

## Pengaruh penambahan bahan bioaktif pada implan gigi berdasarkan pemeriksaan histologi

(Effect of addition of bioactive materials on dental implant based on the histology examination)

<sup>1</sup>Richard Tetelepta, <sup>2</sup>Edy Machmud

<sup>1</sup>Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia

<sup>2</sup>Departemen Prostodonsia

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

Makassar, Indonesia

### ABSTRAK

Implantasi gigi pada tulang *alveolar* merupakan salah satu metode untuk memberikan retensi dan dukungan kekuatan pada pemasangan gigi tiruan, baik gigi tiruan cekat maupun lepasan. Keberhasilan jangka panjang dari implantasi gigi sangat tergantung pada penyembuhan yang cepat dengan integrasi yang aman ke dalam tulang rahang. Performa implan ditunjukkan oleh mekanisme interaksi antara bahan implan dengan jaringan sekitarnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut berbagai modifikasi permukaan implan titanium telah dilakukan agar bersifat bioaktif sehingga terjadi oseointegrasi, diantaranya adalah membuat permukaan titanium menjadi bioaktif melalui modifikasi komposisi kimia dan topografi permukaan implan yang bersesuaian sebagai retensi sel tulang pada permukaan implan titanium. Pada pemeriksaan histologi gambaran struktur mikro hasil karakterisasi *scanning electron microscope* memperlihatkan bahan bioaktif atau hidroksiapatit yang terdapat pada permukaan implan terluar merupakan modifikasi permukaan yang bertujuan untuk menambahkan bioaktivitas perlekatan implan dan jaringan tulang, sehingga dihasilkan perlekatan mekanis dan biologis yang baik.

**Kata kunci:** implan gigi, oseointegrasi, hidroksiapatit, *sanning electron microscope*

### ABSTRACT

*Dental implant in alveolar bone is one method to provide retention and support the strength of the dentures, denture prosthesis either fixed or removable. Long-term success of dental implants is highly dependent on rapid healing with secure integration into the jawbone. Performance of the implant is indicated by the mechanism of interaction between the implant materials with the surrounding tissue. To overcome these problems, various surface modification of titanium implants have been done so are bioactive resulting in osseointegration, which are made of titanium into the bioactive surface through modification of the chemical composition and surface topography corresponding implant as retention of bone cells on the surface of titanium implants. Microstructur characterization of scanning electron microscope histologically shows the hydroxyapatite found in the outermost surface of the implant is a surface modification that aims to add the bioactivity of attachment of the implant and the bone tissue, so that the resulting mechanical and biological adhesion was good.*

**Keywords:** dental implant, osseointegration, hydroxyapatite, *scanning electron microscope*

### PENDAHULUAN

Implan gigi pada tulang *alveolar* merupakan salah satu metode untuk memberikan retensi dan dukungan kekuatan pada pemasangan gigi tiruan, baik gigi tiruan cekat maupun lepasan. Implan gigi memiliki bagian yang masuk ke dalam tulang sebagai pengganti akar gigi dan disebut bagian struktur infra, sedangkan bagian atasnya sebagai tempat pemasangan gigi tiruan, disebut dengan bagian struktur supra. Implan gigi akan memberikan stabilitas yang lebih baik untuk fungsi bicara maupun fungsi pengunyahan di dalam rongga mulut dan mengurangi risiko terjadinya karies, mempermudah

pembersihan permukaan proksimal gigi sebelahnya dan rata-rata kesuksesan 97% untuk 10 tahun.<sup>1</sup>

Keberhasilan jangka panjang dari implan gigi sangat tergantung pada penyembuhan cepat dengan integrasi yang aman ke dalam tulang rahang. Geometri dan topografi permukaan sangat penting bagi keberhasilan jangka pendek dan panjang dari implan gigi. Permukaan implan telah dikembangkan dalam dekade terakhir terkonsentrasi dalam upaya untuk memberikan lebih cepat peningkatan dalam proses oseointegrasi tulang. Beberapa modifikasi permukaan telah dikembangkan dan saat ini digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja

klinis, termasuk perubahan, *blasted*, *acid-etched*, *poroussintered*, *oxidized*, *plasma-sprayed* dan *hydroxyapatite-coated surfaces*, serta kombinasi dari prosedur ini. Di antara beberapa parameter yang mempengaruhi keberhasilan implan, permukaan antara implan dan tulang memainkan peran penting dalam memperpanjang umur dan meningkatkan fungsi prosthesis.<sup>2</sup>

Performa implan ditunjukkan oleh mekanisme interaksi antara bahan implan dengan jaringan sekitarnya. Mekanisme interaksi ini terjadi di permukaan antara implan dengan jaringan hidup di sekitarnya menginformasikan bahwa komposisi, energi permukaan, dan kekasaran permukaan (topografi) bahan implan sangat menentukan performa implan di dalam jaringan tubuh agar terjadi oseointegrasi, atau dengan kata lain permukaan bahan implan harus bersifat bioaktif.<sup>3</sup>

Bahan yang bersifat biokompatibilitas belum tentu bersifat bioaktif untuk memberikan kemampuan jaringan hidup beregenerasi di sekitar permukaan implan. Suatu bahan dikatakan bersifat bioaktif tidak

