

Comparative analysis of cytokine profiles in gingival crevicular fluid of subjects with metal-ceramic and all-ceramic fixed dental prostheses

Analisis perbandingan profil sitokin cairan sulkus gingiva pada subjek prostesis metal-keramik dan all-keramik

¹Eri Hendra Jubhari, ²Andi Ayodhya Chandra

¹Department of Prosthodontics Faculty of Dentistry, Hasanuddin University Makassar, Indonesia

²Clinical Dental Student Faculty of Dentistry, Hasanuddin University Makassar, Indonesia

Corresponding author: **Andi Ayodhya Chandra**, e-mail: ayodachndra@gmail.com

ABSTRACT

This article analyses the comparison of inflammatory cytokine profiles in gingival crevicular fluid (GSF) in subjects using metal-ceramic and all-ceramic fixed dentures; through a literature review with data collection from various related studies. The study results indicate that metal-ceramic prostheses tend to elicit higher levels of inflammatory mediators, such as IL-1 β , IL-6, and TNF- α , compared to all-ceramic prostheses. These differences are associated with the surface characteristics of the materials and the level of prosthesis margin adaptation. It was concluded that the choice of prosthesis material significantly influences the inflammatory response of periodontal tissue, so all-ceramic materials with CAD/CAM technology are more recommended for maintaining long-term periodontal health.

Keywords: fixed dental prostheses, metal-ceramic, all-ceramic, gingival crevicular fluid, inflammatory cytokines

ABSTRAK

Artikel ini menganalisis perbandingan profil sitokin inflamasi pada cairan sulkus gingiva (CSG) pada subjek pengguna gigi tiruan cekat berbahan metal-keramik dan all-ceramic; secara kajian pustaka dengan pengumpulan data dari berbagai penelitian terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prostesis metal-keramik cenderung memicu kadar mediator inflamasi yang lebih tinggi, seperti IL-1 β , IL-6, dan TNF- α , dibandingkan prostesis *all-ceramic*. Perbedaan ini dikaitkan dengan karakteristik permukaan bahan dan tingkat adaptasi tepi prostesis. Disimpulkan bahwa pemilihan bahan prostesis berpengaruh signifikan terhadap respon inflamasi jaringan periodontal, sehingga bahan *all-ceramic* dengan teknologi CAD/CAM lebih disarankan untuk menjaga kesehatan periodontal jangka panjang.

Kata kunci: gigi tiruan cekat, metal-keramik, all-ceramic, cairan sulkus gingiva, sitokin inflamasi

Received: 10 August 2024

Accepted: 1 February 2025

Published: 1 August 2025

PENDAHULUAN

Kehilangan gigi merupakan masalah kesehatan oral yang signifikan dan dapat berdampak negatif pada fungsi pengunyahan, estetika, serta kualitas hidup individu.¹ Salah satu jenis rehabilitasi yang paling banyak digunakan adalah gigi tiruan cekat (GTC), yang memberikan solusi permanen untuk menggantikan gigi yang hilang.³

Bahan prostesis yang paling umum digunakan adalah metal-keramik (MK) dan all-keramik (AK). Prostesis MK dikenal karena kekuatan mekaniknya yang tinggi, sehingga cocok untuk beban kunyah di daerah posterior. Namun, substrat logam pada prostesis MK memiliki permukaan yang relatif kasar dan dapat menimbulkan garis keabuan di tepi gingiva, serta berpotensi menyebabkan reaksi alergi dan inflamasi jaringan periodontal.^{4,9} Sebaliknya, prostesis AK menawarkan keunggulan estetika dengan permukaan yang halus dan tingkat biokompatibilitas yang lebih tinggi, sehingga diyakini mampu mengurangi risiko inflamasi jaringan periodontal.^{6,10}

Respon inflamasi jaringan periodontal dapat diukur melalui mediator inflamasi yang terkandung di dalam cairan sulkus gingiva (CSG), seperti interleukin-1 beta (IL-1 β), interleukin-6 (IL-6), dan *tumor necrotizing factor-alpha* (TNF- α), yang berperan penting dalam proses patogenesis inflamasi periodontal.^{14,18} Beberapa studi telah melaporkan adanya perbedaan kadar mediator inflamasi pada jaringan periodontal yang menggunakan prostesis berbahan berbeda, namun data yang membandingkan profil sitokin inflamasi antara pengguna prostesis MK dan AK secara langsung masih terbatas.

