

---

## DENTIN SEBAGAI BAHAN CANGKOK TULANG DALAM PERAWATAN REGENERASI JARINGAN PERIODONTAL: SEBUAH TINJAUAN

Rio Simanjuntak,\* Martina Amalia\*\*

\*Periodontics Residency Program, Departement of Periodontics,

\*\*Departement of Periodontics, Faculty of Dentistry,

Universitas Sumatera Utara, Medan

email: [riojun84@yahoo.com](mailto:riojun84@yahoo.com)

---

### KATA KUNCI

Autograft, Dentin,  
Cangkok Tulang

---

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Tulang alveolar merupakan jaringan periodontal yang paling banyak terdampak penyakit. Cangkok tulang seperti autograft, allograft, xenograft dan alloplastik sering digunakan, tetapi memiliki keterbatasan. Sehingga cangkok tulang masih menjadi masalah utama yang terus menginspirasi untuk membuat desain bahan cangkok tulang yang baru. Tujuan artikel ini adalah untuk mengkaji fungsi klinis, fungsi biologis, kelebihan dan kekurangan dentin sebagai tulang autograft dan allograft dalam terapi periodontal. **Tinjauan Pustaka:** Autograft masih merupakan standar emas dalam augmentasi tulang karena osteoinduktivitas dan osteokonduktivitasnya yang sangat baik. Tulang dan dentin merupakan jaringan termineralisasi yang komposisi kimianya hampir mirip. Matriks dentin diperoleh dari gigi yang harus didemineralisasi sebelum digunakan sebagai bahan cangkok tulang. Dentin terdiri dari 18% kolagen, 2% protein nonkolagen, 70% hidroksiapatit dan 10% cairan tubuh. Matriks adalah sumber faktor pertumbuhan, seperti *Bone Morphogenetic Proteins (BMP)*, *Transforming Growth Factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ )*, *Insulin-like Growth Factor (IGF)*, dan *Basic Fibroblast Growth Factor (bFGF)*. *Demineralized Dentin Matrix (DDM)* sangat biokompatibel dan dapat mendukung pertumbuhan dan proliferasi sel, meningkatkan kemampuan remodeling tulang dan autograft menyebabkan tidak adanya antigenisitas. Autograft DDM selanjutnya disarankan untuk menjadi *scaffold* yang ideal sebagai sel punca dan faktor pertumbuhan tulang, oleh karena itu gigi autograft dapat didaur ulang sebagai biomaterial inovatif. **Simpulan:** Hasil tinjauan ini menunjukkan bahwa bahan dentin autograft dapat digunakan sebagai cangkok tulang.

---

### KEYWORDS

Autograft, Dentin, Bone  
graft

---

### ABSTRACT

**Introduction:** Alveolar bone is the most affected of the periodontal diseases. Bone grafts such as autograft, allograft, xenograft and alloplastic often are used, but they have limitations. So, the bone graft is still a major problem that continues to inspire the design of new bone materials. The purpose of this article is to review the clinical and biologic function, advantages, and disadvantages of dentin as an autograft and allograft bone in periodontal therapy. **Review:** Autograft is still the gold standard in bone augmentation because of its excellent osteoinductivity and osteoconductivity. Bone and dentin are mineralized tissues that have almost similar chemical compositions. Dentin matrix obtained from a tooth has to be demineralized before using it as a bone

---

*graft material. Dentin consists of 18% collagen, 2% noncollagenous proteins, 70% hydroxyapatite, and 10% body fluid. Matrix is a repository for growth factors, such as Bone Morphogenetic Proteins (BMP), Transforming Growth Factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ), Insulin-like Growth Factor (IGF), and Basic Fibroblast Growth Factor (bFGF). Demineralized Dentin Matrix (DDM) is highly biocompatible and can support cell growth and proliferation, enhances the bone remodeling capabilities and autograft leads to the absence of antigenicity. Autograft DDM was further suggested to be an ideal scaffold for stem cells and bone growth factors, therefore autograft tooth could be recycled as the innovative biomaterial. **Conclusion:** The present results indicate that the autograft dentin materials can be used as a bone graft.*

