

Desain dan fungsi implan kedokteran gigi yang beredar di pasaran

Dede Arsista^{1*}, Yosi Kusuma Eriwati²

¹Program Magister Peminatan Ilmu Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

²Departemen Ilmu Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

*Korespondensi: dedearsista@yahoo.com

Submisi: 26 Juli 2018; Penerimaan: 12 Oktober 2018; Publikasi online: 31 Desember 2018

DOI: [10.24198/jkg.v30i3.18007](https://doi.org/10.24198/jkg.v30i3.18007)

ABSTRAK

Pendahuluan: Perkembangan material dan sistem implan di kedokteran gigi mengalami perkembangan dan evolusi yang sangat cepat. Topografi permukaan implan, desain implan dan jenis koneksi implan-abutment masih terus dikembangkan karena memiliki relevansi utama untuk mendapatkan interaksi optimal antara jaringan tubuh dan material implan. Tujuan penulisan ini adalah untuk membahas desain dan fungsi implan kedokteran gigi yang beredar di pasaran. **Ulasan sistematis:** Berbagai sistem implan banyak diciptakan oleh produsen dan setiap produsen memiliki sistem implan tersendiri yang memungkinkan praktisi untuk memilih sesuai kebutuhan dan penggunaannya. Tiga faktor utama untuk keberhasilan material implan yang dapat diterima oleh jaringan tubuh adalah (1) Sifat biologis material implan. Sifat biologis implan sangat berpengaruh pada waktu proses penyembuhan. Interaksi tulang dan permukaan material implan berperan juga pada proses osseointegrasi yang harus didukung oleh fitur desain implan agar stabil dan tahan terhadap gaya-gaya di dalam rongga mulut. (2) Desain implan. Desain implan dengan penambahan diameter sebesar 3,3 mm (30%) akan mengurangi nilai beban terhadap gaya kunyah sebanyak 31%. (3) Biokompatibilitas material implan. Biokompatibilitas material implan harus memberikan keseimbangan dan keharmonisan interaksi dari ketiga faktor yaitu material yang digunakan, pasien (host), dan kondisi lokasi implan tersebut ditempatkan. **Simpulan:** Desain dan fungsi implan kedokteran gigi yang beredar di pasaran saat ini sesuai dengan ukuran rata-rata panjang dan lebar akar gigi. Geometri *thread* yang beredar untuk gigi anterior adalah V thread atau *reverse buttress*, sedangkan untuk gigi posterior *square thread* dan struktur makro dan mikro permukaan SLA (*Sandblasted Large Grit Acid Etching*).

Kata kunci: Material implan, desain implan, biokompatibilitas, karakteristik mikro, karakteristik makro.

Design and function of dental implants widely circulated on the market

ABSTRACT

Introduction: Development of material and implant systems in dentistry has experienced rapid development and evolution. The implant surface topography, design, and type of implant-abutment connection are still being developed due to the primary relevance in obtaining the optimal interactions between body tissue and implant material. The purpose of this systematic review was to discuss the design and function of dental implants widely circulated on the market. **Systematic review:** Many implant systems are created by manufacturers and each manufacturer has its implant system allows practitioners to choose according to their needs and use. The three main factors for the success of the osseointegration of implant materials were: (1) The biological properties of implant material. The implant biological properties were very influential during the healing process. Bone interaction and the implant material also play a role in the osseointegration process which must be supported by the stability and resistance of the implant design features towards the forces in the oral cavity; (2) Implant design. Implant design with an additional diameter of 3.3 mm (30%) would be able to reduce the load value of mastication force by 31%; (3) Biocompatibility of implant material. Biocompatibility of implant material must provided the balance and harmony of interactions of the three factors, namely, the material being used, the patient (host), and the condition of the location of the implant placed in the oral cavity. **Conclusion:** Design and function of dental implants widely circulated on the market nowadays were by the average size of the length and width of the radicular. The most founded geometry of the thread for the anterior teeth in the market was the V thread or *reverse buttress*, while for the posterior teeth was the *square thread*, and the most founded macrostructure and microstructure surface was the SLA (*Sandblasted Large Grit Acid Etching*).

