Pelepasan ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti alergi dan lesi oral. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh derajat keasaman (pH) saliva asam terhadap konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605. Dua belas sampel lempengan logam CoCr L605 berukuran (10x10x1,5) mm dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan, masing-masing direndam di dalam 20 ml larutan saliva buatan selama 14 hari pada suhu 37° C. Kelompok pertama direndam dalam larutan saliva buatan pH 3, kelompok kedua pH 5, dan kelompok ketiga pH 7. Pelepasan ion Co diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan dianalisis dengan ANAVA (Analisis Varian) satu jalur. Hasil penelitian menunjukkan nilai rerata konsentrasi pelepasan ion Co untuk kelompok pH 3, 5 dan 7 secara berurutan adalah 3,097±0,612 ppm; 2,025±0,609 ppm; dan 0,000 ppm. Hasil ANAVA satu jalur menunjukkan bahwa pH saliva asam berpengaruh terhadap konsentrasi pelepasan ion Co ($p < 0,05$). Hasil uji LSD menunjukkan perbedaan bermakna pada konsentrasi pelepasan ion Co antar kelompok. Kesimpulan penelitian ini adalah semakin asam pH saliva, konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 semakin besar.

Kata kunci: CoCr L605, pH, pelepasan ion kobalt

Cobalt Ion Release from CoCr L605 Alloy in Acidic Saliva

ABSTRACT

CoCr as metal frame denture material has high mechanical properties, but could release cobalt (Co) ion in an acidic environment such as in the oral cavity. This situation may lead to several consequences including allergies and oral lesions. The aim of this research is to determine pH degree influences on acidic saliva to the Co ion release concentration of CoCr L605 alloy. Twelve samples of CoCr L605 metal plates were made into (10x10x1.5) mm size and divided into three groups; each group immersed in 20 ml of artificial saliva for 14 days,

Korespondensi:

Hilda Mutia Hanum
Email: hildahanum@ugm.ac.id

37° C. The pH variables for the groups are 3, 5 and 7. Co ion released was measured by Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) and analysed using one-way ANOVA (Analysis of Variance). The result showed that the mean of concentration value of Co ion released for group pH of 3, 5 and 7 were (3.0970±0.612) ppm; (2.0250±0.609) ppm; and 0.000 ppm respectively. One-way ANOVA showed pH degree of acidic saliva significantly influenced by concentration of Co ion release ($p < 0.05$). LSD test showed a significant difference between groups. So, the conclusion is the lower pH degree of saliva, the higher the concentration of Co ion released from CoCr L605 alloy.

Key words: CoCr L605, pH, ion release of cobalt

LATAR BELAKANG

Kehilangan gigi merupakan salah satu masalah dalam bidang kedokteran gigi yang disebabkan antara lain oleh karies besar sehingga tidak dapat ditumpat lagi, gigi goyah akibat resorpsi tulang alveolar, gigi fraktur pada bagian akar sehingga harus diekstraksi, dan gigi yang sudah menjadi sumber infeksi.¹ Akibat kehilangan gigi dapat mengubah bentuk anatomi wajah, mengurangi estetika wajah, mengganggu fungsi pengunyahan, dan fungsi pengucapan. Hal ini harus segera ditangani agar dapat mengembalikan fungsi-fungsi tersebut.² Penanganan yang dapat dilakukan dokter gigi antara lain membuat gigi tiruan lepasan.

Salah satu jenis gigi tiruan lepasan adalah gigi tiruan lepasan dengan basis logam. Gigi tiruan ini memiliki basis terbuat dari logam yang dibuat sempit dan tipis sehingga nyaman dipakai, cukup kaku (rigid), dan lebih kuat, serta dapat dibuat desain yang ideal tanpa merusak jaringan yang masih ada. Kelemahan gigi tiruan lepasan dengan basis logam adalah kurang estetis karena warnanya tidak sama dengan gingiva dan biaya dalam pembuatan lebih mahal, tidak memungkinkan untuk peningkatan retensi, masa jenis berat sehingga tidak sesuai untuk rahang atas, dan kontur normal