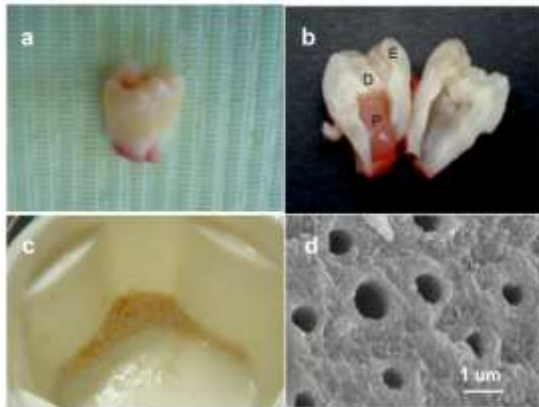
---

## **PENDAHULUAN**

Bahan cangkok pengganti tulang telah banyak digunakan untuk mendorong pembentukan tulang baru dan regenerasi jaringan periodontal. Cedera traumatis, reseksi tumor atau penyakit periodontal yang melibatkan kehilangan tulang parah di rongga mulut membutuhkan pencangkokan tulang. Apakah menggunakan autograft, allograft, xenograft, atau alloplast untuk mengisi cacat tulang yang terjadi, semuanya memiliki keterbatasan.<sup>1,2</sup> Persyaratan tambahan berupa masalah fungsi dan estetik pada sisi donor dengan berbagai tingkat resorpsi dan jumlah bahan cangkok yang diperoleh terbatas, mengarahkan penelitian lebih lanjut untuk mencari alternatif lain sebagai bahan cangkok untuk mengatasi kekurangan tersebut, banyak bahan cangkok pengganti yang telah dicoba.<sup>2,3,4</sup>

Murata M, dkk melaporkan bahan cangkok autograft dari dentin manusia sebagai kasus klinis pertama pada tahun 2003, sedangkan autograft tulang manusia dilakukan pada tahun 1820. Pada tahun 2009, *Korea Tooth Bank (KTB)* didirikan di Seoul memproses

bahan-bahan yang berasal dari gigi untuk bahan regenerasi tulang alveolar.<sup>5</sup> Baru-baru ini, bahan yang berasal dari gigi telah menjadi alternatif yang nyata untuk pencangkokan tulang karena komposisinya terdiri dari cairan (10%), kolagen (20%) dan hidroksiapatit (70%). Gigi yang telah dicabut menjadi bahan medis tidak berfungsi lagi yang bersumber dari diri pasien sendiri (Gambar 1), dentin memiliki sifat induktif yang ada pada tulang dan dapat diabsorpsi maka Akazawa, dkk dan Kim, dkk telah melakukan penelitian bahan medis daur ulang sebagai bahan cangkok terbaru untuk regenerasi tulang di Jepang dan Korea. Ilmu biomaterial akan mengembangkan terapi regeneratif lebih lanjut dengan menggunakan matriks enamel dan dentin untuk pasien dalam waktu dekat.<sup>6</sup> Tinjauan pustaka ini akan membahas tentang berbagai jenis matriks dentin demineral (DDM) autograft dan allograft yang dapat digunakan sebagai cangkok tulang untuk regenerasi jaringan periodontal.



Gambar 1. Gigi terpendam manusia (a. Gigi Molar, b. Anatomi gigi (enamel, dentin, pulpa), c. Butiran gigi yang telah dihancurkan, d. Dentin demineralisasi setelah dihancurkan dan dicuci (tubulus dentin).<sup>6</sup>

## TINJAUAN PUSTAKA

### Bahan Cangkok Pengganti Tulang

Tujuan dari pencangkokan tulang pada regenerasi periodontal adalah mengurangi kedalaman poket periodontal, peningkatan level perlekatan klinis, pengisian tulang di daerah defek dan regenerasi tulang baru, sementum dan ligamen periodontal dengan demikian akar gigi diharapkan dapat terdukung lebih baik.<sup>1,2,3,4</sup> Ada empat kategori bahan cangkok tulang yaitu autograft, allograft, xenograft dan alloplast untuk mengisi kerusakan tulang. Bahan cangkok pengganti tulang yang berasal dari gigi digunakan pada banyak aplikasi klinis, seperti preservasi soket gigi, augmentasi linggir, *sinus bone graft*, regenerasi tulang terarah dan kegunaannya lainya.<sup>2</sup>