Keywords: Dental implant material, dental implant design, biocompatibility, micro characteristics, macro characteristics.

PENDAHULUAN

Implan merupakan suatu alat medis yang terbuat dari satu atau lebih banyak biomaterial, yang sengaja ditempatkan ke dalam tubuh yang dilindungi oleh jaringan tubuh.¹ Implan kedokteran gigi merupakan suatu komponen untuk menggantikan gigi yang hilang yang ditanamkan dalam tulang rahang atau untuk mendukung protesa gigi seperti mahkota, jembatan, gigi tiruan atau bertindak sebagai penjangkaran ortodontik.^{1,2}

Lebih dari 220 merek implan telah diidentifikasi, diproduksi oleh sekitar 80 produsen, dibuat dari bahan yang berbeda, dengan modifikasi permukaan yang berbeda serta berbagai bentuk, panjang, dan diameter.² Implan dibuat dalam berbagai bentuk, ukuran yang berbeda, seperti kerucut atau sekrup silinder, berbentuk akar atau pelat tipis yang disebut piring atau bilah.^{1,2}

Pemilihan bentuk dan ukuran implan menjadi bagian penting dari prosedur rencana perawatan agar didapat implan yang stabil secara fungsi pengunyahan dan fungsi estetik.³ Bentuk dan ukuran dari berbagai desain implan kedokteran gigi saat ini memiliki inovasi atau modifikasi desain morfologi yang berbeda jika dibandingkan dengan desain implan klasik.³⁻⁵

Desain-desain implan tersebut umumnya menjadi kunci keberhasilan pada pemasangan implan, oleh karena itu sering timbul pertanyaan yang berhubungan dengan desain implan yaitu desain implan seperti apa yang paling stabil pada daerah tulang penerima implan (*receptor site/bed*), yang memiliki penjangkaran terbaik pada tulang, dan dapat menyalurkan daya kunyah serta menghasilkan estetik yang baik.³

Tujuan penulisan ini adalah untuk membahas tentang macam-macam desain implan yang ada di pasaran dan fungsinya sehingga diharapkan dokter gigi dapat memilih implan yang sesuai untuk kasus dan perawatan yang tepat bagi pasiennya.

ULASAN SISTEMATIK

Desain implan

Desain implan merupakan suatu desain yang meliputi bentuk struktur komposisi material, seluruh bagian yang membentuknya dan karakteristik permukaan implan tersebut. Bentuk, konfigurasi, permukaan struktur makro

dan mikro, dan ketidakteraturan permukaan akan menggambarkan struktur 3 dimensi dari implan.² Di kedokteran gigi, implan didesain untuk dapat menerima berbagai macam gaya yang bekerja selama fungsi pengunyahan serta untuk memenuhi sifat estetik. Fungsi implan harus dapat menyalurkan daya kunyah ke jaringan sekitarnya, maka implan harus didesain untuk dapat menahan beban kunyah secara biomekanik agar dapat mendukung fungsi protesa⁴, bagian dari desain Implan meliputi^{3,4}: 1. Komposisi material implan; 2. Geometri fisik implan (karakteristik makro); 3. Topografi permukaan implan (karakteristik mikro).

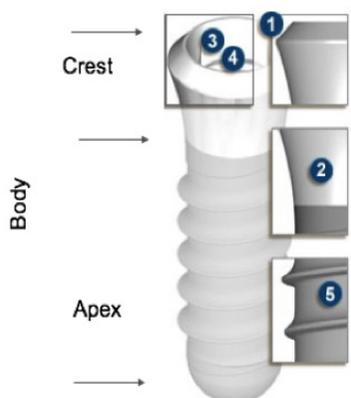
Komposisi material implan.

