

Breket titanium

(Titanium bracket)

Sianiwati Goenharto dan Achmad Sjafei

Bagian Ortodonsia

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga

Surabaya - Indonesia

ABSTRACT

There has been a considerable discussion in the literature about corrosion and sensitivity to the nickel present in stainless steel brackets. Titanium has been heralded as a material totally compatible in the oral environment and superior in structural integrity compared to stainless steel. Many current applications in dentistry and medicine have made titanium an obvious choice for a possible substitute material. Titanium based brackets have shown excellent corrosion resistance and possessed good biocompatibility. Evaluation of titanium brackets for orthodontic therapy showed that titanium brackets were comparable to stainless steel brackets in passive and active configuration. Study about metallographic structure, hardness, bond strength to enamel substrate, etc. showed that titanium brackets exhibited a potential for clinical application. It was concluded that titanium brackets were suitable substitute for stainless steel brackets.

Key words: titanium, brackets

Korespondensi (*correspondence*): Sianiwati Goenharto, Bagian Ortodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Jln. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo No. 47 Surabaya 60132, Indonesia.

PENDAHULUAN

Teknik perlekatan breket secara langsung pada enamel gigi telah menjadi prosedur rutin dalam perawatan ortodontik dengan peranti cekat. Teknik ini telah diterima dengan baik karena relatif mudah dilakukan, efisien dan meningkatkan estetika apabila dibandingkan dengan teknik *bonding*.¹ Salah satu komponen penting dalam peranti ortodontik cekat adalah breket. Dari awal pemakaiannya sampai sekarang, breket yang dipakai juga terus dikembangkan baik dari segi bahan dasar pembuatnya ataupun desainnya. Desain berkembang untuk meningkatkan penampilan dengan memperkecil ukurannya,² sampai dengan jenis terbaru yaitu *self ligating bracket*.³

Breket yang mula-mula dipakai adalah yang berbahan dasar logam. Karena perawatan ortodontik dengan peranti cekat banyak dilakukan pada penderita dewasa yang menuntut estetika tinggi, dikembangkan breket estetika. Mula-mula dipakai bahan dasar plastik (misalnya: breket polikarbonat), akan tetapi penggunaannya kurang karena sifatnya yang kurang menguntungkan. Selanjutnya, pada tahun 1980-an tersedia breket estetika yang terbuat dari *single crystal sapphire* dan alumina polikristal. Keduanya berbahan dasar sama yaitu Al_2O_3 . Selain itu juga ada breket dari *zirconia polikristalin* (ZrO_2), yang dilaporkan mempunyai *toughness* terbesar di antara semua keramik. Sayangnya bahan di atas menghambat mekanika *sliding* dan bermasalah pada waktu proses pelepasan perlekatan (*debonding*). Breket dari *single crystal sapphire* juga menunjukkan *specular highlight* dan pada awal

perkembangannya selama gerakan torsi sayapnya cenderung mudah patah, dan saat dilepas sering menyebabkan enamel gigi juga ikut lepas. Beberapa breket jenis polikristalin menunjukkan warna yang kurang bagus. Breket jenis keramik apabila dipasang pada insisif atau kaninus rahang bawah dapat membuat abrasi gigi rahang atas antagonisnya.⁴

Meskipun secara estetika kurang baik, breket logam masih mempunyai banyak keunggulan baik dalam sifat mekanik maupun fisik apabila dibandingkan dengan breket estetika, sehingga masih merupakan breket yang paling banyak digunakan. Breket logam yang dipakai umumnya dari bahan baja nirkarat. Bahan ini mengandung nikel yang dapat bersifat sebagai alergen. Reaksi alergi yang pernah dilaporkan bervariasi, yaitu dari edema lidah, bibir, *mouth lining* sampai dengan anafilaksis.⁵ Potensi logam menyebabkan reaksi alergi berhubungan dengan pola dan modus korosi, yang diikuti pelepasan ion-ion logam seperti nikel ke dalam rongga mulut. Hal ini tidak hanya tergantung pada komposisi logam, tetapi juga suhu dan pH lingkungan.⁶

Titanium merupakan logam pilihan untuk penderita yang dicurigai sensitif terhadap logam. Selama beberapa dekade, implan titanium telah dipakai dengan keberhasilan yang memuaskan pada penderita dengan reaksi alergi yang parah.⁷ Oleh karena itu, keberadaan breket titanium dapat menjadi alternatif untuk melakukan perawatan pada penderita yang hipersensitif.