Selain itu, perkembangan teknologi pembuatan prostesis seperti CAD/CAM turut berpengaruh pada adaptasi tepi prostesis dan respon jaringan periodontal terha-

dap prostesis.¹⁹ Adanya variasi dalam desain, bahan, dan teknik pembuatan ini memengaruhi akumulasi biofilm dan inflamasi gingiva, yang berimplikasi pada keberhasilan jangka panjang GTC.

Mengingat keterbatasan penelitian yang mengontrol variabel perancu seperti kebersihan mulut dan kondisi sistemik pasien, penting untuk melakukan studi yang lebih komprehensif untuk membandingkan profil sitokin inflamasi pada pengguna prostesis MK dan AK. Penelitian tersebut akan memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk rekomendasi pemilihan bahan prostesis yang lebih tepat dan personalisasi perawatan guna meminimalkan inflamasi jaringan periodontal

TINJAUAN PUSTAKA

Gigi tiruan cekat adalah restorasi permanen yang dipasang pada gigi yang telah dipreparasi untuk menggantikan gigi yang hilang atau rusak. Prostesis ini tidak dapat dilepas oleh pasien dan berfungsi untuk memulihkan fungsi kunyah serta estetika pasien,² menjaga stabilitas posisi gigi dan kesehatan jaringan periodontal di sekitarnya.¹

Bahan yang umum digunakan pada GTC adalah MK dan AK. Prostesis MK terdiri dari substrat logam seperti paduan nikel-kromium atau kobalt-kromium yang dilapisi porselen, sehingga memberikan kekuatan mekanik yang tinggi, cocok untuk area posterior yang menerima beban kunyah berat.³ Namun, adanya batas logam dapat menyebabkan masalah estetika seperti garis keabuan di tepi gingiva serta potensi reaksi alergi dan korosi.⁴

Sementara itu, prostesis AK menggunakan bahan keramik murni seperti zirconia atau litium disilikat yang memiliki keunggulan pada aspek estetika dan biokompati-

bilitas lebih baik, sehingga menurunkan risiko reaksi inflamasi jaringan periodontal.⁶ Keramik cenderung memiliki permukaan lebih halus sehingga mengurangi adesi biofilm.¹⁰

Biofilm dan interaksi dengan bahan prostetik

Setelah pemasangan prostesis, permukaan restorasi segera tertutup pelikel saliva yang berfungsi sebagai substrat adesi bagi organisme mikro, membentuk biofilm.⁷ Permukaan yang kasar seperti pada prostesis MK cenderung memudahkan kolonisasi bakteri dan pembentukan biofilm dibandingkan permukaan halus pada prostesis AK.¹³ Biofilm ini menghasilkan produk inflamasi seperti lipopolisakarida (LPS) yang dapat memicu respon imun lokal dan inflamasi gingiva.¹⁴

Cairan sulkus gingiva dan profil sitokin

Cairan biologis CSG terkumpul di antara gigi dan jaringan gingiva, berfungsi sebagai indikator status inflamasi jaringan periodontal.⁸ Profil sitokin dalam CSG seperti IL-1 β , IL-6, TNF- α , dan IL-8 merupakan mediator penting dalam proses inflamasi periodontal yang terjadi akibat interaksi biofilm dan jaringan host.⁹

Sitokin ini berperan dalam mengatur aktivitas sel imun dan osteoklas yang dapat menyebabkan destruksi jaringan pendukung gigi apabila terjadi inflamasi berkelanjutan.¹⁸ Metode utama pengukuran sitokin adalah ELISA atau *multiplex immunoassay* yang memberikan data kuantitatif yang akurat terhadap tingkat inflamasi.¹⁶