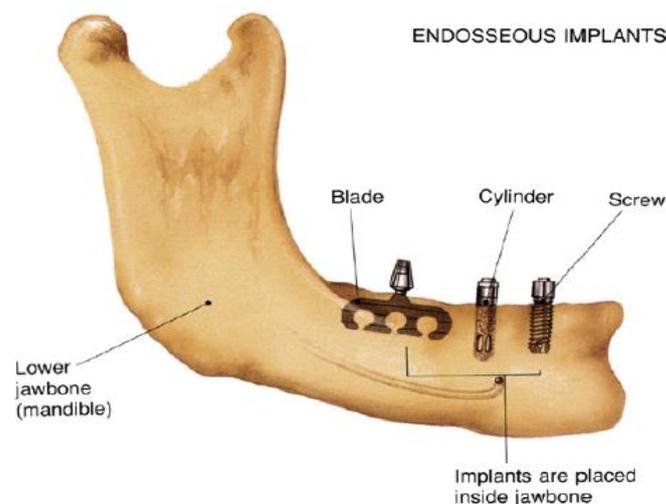
hanya memberikan *osteoconductive* tetapi juga mampu memberikan *osteoinductive*. Meskipun titanium memiliki sifat biokompatibilitas sehingga memenuhi syarat untuk digunakan dalam tubuh atau implantasi, namun lapisan ini terbukti kurang bersifat bioaktif untuk menginduksi pengendapan *Calcium phosphate (CaP)* pada saat implantasi di dalam tubuh, sehingga mengurangi oseointegrasi tulang dengan bahan implan.<sup>3</sup>

Untuk mengatasi permasalahan tersebut berbagai modifikasi permukaan implan titanium telah dilakukan agar bersifat *osteoconductive* dan *osteoinductive* sehingga terjadilah oseointegrasi, diantaranya adalah membuat permukaan titanium menjadi bioaktif melalui modifikasi komposisi kimia dan topografi permukaan implan yang bersesuaian sebagai retensi sel tulang pada permukaan implan titanium.<sup>3</sup>

Dalam makalah ini akan dibahas penambahan bahan yang bioaktif pada permukaan implan untuk mendapatkan oseointegrasi yang lebih baik dengan pengamatan histologi.

**Tabel 1** Klasifikasi desain implan gigi

Desain Implan	Kontak dengan Tulang	Komposisi	Lokasi
Subperiosteal	Langsung pada permukaan tulang di bawah jaringan gingiva; tidak ada penetrasi tulang	Co-Cr-Mo (Vitallium)	Maksila dan Mandibula
Transosteal	Sepenuhnya melalui tulang, menembus dinding kortikal dua kali	Titanium atau Ti-alloy	Mandibula
Endosteal	Dalam tulang, menembus dinding kortikal sekali	Titanium atau Ti-alloy	Maksila dan Mandibula



**Gambar 1** Desain implan endosteal. Ditunjukkan di sini adalah tiga desain implan endoseous yang berbeda. Perhatikan bahwa semua desain yang ditanamkan langsung dalam tulang. Meskipun desain *blade* sudah alveolar atau tulang basal bawah (dalam kasus tulang alveolar telah sebagian atau seluruhnya telah resorpsi), dan implan ditempatkan ke dalam lokasi ini. Bagian atas implan diposisikan jarang digunakan, Versi silinder dan sekrup berbentuk lurus menjadi desain implan yang paling banyak digunakan saat ini.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Implan gigi

Berdasarkan sejarahnya, implan gigi telah diklasifikasikan sesuai dengan desain mereka. Desain ini didasarkan pada bagaimana metode pembedahan penempatan implan tersebut. Ketiga jenis implan yang biasa digunakan untuk 40 tahun terakhir ini adalah implan subperiosteal, implan transosteal, dan implan endosseous/endosteal (Tabel 1).<sup>4</sup>

Implan endosseous adalah jenis yang paling umum dari jenis implan yang lainnya. Implan ditempatkan langsung ke mandibula atau maksila (Gambar 1). Sebuah *pilot hole* dibor ke dalam sehingga sedikit menjorok dari pelat kortikal atau rata dengan permukaan tulang. Biasanya struktur supra yang mendukung gigi atau gigi tiruan terhubung ke implan melalui abutment yang berulir ke dalam tubuh secara langsung melalui mukosa.<sup>4</sup>

Morfologi permukaan implan gigi dimodifikasi secara kimiawi, secara mekanik dan perawatan elektrokimia. Dengan perlakuan pada permukaan implan memungkinkan untuk mengurangi waktu penyembuhan setelah operasi, mempercepat proses pertumbuhan dan pematangan tulang, meningkatkan stabilitas primer dan untuk memastikan keberhasilan penempatan implan dalam tulang dengan kualitas dan kuantitas yang lebih sedikit. Ada banyak variabel, parameter kombinasi yang terkait dengan pengobatan permukaan implan dan faktor yang mempengaruhi oseointegrasi (bahan, bentuk implan, permukaan implan, kualitas tulang dan kuantitas, teknik bedah dan kondisi pembebanan).<sup>5</sup>

### Oseointegrasi dan biointegrasi

Diketahui bahwa keberhasilan dalam implan gigi tergantung pada pertimbangan beberapa parameter yang dapat meningkatkan kedua kriteria baik biologis dan mekanis. Untuk menjelaskan mekanisme mikro yang terlibat dalam oseointegrasi diperlukan pengetahuan tentang konsep biologi, fisiologi, anatomi, operasi dan regenerasi jaringan. Oseointegrasi diamati pada beberapa lokasi, termasuk tidak hanya pada implan gigi, tetapi juga implan rahang atas, penggantian sendi yang rusak dan penempatan kaki palsu.<sup>4</sup>