restorasi sulit untuk dicapai.^{3,4}

Logam yang sering dipakai sejak tahun 1929 di bidang kedokteran gigi dalam pembuatan gigi tiruan lepasan dengan basis logam diantaranya adalah aloi CoCr (kobalt-kromium).⁵ Logam ini mempunyai sifat mekanik yang kuat dan resisten terhadap korosi dibanding dengan logam yang lain.⁶ Salah satu aloi CoCr alternatif terbaru yang banyak dimanfaatkan adalah aloi CoCr L605 yang memiliki komposisi antara lain besi (3%), kobalt (52%), kromium (20%), nikel (10%), tungsten (15%), dan mangan (1,5%).⁷ Dibalik sifat positifnya, aloi CoCr dapat mengalami pelepasan ion kobalt (Co), kromium (Cr), dan besi (Fe).⁸ Penelitian terdahulu melaporkan konsentrasi pelepasan ion terbesar pada aloi CoCr adalah ion Fe dilanjutkan ion Co dan yang paling sedikit adalah ion Cr. Ion yang paling berbahaya bagi manusia dari ketiga ion yang terlepas adalah ion Co karena sifatnya yang toksik dan karsinogenik, sehingga dapat menyebabkan alergi pada rongga mulut dan dermatitis kontak.^{9,10}

Rongga mulut menjadi tempat yang ideal untuk terjadinya pelepasan ion. Hal ini karena di dalam rongga mulut ditemukan saliva, plak bakteri yang bersifat asam, suhu makanan dan minuman yang dikonsumsi bervariasi, aksi berbagai macam obat, dan adanya perubahan pH. Faktor-faktor tersebut dapat menimbulkan efek mengganggu kesehatan pasien seperti alergi, lesi oral, serta rasa logam atau asin pada mulut.⁸

Saliva merupakan campuran sekresi dari kelenjar saliva mayor maupun minor. Derajat keasaman normal saliva normal sekitar 6,8-7,4, walaupun dapat pula berubah-ubah.¹¹ Penurunan derajat keasaman pada saliva disebabkan oleh stimulasi sekresi saliva, laju aliran saliva, mikroorganisme rongga mulut, dan kapasitas buffer saliva.¹² Hal-hal inilah yang dapat menghasilkan pH sekitar 2,3-6,8 dan menjadikan suasana rongga mulut menjadi asam, serta dapat menjadi penyebab terjadinya pelepasan ion pada aloi CoCr.⁹

Pelepasan ion dalam rongga mulut terjadi ketika pasien menggunakan gigi

tiruan lepasan dengan didukungnya saliva yang cenderung bersifat asam. Saliva bersifat asam disebabkan antara lain stimulasi sekresi saliva, laju aliran saliva, mikroorganisme rongga mulut, dan kapasitas buffer saliva. Keasaman saliva mempengaruhi pelepasan ion, dan semakin asam lingkungan rongga mulut, maka konsentrasi pelepasan ion semakin besar. Tubuh mempunyai ambang batas ion logam yang terlepas, untuk ion Co sebesar 0,7-2,0 mg/kgBB/hari.^{9,12,13}

Perbedaan pH saliva dalam rongga mulut mungkin dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh pH saliva asam terhadap konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris. Pembuatan sampel diawali dengan membentuk lilin inlay menjadi balok segiempat sejumlah 12 buah dengan ukuran (10x 10x1,5) mm yang diberi sprue berdiameter 4 mm. Lilin inlay yang telah dibentuk ditanamkan dalam gips pendam. Pemanasan investment muffles dilakukan perlahan pada tungku hingga lilin inlay meleleh seluruhnya. Pengecoran aloi CoCr L605 dilakukan menggunakan mesin cor., kemudian setelah pengecoran, investment muffles dibiarkan hingga dingin dan sampel dapat dilepaskan. Semua sampel kemudian dilakukan pemolesan hingga halus.⁹

Dua belas lempengan aloi CoCr L605 dibagi menjadi tiga kelompok penelitian terdiri dari kelompok saliva buatan dengan pH 3, pH 5, dan pH 7 atau sebagai kelompok kontrol. Masing-masing kelompok terdiri dari 4 sampel (n=4). Saliva buatan mengandung NaCl 0,4 g/L; KCl 0,4 g/L; CaCl₂·2H₂O 0,795 g/L; NaH₂PO₄ · 2H₂O 0,78 g/L; Na₂S 9H₂O 0,005 g/L; dan urea 1 g/L. Pembuatan saliva dengan mendistilasi sebanyak 1000 mL, dan pH dapat diatur dengan penambahan Sodium hydroxide (NaOH) dan Hydrochloric acid (HCl).¹⁴