Pengaruh bahan prostesis terhadap profil sitokin dan inflamasi periodontal

Studi meta-analisis menunjukkan prostesis MK cenderung memicu peningkatan kadar sitokin proinflamasi yang lebih tinggi dibandingkan prostesis AK, kemungkinan akibat sifat biokompatibilitas yang berbeda dan tingkat adesi biofilm yang lebih besar pada substrat logam.^{9,15} Hal ini berdampak pada tingkat inflamasi gingiva dan risiko kerusakan jaringan periodontal yang lebih besar pada pengguna prostesis MK.⁷

Teknologi pembuatan prostesis juga memengaruhi profil inflamasi, yaitu prostesis yang diproduksi dengan teknologi CAD/CAM menunjukkan adaptasi tepi yang lebih baik dan menurunkan pembentukan biofilm serta sitokin inflamasi dibandingkan metode konvensional.^{18,19}

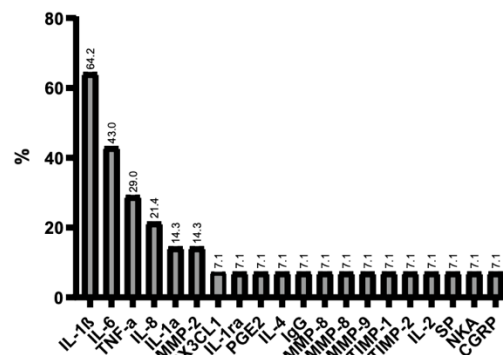
PEMBAHASAN

Perbandingan profil sitokin: prostesis MK dan AK

Analisis profil sitokin inflamasi pada CSG menunjukkan perbedaan signifikan antara prostesis MK dan AK. Data dari berbagai penelitian mengindikasikan bahwa kadar IL-1 β , IL-6, dan TNF- α cenderung lebih tinggi pada kelompok prostesis MK dibandingkan AK. Selain itu, mediator inflamasi lain seperti IL-1 α , PGE2, NKA, CGRP, dan CX3CL1 juga mengalami peningkatan pada prostesis MK (Tabel 1). Kondisi ini menandakan bahwa prostesis MK berpotensi meningkatkan respon inflamasi pada jaringan periodontium.^{9,15}

Meskipun tidak semua studi melaporkan perbedaan signifikan, analisis kualitatif menunjukkan kecenderungan

an peningkatan mediator inflamasi pada prostesis MK dibandingkan AK. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun prostesis MK memiliki keunggulan daya tahan dan biaya, penggunaannya dapat meningkatkan risiko inflamasi periodontal bila dibandingkan dengan prostesis AK yang lebih biokompatibel.⁷



Gambar 1 Prevalensi sitokin terhadap penggunaan GTC

Tabel 1 Perbandingan kadar sitokin pada CSG terhadap GTC

Sitokin	(MK)	(AK)	Perbandingan	Referensi
IL-1 β	17.0 $\pm$ 1.80 pg/mL	16.0 $\pm$ 2.66 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Alarcón-Sánchez et al., 2024
IL-1 α	0.93 pg/mL	0.81 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Sakallioğlu et al., 2015
IL-6	60.0 pg/mL	50.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Yu et al., 2013
TNF- α	62.3 pg/mL	54.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Alarcón-Sánchez et al., 2024
IL-8	40.5 pg/mL	38.2 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Yu et al., 2013
PGE2	25.0 pg/mL	19.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Sakallioğlu et al., 2015
aMMP-8	150.0 pg/mL	140.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Alarcón-Sánchez et al., 2024
CGRP	100.0 pg/mL	90.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Kushlinskii et al., 2012
CX3CL1	50.0 pg/mL	45.0 pg/mL	Lebih tinggi pada MK	Alarcón-Sánchez et al., 2024

Faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan profil sitokin

Komposisi bahan prostesis

Prostesis MK yang mengandung logam (seperti nikel, kromium, atau kobalt) berpotensi merangsang respon imun yang lebih kuat dan meningkatkan pembentukan biofilm bakteri. Biofilm pada permukaan logam sulit dihilangkan dan memicu pelepasan sitokin proinflamasi, yang berkontribusi pada peningkatan inflamasi jaringan periodontal.^{4,13} Sebaliknya, prostesis AK yang terbuat dari bahan keramik seperti zirkonia memiliki biokompatibilitas tinggi dan permukaan halus yang mengurangi adesi biofilm serta respon inflamasi.^{6,10}

Metode pembuatan prostesis

Teknologi CAD/CAM memungkinkan fabrikasi prostesis dengan adaptasi tepi yang lebih presisi, sehingga menurunkan *microleakage* dan akumulasi biofilm di sekitar tepi prostesis.¹⁹ Kondisi ini berdampak pada penurunan pelepasan mediator inflamasi seperti IL-1 β dan TNF- α . Sebaliknya, metode konvensional dengan pencetakan manual memiliki kecocokan tepi yang kurang optimal, meningkatkan risiko inflamasi periodontal.¹⁸

Kecocokan tepi dan adaptasi prostesis

Data menunjukkan bahwa GTC AK memiliki adaptasi tepi yang lebih baik dibandingkan MK, yang diindikasikan oleh nilai rerata dan median kecocokan tepi yang

Tabel 2 Perbandingan tepi dan adaptasi GTC

Grup	Rerata±SD	Min	Median±IQR
MK	141,0±96,9	39,1	105,9±99,3
AK	168,6±70,7	65,2	155,5±68,8

Tabel 3 Perbandingan komposisi biofilm bahan GTC

Aspek	MK	AK
Jumlah bakteri	Lebih tinggi	Lebih rendah
Dominasi spesies	<i>Treponema denticola</i> , <i>P. gingiva</i> - <i>valis</i> , <i>T. forsythia</i> , <i>P. intermedia</i> , <i>nii</i> , <i>V. parvula</i> , <i>T. dentia</i> , <i>A. actinomycetemcomitans</i> (tinggi)	Sama, namun <i>S. gordonii</i> lebih rendah
Faktor virulensi	Produksi LPS lebih aktif	Produksi LPS lebih rendah
Respon imun inang	Peningkatan IL-1 β , IL-6, TNF- α signifikan	Peningkatan ringan
Risiko periodontitis	Lebih tinggi	Lebih rendah
Permukaan bahan	Kasar, energi permukaan tinggi→kolonisasi lebih kuat	Lebih halus, energi permukaan lebih rendah

lebih tinggi serta standar deviasi yang lebih rendah (Tabel 2). Adaptasi tepi yang baik meminimalkan ruang ba-

gi akumulasi bakteri, sehingga mengurangi risiko inflamasi periodontal.¹⁹ Ketidakcocokan tepi pada prostesis MK cenderung meningkatkan volume CSG dan kadar sitokin inflamasi, yang memperburuk kondisi jaringan periodontal.

Komposisi biofilm bakteri

Biofilm pada prostesis MK didominasi oleh bakteri patogen seperti *Treponema denticola*, *Porphyromonas gingivalis*, dan *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, dengan produksi LPS yang tinggi, yang merangsang pelepasan sitokin inflamasi dan mempercepat kerusakan jaringan periodontal.^{14,18} Sebaliknya, prostesis AK dengan permukaan halus menampilkan biofilm yang lebih sedikit dan risiko periodontitis yang lebih rendah (Tabel 3).¹⁰