Beberapa peneliti membuat klasifikasi bahan cangkok tulang. Berdasarkan sumber bahan, maka dibuat klasifikasi cangkok tulang yaitu bahan cangkok non-osseous terdiri atas

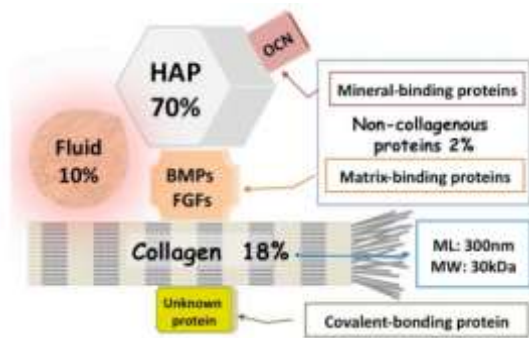
bahan organik berupa dentin, dura, sclera, cartilage dan bahan inorganik berupa plaster of paris (kalsium sulfat) dan bioaktif glass. Bahan cangkok turunan tulang (*bone-derived material*) terdiri atas autograft intra oral seperti *osseous coagulum*, *bone blend*, *bone swaging*, *intra oral cancellous bone marrow transplant* dan autograft ekstra oral seperti *iliac bone marro* serta allograft seperti *FDBA (freeze dried bone allograft)*, *DFDBA (demineralized freeze dried bone allograft)* dan *frozen iliac cancellous bone and marrow*.<sup>1,4,7,8,9,10</sup>

Autograft diketahui sebagai *gold standar* karena osteoinduktivitas, osteokonduktivitas, dan osteogenisitasnya. Namun, cangkok tulang autograft yang diperoleh dari daerah ekstra oral memiliki beberapa keterbatasan, seperti morbiditas yang tinggi, potensi resorpsi dan biaya tinggi.<sup>2,3</sup> Kemajuan dalam rekayasa jaringan, para peneliti telah mempelajari secara ekstensif kompensasi kekurangan autograft. Dengan demikian, banyak peneliti memperhatikan gigi manusia sebagai salah satu daerah donor intra oral karena kesamaan struktur kimianya dengan tulang.<sup>2</sup>

### Persamaan Dentin dan Tulang

Dentin dan tulang memiliki berbagai sifat biokimia tertentu yang serupa yaitu sekitar 80% kristal hidroksiapatit dan 20% kolagen tipe I, mengandung beberapa faktor pertumbuhan untuk tulang yaitu *Insulin-like*

*Growth Factor II (IGF-II), Transforming Growth Factor (TGF-b), Bone Morphogenic Protein (BMP)*. Dentin juga mengandung berbagai protein untuk tulang yaitu osteopontin, sialoprotein tulang, sialoprotein dentin, osterix, osteocalcin yang dianggap sebagai alternatif bahan pencangkokan tulang yang efektif.<sup>2,5,6</sup>



Gambar 2. Komponen Kimia (berat/volume%) dentin dan tulang manusia.<sup>11,12,13</sup>

Berdasarkan komposisinya dentin dan tulang memiliki persamaan yaitu keduanya adalah jaringan mineral. Dentin adalah matriks bebas sel tanpa pembuluh darah, sedangkan tulang memiliki osteosit dan pembuluh darah. Namun, dentin dan tulang hampir sama dalam komponen kimia dan biologis. Mereka terdiri dari hidroksi apatit (HAP 70%), kolagen (18%), protein non-kolagen (NCP 2%) dan cairan tubuh (10%) dalam volume berat (Gambar 2).<sup>11,12,13</sup>

Sifat-sifat dentin yang sebanding dengan tulang:<sup>2,5,13</sup>

#### a. Osteoinduktif

Karena tulang dan dentin terbukti memiliki sifat yang serupa, beberapa penelitian telah

membuktikan bahwa substitusi tulang turunan dentin menginduksi osteoinduksi. Yeomans dan Urist pertama kali membuktikan sifat regeneratif autograft DDM. Menurut Urist, BMP yang ada dalam DDM dan tulang adalah stimulan utama yang memiliki sifat osteoinduktif. Meskipun, BMP yang berasal dari dentin berbeda dari BMP yang berasal dari tulang, mekanisme kerjanya tetap sama.