Material yang digunakan dalam pembuatan implan gigi dapat dikategorikan dalam dua jenis, yaitu yang dilihat dari struktur kimianya dan yang kedua pada jenis respon biologis. Dilihat dari struktur kimia, komposisi implan dapat terbuat dari logam, keramik, dan polimer. Komposisi kimia ini dapat juga dibagi berdasarkan aktivitas biodinamik implan ketika material implan ditanamkan dan berinteraksi dengan jaringan tubuh dalam jangka panjang. Komposisi kimia material implan sesuai aktivitas biodinamik terdiri dari Implan *Biotolerant*, Implan *Bioinert*, dan Implan Bioaktif seperti terlihat pada Tabel 1.⁴

Material biotoleran adalah material yang tidak ditolak saat ditanamkan pada jaringan tulang, dan akan dikelilingi oleh jaringan lunak dan jaringan keras. Material implan yang ditanamkan akan menimbulkan respon dari tubuh dan tubuh akan menimbulkan respon terhadap bahan material.^{5,6} Material *bioinert* memungkinkan terjadinya aposisi permukaan tulang, yang mengarah pada terbentuknya osteogenesis. Dalam kondisi ini jaringan tubuh tidak bereaksi secara imunologi dengan adanya material implan, sehingga material tersebut dapat diterima oleh jaringan biologis dan proses osseointegrasi dapat terjadi.^{5,6} Material bioaktif memungkinkan terbentuknya tulang baru pada permukaan material karena adanya pertukaran ion dengan jaringan *host* sehingga terbentuk ikatan kimia osteogenesis. Kolagen dan mineral tulang akan berikatan langsung pada permukaan implan sehingga terjadi ikatan antara tulang dengan implan (*Bone Implan Contact*).^{5,6} Material *Bioinert* dan Bioaktif disebut juga material yang bersifat osteokonduktif, yang bertindak

Tabel 1. Klasifikasi material implan di kedokteran gigi

Aktivitas biodinamik	Komposisi kimia		
	Logam	Keramik	Polimer
Biotoleran	Emas		<i>Polyethylene</i>
	Paduan <i>cobalt chromium</i>		<i>Polyamide</i>
	<i>Stainless steel</i>		<i>Polymethylmetacrylate</i>
	Zirkonium		<i>Polytetrafluoroethline</i>
	Neobium		<i>Polyurethane</i>
	Tantalum		
Bioinert	Titanium murni	Alumunium oksida	
	Ti-6Al-4V	Zirkonium oksida	
Bioaktif		Hidroksiapatit	
		Trikalsium fosfat	
		<i>Brushite</i>	
		<i>Carbon-vitrous-</i>	
		<i>Pyrolitic</i>	
		<i>Carbon-silicon-</i>	
		<i>Bioglass</i>	



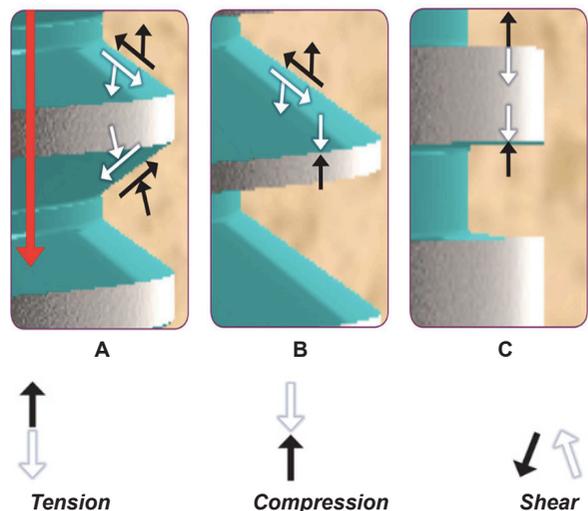
Gambar 1. Morfologi bagian implan: 1. *Bevel*; 2. *Collar*; 3. *Internal hexagonal connection*; 4. *Platform*; 5. *Thread*.

sebagai perancah (*scaffold*) untuk membentuk pertumbuhan tulang pada permukaan implan.^{4,5,9}

Geometri fisik implan (karakteristik makro)

Geometri fisik implan adalah bagian implan yang terdiri dari bentuk Apikal, Panjang, Diameter dan Geometri *Thread*.³(Gambar 1).