Aloi CoCr L605 (Remanium □ GM 800+ Dentaurum), masing-masing direndam

dalam polietilen yang berisi saliva buatan dengan volume 20 mL. Perendaman lempengan aloi CoCr L605 dilakukan selama 14 hari dalam inkubator pada suhu 37°C. Ketika perendaman selesai, sampel kemudian dikeluarkan dari botol dan dilakukan pengukuran jumlah ion Co yang terlepas menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).¹⁵ Sampel saliva dalam botol dimasukkan ke dalam alat SSA. Molekul larutan saliva akan dirubah menjadi atom-atom pada proses furnace lalu ditransmisikan ke monokromator, dilanjutkan ke proses detektor untuk perubahan cahaya menjadi sinar elektrik, sehingga dapat dibaca oleh data prosesor dalam bentuk angka dalam satuan ppm.¹⁵

Data yang didapat dari alat SSA berupa jumlah ion Co yang terlepas dalam larutan saliva buatan variasi pH dengan satuan ppm. Data dari pengaruh variasi pH terhadap konsentrasi pelepasan ion Co diuji menggunakan uji Saphiro-Wilk dan uji Levene untuk mengetahui normalitas dan homogenitas. Data terdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilakukan Analisis Varian (ANOVA) satu jalur, lalu dilanjutkan dengan uji Fisher's Least Significant Difference (post hoc LSD). Untuk mengetahui pengaruh pH saliva asam terhadap konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 digunakan signifikansi 0,05 ($\alpha=0,05$).

HASIL

Pengukuran konsentrasi pelepasan ion Co dilakukan menggunakan alat SSA dengan satuan ppm. Rerata nilai dan simpangan baku konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 disajikan pada tabel 1. Hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan uji parametrik ANOVA untuk mengetahui pengaruh pH saliva asam terhadap konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605.

Tabel 1. Rerata dan simpangan baku konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 (ppm)

Derajat Keasaman (pH)	n	Rerata ± Simpangan Baku
pH 3	4	3,097 ± 0,612
pH 5	4	2,025 ± 0,609
pH 7	4	0,000

Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan rerata konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 pada kelompok pH 3, pH 5, dan pH 7. Nilai rerata konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 tertinggi adalah kelompok pH 3, diikuti dengan kelompok pH 5. Rerata konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 yang terendah ditemukan pada kelompok pH 7. Uji statistik dengan ANAVA satu jalur dilakukan setelah uji normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas disajikan pada tabel 2 menunjukkan nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) yang berarti data terdistribusi normal. Tabel 2. Hasil uji normalitas (Shapiro-Wilk) konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605

Kelompok	Statistik	Derajat Bebas	Signifikansi
pH 3	0,987	4	0,940
pH 5	0,877	4	0,328

Uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test. Hasil yang diperoleh adalah 0,098. Hasil tersebut lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa variansi data bersifat homogen. Selanjutnya dilakukan uji ANAVA satu jalur dengan hasil seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji ANAVA satu jalur konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605

	Derajat Bebas	F	Signifikansi
Antar Kelompok	2	39,856	0,001
Dalam Kelompok	9		
Total	11		

Hasil uji ANAVA satu jalur pada tabel 3 menunjukkan nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Melalui uji ANAVA dapat dinyatakan bahwa pH saliva asam berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 antar kelompok. Pengujian dilanjutkan dengan uji

Post-Hoc menggunakan uji Fisher's Least Significant Difference (LSD). Hasil uji LSD pada tabel 4 menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara konsentrasi pelepasan ion Co aloi CoCr L605 antar kelompok pH.

Tabel 4. Hasil uji LSD konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605

Derajat Keasaman (pH)	pH 3	pH 5	pH 7
pH 3	-	1,072500*	3,097000*
pH 5	-	-	2,024500*
pH 7	-	-	-

Keterangan; Tanda (*) menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$)

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan penurunan rerata nilai konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 (tabel 1). Kelompok pH 3 memiliki rerata nilai konsentrasi pelepasan ion Co lebih tinggi dibandingkan kelompok pH 5 dan pH 7. Hasil ini mengatakan bahwa keasaman saliva mempengaruhi konsentrasi pelepasan ion, semakin asam lingkungan rongga mulut atau semakin rendah pH kemungkinan konsentrasi pelepasan ion akan semakin besar.⁹