#### b. Osteokonduktif

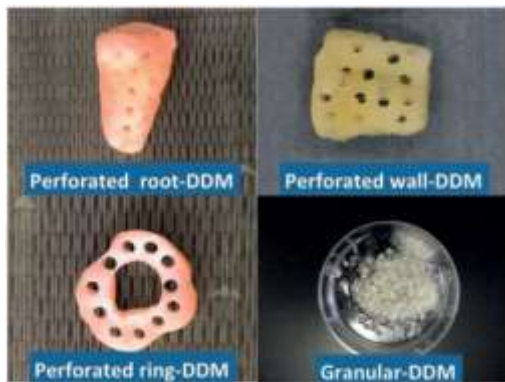
Penelitian menunjukkan bahwa autograft DDM memiliki sifat osteokonduktif yang mirip dengan yang ada pada tulang. BMP selain bertindak sebagai bahan osteoinduktif, juga bertindak sebagai perancah bagi pertumbuhan sel. Kim, et al mengevaluasi struktur permukaan dan sifat fisikokimia bahan cangkok tulang gigi autograft dan dibandingkan dengan berbagai bahan cangkok tulang lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola yang terkait dengan autograft DDM memiliki struktur kristal rendah dan mirip dengan struktur tulang kortikal autogenous.

### Dentin Sebagai Bahan Cangkok Tulang Autograft

Bahan cangkok tulang autograft dianggap sebagai tolak ukur karena memiliki semua sifat yang diperlukan sambil mempertahankan histokompatibilitas lengkap. Bahan ini bersifat osteokonduktif, osteoinduktif (karena

adanya faktor pertumbuhan) dan mengandung sel-sel osteogenik yang hidup. Bahan cangkok autograft persediaannya terbatas dan dikaitkan dengan tingkat morbiditas yang tinggi pada daerah donor, yang dapat menyebabkan rawat inap dan peningkatan biaya menjadi lebih tinggi. Bahan cangkok tulang yang paling umum digunakan adalah autograft, karena selain kompatibel secara imunologis, juga memberikan hasil terbaik terkait terhadap rangsangan regenerasi tulang.<sup>3,14</sup>

Bahan cangkok tulang gigi autograft terdiri dari dua jenis yaitu blok dan partikel (Gambar 3). Jenis blok menunjukkan kapasitas osteoinduksi melalui kelembaban darah dan juga memiliki kapasitas osteokonduksi melalui kemampuan pemeliharaan ruang bersamaan dengan pergantian dengan perlahan.



Gambar 3. Jenis-jenis bahan cangkok dentin.<sup>11</sup>

Jenis partikel disediakan berdasarkan berbagai ukuran partikel, porositas, keterbasahan darah, osteokonduksi, osteoinduksi, dan kemampuan substitusi yang perlahan. Kedua jenis ini dapat

digunakan untuk soket preservasi, restorasi estetik tulang alveolar, restorasi perforasi membran sinus dan augmentasi stabilisasi awal pada implant.<sup>3,5,6,11,12</sup>

### Dentin Sebagai Bahan Cangkok Tulang Allograft

Tren sekarang ini di bidang kedokteran gigi implan telah menyebabkan meningkatnya permintaan untuk regenerasi tulang alveolar. Pencangkokan tulang autograft masih merupakan standar emas untuk augmentasi tulang karena osteoinduktivitas dan osteokonduktivitas yang sangat baik, tetapi memiliki beberapa kelemahan seperti ketersediaan yang terbatas, morbiditas pada lokasi donor dan juga tingkat absorpsi yang tinggi hingga 50%. Alternatif bahan cangkok lain adalah allograft, xenograft dan alloplastik digunakan secara klinis, tetapi memiliki kelemahan seperti biaya yang tinggi dan osteoinduksi yang terbatas. Pengembangan material alternatif yang diharapkan dapat mengatasi kekurangan ini.<sup>13,14,15</sup>