Oseointegrasi didefinisikan oleh *Branemark* sebagai hubungan langsung dari tulang yang sehat dengan permukaan implan yang menerima beban fungsional. Definisi ini telah dimodifikasi selama bertahun-tahun. Di antara persyaratan yang penting untuk oseointegrasi adalah adanya permukaan biokompatibel, adanya tulang alveolar sebagai tempat yang potensial dan tidak adanya traumatisasi operasi.<sup>5</sup>

Bagi *Branemark et al*, fenomena oseointegrasi adalah karena pembentukan tulang baru dalam kontak dekat dengan implan. Untuk mencapai tujuan ini, protokol harus dikembangkan, karena beberapa parameter harus didefinisikan, dari pilihan logam untuk penempatan prosthesis. Dengan demikian, oseointegrasi tergantung pada bahan yang digunakan dalam implan, kondisi mesin, permukaan akhir, jenis tulang yang menerima implan, teknik bedah, desain prosthesis dan perawatan pasien. Di antara faktor-faktor bedah yang mempengaruhi oseointegrasi, persiapan penempatan implan adalah sangat penting. Pengeboran area implan tidak hanya menyebabkan kerusakan mekanis pada tulang tetapi juga akan meningkatkan suhu tulang yang berbatasan langsung dengan permukaan implan. Kerusakan mekanis dan termal untuk jaringan di sekitar implan selama pengeboran dapat memiliki efek merusak pada keadaan awal di rongga penempatan implan.<sup>5</sup>

Dalam keadaan yang optimal, diferensiasi tulang terjadi langsung berbatasan dengan bahan implan (oseointegrasi). Idealnya, implan oseointegrasi ini menyediakan koneksi yang stabil antara tulang-implan yang dapat mendukung gigi tiruan dan mentransfer aplikasi beban tanpa memusatkan tekanan pada permukaan antara tulang dan implan. Oseointegrasi sekarang secara resmi didefinisikan sebagai perkiraan terdekat dari tulang ke bahan implan (gambar 2). Untuk mencapai oseointegrasi, tulang harus layak, ruang antar tulang dan implan harus kurang dari 10 nm dan tidak mengandung jaringan fibrosa, dan *interface* tulang-implan harus mampu bertahan dari pembebanan gigi tiruan. Dalam prakteknya saat ini oseointegrasi merupakan syarat mutlak untuk kesuksesan implan pendukung prosthesis gigi. Untuk mencapai oseointegrasi antara implan dan tulang, sejumlah faktor harus diperhatikan. Tulang harus dipersiapkan dengan cara yang tidak menyebabkan nekrosis atau peradangan. Proses penyembuhan implan untuk sesaat diperbolehkan tanpa pembebanan. Akhirnya, bahan yang tepat harus diimplantasi, sebab tidak semua bahan mendukung oseointegrasi.<sup>4</sup>

Oseointegrasi adalah pembentukan hubungan langsung yang kuat antara permukaan implan dan jaringan tulang di sekitar. *Interface* yang dihasilkan mampu menahan gaya normal yang dihasilkan selama pengunyahan. Adanya intervensi lapisan keramik pada implan akan mencegah seperti kontak permukaan dari pembentukan. Minimal, dua *interface* dibuat pada permukaan lapisan dalam dan lapisan luar. Namun, jika lapisan keramik bioaktif, mungkin secara kimiawi menyatu dengan tulang sekitarnya pada permukaan luar, sementara permukaan lapisan

interior mempertahankan keterikatan yang erat secara fisik pada permukaan logam implan. Dalam hal ini, permukaan dengan tulang disebut biointegrasi, karena kontak tulang-implan memiliki lapisan intervensi dengan dua permukaan yang kuat.<sup>4</sup>

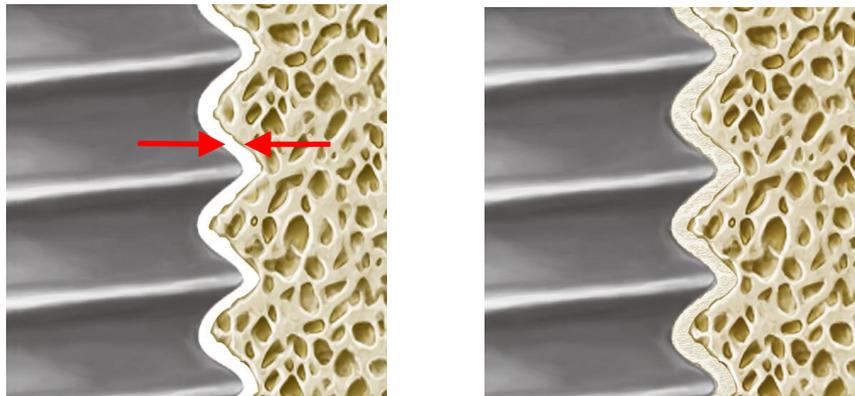
**Mekanisme untuk mencapai dan meningkatkan perlekatan implan-jaringan**

Cara lain mengelompokkan implan adalah sifat mekanisme perlekatan mereka. Serat periodontal, yang melekatkan gigi ke tulang, terdiri dari jaringan fibrosa yang sangat berbeda. Serat ini dilengkapi dengan banyak sel dan ujung saraf yang membuat mungkin untuk meredam getaran, fungsi sensorik,