Titanium

Titanium adalah unsur terbanyak ke sembilan di kerak bumi dan terdistribusi secara luas. Karena afinitasnya yang besar terhadap oksigen dan unsur lain, titanium tidak terdapat dalam bentuk logam statis di alam, tetapi dalam bentuk mineral yang stabil. Bentuk umum mineral titanium adalah *ilmenite* dan *rutile* dalam bentuk titanium dioksida.⁸

Unsur titanium mula-mula ditemukan oleh Reverend William Gregor pada tahun 1790, tetapi baru pada tahun 1910 bentuk *pure titanium* pertama kali diproduksi, dan bahkan sampai sekarang titanium masih sangat mahal apabila dibandingkan dengan logam lain, misalnya baja nirkarat.

Secara klinis, ada dua bentuk titanium,⁹ yang pertama adalah dalam bentuk titanium murni (cpTi). Titanium murni adalah logam putih, *lustrous* dengan sifat densitas rendah, kekuatan tinggi dan daya tahan terhadap korosi yang sangat baik. Bentuk kedua adalah *alloy titanium-6% aluminium-4% vanadium*. *Alloy* ini mempunyai kekuatan yang lebih besar dari titanium murni. *Alloy* dipakai dalam industri kapal terbang, militer oleh karena densitasnya yang rendah, kekuatan tarik yang besar (500 MPa) dan tahan terhadap temperatur tinggi.^{8,9} Kesuksesan penggunaan titanium secara klinis sehubungan dengan sifat mekaniknya yang baik, daya tahan terhadap korosi dan biokompabilitas yang sangat baik.

Toksisitas titanium sangat rendah dan ditoleransi baik oleh tulang maupun jaringan lunak. Percobaan pada hewan menunjukkan tidak adanya perubahan sel sehubungan dengan implan titanium. Konsentrasi unsur logam yang meningkat dapat dipantau pada jaringan penyangga melalui analisis spektrofotometri, meskipun demikian secara klinik tidak ditemui efek negatif. Adanya laporan tentang warna jaringan penyangga yang menjadi lebih gelap karena cpTi, mungkin disebabkan karena kekerasan yang rendah dan daya tahan terhadap abrasi yang rendah pada logam bukan *alloy*.⁷

Titanium merupakan logam yang paling tahan korosi. Logam ini sangat reaktif, dan sifat ini sangat menguntungkan, karena oksida yang terbentuk pada permukaan (TiO₂) sangat stabil dan mempunyai *passivating effect* terhadap logam.⁹

Absorpsi titanium dari saluran pencernaan makanan sangat jelek. Logam titanium yang dipakai sebagai implan sangat baik ditoleransi oleh jaringan. Komposisi titanium lain seperti titanium dioksida, salisilat dan *tannate* telah digunakan dalam pembuatan kosmetik, obat-obatan dan produk makanan lain tanpa adanya laporan dampak negatifnya.⁸

Beberapa penderita mungkin alergi terhadap logam sewaktu berkontak dengan kulit. Terdapat bukti bahwa bahan tahan korosi seperti baja nirkarat dan *alloy* krom kobalt memproduksi sejumlah kecil produk korosi yang mungkin menyebabkan reaksi alergi. Kasus alergi menyangkut baja nirkarat dan *alloy* krom kobalt yang telah dilaporkan, menunjukkan bahwa unsur di dalam *alloy* seperti kobalt, nikel atau bahkan kromium bisa merupakan

bahan penyebab sensitivitas. Ion logam juga membentuk komponen penyebab kulit menjadi sensitif.