Analisis varian satu jalur (tabel 3) menunjukkan bahwa semakin asam pH saliva, konsentrasi pelepasan ion Co pada aloi CoCr L605 semakin besar. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena beberapa faktor, antara lain derajat keasaman, lama perendaman, dan suhu.^{9,16,17} Derajat keasaman merupakan faktor terbesar terjadinya pelepasan ion, dan pH yang rendah dapat menyebabkan terjadinya proses korosi.¹⁸ Derajat keasaman di bawah 6,4 memungkinkan terjadinya korosi dan korosi akan meningkat pada pH di bawah 4. Penelitian ini mengalami penurunan nilai konsentrasi pelepasan ion Co seiring dengan kenaikan pH dalam larutan saliva. Larutan saliva yang mempunyai pH di bawah 7 akan mengalami reaksi reduksi tambahan oleh ion H⁺ pada katoda, sehingga konsentrasi pelepasan ion pada logam terjadi lebih besar.^{19,20}

Penelitian ini dilakukan dengan cara merendam aloi CoCr L605 ke dalam saliva buatan yang berfungsi sebagai elektrolit. Aloii CoCr berkontak dengan larutan saliva buatan, maka akan terjadi potensi kimia yang

menyebabkan ion larut, lalu membentuk larutan jenuh dan menghasilkan elektron bebas yang dikenal sebagai proses oksidasi. Sebaliknya, proses reduksi terjadi ketika permukaan katoda terdapat ion logam yang mengendap dari larutan jenuh dan menarik elektron bebas yang diproduksi di anoda.²¹ Proses oksidasi dan reduksi merupakan reaksi pelepasan ion yang bersifat simultan.²²

Berdasarkan teori pasivitas, apabila logam berada dalam elektrolit yang bersifat asam (H⁺), ion logam yang terlepas akan ditangkap oleh H⁺ yang berada dalam elektrolit. Semakin asam larutan elektrolit, maka ion-ion yang terlepas dari logam akan semakin banyak ditangkap oleh H⁺ yang menyebabkan ion-ion yang terlepas tidak mempunyai kesempatan untuk membentuk ulang lapisan protektif. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin asam elektrolit, maka kemungkinan konsentrasi ion logam akan semakin banyak terlepas dalam larutan elektrolit.²³

Larutan elektrolit yang dipakai dalam penelitian ini adalah saliva buatan yang memiliki 3 kelompok pH yaitu pH 3, pH 5, dan pH 7 sebagai kontrol. Derajat keasaman (pH) yang rendah ini dapat menyebabkan terjadinya proses korosi yang memfasilitasi terjadinya pelepasan ion. Pelepasan ion dapat terjadi karena elektrolit mempunyai sifat menghantarkan listrik yaitu menjadi arus listrik antara anoda dan katoda.²⁴ Aloji CoCr L605 direndam dalam larutan saliva buatan selama 14 hari dalam botol polietilen, yang sesuai dengan teori pengujian pelepasan ion dilakukan lebih dari 7 hari agar pelepasan ion logam dari spesimen dapat terdeteksi. Setiap hari dilakukan pengecekan pH menggunakan pH meter.¹⁶

Korosi kemungkinan meningkat secara cepat dengan adanya peningkatan temperatur, yaitu sekitar 70-100o C.^{17,19} Namun, suhu yang digunakan pada penelitian ini sebesar 37oC, sehingga tidak mempengaruhi hasil karena semua kelompok disimpan pada suhu yang sama. Nilai ambang batas Co dalam tubuh sebesar 0,7-2,0 mg/kgBB/hari,¹³ 13 pelepasan ion pada penelitian ini paling banyak terjadi pada pH 3 yaitu rata-

rata sebesar 3,097 ppm yang masih dalam batas aman. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu waktu saja yaitu 14 hari, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi lama perendaman.