Bentuk Apikal dari Akar (*Apex*), Kebanyakan implan memiliki bentuk akar sirkular dan berulir(walaupun ada desain implan yang tidak berbentuk ulir).^{3,9} Desain yang paling umum pada bagian akar adalah dengan membuat lubang (*Bone Collection Chamber*) sehingga tulang dapat tumbuh melewati lubang di apikal tersebut yang berguna untuk mencegah terjadinya gaya putar dan geser.³ Untuk menahan gaya rotasi, *body* implan didesain



Gambar 2. Bentuk geometri *thread* implan dan arah distribusi beban: A. *V thread*; B. *Buttress thread*; C. *Square thread*.

dengan adanya *groove* di sepanjang *body* implan atau hanya pada bagian akar.^{5,8,9} Demikian pula ujung apikal yang rata umumnya lebih baik bila dibandingkan dengan desain ujung yang runcing. Ujung yang runcing (*V-shaped apex*) memiliki luas area yang kecil sehingga meningkatkan beban pada tulang sekitarnya, akibatnya dapat mengiritasi jaringan sekitarnya ketika ada pergerakan-pergerakan.^{5,9}

Panjang implan merupakan ukuran dimensi dari *platform* ke apikal implan. Panjang implan mempengaruhi aspek biomekanika tulang alveolar dan sistem implan. Rata-rata implan mempunyai

panjang 8 mm hingga 13 mm, yang didasari oleh ukuran panjang rata-rata gigi. Ukuran panjang implan ini tidak mempengaruhi sifat osseointegrasi implan, tetapi mempengaruhi resistensi terhadap gaya geser dan putar ketika pemasangan *abutment* mahkota.^{5,10} Peningkatan panjang implan akan menyebabkan beban kunyah pada puncak tulang alveolar menurun dan distribusi beban akan lebih homogen dan merata. Dengan adanya peningkatan panjang implan maka gaya lateral juga akan meningkat, dan ketika terjadi pengunyahan maka akan dihasilkan pergerakan fleksural, sehingga meningkatkan regangan tulang.^{5,11}

Diameter implan diukur dari titik terluar *thread* ke titik terluar *thread* pada sisi lawannya. Diameter implan menjadi parameter penting karena mempengaruhi beban permukaan implan bila dibandingkan dengan panjang implan.^{3,5,12} Dibutuhkan diameter 3,25 mm untuk menghasilkan implan yang kuat dan rata-rata diameter implan yang beredar di pasaran adalah sebesar 4 mm. Bila kualitas tulangnya buruk, diperlukan implan berdiameter lebih besar. Nilai beban implan berdiameter 2,5 mm dengan panjang 8,5 mm adalah 122,9 MPa, sedangkan dengan implan berdiameter 5,0 mm dan panjang 15 mm, nilai beban adalah 39,6 MPa. Dengan adanya penambahan diameter sebanyak 2,5-3,3 mm akan mengurangi beban permukaan implan sebanyak 31%. Penambahan panjang 8,5-15 mm hanya mengurangi beban sebesar 1,7 %. Penelitian lain menunjukkan tidak ada hubungan antara panjang implan dengan stabilitasnya, dan menyimpulkan bahwa implan yang berukuran pendek dapat stabil seperti implan yang berukuran panjang bila memiliki diameter lebar yang lebih besar.¹²

Tujuan dari desain/geometri *thread* adalah untuk menghindari atau meminimalkan beban yang terjadi pada puncak tulang yang akan menerima beban (Gambar 2). Kedalaman *thread* yaitu (jarak antara *thread* diameter mayor dan minor) memainkan peranan yang sangat penting untuk menjaga stabilitas pada tulang trabekuler dan kortikal. Perbedaan jarak *pitch* (jarak antara pusat *thread* ke pusat *thread* berikutnya) dan sudut *thread* (sudut antara *thread* dan bidang yang tegak lurus terhadap sumbu panjang gigi) tidak mempengaruhi stabilitas implan terhadap tulang trabekuler.^{5,14} Menurut Misch³, ukuran *thread* maksimum agar tercapai stabilitas kontak antara

permukaan implan dengan tulang adalah berjarak 0,4–1,5 mm dan kedalaman 0,2–0,42 mm.