Titanium tidak menyebabkan hipersensitifitas, demikian juga dengan *alloy titanium-6% aluminium-4% vanadium*. *Alloy titanium* adalah satu-satunya *alloy* yang tidak mengandung *sensitizing elements*.⁷

Breket titanium

Dengan memakai titanium, *alloy titanium* atau sejenisnya, breket ortodontik dapat dibuat lebih ringan dan kuat daripada breket konvensional semacam baja nirkarat, plastik, dan bahkan keramik. Breket ini mempunyai daya tahan terhadap korosi dan biokompatibilitas yang sangat baik. Perlakuan permukaan termasuk: *nitriding*, *diamond coating*, *pre-oxidation* atau *shot-peening* pada permukaan dasar slot breket mengurangi koefisien geser terhadap kawat ortodontik. Kekuatan perlekatan geser dapat ditingkatkan dengan *shot-peening*, *ion beam etching* atau etsa permukaan gigi.¹⁰

Tidak semua pabrik membuat breket dari titanium. Masing-masing pabrik membuat juga dengan karakteristik sendiri-sendiri, sehingga terdapat perbedaan yang bermakna pada komposisi, struktur mikro dan kekerasannya.¹¹ Pemeriksaan metalografik terhadap breket Orthos2 (Ormco, Glendora, CA, USA) menunjukkan bahwa breket ini terdiri dari dua bagian yang disatukan melalui *laser welding* dengan jarak antarmuka dasar sayap yang besar; sedangkan breket Rematitan (Dentaurum, Ispringen, Germany) merupakan satu potongan logam saja. Unsur dasar breket baik Orthos2 maupun Rematitan adalah titanium, tetapi aluminium (Al) dan vanadium (V) juga ditemukan sebagai komponen sayap Orthos2. Hasil uji kekerasan Vickers adalah sebagai berikut: Orthos2 (sayap): 371 +/- 22, Rematitan (sayap): 272 +/- 4, Rematitan (dasar breket): 271 +/- 16, Orthos2 (dasar breket): 165 +/- 2.

Deguchi *et al.*¹² membuat breket ortodontik dengan *metal powder injection molding with sintering*, dengan lekukan pada dasar breket berbentuk seperti bola, oval, dan *grooved*. Kekuatan perlekatan geser maksimum untuk tiap tipe adalah berturut-turut 11.1 kgf, 7.6 kgf, and 18.5 kgf. Kekuatan perlekatan breket titanium ternyata ekuivalen dengan breket baja nirkarat yang biasa dipakai. Dikatakan bahwa breket titanium yang dibuat dengan cara ini dapat digunakan untuk aplikasi klinik.

Breket baja nirkarat dan breket titanium ternyata tidak berbeda bermakna dalam konfigurasi pasif¹³ maupun aktif.¹⁴ Kesamaan breket ini terjadi karena seperti ditunjukkan oleh spektroskopi electron untuk analisis kimia (ESCA), permukaan masing-masing bahan terdiri atas lapisan pasif. Unsur kimia lapisan pasif baja nirkarat terdiri atas Cr₂O₃ atau variasi Cr_xO₄ (dimana 0 < x < 2) dan titanium terdiri atas TiO₂ (*rutile*) dari pemeriksaan ESCA diketahui bahwa lapisan pasif titanium sangat tipis yaitu hanya 200 sampai 300 Å. Pada konfigurasi aktif, breket menerima stres dengan level yang tinggi. Konfigurasi aktif terjadi saat tidak ada celah antara breket dan kawat busur.

PEMBAHASAN

Breket merupakan bagian penting dalam perawatan ortodontik dengan peranti cekat karena breket mentransmisikan kekuatan dari kawat ke jaringan periodontal, sehingga dapat terjadi pergerakan gigi. Breket yang umum dipakai adalah dari bahan baja nirkarat, yang mengandung unsur nikel.

Penelitian menunjukkan adanya kenaikan kadar nikel dalam saliva dan serum secara bermakna setelah insersi peranti cekat ortodontik. Nikel merupakan logam yang sering menyebabkan dermatitis kontak dalam bidang ortodontik dengan kasus reaksi alergi lebih banyak dilaporkan daripada karena logam lain. Sekali hipersensitifitas terjadi, semua permukaan mukosa rongga mulut dapat terlibat. Sensitifitas meningkat dengan adanya iritasi mekanik, *skin maceration* atau luka pada mukosa mulut, yang semuanya dapat terjadi selama perawatan ortodontik. Sampai saat ini sensitifitas penderita terhadap nikel melalui perawatan ortodontik rutin telah banyak menjadi perhatian.

