

**PENGARUH LAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PERMUKAAN
TITANIUM IMPLAN GIGI TERHADAP OSSEOINTEGRASI**
(Literature Review)

SKRIPSI



Oleh:
Brevy Risna Devinci
04031382126070

BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025

**PENGARUH LAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PERMUKAAN
TITANIUM IMPLAN GIGI TERHADAP OSSEOINTEGRASI
(*Literature Review*)**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh
Gelara Sarjana Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
Brevy Risna Devinci
04031382126070**

**BAGIAN KEDOKTERAN GIGI DAN MULUT
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN
DOSEN PEMBIMBING

Skripsi yang berjudul:

**PENGARUH LAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PERMUKAAN
TITANIUM IMPLAN GIGI TERHADAP OSSEOINTEGRASI**
(Literature Review)

Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi
Universitas Sriwijaya

Palembang, September 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1



drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes., Sp.Pro
NIP. 196911302000122001

Pembimbing 2



drg. Bambang Nuryadi, M.Biomed
NIP. 1985062320242110008

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENGARUH LAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PERMUKAAN
TITANIUM IMPLAN GIGI TERHADAP OSSEOINTEGRASI
(Literature Review)**

Disusun oleh:
Brevy Risna Devinci
04031382126070

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Tim Penguji
Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Tanggal, 17 September 2025
Yang terdiri dari:

Dosen Pembimbing 1



drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes., Sp.Pro
NIP. 196911302000122001

Dosen Pembimbing 2



drg. Bambang Nuryadi, M.Biomed
NIP. 1985062320242110008

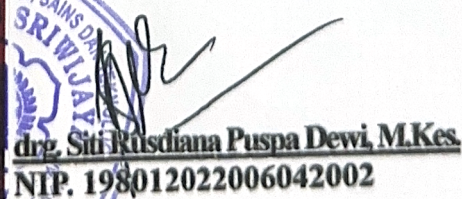
Dosen Penguji



drg. Billy Sujatmiko, Sp.KG
NIP. 1983100820141210001



Mengetahui
Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya



drg. Siti Risdiana Puspa Dewi, M.Kes.
NIP. 198012022006042002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (SKG), baik di Universitas Sriwijaya maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Isi pada karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pelaksanaan prosedur penelitian yang dilakukan dalam proses pembuatan karya tulis ini adalah sesuai dengan prosedur penelitian yang tercantum.
5. Hasil penelitian yang dicantumkan pada karya tulis adalah benar hasil yang didapatkan pada saat penelitian, dan bukan hasil rekayasa.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karna karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, September 2025
Yang membuat pernyataan



Brevy Risna Devinci
NIM. 04031382126070

HALAMAN PERSEMBAHAN

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah doesn’t burden a soul beyond that it can bare.”
(Qs. Al-Baqarah; 286)

and remember,

“Semua jatuh bangunmu, hal yang biasa. Angan dan pertanyaan, waktu yang menjawabnya. Berikan tenggat waktu, bersedih lah secukupnya
Rayakan perasaanmu sebagai manusia”
(Mata Air – Hindia)

This paper dedicated to:
Myself,
Mama, Papa, Rifal, Akbar,
and include all my loved ones.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan ridhonya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Lapisan Hidroksiapatit Pada Titanium Implan Gigi Terhadap Osseointegrasi (*Literature Review*)”** diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran berupa kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT. atas izin, rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar untuk mendapatkan gelar sarjana kedokteran gigi saat ini.
2. *For my parents*, papa dan mama, Jauharistin dan Rina tercinta, terima kasih telah selalu mendukung dan memberikan yang terbaik selama ini. Setiap doa yang papa dan mama panjatkan adalah penopang langkah saya hingga sampai pada titik ini. Cinta, kesabaran, dan pengertian yang kalian berikan akan selalu menjadi pijakan dalam setiap perjalanan saya. Skripsi ini saya persembahkan sebagai wujud kecil dari rasa terima kasih dan cinta saya kepada kalian berdua.
3. Kedua kesayanganku, *my big and little bro*, Rifal Yusuf Jauhari dan Rich Akbar Jauharistin yang menjadi motivasi keberhasilan dan menghiasi rumah dengan canda tawa bersama.
4. Prof. Dr. dr. H. Mgs. Irsan Saleh, M.Biomed. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.
5. drg. Siti Rusdiana Puspa Dewi, M.Kes. selaku Ketua Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sriwijaya.
6. drg. Sri Wahyuningsih Rais, M.Kes., Sp.Pros. selaku dosen pembimbing utama yang selalu meluangkan waktu, memberikan arahan, saran, bimbingan untuk skripsi saya, semangat, dan motivasi yang sangat baik sehingga skripsi saya dapat terselesaikan dengan baik.
7. drg. Bambang Nuryadi, M.Biomed. selaku dosen pembimbing pendamping saya yang selalu meluangkan waktu, memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi sehingga skripsi saya dapat terselesaikan dengan baik.
8. drg. Billy Sujatmiko, Sp.KG. selaku dosen penguji saya atas ketersediaannya menguji saya, membimbing, dan memberi arahan untuk skripsi saya dengan sangat baik.