Struktur dan komposisi dentin sangat mirip dengan tulang sehingga diduga memiliki osteokonduktivitas yang signifikan, sedangkan matriks dentin memiliki beberapa osteoinduktivitas karena mengandung BMP. Dengan demikian, dentin atau matriks dentin diharapkan dapat berfungsi sebagai pengganti tulang. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa matriks dentin

mineralisasi memiliki biokompatibilitas yang sangat baik, tetapi kurang efektif dalam pembentukan tulang daripada produk yang berasal dari tulang. Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa DDM tidak hanya biokompatibel tetapi juga osteoinduktif, mirip dengan DBM.<sup>13,15,16</sup>

### **Keunggulan dan Kelemahan Dentin Sebagai Bahan Cangkok Tulang**

Ada dua tipe utama DDM yaitu autograft dan allograft, dimana keduanya mempunyai kemampuan osteoinduktif dan osteo-konduktif. Autograft DDM digunakan untuk menghilangkan resiko reaksi imun dan memiliki kemampuan remodeling tulang seperti autograft DBM.<sup>2</sup> DDM autograft telah menunjukkan aplikasi potensial dalam penggantian dan perancah tulang. Keuntungannya adalah morbiditas yang rendah, penanganan yang mudah, dan radiopasiti yang besar dan meningkatkan kemampuan remodeling tulang, juga tidak adanya antigenisitas.<sup>3,11,13,15</sup> Bahan cangkok autograft mendukung regenerasi tulang yang baik melalui kemampuan osteoinduksi dan osteokonduksi dan meminimalkan reaksi alergi karena homogenitas genetik. DDM autograft juga memiliki resorpsi yang sama seperti *DeminerIALIZED Bone Matrix (DBM)* autograft.<sup>3,15</sup> DDM allograft seperti DFDBA sudah banyak digunakan untuk augmentasi tulang alveolar karena struktur alami dan dimasukkannya

faktor pertumbuhan seperti BMP. Namun, DFDBA membawa risiko penularan penyakit.<sup>14</sup> Tetapi menurut Kim YK, dkk dalam laporan kasusnya tahun 2017 bahwa pasien yang menerima bahan cangkok DDM allograft tidak ditemukan komplikasi paska bedah, remodeling tulang berhasil pada uji histologi dan klinis. Menurutnya DDM allograft aman dari penularan penyakit akibat virus karena struktur matriks dentin avaskular dan aselular yang menurunkan kemampuan infeksi pembawa virus, dan juga proses demineralisasi dentin mengakibatkan inaktivasi virus seperti HIV, HBV, Hepatitis C, CMV, HAV dan Polio.<sup>16</sup>

Berdasarkan potensi osteokonduksi, osteoinduksi dan osteogenesis melalui faktor pertumbuhan pada gigi dan histogenesis serupa antara gigi dan tulang, bahan cangkok tulang yang baru dapat dikembangkan dengan memanfaatkan komponen anorganik dan organik dari gigi yang diekstraksi. Dentin adalah salah satu bahan yang dapat dicoba sebagai bahan cangkok tulang. Gigi yang tidak dapat direstorasi atau gigi molar ketiga diekstraksi dari pasien. Kemudian dengan proses fabrikasi dan demineralisasi, bahan autograft DDM dibuat dari gigi yang diekstraksi. Autograft DDM ini dicangkokkan kembali ke pasien yang sama ketika regenerasi tulang terarah diperlukan dalam bedah periodontal.<sup>2,3,5</sup>

Saat ini, autograft DDM banyak digunakan di klinik di Korea dan Jepang.<sup>2,3,5</sup>