Meskipun breket baja nirkarat mempunyai kadar nikel yang relatif rendah yaitu 6%, breket bebas nikel yang dapat menjadi alternatif pilihan adalah: breket keramik (dari alumina polikristal, *single crystal sapphire* atau *zirconia*), breket polikarbonat (dari polimer plastik), breket lapis emas dan breket titanium.⁶ Penampilan yang transparan dan translusen dari *single crystal sapphire* dan alumina polikristal membuat bahan ini secara estetika menyenangkan, tetapi bahan ini bersifat abrasif apabila beradu dengan enamel. Estetika breket polimer juga bagus, tetapi mempunyai problem umum yaitu kurang kuat dan kaku.¹³

Selama mekanika pergeseran gigi, faktor daya tahan geser merupakan faktor yang penting, dan harus dikontrol agar aplikasi kekuatan ringan yang optimal dapat dilakukan. Daya tahan geser yang lebih tinggi memerlukan peningkatan besarnya kekuatan ortodontik untuk mengatasi *frictional resistance* agar didapatkan sisa kekuatan yang cukup untuk menggerakkan gigi secara optimal.

Dari berbagai bahan yang diteliti, breket baja nirkarat lebih disukai karena nilai gaya geser yang rendah. Meskipun demikian, karena mengandung nikel, baja nirkarat dapat menyebabkan reaksi hipersensitivitas dan korosi pada lingkungan mulut. Selain itu dapat terjadi distorsi gambaran CT dan MRI karena adanya *alloy* baja nirkarat. Untuk mengatasi hal ini dikembangkan breket dari titanium.

Titanium telah dikenal sebagai bahan yang sangat kompatibel dalam lingkungan mulut dan mempunyai integritas struktural yang lebih baik dari baja nirkarat. Meskipun breket titanium tidak mengandung nikel, *alloy* ini cenderung menyebabkan *galling*, *fretting* dan mempunyai nilai gaya geser tinggi, sehingga membuat mekanika pergeseran (*sliding*) lebih sulit.¹⁵

Kapur *et al.*¹⁶ membandingkan breket baja nirkarat dan breket titanium yang dikeluarkan oleh pabrik yang sama yaitu Dentaurum. Lebar mesiodistal breket titanium ternyata 0,20 mm lebih besar daripada breket baja nirkarat. Hal ini menyebabkan kontak permukaan pada antar muka breket-kawat lebih besar, demikian juga regangan modul elastomerik untuk memegang kawat pada slot breket. Breket titanium juga mempunyai struktur kimia dan kekerasan yang berbeda apabila dibandingkan dengan baja nirkarat. Sifat mekanik titanium yang diinginkan pada penggunaan di bidang ortodontik adalah kekakuan yang rendah, elastisitas tinggi, dan mempunyai *shape memory effect*. Sifat ini menyebabkan dapatnya memasang kawat *full size* selama perawatan, tetapi membiarkan breket berubah bentuk secara elastik dan menimbulkan reaksi terhadap kontrol tiga dimensi pergerakan gigi dengan kawat rektangular. Breket titanium mempunyai stabilitas dimensi tinggi sebagai hasil sifat logam yang baik. Dari studi ini dikatakan bahwa breket baja nirkarat menunjukkan nilai gaya geser statik dan kinetik lebih tinggi apabila ukuran kawat meningkat. Sedangkan breket titanium menunjukkan gaya geser lebih rendah. Meskipun demikian Kusy *et al.*,¹³ telah melakukan evaluasi terhadap breket titanium dalam kondisi pasif. Ternyata pada pengukuran friksional, breket titanium sebanding dengan breket baja nirkarat baik dalam kondisi kering maupun basah.

Penelitian tentang perbandingan transmisi beban dan deformasi breket antara breket titanium dan baja nirkarat juga telah dilakukan.¹⁵ Hasil studi menunjukkan bahwa pada interval torsi 15° dan 30° transmisi beban breket titanium lebih tinggi dari breket baja nirkarat sedangkan pada torsi 45° lebih rendah. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pada interval torsi yang lebih rendah, gaya torsi breket titanium lebih tinggi, akan tetapi pada interval torsi 45° titanium telah mencapai titik deformasi elastik sehingga mempunyai nilai beban yang lebih rendah bila dibandingkan dengan breket baja nirkarat. Hal ini ditunjang oleh sifat baja nirkarat yang lebih kaku. Breket titanium mungkin lebih efektif meneruskan gaya torsi dalam jumlah kecil. Breket titanium lebih reaktif pada interval torsi 45° dan memproduksi nilai beban lebih rendah karena dilepaskannya energi simpanan sebagai hasil fenomena *rebound*. Evaluasi tentang perubahan bentuk breket setelah aplikasi gaya torsi menunjukkan bahwa pelebaran slot breket titanium lebih kecil secara bermakna. Stabilitas struktural breket titanium pada aplikasi gaya torsi lebih baik dari baja nirkarat.¹⁵