9. drg. Danica Anastasia, Sp.KG. selaku koordinator akademik yang senantiasa mendengarkan dan memberikan saran untuk kelangsungan akademik.
10. Seluruh staf dosen pengajar Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan bimbingan yang bermanfaat selama proses perkuliahan.
11. Seluruh staf tata usaha Bagian Kedokteran Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dalam mengurus berkas-berkas dan menyediakan sarana pendukung yang dibutuhkan selama proses pendidikan dan penyelesaian skripsi.
12. Seorang yang istimewa, Muhammad Edho Romadhona yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat, dukungan, dan kebahagiaan selama menjalani proses kuliah selama 4 tahun serta senantiasa selalu ada dalam membantu proses menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah memahami, menemani, dan menguatkan saya dalam proses panjang perkuliahan ini.
13. Keluarga *kastrad gengs*, Hera Safani Samosir dan Nabilah Hasanah Rafifah yang selalu menemani dengan canda tawa, memberikan saran, dukungan, membantu pengerjaan skripsi, saling menguatkan, dan selalu hadir, bahkan di saat-saat paling sulit sekalipun. Semoga kekeluargaan ini tetap terjaga dan kita semua bisa meraih kesuksesan di kedepannya.
14. Sahabat preklinik ku, Fira Az Zahra, Adam Wahyu, Agita Oksella, dan Belinda Nur, yang selalu memberikan dukungan, canda tawa, saran, semangat, dan menemani saya selama proses perkuliahan.
15. Sahabat semasa abu-abu, Aqilla Khairunnisya yang selalu ada, mendengarkan keluh kesah, memberikan saran serta dukungan moral, dan menjadi penyemangat dari masa SMA dan perkuliahan ini.
16. *Last but not least*, terima kasih untuk diriku sendiri yang telah bertahan, berjuang, dan tidak menyerah. Terima kasih sudah berani melewati rasa lelah, ragu, dan segala keterbatasan hingga akhirnya bisa sampai pada titik ini. Semua air mata, doa, dan usaha yang telah dicurahkan menjadi bukti bahwa kamu mampu. Jangan pernah berhenti bermimpi, karena perjalanan ini masih panjang dan indah untuk dijalani.

Semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan dari semua pihak yang sudah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan baru dan manfaat bagi pembaca. Akhir kata saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Palembang, September 2025



Brevy Risna Devinci
NIM 04031382126070

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
Abstrak.....	xii
<i>Abstract</i>	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Implan Gigi.....	5
2.2 Klasifikasi Implan Gigi	6
2.3 Biokompatibilitas Permukaan Titanium	18
2.4 Hidroksiapatit sebagai Pelapis Implan Titanium.....	18
2.4.1 Penggunaan Hidroksiapatit dalam Modifikasi Permukaan Implan Titanium.....	19
2.5 Metode Pelapisan Hidroksiapatit pada Implan Titanium	19
2.6 Osseointegrasi.....	22
2.6.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Osseointegrasi.....	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian	28
3.2 Waktu Penelitian.....	28
3.3 Variabel Penelitian.....	28
3.3.1 Tipe studi.....	28