Disimpulkan bahwa pemilihan bahan prostesis berpengaruh signifikan terhadap respon inflamasi jaringan periodontal, sehingga bahan *all-ceramic* dengan teknologi CAD/CAM lebih disarankan untuk menjaga kesehatan periodontal jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Duong HY, Rocuzzo A, Stähli A, Salvi GE, Lang NP, Sculean A. Oral health-related quality of life of patients rehabilitated with fixed and removable implant-supported dental prostheses. *Periodontol* 2000;88(1):201-37. <https://doi.org/10.1111/prd.12419>.
- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 5th ed. St. Louis: Elsevier; 2016.
- Sailer I, Makarov NA, Thoma DS. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses? A systematic review. *J Dent* 2015;43(12):1493-502.
- Wataha JC. Biocompatibility of dental casting alloys: a review. *J Prosthet Dent* 2000;83(2):223-34.
- Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007;98(5):389-404.
- Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011;56(1 Suppl):84-96.
- Chawhuaveang DD, Yu OY, Yin IX, Lam WY, Mei ML, Chu CH. Acquired salivary pellicle and oral diseases: a literature review. *J Dent Sci*. 2021;16(1):523-9. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.10.007>.
- Fatima T, Khurshid Z, Rehman A, Imran E, Srivastava KC, Shrivastava D. Gingival crevicular fluid (GCF): a diagnostic tool for the detection of periodontal health and diseases. *Molecules* 2021;26:1208. <https://doi.org/10.3390/molecules26051208>.
- Alarcón-Sánchez MA, Castro-Alarcón N, Sandoval-Guevara D, Vázquez-Villamar M, Fernández-Acosta K, Méndez-Gómez MY, et al. Analysis of subgingival microbiota and IL-1 β , TNF- α and CX3CL1 levels in gingival crevicular fluid of fixed dental prostheses. *Dent Mater J* 2024. <https://doi.org/10.4012/dmj.2023-136>.
- Bonfante EA, Calamita M, Bergamo ETP. Indirect restorative systems-anarrative review. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:84-104. <https://doi.org/10.1111/jerd.13016>.
- Sailer I, Makarov NA, Thoma DS. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses? A systematic review. *J Dent* 2015;43(12):1493-502.
- Srimaneepong V, Heboyan A, Zafar MS, Khurshid Z, Marya A, Fernandes GVO, et al. Fixed prosthetic restorations and periodontal health: a narrative review. *J Funct Biomater* 2022;13(1):15. <https://doi.org/10.3390/jfb13010015>.
- Kreve S, Reis ACD. Bacterial adhesion to biomaterials: what regulates this attachment? *Jpn Dent Sci Rev* 2021;57:85-96. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.05.003>.
- Muñoz-Carrillo JL, Hernández-Reyes VE, García-Huerta OE, Chávez-Ruvalcaba F, Chávez-Ruvalcaba MI, Chávez-Ruvalcaba KM, et al. Pathogenesis of periodontal disease. In: *IntechOpen eBooks* [Internet]. 2019. Available from: <https://doi.org/10.5772/intechopen.86548>.
- Sakallioğlu EE, Lütüoğlu M, Sakallioğlu U, Ceylan GK, Pamuk F, Dede FÖ, et al. Gingival crevicular fluid levels of neuropeptides following dental restorations. *J Appl Biomater Funct Mater* 2015;13(2):e186-93. <https://doi.org/10.5301/jabfm.5000197>.
- Gingival crevicular fluid (GCF): a diagnostic tool for the detection of periodontal health and diseases. *Molecules*. 2021;26(5):1208. <https://doi.org/10.3390/molecules26051208>.
- Kushlinskii NE, Solovykh EA, Karaoglanova TB, Boyar U, Gershtein ES, Troshin AA, et al. Matrix metalloproteinases and inflammatory cytokines in oral fluid of patients with chronic generalized periodontitis and various construction materials. *Bull Exp Biol Med*. 2012;153(1):72-6. <https://doi.org/10.1007/s10517-012-1647-2>.
- Chen L, Wang L, Zhang S. The impact of prosthetic materials and manufacturing techniques on the inflammatory response in periodontal tissues. *J Clin Periodontol*. 2022;49(5):531-9.
- Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar KI, Alikhasi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2021;126(3):360-8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.07.007>