Beban tertinggi pada tulang kortikal adalah pada puncak tulang kortikal di sekitar implan dan secara klinis sering terjadi kehilangan puncak tulang kortikal pada area tersebut. Pada tulang trabecular, konsentrasi beban pada permukaan tulang yang berkontak dengan tulang trabekular yaitu pada ujung *thread* dan pada ujung apeks implan. Selain panjang dan lebar implan, bentuk *thread* dan detil *thread* juga sangat berperan penting pada pola beban yang terjadi antar permukaan implan dengan tulang.¹³

Topografi permukaan implan (karakteristik mikro)

Untuk meningkatkan kualitas, ketahanan material dan fungsi osseointegrasi dari implan maka desainnya tidak hanya berfokus pada jenis material yang digunakan tetapi juga pada struktur permukaan implan. Sebagai contoh, adanya perubahan struktur permukaan mekanis implan akan lebih baik dari pada perubahan permukaan implan secara kimiawi.¹⁴ Salah satu cara untuk menghasilkan stabilitas mekanik pada implan terutama bagian implan yang berkontak dengan jaringan biologis tubuh adalah dengan mengubah struktur permukaan implan menjadi tidak teratur sehingga akan menghasilkan ikatan mekanik yang baik antara jaringan tulang dan bahan implan. Banyak metoda untuk membuat kekasaran permukaan pada implan titanium (yang berukuran mikro) seperti *Titanium Plasma Spray*, *Ceramic Blasting*, *Etsa asam* dan *Anodizing*.^{14,24} Permukaan yang tidak teratur akan menghasilkan kekuatan geser (*shear strength*) yang tinggi dan mengurangi terlepasnya implan. Perubahan struktur permukaan implan mendukung proses osseointegrasi dan kekasaran suatu permukaan implan menjadi faktor terpenting untuk menambah kestabilan mekanik karena kekasaran permukaan implan dapat menahan bekuan darah dan merangsang proses penyembuhan tulang.^{14,15}

Hubungan desain implan dengan biokompatibilitas

Biokompatibilitas merupakan kemampuan suatu material untuk berinteraksi secara harmonis terhadap respon biologis yang tidak mempengaruhi sifatnya masing-masing.¹⁶

Material implan yang umum digunakan di kedokteran gigi adalah campuran logam titanium. Logam campuran titanium tersebut umumnya adalah titanium aloi derajat 5 yaitu Ti_6Al_4V yang memiliki komposisi 6% aluminium, 4% vanadium, 0,25% (maksimum) besi, 0,2% (maksimum) oksigen, dan 90% titanium.¹⁶ Logam ini memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan oksida dengan ketebalan 2–10 mm dalam satu milidetik, sehingga lapisan implan tersebut akan diterima oleh jaringan biologis tubuh.^{10,12}

Desain implan dirancang agar plak tidak mudah menempel pada permukaan implan. Dengan konsep *body* implan yang halus terutama pada bagian *crest*, memungkinkan implan mudah dibersihkan. Masalah yang sering terjadi ketika bagian yang halus dari *crest* implan (*collar*) diposisikan di bawah puncak tulang alveolar dan melebihi *biological width* sehingga dengan adanya beban gaya geser dari arah oklusal akan menyebabkan resorpsi pada tepi tulang.^{5,18} *Collar* yang halus ditempatkan pada bagian *crest* dengan ukuran sebesar 0,5 mm, sehingga alveolar akan menghasilkan kondisi gusi yang sehat untuk menunjang biomekanika tulang alveolar.^{18,19}