3.3.2 Populasi	28
3.3.3 Intervensi.....	28
3.3.4 <i>Outcome</i>	29
3.3.5 <i>Setting</i>	29
3.3.6 Pertanyaan Penelitian	29
3.4 Kerangka Analisis	29
3.5 Domain Penelitian	29
3.6 Definisi Operasional	29
3.7 Strategi Pencarian Data	31
3.8 Rencana Penilaian Bias	32
3.8 Rencana Ekstraksi Data.....	33
3.9 Sintesis Data	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian.....	34
4.2 Pembahasan	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Strategi Pencarian Data Kriteria Inklusi	31
Tabel 2. Strategi Pencarian Data Kriteria Eklusi	32
Tabel 3. Strategi pencarian berdasarkan pangkalan data	32
Tabel 4. Penilaian analisis bias <i>Systematic Review Center for Laboratory Animal Experimentation</i>	33
Tabel 5. Ekstraksi Data Jurnal	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Jaringan epitel dan jaringan peri-implan	5
Gambar 2.	Implan Endosteal	7
Gambar 3.	Implan Transosteal, a. Implan transmandibular. b. Implan <i>staple bone</i>	8
Gambar 4.	Implan Eposteal, a. Implan Subperiosteal, b. Radiografi <i>Ramus Frame Implant</i>	10
Gambar 5.	<i>Blade Implant</i>	10
Gambar 6.	<i>Cylinder Implant</i>	11
Gambar 7.	<i>Screw Implant</i>	11
Gambar 8.	Implan Zirkonia	13
Gambar 9.	Implan titanium.....	16
Gambar 10.	Osseointegrasi antara tulang dan implan	23

PENGARUH LAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PERMUKAAN TITANIUM IMPLAN GIGI TERHADAP OSSEOINTEGRASI (*Literature Review*)

Brevy Risna Devinci
Program Studi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Abstrak

Latar Belakang: Implan gigi berbahan titanium menjadi pilihan utama karena kekuatan mekanis, biokompatibilitas, serta ketahanan korosinya. Namun, proses osseointegrasi yang kurang optimal dan potensi reaksi inflamasi masih menjadi kendala. Lapisan hidroksiapatit (HA) digunakan sebagai alternatif untuk meningkatkan osseointegrasi karena bersifat osteokonduktif, memiliki koefisien ekspansi termal mirip tulang, serta mampu merangsang proliferasi osteoblas. **Tujuan:** Mengetahui pengaruh dari penggunaan lapisan hidroksiapatit pada permukaan implan gigi titanium terhadap osseointegrasi. **Metode:** *Literature review* dilakukan menggunakan data *Google Scholar*, *DOAJ*, *Science Direct*, dan *PubMed* selama 15 tahun terakhir dihitung sejak tahun 2010 hingga 2025. Jurnal yang digunakan sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi kemudian dilakukan analisis dan dirangkum untuk mendapatkan data pengaruh dari penggunaan lapisan hidroksiapatit pada permukaan implan gigi titanium terhadap osseointegrasi. **Hasil:** Penelitian *literature review* ini berhasil menyintesis 11 jurnal *in vivo* dengan hasil bias rendah pada jurnal tersebut. Sebanyak 9 dari 11 jurnal menyatakan bahwa hidroksiapatit pada titanium implan gigi mempengaruhi osseointegrasi. **Kesimpulan:** Lapisan hidroksiapatit pada titanium implan gigi mempengaruhi hasil osseointegrasi.

Kata kunci: Hidroksiapatit, Titanium, Implan Gigi, Osseointegrasi

**THE INFLUENCE OF HYDROXYAPATITE COATING ON
TITANIUM DENTAL IMPLANT SURFACES TOWARD
OSSEOINTEGRATION
(Literature Review)**

**Brevy Risna Devinci
Dentistry Study Program
Faculty of Medicine, Sriwijaya University**

Abstract

Background: Titanium dental implants are the primary choice due to their mechanical strength, biocompatibility, and corrosion resistance. However, suboptimal osseointegration and the potential for inflammatory reactions remain major challenges. Hydroxyapatite (HA) coating is used as an alternative to enhance osseointegration because it is osteoconductive, has a thermal expansion coefficient similar to bone, and can stimulate osteoblast proliferation. **Objective:** To determine the effect of hydroxyapatite coating on titanium dental implants toward osseointegration, **Methods:** A literature review was conducted using data from Google Scholar, DOAJ, ScienceDirect, and PubMed over the last 15 years, from 2010 to 2025. The selected journals met the inclusion and exclusion criteria, and were analyzed and summarized to obtain data regarding the effect of hydroxyapatite coating on titanium dental implants toward osseointegration. **Results:** This literature review synthesized 11 in vivo studies, all of which demonstrated a low risk of bias. Nine out of eleven studies reported that hydroxyapatite coating on titanium dental implants has a positive effect on osseointegration. **Conclusion:** Hydroxyapatite coating on titanium dental implants influences the outcome of osseointegration.