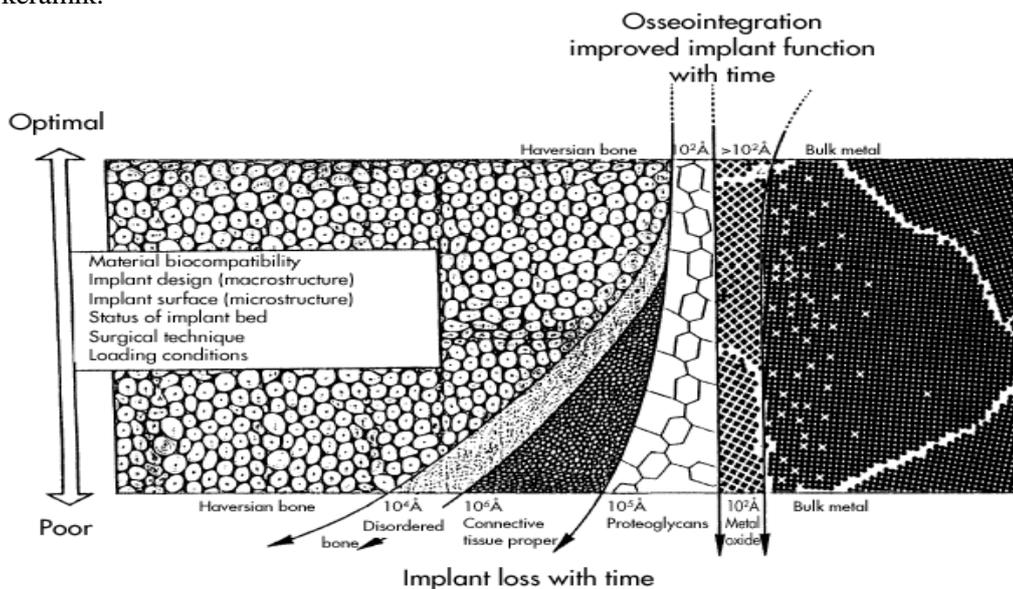
pembentukan tulang, dan gerakan gigi. Meskipun ini adalah bentuk paling ideal dari perlekatan, sampai saat ini belum diketahui bahan atau sistem implan yang dapat merangsang pertumbuhan serat ini yang menyerupai fungsi gigi alami.<sup>6</sup>

Implan harus mampu membawa tekanan oklusal. Selain itu, tekanan harus ditransfer ke tulang yang berdekatan. Tidak hanya harus tekanan ditransfer, tetapi mereka harus tepat dalam orientasi dan besarnya sehingga jaringan layak dipertahankan dalam keadaan fisiologis selama mungkin. Potensi untuk mengirim sebagian besar tekanan tergantung pada pencapaian fiksasi *interfacial*.<sup>7</sup>

Dalam situasi yang ideal, seperti situasi yang



**Gambar 2** Oseointegrasi dan biointegrasi; **A** oseointegrasi, bahan implan (kiri) dan tulang (kanan). Kedekatan satu sama lain, pendekatan ini harus lebih dekat dari 10 nm (panah). Dalam ruang intervensi, tidak ada jaringan fibrosa, **B** biointegrasi, implan dan tulang yang menyatu dan terus-menerus dengan satu sama lain. Oseointegrasi biasanya terjadi dengan paduan titanium, sedangkan biointegrasi terjadi dengan keramik dan implan logam berlapis keramik.



**Gambar 3** Skematik zona antarmuka, menunjukkan konstituen: logam curah, oksida logam, proteoglikan, *connective tissue*, *disordered and ordered bone*, dan proporsi yang relatif dari masing-masing untuk Oseointegrasi yang baik dan yang buruk (Dari Branemark et al, 1985, Dicitak ulang dengan izin).

dapat dicapai dengan titanium murni komersil (c.p.), kalsifikasi jaringan dapat diamati dalam beberapa ratus Angstrom permukaan implan. Sebuah lapisan proteoglikan, dengan ketebalan 200-400 Å, terletak berdekatan dengan logam oksida, dan filamen kolagen dapat diamati sekitar 200 Å dari permukaan (Gambar 3). Kurangnya teknik bedah yang optimal, kimia permukaan implan, dan gerak relatif dapat menyebabkan ketebalan zona dari proteoglikan, jaringan ikat lunak, dan tulang tidak teratur.<sup>7</sup>

Mengembangkan implan optimal yang sesuai dengan semua tujuan ini memerlukan integrasi materi, fisika, kimia, mekanis, biologis, dan faktor ekonomi. Ini harus menunjukkan bahwa semua sifat ini penting, Mereka tidak bisa dioptimalkan semua dalam suatu desain tertentu. Bahkan mengoptimalkan satu sifat sering mengurangi sifat yang lainnya. Dengan demikian, dalam desain implan, kedudukan kebutuhan dan tujuan diperlukan.<sup>7</sup>