Bentuk geometri apikal dengan morfologi bentuk akar yang sempit, akan semakin besar pengaruhnya terhadap gaya oklusal yang terjadi. Sedangkan pada implan dengan bentuk morfologi akar yang lebar akan memiliki kontak oklusal yang lebih luas sehingga akan menerima beban kunyah lebih rendah bila dibandingkan dengan desain implan dengan morfologi bentuk akar yang sempit.^{5,21} Pada penggunaannya, bentuk dan lebar *body* implan akan mempengaruhi pemilihan implan untuk melindungi dari beban oklusal.^{12, 21, 22}

Kualitas dari tulang akan mempengaruhi pemilihan panjang implan, karena tulang yang padat memiliki modulus elastis lebih tinggi dibandingkan dengan tulang yang memiliki kepadatan rendah dan lebih kuat serta lebih tahan terhadap deformasi.¹¹ Rho et al., mengukur modulus elastisitas tulang dengan densitas yang berbeda. Modulus elastisitas tulang konselus secara berurutan dari Tipe 1 sampai tipe 4 adalah 9,5 GPa, 5,5 GPa, 1,6 GPa dan 0,69 GPa. Distribusi beban maksimum pada tulang tipe 1 dan 2 terjadi di dekat leher tulang di bawah beban lateral dan aksial sedangkan pada tulang tipe 3 dan 4 beban maksimum terjadi pada apikal.^{11,21}

Bentuk *thread* dan arah sudutnya dapat mengubah arah distribusi beban kunyah dari arah oklusal menjadi gaya yang berbeda yang akan diterima oleh tulang (Gambar 2). Menurut Misch (2004), *thread* berbentuk V yang memiliki sudut 30 derajat cenderung menghasilkan gaya geser yang lebih besar bila dibandingkan dengan *reverse buttress* yang memiliki sudut muka 15 derajat atau *thread* persegi. Gaya geser pada V *thread* dan *reverse buttress* 10 kali lebih besar daripada gaya geser *thread* yang berbentuk persegi. Bentuk *thread* persegi mendistribusikan beban kunyah pada *body* implan untuk menahan beban.^{12,13,22}

Desain implan yang beredar di pasaran dan fungsinya

Desain *body* implan saat ini yang beredar di pasaran didasarkan pada bentuk morfologi akar. Morfologi yang sesuai dengan morfologi akar disesuaikan dengan biomekanik fungsi pengunyahan. Desain implan tersebut disesuaikan dengan beban oklusal, kualitas kepadatan tulang, jumlah dan posisi implan serta ukuran implan.^{5,6} Bentuk *apex* implan yang menyerupai morfologi akar memberikan keuntungan karakteristik secara fisik yaitu, mengurangi perforasi apikal ketika dilakukan *immediate placement*, menghindari kerusakan akar gigi yang terdekat dengan implan dan memberikan stabilitas awal yang baik.^{5,6}

Umumnya panjang implan yang beredar di pasaran berukuran 8 mm hingga 13 mm yang didasarkan pada panjang akar gigi⁵. Disain yang datar yang dimiliki oleh sistem implan Bicon sangat unik, yaitu dengan menggunakan prinsip *Bioengineering* dengan menciptakan Implan SHORT, yaitu implan yang pendek (5-6mm) kurang lebih 30% lebih kecil dibandingkan dengan implan yang berjenis ulir (*screw*) dan memiliki dimensi yang sama dengan implan lainya untuk membuat ikatan tulang yang baru diantara ulir (*fls*) implan.^{7,23} Permukaan sistem implan Bicon dibuat dengan cara *grit blasted* dengan alumina dan dibilas oleh larutan asam nitrat yang disebut *Integra-Ti*. Umumnya insersi implan berjenis ulir dilakukan dengan kecepatan 800-1200 rpm dengan irigasi tetapi pada implan sistem Bicon pengeburan dilakukan sebesar 50 rpm tanpa irigasi sehingga mudah mengambil sisa tulang dari hasil pengeburan tersebut.^{7,14,23}