Keywords: Hydroxyapatite, Titanium, Dental Implants, Osseointegration

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut menjadi salah satu aspek penting dari kesehatan umum karena berdampak pada kesehatan tubuh secara keseluruhan. Peningkatan usia seseorang sejalan dengan meningkatnya risiko kehilangan gigi yang dapat menyebabkan perubahan pada aspek anatomi, fisiologis, dan psikologis dari seseorang. Kehilangan gigi dapat diatasi dengan penggunaan gigi tiruan sebagai upaya pemulihan fungsi dan estetika rongga mulut.¹ Implan gigi menjadi pilihan perawatan yang dapat diandalkan saat ini untuk pasien yang kehilangan sebagian atau seluruh gigi karena memberikan banyak keuntungan seperti mengembalikan fungsi gigi yang normal pada pasien.² Terdapat sekitar 1.300 sistem implan dengan berbagai variasi pada bentuk, material, dan karakteristik permukaan (topografi dan *wettability*). Karakteristik permukaan dan material lapisan pada implan gigi berpengaruh pada proses osseointegrasi yang merupakan syarat mutlak untuk keberhasilan implan gigi.^{2,3}

Osseointegrasi terjadi ketika osteoblas (sel pembentukan tulang) tumbuh dan berintegrasi langsung dengan permukaan batang implan gigi yang ditanamkan melalui pembedahan ke dalam rahang.⁴ Beberapa faktor yang memengaruhi osseointegrasi seperti desain implan, kondisi permukaan, dan material implan. Faktor ini berkontribusi terhadap kemampuan sel osteoblas untuk adhesi dan berproliferasi disekitar permukaan implan. Osseointegrasi yang optimal terjadi ketika permukaan implan mampu mendukung proses penyembuhan tulang melalui

respon biologis yang stabil dan cepat tanpa terbentuknya jaringan fibrosa. Karakteristik material implan juga berperan penting terhadap keberhasilan proses osseointegrasi.⁵ Titanium merupakan material yang paling umum digunakan pada implan gigi dan dikenal sebagai “*gold standar*” karena memiliki keberhasilan klinis jangka panjang.⁶

Titanium memiliki densitas yang rendah, kekuatan mekanis yang baik, tidak beracun, dan ketahanan terhadap korosi yang baik.⁷ Ketahanan korosi dikarenakan titanium memiliki lapisan pelindung oksida yang terbentuk secara alami yang mencegah kontak langsung antara titanium dan lingkungan korosif.⁸ Implan gigi berbahan titanium juga memiliki biokompabilitas yang tinggi dan respon terhadap jaringan yang baik.⁹ Hal ini disebabkan oleh sifat logam tersebut dapat diterima oleh tubuh manusia. Meski demikian, beberapa studi menyatakan bahwa reaksi inflamasi dapat terjadi di sekitar implan titanium karena disebabkan oleh terbentuknya jaringan fibrosa avaskular. Untuk mengatasi hal tersebut, lapisan hidroksiapatit dapat digunakan untuk mendukung proses osseointegrasi implan dengan jaringan sekitarnya dan mencegah terjadinya reaksi inflamasi.⁷

Lapisan hidroksiapatit digunakan untuk melapisi permukaan titanium karena memiliki koefisien ekspansi termal yang mirip dengan tulang dan dapat meningkatkan stabilitas implan dengan pelepasan ion osteoinduktif (kemampuan induksi diferensiasi sel) seperti kalsium dan fosfat yang dapat memicu proliferasi (pertumbuhan sel) osteoblas dan pengendapan matriks tulang.¹⁰ Cavalcanti et al. menyatakan permukaan implan yang dilapisi hidroksiapatit dapat meningkatkan osseointegrasi dengan mempercepat interaksi antara implan dan sel osteoblas.¹¹

Lapisan ini juga dapat membentuk adhesi (daya lekat) sel yang baik sehingga meningkatkan proses osseointegrasi serta dapat meningkatkan pembentukan tulang dan mengurangi pengeroposan tulang.^{12,13} Faeda et al. menyatakan implan dengan lapisan hidroksiapatit memiliki adhesi dan kekuatan mekanis yang dapat meningkatkan interaksi *bone-implant* yang berpengaruh pada osseointegrasi.¹⁴ Wang et al. menyatakan bahwa implan yang dilapisi hidroksiapatit secara signifikan meningkatkan pembentukan tulang yang dapat mendukung proses osseointegrasi.¹⁵