Dalam kasus implan oseointegrasi, ketika tidak ada kapsul fibrosa, resolusi tinggi hasil mikroskopis menunjukkan zona *antar permukaan* afibrilar pada *interface* tulang-implan; mineralisasi pada jaringan umumnya tidak langsung menyentuh biomaterial. Lapisan antar permukaan yang kaya protein *non-kolagen* serta protein plasma tertentu. *Interface* titanium-tulang baru menyajikan lapisan tipis dengan proteoglikan dan glikoprotein. Beberapa peneliti telah menyatakan zona antar permukaan ini menyediakan mekanisme perlekatan antara jaringan keras-CP Ti.<sup>5</sup>

Penempatan implan gigi akan menyebabkan perdarahan, homeostasis, dan pembentukan clot darah fibrin pada permukaan jaringan tulang. Sel-sel pertama yang muncul di permukaan biomaterial selama kontak dengan darah (adsorpsi), koagulasi, dan fase fibrinolitik adalah sel-sel darah, yaitu, trombosit, monosit, dan granulosit polimorfonuklear serta oleh eritrosit. Segera setelah penempatan implan di alveolus, terjadi reaksi dengan jaringan tubuh.<sup>5</sup>

Bahan bioaktif, keramik glass dan hidroksiapatit, menyebabkan reaksi biologis tertentu di permukaan, sehingga terjadi penyatuan antara implan dan tulang. Biomaterial ini membentuk ikatan yang kuat dengan jaringan yang berdekatan. Biomaterial mendukung hubungan dengan jaringan tulang melalui jembatan kalsium dan fosfor. Titanium tidak sesuai dengan klasifikasi ini karena adanya lapisan oksida titanium, yang inert ketika kontak dengan jaringan. Mekanisme mikro yang bertanggung jawab untuk kontak dengan tulang tergantung sifat kimia permukaan implan.<sup>5</sup>

### **Bahan bioaktif pada sistem implan gigi**

Beberapa bahan sintesis dan biologis yang telah digunakan dalam pengobatan cacat tulang, ridge

augmentasi, dan lesi osteoporosis. Bahan-bahan ini juga digunakan untuk melapisi implan logam untuk menghasilkan permukaan ionik keramik, yang memiliki termodinamika yang stabil dan hidrofilik, sehingga menghasilkan perlekatan dengan kekuatan besar pada tulang dan jaringan sekitarnya. Keramik ini dapat menjadi *plasma-sprayed* atau melapisi implan logam untuk menghasilkan permukaan bioaktif. Istilah bioaktif mengacu kepada berbagai bahan anorganik yang dapat merangsang adhesi dan ikatan tulang. Bahan-bahan ini umumnya rapuh dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi dan kekuatan tarik yang rendah.<sup>6</sup>

Dari jenis bahan sintesis, kalsium fosfat yang paling sukses untuk pencangkokan dan augmentasi tulang. Hal ini mungkin penting terkait dengan fakta bahwa tulang terdiri dari 60-70% kalsium fosfat. Bahan-bahan ini *nonimmunogenic* dan biokompatibel dengan jaringan tubuh.<sup>6</sup> Ada dua yang paling umum digunakan kalsium fosfat adalah hidroksiapatit (HA) atau  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , dan trikalsium fosfat (TCP) atau  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Hidroksiapatit dan trikalsium fosfat digunakan sebagai bahan cangkok tulang dalam bentuk butiran atau bentuk blok sebagai *template* untuk pembentukan tulang baru. Karena bahan ini dikenal untuk mendukung dan mencapai ikatan langsung dari implan ke jaringan keras, mereka diklasifikasikan sebagai bioaktif.<sup>6</sup>

Keduanya juga mendukung pertumbuhan tulang kearah vertikal, serta ikatan yang lebih kuat untuk tulang. Lebih khusus lagi, biointegrasi tulang dengan implan menunjukkan ikatan tulang untuk HA, TCP dan kalsium fosfat lainnya yang biokompatibel sebagai akibat dari pelepasan ion kalsium dan fosfat ke jaringan sekitarnya. Namun, kekuatan ikatan dari kalsium fosfat adalah jauh di bawah alumina dan zirkonia. Penelitian telah mengungkapkan beberapa perbedaan dalam respon jaringan untuk bahan-bahan ini berikut implantasi TCP diserap lebih cepat dari pada HA dan hasil dalam pemecahan bahan dan penggantian oleh sel mesenchym dengan fitur serupa sel osteoprogenitor juga telah menunjukkan bahwa setelah 4 minggu implantasi, osteosit menumpuk berdekatan dengan butiran HA, menunjukkan kemungkinan osteogenesis dengan implan ini.<sup>6</sup>

Penggunaan kalsium fosfat ini sebagai bahan pelapis untuk implan logam secara langsung berkaitan dengan kristalinitas mereka. Minimal 50% kristal HA dianggap konsentrasi optimal pada lapisan implan. Implan komersial dilapisi dengan HA telah berkisar dari 85% kristal HA dan 15% TCP ke 97% kristal HA. Pelarutan lapisan keramik terjadi pada tingkat yang lebih tinggi dengan amorf mol struktur HA. Perlakuan panas setelah proses pengendapan terbukti

meningkatkan kristalinitas HA. Keuntungan utama pelapis keramik ini adalah bahwa dapat menstimulasi adaptasi tulang, dan menunjukkan kontak intim yang lebih pada tulang-implan dibandingkan permukaan logam. Sejumlah oseointegrasi dibandingkan antara implan logam dan implan dilapisi keramik dalam berbagai penelitian. Hasil studi menunjukkan bahwa ada integrasi tulang ke implan yang lebih besar untuk implan dilapisi HA. Bagaimanapun penelitian oleh Gottlander dan Albrektsson menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara implan yang dilapisi keramik dan implan yang tidak dilapisi setelah 6 bulan integrasi, yang berarti bahwa integrasi awal dan ketahanan terhadap kegagalan torsi implan dilapisi HA lebih dari yang tidak dilapisi, hal ini mungkin hanya berdurasi jangka pendek.<sup>6</sup>