SIMPULAN

Simpulan penelitian ini adalah semakin asam pH saliva, maka konsentrasi pelepasan ion Co pada aloji CoCr L605 pun semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sitanaya, R. I., 2016, *Exodontia (Dasar-Dasar Ilmu Pencabutan Gigi)*, Deepublish, Yogyakarta, hal 75-77.
2. Carr, A.B., Brown, D. T., 2016, *McCracken's Removable Partial Prosthodontics*, Elsevier, Indianapolis, hal 5.
3. Loney, R. W., 2011, *Removable Partial Denture Manual*, Dalhousie University, Halifax, hal 18.
4. Stewart, K. L., Rudd, K. D., Kuebker, W. A., 2004, *Major Connector in Stewart's Clinical Removable Partial Prosthodontics 2nd*, Mosby, Chennai.
5. Kueh, T. S., Reza, F., 2012, *Evaluation of Physical Properties and Casting Accuracy of Chrome-Cobalt Alloys with Different Casting Systems and Investment*, *Journal of Physical Science*, 23(2): 91-102.
6. Carek, A., Babic, J. Z., Schauerl, Z., Badel, T., 2011, *Mechanical Properties of Co-Cr Alloys for Metal Base Framework*, *International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 1(1): 13-19.
7. Dangas, G. D., Mario, C. D., Kipshidze, N. N., 2016, *Interventional Cardiology; Principles and Practice*, Wiley Blackwell, New York, hal 314.
8. Lucchetti, M. C., Fratto, G., Valeriani, F., Vittori, E. D., Giampaoli, S., Papetti, P., Spica, V. R., Manzon, L., 2015, *Cobalt-chromium Alloys in Dentistry: An Evaluation of Metal Ion Release*, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(4): 602-608.
9. Puskar, T., Jevremovic, D., Williams, R. J., Eggbeer, D., Vukelic, D., Budak, I., 2014, *A Comparative Analysis of the Corrosive Effect of Artificial Saliva of Variabel pH*

- on DMLS and Cast Co-Cr-Mo Dental Alloy, *Materials Journal*, 7: 6486.
10. Yoshihisa, Y., Shimizu, T., 2012, Metal Allergy and Systemic Contact Dermatitis: An Overview, *Dermatology Research and Practice*.
 11. Forleo, J., 2008, *Health is Simple Disease is Complicated (A Systems Approach to Vibrant Health)*, North Atlantic Books, Berkeley, hal 201.
 12. Linder, M. C., 1991, *Nutritional Biochemistry and Metabolism 2nd Edition*, Appleton and Lange, Hartford, hal 35-40.
 13. Anonim, 2005, U.S. Department of Health and Human Service, Government Printing Office, Washington.
 14. Khan., A.A., Siddiqui, A.Z., Al-Kheraif, A.A., Zahid, A., Divakar, D.D., 2015, Effect of Different pH Solvents on Micro-Hardness and Surface Topography of Dental Nano-Composite: An in Vitro Analysis, *Pak J Med Sci*, 31(4): 854-859.
 15. Levenson, R., Pack, M., J., Berry, M., Osborne, C., Reed, N., V., Johnston, J., A., 2011, *More Modern Chemical Techniques*, The Royal Society of Chemistry, London, hal 1-4.
 16. Niinomi, M., 2010, *Metals for Biomedical Devices*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, hal 114.
 17. Gapsari, F., 2017, *Pengantar Korosi*, UB Press, Malang, hal 78.
 18. Covert, R. A., dan Tuthill, A. H., 2000, *Stainless Steels: An Introduction to Their Metallurgy and Corrosion Resistance*, Dairy, Food, and Enviromental Sanitation, 20(7): 506-517.
 19. Zubaidy, E. A. H., Mohammad, F. S., Bassioni, G., 2011, Effect of pH, Salinity and Temperature on Aluminum Cookware Leaching During Food Preparation, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 6: 6435.
 20. Safrizal, R., 2017, Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Korosi pada Logam, *Jejaring Kimia*, diunduh pada tanggal 30 Oktober 2017, <<http://www.jejaringkimia.web.id/2017/08/faktor-faktor-yang-mempengaruhi-korosi.html>>.
 21. Anusavice, K. J., 2013, *Phillip's Science of Dental Materials 12th ed*, Elsevier Saunders, Missouri, hak 42-43.
 22. Aryani, I., 2012, Perbandingan Tingkat Ketahanan Korosi Beberapa Braket Stainless Steel Ditinjau dari Lepas Ion Cr dan Ni, Tesis, Program Pend. Dokter Gigi Spesialis Universitas Indonesia.
 23. Hanawa, T., 2004, Metal Ion Release from Metal Implants, *Materials Science and Engineering*, C 24: 745-752.
 24. Sidiq, M. F., 2013, Analisa Korosi dan Pengendaliannya, *Jurnal Foundry*, 3(1).