Beberapa penelitian membuktikan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara permukaan implan yang dilapisi dan tidak dilapisi oleh hidroksiapatit terhadap respon tulang hal itu terbukti pada penelitian Bryington et al. yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara implan titanium yang dilapisi dan tidak dilapisi oleh hidroksiapatit pada rasio permukaan.¹⁶ Lapisan hidroksiapatit pada implan titanium tidak mempengaruhi daya lekat antara implan dan tulang hal itu terbukti pada penelitian oleh Breding et al. yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan signifikan dalam pengukuran *removal torque* (pengukuran daya lekat implan dengan tulang) antara implan titanium yang dilapisi hidroksiapatit dan yang tidak dilapisi, baik setelah 3 minggu maupun 12 minggu masa penyembuhan.¹⁷

Berdasarkan uraian di atas maka *literature review* ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan lapisan hidroksiapatit pada permukaan titanium implan gigi terhadap osseointegrasi dengan menggunakan data-data penelitian terdahulu secara objektif dan subjektif. Penulis ingin meninjau lebih lanjut secara

literature review tentang “Pengaruh Penggunaan Lapisan Hidroksiapatit pada Permukaan Implan gigi Titanium Terhadap Osseointegrasi”.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh lapisan hidroksiapatit pada permukaan implan gigi titanium terhadap osseointegrasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari penggunaan lapisan hidroksiapatit pada permukaan implan gigi titanium terhadap osseointegrasi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Dalam bidang teoritis penelitian ini bermanfaat untuk menambah wawasan, informasi, dan ilmu pengetahuan tentang pengaruh dari penggunaan lapisan hidroksiapatit pada permukaan implan gigi titanium terhadap osseointegrasi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut mengenai penggunaan implan dengan lapisan hidroksiapatit yang memiliki pengaruh terhadap osseointegrasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wahjuni, Sri; Mandanie, Sefy Ayu. Fabrication of combined prosthesis with castable extracoronary attachments (laboratory procedure). *Journal of Vocational Health Studies*, 2017, 1.2: 75-81.
2. Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. Vol. 2016. *BioMed Research International*. Hindawi Limited; 2016: 1-16.
3. Tetelepta R, Machmud E, Dokter P, Spesialis Prostodonsia G. Pengaruh penambahan bahan bioaktif pada implan gigi berdasarkan pemeriksaan histologi (Effect of addition of bioactive materials on dental implant based on the histology examination). Vol. 4, *Makassar Dent J*. 2015: 135-137.
4. Koenig LJ .Dental implants and imaging of the jaws. *Semin Ultrasound CT MRI*.2015 Oct;36(5):415-27.
5. Elias CN, Meirelles L. Improving osseointegration of dental implants. Vol. 7, *Expert Review of Medical Devices*. 2010. p. 241–56.
6. Osman RB, Swain M V. A critical review of dental implant materials with an emphasis on titanium versus zirconia. Vol. 8, *Materials*. MDPI AG; 2015. p. 932–58.
7. Mohseni E, Zalnezhad E, Bushroa AR. Comparative investigation on the adhesion of hydroxyapatite coating on Ti-6Al-4V implant: A review paper. *Int J Adhes Adhes*. 2014;48:238–57.
8. Sukmana I, Eka Risano AY, Arif Wicaksono M, Adi Saputra R. Perkembangan dan Aplikasi Biomaterial dalam Bidang Kedokteran Modern: A Review. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*. 2022 Oct 29;1(5):635–46.
9. Mussano F, Genova T, Munaron L, Faga MG, Carossa S. Ceramic Biomaterials for Dental Implants: Current Use and Future Perspectives. In: *Dental Implantology and Biomaterial*. InTech; 2016:64-5.
10. Vicente J, Neto C, Beatriz A, Teixeira V, Cândido A, Reis D. Hydroxyapatite coatings versus osseointegration in dental implants: A systematic review. 2023:1-2.
11. Cavalcanti JH de L, Matos PC, de Gouvêa CVD, Carvalho W, Calvo-Guirado JL, Aragoneses JM, et al. In vitro assessment of the functional dynamics of titanium with surface coating of hydroxyapatite nanoparticles. *Materials*. 2019;12(5).
12. Khvostov M V., Bulina N V., Zhukova NA, Morenkova EG, Rybin DK, Makarova S V., et al. A study on biological properties of titanium implants coated with multisubstituted hydroxyapatite. *Ceram Int*. 2022 Dec 1;48(23):34780–92.
13. Łukaszewska-Kuska M, Krawczyk P, Martyla A, Hędzielek W, Dorocka-Bobkowska B. Hydroxyapatite coating on titanium endosseous implants for improved osseointegration: Physical and chemical considerations.