Struktur makro dan mikro permukaan SLA (*Sandblasted Large Grit Acid Etching*) saat ini menjadi standar emas dalam teknologi implant terkini. Teknologi permukaan tersebut dapat mempercepat waktu penyembuhan menjadi 3–4 minggu. Dua keunikan dari permukaan SLA *active* adalah sifat hidrofilik dan aktivitas kimianya. Permukaan yang hidrofilik dapat membuat darah bergerak masuk ke dalam celah–celah permukaan implan sedangkan aktivitas kimia merangsang darah dan protein masuk ke dalam mikroporus permukaan implan dan merangsang proses awal *osseointegrasi*.²³

Implan dengan jumlah *thread* yang banyak disarankan untuk digunakan pada tulang yang memiliki kualitas tulang kurang baik, daerah yang membutuhkan gaya oklusal yang besar, dan pada implan yang pendek. Namun, dari sudut pandang bedah, semakin sedikit *thread* semakin mudah dan semakin cepat implan dimasukkan ke dalam tulang. Misch dan rekannya (2004) menyatakan bahwa semakin dalam *thread* diletakkan semakin lebar area permukaan yang menguntungkan bagi tulang yang lebih lunak dan area yang memiliki beban oklusal tinggi karena permukaan fungsionalnya lebih banyak berkontak dengan tulang.^{13,22} Saat ini desain *V thread* digunakan oleh sistem implan *Nobel Biocare*, *Zimmer Dental* dan *Biomet 3i*. Bentuk *thread* yang persegi dimiliki oleh implan *Biohorizon*. Bentuk *Butters thread* dipilih oleh sistem implan *Strauman*, sedangkan bentuk *reverse butters thread* dimiliki juga oleh sistem implan *Nobel Biocare*.²³

Material implan yang baik dengan berdasarkan kasus yang tepat akan mempunyai penjangkaran yang baik, yang dapat menyalurkan daya kunyah serta menghasilkan estetik yang baik.

SIMPULAN

Desain dan fungsi implan kedokteran gigi yang beredar di pasaran saat ini sesuai dengan ukuran rata-rata panjang dan lebar akar gigi. Geometri *thread* yang beredar untuk gigi anterior adalah *V thread* atau *reverse buttress*, sedangkan untuk gigi posterior *square thread* dan struktur makro dan mikro permukaan SLA (*Sandblasted Large Grit Acid Etching*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Anusavice KJ. *Phillip's science of dental material*. 12th ed. St. Louis: Saunders-Elsevier; 2003. h. 500-17.
2. Bashir U, Gupta M, Ahuja R. *Implant systems*. Int J Appl Dent Sci. 2016; 2(2): 35-41.
3. El Askary AES. *Fundamental of esthetic implant dentistry*. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc; 2008. h. 109-25.
4. Sykaras N, Iacopino AM, Marker VA, Triplett RG, Woody RD. *Implant Materials, Designs, and Surface Topographies: Their Effect on Osseointegration. A Literature Review*. Int J Oral Maxillofac Implant. 2000; 15(5): 675-90.
5. Yadav P, Tahir M, Shetty P, Saini V, Prajapati D. *Implant design and stress distribution*. Int J Oral Implant Clin Res. 2016; 7(2): 34-9.
6. Bergmann C, Stumpf A. *Dental Ceramics: Microstructure, Properties and Degradation*. Berlin: Springer Science & Business Media; 2013. h. 84.
7. Lombardo G, Pighi J, Marincola M, Corrocher G, Simancas-Pallares M, Nocini PF. *Cumulative Success Rate of Short and Ultrashort Implants Supporting Single Crowns in the Posterior Maxilla: A 3-Year Retrospective Study*. Int J Dent. 2017; 2017: 8434281. DOI: [10.1155/2017/8434281](https://doi.org/10.1155/2017/8434281)
8. Rismanchian M, Birang R, Shahmoradi M, Talebi H, Zare RJ. *Developing a new dental implan design and comparing its biomechanical features with four designs*. Dent Res J (Isfahan). 2010; 7(2): 70-5.
9. Jain R, Mittal R, Gyanchand, Gupta S. *Implant surface designs: An overview*. Ann Prosthodont Restor Dent. 2016; 2(1): 17-20.
10. Ratner BD. *Replacing and Renewing: Synthetic Materials Biomimetics, and Tissue Engineering in Implant Dentistry*. J Dent Educ. 2001; 65(12): 1340-7.
11. Lin CL, Kuo YC, Lin TS. *Effects of dental implant length and bone quality on biomechanical responses in bone around implants: A 3-D non-linear finite element analysis*. Biomed Eng Appl Basis Comm. 2005; 17(1): 44-9. DOI: [10.4015/S1016237205000081](https://doi.org/10.4015/S1016237205000081)
12. Ogle OE. *Implant Surfaces Material, Design*