Bahan *bioglass* ( $\text{SiO}_2\text{-CaO-Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-MgO}$ ) adalah bentuk lain dari keramik bioaktif. Bahan-bahan ini dikenal untuk membentuk hidroksiapatit lapisan berkarbonasi *in vivo* akibat dari kadar kalsium dan fosfor. Pembentukan lapisan ini dimulai oleh migrasi kalsium, fosfat, silika, dan ion sodium menuju jaringan sebagai akibat dari perubahan pH eksternal. Penipisan silikon memulai migrasi ion kalsium dan fosfat ke lapisan silika gel dari kedua permukaan *bioglass* dan cairan jaringan. Hasil pembentukan lapisan kalsium fosfor yang merangsang osteoblas untuk berkembang biak. Osteoblas ini menghasilkan fibril kolagen yang dimasukkan ke lapisan kalsium fosfor lalu berlabuh dengan kristal kalsium fosfor. Ketebalan lapisan ini adalah 100-200 nm dan telah terbukti membentuk antarmuka tulang-*bioglass* sangat kuat. *Bioglasses* diklasifikasi sebagai bahan bioaktif, karena mereka merangsang pembentukan tulang. Bahan-bahan ini lebih sering digunakan sebagai bahan graft untuk *ridge augmentation* atau

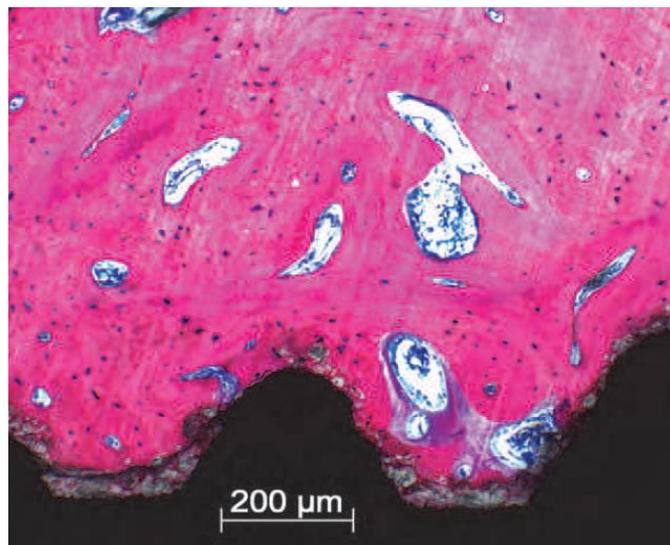
cacat tulang selain sebagai bahan pelapis untuk implan logam karena kekuatan ikatan antarmuka dari *bioglass* dengan logam dan substrat keramik lainnya lemah dan tergantung pada kelarutan. Meskipun potensi osteoinduktif menguntungkan, *bioglasses* juga sangat rapuh, yang membuat mereka tidak cocok untuk digunakan sebagai bahan bantalan-stres implan.<sup>6</sup>

## PEMBAHASAN

Beberapa tulisan dalam literatur (Wennerberg; Tete et al; Suzuki et al; Stadlinger et al; Richards) menggambarkan pentingnya sifat permukaan implan titanium oseointegrasi. Hal ini mengamati morfologi, topografi, kekasaran, komposisi kimia, energi permukaan, komposisi permukaan, potensi kimia, tegangan sisa, ketidakmurnian, ketebalan film titanium oksida dan adanya logam dan senyawa non logam di permukaan. Faktor-faktor yang disebutkan mempengaruhi konsentrasi sel yang terlibat dalam oseointegrasi. Pentingnya hal tersebut merupakan kenyataan bahwa dengan mengendalikan permukaan implan dapat mengurangi waktu penyembuhan dari implan dan *interface* tulang-implan memiliki kekuatan mekanik yang cukup untuk menahan kekuatan dalam mulut.<sup>5</sup>

### Implan gigi yang dilapisi *hydroxiapatite*

*Hydroxyapatite* adalah salah satu bahan yang dapat membentuk ikatan langsung dan kuat antara implan dan jaringan tulang. Lapisan dengan hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) dapat dianggap sebagai bioaktif karena serangkaian kejadian yang menyebabkan endapan dari lapisan CaP (*calcium phosphate*) yang kaya pada bahan implan melalui pertukaran larutan ion padat pada *interface* tulang-



**Gambar 4** Menampilkan pembentukan tulang dipercepat pada permukaan implan dilapisi *hydroxyapatite*

implan. Lapisan CaP digabungkan secara bertahap akan dikembangkan, dengan octacalcium fosfat, secara biologis setara hidroksiapatit yang akan digabungkan dalam perkembangan tulang. Bentuk sintetis dari hidroksiapatit telah diteliti karena komposisi kimia yang mirip dengan matriks mineral tulang, yang secara umum disebut hidroksiapatit.<sup>9,10</sup>