- Advances in Clinical and Experimental Medicine. 2018 Aug 1;27(8):1055–9.
14. Faeda RS, Tavares HS, Sartori R, Guastaldi AC, Marcantonio E. Biological Performance of Chemical Hydroxyapatite Coating Associated With Implant Surface Modification by Laser Beam: Biomechanical Study in Rabbit Tibias. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009;67(8):1706–15.
 15. Wang X, Mei L, Jiang X, Jin M, Xu Y, Li J, et al. Hydroxyapatite-Coated Titanium by Micro-Arc Oxidation and Steam–Hydrothermal Treatment Promotes Osseointegration. *Front Bioeng Biotechnol*. 2021 Aug 19;9.
 16. Bryington MS, Hayashi M, Kozai Y, Vandeweghe S, Andersson M, Wennerberg A, et al. The influence of nano hydroxyapatite coating on osseointegration after extended healing periods. *Dental Materials*. 2013 May;29(5):514–20.
 17. Breeding K, Jimbo R, Hayashi M, Xue Y, Mustafa K, Andersson M. The effect of hydroxyapatite nanocrystals on osseointegration of titanium implants: An in vivo rabbit study. *Int J Dent*. 2014;2014:5-6.
 18. S. Alfaer A, F. Aljabr R, A. Alharthi W, A. Alhazzani H, Owaywid AN Bin, H. Alwadai A, et al. Causes, risk factors and complications of dental implant failure. *Int J Community Med Public Health*. 2023 Jan 12;10(2):854–9.
 19. Al-Sabbagh M, Bhavsar I. Key local and surgical factors related to implant failure. Vol. 59, *Dental Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2015. p. 1–23.
 20. Warreth A, Ibeyou N, O’Leary RB, Cremonese M, Abdulrahim M. Dental implants: An overview. Vol. 44, *Dental Update*. George Warman Publications; 2017. p. 596–620.
 21. Choe S, Ma T, Jones D, Shiao HJ, Saito H. Peri-implant mucosal tissue attachment: Narrative review. *Dentistry Review*. 2024 Sep;4(3):100141.
 22. Putri W, Mardiana A. Diabetes Mellitus as a risk factor for dental implant placement. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah, Special Edition*. 8(2):210–6.
 23. Resnik, Randolph. *Misch’s Contemporary Implant Dentistry*. Elsevier Health Sciences, fourth. 2021. 20–7 p.
 24. Panchal M, Khare S, Khamkar P, Suresh Bhole K. Dental implants: A review of types, design analysis, materials, additive manufacturing methods, and future scope. In: *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd; 2022. p. 1860–7.
 25. Elaskary, Abdelsalam. *Fundamentals of esthetic implant dentistry*. John Wiley & Sons, 2008. 3-24 p.
 26. Peeran SW, Ramalingan K. *Essentials Of Periodontics & Oral Implantology*. 1st Edition. 2021. 1-10 p.
 27. Nallaswamy D. *Textbook of Prosthodontics*. 1st ed. Jaypee Brothers Medical Publishers; 2017. 720-732 p.
 28. Hobkirk J, Watson R, Searson L. *Introducing Dental Implants*. 2003. 3-27 p.