- And Osseointegration. Dent Clin North Am. 2015; 59(2): 505-20. DOI: [10.1016/j.cden.2014.12.003](https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.12.003)
13. Ryu HS, Namgung C, Lee JH, Lim YJ. *The Influence Of Thread Geometry On Implant Osseointegration Under Immediate Loading: A Literature Review.* J Adv Prosthodont. 2014; 6(6): 547-54. DOI: [10.4047/jap.2014.6.6.547](https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.6.547)
 14. Garg H, Bedi G, Garg A. *Implant Surface Modification: A Review.* J Clin Diagn Res. 2012; 6(2): 319-24.
 15. Pilipchuk SP, Plonka AB, Monje A, Taut AD, Lanis A, Kang B, dkk. *Tissue Engineering For Bone Regeneration And Osseointegration In The Oral Cavity.* Dent Mater. 2015; 31(4): 317-38. DOI: [10.1016/j.dental.2015.01.006](https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.01.006)
 16. Wataha JC. *Principle Of Biocompatibility For Dental Practitioners.* J.Prosthet Dent. 2001; 86(2): 203-9. DOI: [10.1067/mpr.2001.117056](https://doi.org/10.1067/mpr.2001.117056)
 17. Brandt DA, Warner JC. *Metallurgy Fundamental.* 4th ed. Illinois: Goodheart-Willcox; 2005. h. 325-50.
 18. Brunski JB. *Biomaterials And Biomechanics In Dental Implant Design.* Int J Oral Maxillofac Implants. 1988; 3(2): 85-97.
 19. Chen YY, Kuan CL, Wang YB. *Implant Occlusion: Biomechanical Considerations for Implant-Supported Prosthesis.* J Dent Sci. 2008; 3(2): 65-74.
 20. Lazzara RJ. *Dental Implant System Design and Its Potential Impact On The Establishment and Sustainability of Aesthetic.* Dent Forum. 2014; 42(1): 111-8.
 21. Mahajan A, Kadam KN. *The Influence Of Mechanical Loads On The Biomechanics Of Dental Implant.* Int J Sci Res. 2014; (3)11: 1085-90.
 22. Steigenga J, Al-Shammari K, Misch C, Nociti FH, Wang HL. *Effects of Implant Thread Geometry on Percentage of Osseointegration and Resistance to Reverse Torque in the Tibia of Rabbits.* J Periodontol. 2004; 75(9): 1233-41. DOI: [10.1902/jop.2004.75.9.1233](https://doi.org/10.1902/jop.2004.75.9.1233)
 23. Gururaju CR, Raghu KM, Thanuja R, Jayaprakash K. *Surfaces Coating of Implant: A Systemic Review.* Int J Dent Clin. 2012; 4(3): 34-7.
 24. Novaes AB, de Souza SL, de Barros RR, Pereira KK, Iezzi G, Piatelli A. *Influence of Implant Surfaces on Osseointegration.* Braz Dent J. 2010; 21(6): 471-81. DOI: [10.1590/S0103-64402010000600001](https://doi.org/10.1590/S0103-64402010000600001)