Disarankan bahwa kalsium metaphosphate (CMP) dapat menjadi pengganti tulang yang baik karena *osteoconductivity* baik dan sifat *biodegradable* yang memadai. Hasil dari teknik pelapisan dip-and-spin pada lapisan tipis CMP sekitar 1  $\mu$ m yang berhubungan dengan respon tulang lebih cepat daripada permukaan TiO<sub>2</sub>. Sedangkan lapisan CMP diduga mengatasi kerugian dari lapisan HA<sup>7</sup>, beberapa penelitian telah membandingkan permukaan berlapis CMP dengan permukaan berlapis HA secara langsung.<sup>8</sup>

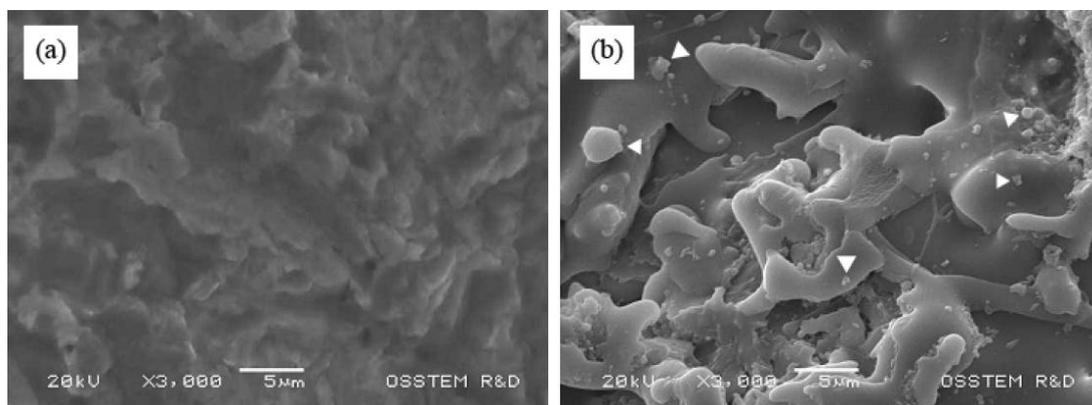
Pada gambar 5 menunjukkan *sanning electron microscope* (SEM) dari permukaan berlapis CMP dan berlapis HA. Kedua permukaan menunjukkan banyak kondisi ketidakaturan seperti depresi dan lekukan kecil. Ditemukan lapisan butiran halus dan homogen pada permukaan berlapis CMP (Gambar 5a) sementara berlapis HA partikelnya tidak homogen ukuran dan distribusi yang diamati pada permukaan berlapis HA (Gambar 5b). Kurangnya homogenitas dapat menjelaskan sebab permukaan HA melepas partikel yang mengaktifkan resorpsi tulang.<sup>8</sup>

Dalam sebuah penelitian, tidak ada perbedaan signifikan yang ditemukan antara kelompok yang dilapisi CMP dan kelompok yang dilapisi HA setelah 2 atau 6 minggu penyembuhan ( $p > 0,05$ ). Secara mikroskopis, lapisan lapisan ini terpisah dan tidak bisa diamati pada slide implant berlapis CMP sedangkan lapisan yang berlapis HA dengan ketebalan 50-100  $\mu$ m dan memiliki beberapa porositas ditemukan di bagian implant berlapis HA (Gambar 6). Hal ini mungkin berkaitan dengan fakta

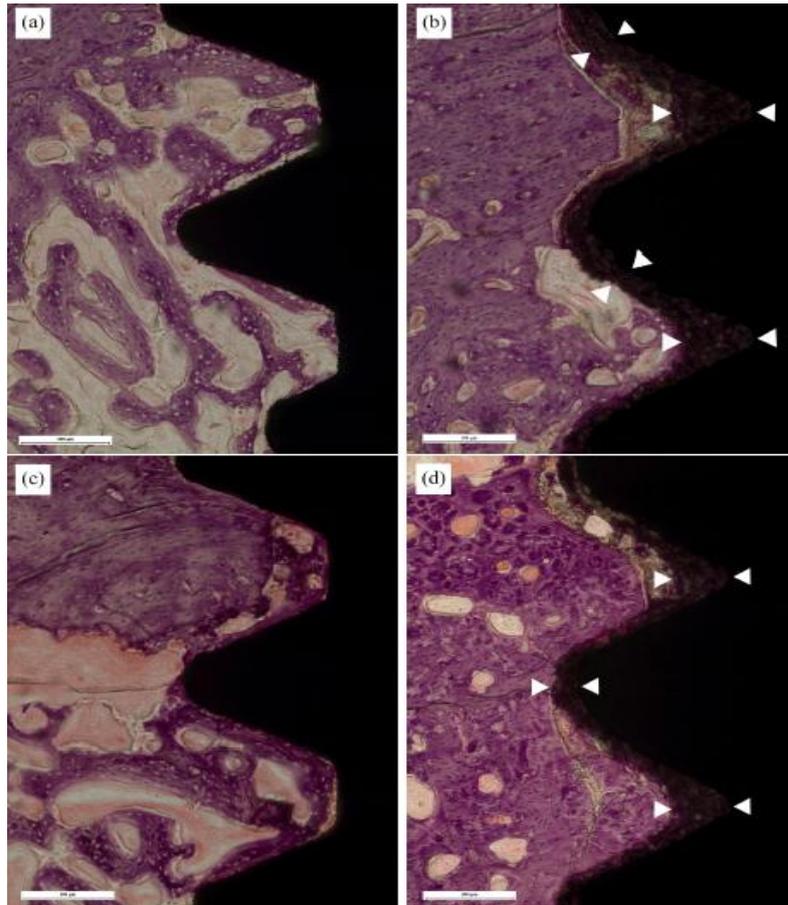
bahwa teknik *dip-and-spin* menghasilkan lapisan tipis CMP sekitar 1  $\mu$ m sedangkan *plasma-spray* menghasilkan lapisan yang lebih tebal dan lebih berpori pada implant berlapis HA yang bisa rentan terhadap lapisan delaminasi dan pelepasan segmen lapisan. Kegagalan kohesi dapat menghasilkan partikel HA terisolasi yang bisa mendorong osteolisis dan kegagalan implan jika partikel tidak benar diresorpsi, membuat bahan berlapis tipis ini kemungkinan kurang untuk mengatasi hal tersebut.<sup>8</sup>