29. Glasbrenner J, Deichsel A, Raschke MJ, Briesse T, Frank A, Herbort M, et al. Bone Staples Provide Favorable Primary Stability in Cortical Fixation of Tendon Grafts for Medial Collateral Ligament Reconstruction: A Biomechanical Study. *Orthop J Sports Med.* 2021;9(7).
30. Sotova C, Yanushevich O, Kriheli N, Grigoriev S, Evdokimov V, Kramar O, et al. Dental Implants: Modern Materials and Methods of Their Surface Modification. Vol. 16, Materials. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023:3-7.
31. Benita P, Balamurugan R. Dental implant biomaterials – an overview. *Int J Curr Adv Res.* 2019 May;8(5E): 18865-7.
32. Pavlic A, Perissinotto F, Turco G, Contardo L, Stjepan S. Do Chlorhexidine and Probiotics Solutions Provoke Corrosion of Orthodontic Mini-implants? An In Vitro Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019 Nov;34(6):1379–88.
33. Iatecola A, Longhitano GA, Antunes LHM, Jardini AL, Miguel E de C, Béreš M, et al. Osseointegration improvement of co-cr-mo alloy produced by additive manufacturing. *Pharmaceutics.* 2021 May 1;13(5).
34. Lozano P, Peña M, Herrero-Climent M, Rios-Santos JV, Rios-Carrasco B, Brizuela A, et al. Corrosion Behavior of Titanium Dental Implants with Implantoplasty. *Materials.* 2022 Feb 1;15(4).
35. Wu H, Chen X, Kong L, Liu P. Mechanical and Biological Properties of Titanium and Its Alloys for Oral Implant with Preparation Techniques: A Review. Vol. 16, Materials. Multidisciplinary Digital Publishing Institute .2023;16(3):918.
36. Jemat A, Ghazali MJ, Razali M, Otsuka Y. Surface modifications and their effects on titanium dental implants. Vol. 2015, BioMed Research International. Hindawi Publishing Corporation; 2015:2-3.
37. Eom TG, Jeon GR, Jeong CM, Kim YK, Kim SG, Cho IH, et al. Experimental study of bone response to hydroxyapatite coating implants: Bone-implant contact and removal torque test. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Oct;114(4):411–8.
38. Guo A, Yan Guo C, Tin Hong Tang A, Pekka Matinlinna J. Insights into Surface Treatment Methods of Titanium Dental Implants. *J Adhes Sci Technol.* 2012;26(17-18): 1891-915.
39. Utami DP, Indrani DJ, Eriwati YK. Peran metode modifikasi permukaan implan terhadap keberhasilan osseointegrasi. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran.* 2019 Aug 31;31(2). 95-101.
40. Minami T. Advanced sol-gel coatings for practical applications. *J Solgel Sci Technol.* 2013 Jan;65(1):4–11.
41. Darbur U, Morkus S. *Implant Dental Nursing.* Miller M, editor. 2008. 1–17 p.
42. Kumar V, Seth J, Aeran M, Sani A. From surface to success: How implant surfaces shape osseointegration. *IP International Journal of Periodontology and Implantology.* 2024 Jul 28;9(2):58–63.

43. Palmer RM, Howe LC, Palmer P j. *Implants in Clinical Dentistry*. 2011. 1–137 p.
44. Ebenezer S, Kumar V V., Thor A. Basics of Dental Implantology for the Oral Surgeon. In: *Oral and Maxillofacial Surgery for the Clinician*. Springer Singapore; 2021. p. 385–405.
45. Jing W, Zhang M, Jin L, Zhao J, Gao Q, Ren M, et al. Assessment of osteoinduction using a porous hydroxyapatite coating prepared by micro-arc oxidation on a new titanium alloy. *International Journal of Surgery*. 2015 Dec 1;24:51–6.
46. Suwanprateeb J, Suvannapruk W, Chokevivat W, Kiertkittikhoon S, Jaruwangsanti N, Tienboon P. Bioactivity of a sol–gel-derived hydroxyapatite coating on titanium implants in vitro and in vivo. *Asian Biomedicine*. 2018 Feb 1;12(1):35–44.
47. Lim HP, Park SW, Yun KD, Park C, Ji MK, Oh GJ, et al. Hydroxyapatite Coating on TiO₂ Nanotube by Sol–Gel Method for Implant Applications . *J Nanosci Nanotechnol*. 2017 Sep 29;18(2):1403–5.
48. Park YJ, Choi KH, Hahn BD, Lee YC, Song JY, Park YT, et al. New bone formation between bare titanium surface and hydroxyapatite coating by the aerosol deposition technique in the nasal mucosal penetration model. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2013 Mar;24(2):632–5.
49. Lee JH, Lee JM, Kim YH, Kim MS, Kim KN. Evaluation of dental implant with hydroxyapatite coating by laser-induced hydrothermal synthesis: in vitro and in vivo experimental study. *Discov Nano*. 2025;20(1):43.