Pengukuran kekuatan *fatigue* pada breket titanium (6,78 +/- 0,53 MPa) ternyata tidak berbeda bermakna dengan breket baja nirkarat (5,97 +/- 0,37 MPa). Kekuatan *fatigue* pada breket keramik (9,60 +/- 0,44 MPa) secara bermakna lebih tinggi dari breket titanium maupun baja nirkarat ($p < 0,05$). Kekuatan perlekatan geser breket titanium (8,66 +/- 1,37 MPa) tidaklah berbeda dengan

breket baja nirkarat (9,43 +/- 1,55 MPa), tetapi lebih tinggi secara bermakna dari breket keramik (12,06 +/- 2,17 MPa; $p < 0,05$). Kekuatan perlekatan relatif lebih rendah daripada kekuatan *fatigue*.¹⁷

Breket titanium sampai saat ini masih cukup sulit didapatkan di pasaran Indonesia dan harganya relatif jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan breket baja nirkarat. Meskipun demikian dari sifat yang telah dibahas di atas maka dapat disimpulkan bahwa breket titanium dapat merupakan alternatif pengganti breket baja nirkarat, khususnya bila merawat pasien dengan riwayat hipersensitifitas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kocadereli I, Canay S, Akca K. Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001; 119:617–20.
2. Bishara SE. *Textbook of orthodontics*. Philadelphia, London, New York: WB Saunders Company; 2001. p. 187–9.
3. Harradine NWT. Self-ligating brackets: where are we now? *J of Orthod* 2003; 30:262–73.
4. Kusy RP. Orthodontic biomaterials: from the past to the present. *Angle Orthod* 2002; 72:501–12.
5. Kusy RP. The future of orthodontic materials: the long term view. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 113:91–5.
6. Rahilly G, Price. N. Nickel allergy and orthodontics. *J of Orthod* 2003; 30:171–4.
7. Williams D. *Concise encyclopedia of medical & dental materials*. New York: Pergamon Press; 1990. p. 360–4.
8. The International Programme on Chemical Safety (IPCS). *Titanium*. Geneva: World Health Organization. 1982; p. 14–49.
9. Van Noort R. *Introduction to dental materials*. 2nd ed. Edinburg: Mosby; 2002. p. 228–9.
10. Sachdeva RCL, Oshida Y. Orthodontic bracket. 1992. Available at URL: <http://www.shotpeener.com/library/spc/1992070.htm>. Accessed January 17, 2005.
11. Zinelis S, Annousaki O, Eliades T, Makou M. Metallographic structure and hardness of titanium orthodontic brackets. *J Orofac Orthop* 2003; 64(6):426–33.
12. Deguchi T, Ito M, Obata A, Koh Y, Yamagishi T, Oshida Y. Trial production of titanium orthodontic brackets fabricated by metal injection molding (MIM) with sintering. *J Dent Res* 1996; 75:1491–6.
13. Kusy RP, Whitley JQ, Ambrose WW, Newman JG. Evaluation of titanium brackets for orthodontic treatment: Part I—The passive configuration. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114:558–72.
14. Kusy RP, O' Grady PW. Evaluation of titanium brackets for orthodontic treatment: Part II – The active configuration. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000; 118:675–84.
15. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Comparison of load transmission and bracket deformation between titanium and stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999; 116:275–8.
16. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Comparison of frictional resistance in titanium and stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999; 116:271–4.
17. Buxton, CM. The effect of bracket material on fatigue strength of the orthodontic bond. Orthodontic Thesis for M.S. degree, Oregon Health & Science University, April 2004. Available at URL: <http://www.ohsu.edu/sod/ortho/grads2004.html>. Accessed March 7, 2005.