Hal ini menunjukkan bahwa implan berlapis CMP dan berlapis HA secara histologi berdasarkan pengamatan SEM menyebabkan respon awal tulang yang sama meskipun mereka berbeda karakteristik permukaan mereka, yaitu, topografi, komposisi, dan kekasaran. Upaya memodifikasi permukaan implan dengan menambahkan bahan bioaktif untuk mendapatkan penyembuhan awal tulang membuat permukaan menjadi bioaktif yang dikenal untuk secara signifikan meningkatkan waktu penyembuhan tulang manusia di sekitar penempatan implan gigi. Namun diharapkan sebuah metode atau penelitian yang lebih sensitif yang mengungkapkan efek klinis yang berbeda dari berbagai modifikasi permukaan implan harus terus dapat dikembangkan.

Secara histologi berdasarkan pengamatan SEM menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan bioaktif atau hidroksiapatit yang terdapat pada permukaan implan gigi terluar dengan berbagai modifikasi permukaan implan gigi yang bertujuan untuk menambahkan bioaktivitas perlekatan implan dan jaringan tulang. Hal ini menghasilkan perlekatan mekanis dan biologis yang baik dan respon awal tulang yang sama meskipun mereka berbeda dalam karakteristik (topografi, komposisi, dan kekasaran), hal ini sangat signifikan meningkatkan waktu penyembuhan tulang manusia di sekitar penempatan implan gigi.



**Gambar 5** Menunjukkan hasil SEM (a) lapisan CMP, yang dihasilkan oleh teknik *dip-and-spin*, dan (b) lapisan HA, yang dihasilkan oleh *plasma-spray*. Partikel HA besar dan kecil yang tidak teratur didistribusikan pada permukaan lapisan (panah putih).



**Gambar 6** Color online menunjukkan histologi pada pembesaran 100 x dari implan berlapis CMP (a, c) dan implan berlapis HA (b, d) setelah 2 minggu penyembuhan (a, b) dan setelah 6 minggu penyembuhan (c, d). Lapisan implan berlapis CMP terlalu tipis untuk dideteksi oleh mikroskop cahaya sedangkan lapisan implan berlapis HA, yaitu ketebalan sekitar 50 dan 100  $\mu\text{m}$ , yang mudah diamati (panah putih).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Komang YP, Skripsi, Pengaruh *Chlorhexidine Gluconate* 0,12% Terhadap Keberhasilan Perawatan *Periimplantitis Mucositis*, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati, Denpasar-Bali, 2014.
2. "Implant Dentistry - A Rapidly Evolving Practice"., S. Anil, P.S. Anand, H Alghamdi, dan J.A. Jansen, Chapter 4, Dental Implant Surface Enhancement and Osseointegration., book edited by Ilser Turkyilmaz, ISBN 978-953-307-658-4, Published: August 29, 2011
3. Subhaini, Ellyza Herda. Perlakuan pada permukaan titanium implan untuk mendapatkan *osseintegrasi*. *Dentika Dent J* 2008; 13(1)
4. Ronald L. Sakaguchi, John M. Powers, Craig's RESTORATIVE DENTAL MATERIALS, 13<sup>th</sup> ed. ELSEVIER MOSBY, Philadelphia, 2012.
5. "Implant Dentistry - A Rapidly Evolving Practice", Carlos Nelson Elias, Chapter 14, Factor Affecting the Success of Dental Implants, book edited by Ilser Turkyilmaz, ISBN 978-953-307-658-4, Published: August 29, 2011
6. Kenneth J. Anusavice, Philips' Science of DENTAL MATERIAL, 7<sup>th</sup> ed. SAUNDERS ELSEVIER, St. Louis. Missouri, 2003
7. William J. O'Brien, Dental Materials and Their Selection, 3<sup>rd</sup> ed. Quintessence Publishing Co, Inc, 2002
8. In-Sung Yeo, Seung-Ki Min, Youngbai An, Influence of Bioactive Material Coating of Ti Dental Implant Surfaces on Early Healing and Osseointegration of Bone, *Journal of the Korean Physical Society*, Vol. 57, No. 6, pp. 1717-1720, December 2010,
9. Ducheyne, P. & Cuckler, J.M. Bioactive ceramic prosthetic coatings. *Clinical orthopaedics and related research*, 102-114. 1992
10. Ogiso, M.; Tabata, T.; Ichijo, T. & Borgese, D. Examination of human bone surrounded by a dense hydroxyapatite dental implant after long-term use. *Journal of long-term effects of medical implants*, 2, 235-247. 1992