Berdasarkan beberapa dekade penelitian dan fakta ilmiah tentang gigi, Jeong dan Kim menyarankan bahwa autograft DDM adalah alternatif yang sangat baik untuk pencangkokan tulang autograft. Autograft DDM dikembangkan dan telah digunakan secara klinis sejak 2008 di Korea.<sup>5</sup> Kim Y, dkk pada tahun 2010 melaporkan evaluasi histologis dari enam pasien pada saat operasi kedua yang menerima bubuk DDM secara bersamaan dan implan. Hasilnya menunjukkan bahwa DDM mengalami resorpsi bertahap, dan 46% - 74% digantikan oleh tulang baru melalui osteoinduksi dan osteokonduksi. Enam tahun kemudian dilakukan pemeriksaan ulang dengan menggunakan *Cone Beam-Computed Tomography (CBCT)* dan pada lima pasien ditemukan bahwa tulang corticocancellous yang telah terbentuk berhasil dipertahankan di sekeliling implan setelah 5 tahun.<sup>9</sup> Kim Y, dkk pada tahun 2013 juga melaporkan kasus klinis dengan menggunakan autograft DDM pada prosedur pengangkatan sinus, regenerasi tulang terarah, augmentasi linggir tulang dan soket preservasi. Prosedur ini semuanya berhasil, ditemukan bahwa autograft DDM mengalami resorpsi bertahap dan digantikan oleh tulang baru.<sup>5</sup>

Murata M, dkk pada tahun 2012 melakukan prosedur augmentasi tulang untuk penempatan implan dengan menggunakan autograft DDM pada defek tulang labial dan diperoleh keberhasilan perbaikan jaringan.

Pada kasus tersebut dikombinasikan jenis DDM bubuk dan *osseous koagulum*.<sup>12</sup> Pada tahun 2015 mereka juga melaporkan penggunaan perancah autograft DDM sebagai bahan cangkok pada daerah posterior dengan mandibula atrofi dan diperoleh keberhasilan perbaikan jaringan setelah prosedur bedah atau pemasangan implan. Pada kasus tersebut dikombinasikan dua jenis DDM (blok dan partikel) untuk augmentasi tulang lateral.<sup>11</sup>

Kabir MA, dkk melaporkan kasusnya yang menggunakan DDM sebagai biomaterial kolagen termasuk faktor pertumbuhan untuk regenerasi tulang. Pasien menerima cangkok DDM tanpa komplikasi dan mencapai hasil klinis yang baik. Gingiva dan mukosa sembuh dengan sangat baik pada soket tanpa infeksi. DDM ditempatkan pada soket paska pencabutan gigi dengan tujuan untuk menjaga kualitas tulang, meningkatkan dimensi tulang vertikal dan horizontal, dan mempromosikan penyembuhan jaringan lunak. DDM yang berasal dari pasien itu sendiri digunakan dalam prosedur regenerasi tulang untuk menghindari kemungkinan masalah imun atau biokompatibilitas bahan cangkok.<sup>15</sup>

---

## SIMPULAN

Cangkok tulang adalah pilihan yang paling umum digunakan untuk mengatasi kerusakan tulang yang luas pada perawatan periodontal regeneratif. Hasil penelitian terbaru



mengindikasikan bahwa bahan dentin autograft dapat digunakan sebagai cangkok tulang. Biokompatibilitas DDM sangat tinggi dan dapat mendukung pertumbuhan dan proliferasi sel sehingga meningkatkan kemampuan remodeling tulang dan tidak menimbulkan reaksi alergi. Autograft DDM sudah lama dianjurkan sebagai perancah stem sel dan faktor pertumbuhan tulang, oleh karena itu gigi dapat digunakan sebagai biomaterial yang inovatif. Allograft DDM masih dipertimbangkan karena memiliki kelemahan seperti biaya yang tinggi, osteoinduksi yang terbatas dan membawa risiko penularan penyakit. Walaupun penelitian terbaru telah membuktikan tingkat penularan yang rendah pada DDM allograft terkait dengan komposisi dentin yang avaskular dan aselular dan proses demineralisasinya, penelitian bahan alternatif DDM allograft ini masih terus dikembangkan untuk dapat mengatasi kekurangan ini.

---

## REFERENSI

1. Kumar, J., Jain, V., Kishore, S. & Pal, H. Journey of Bone Graft Materials in Periodontal Therapy: A Chronological Review. *J. Dent. Allied Sci.* **5**, 30–4 (2016).
2. Bhattacharjya, C., Gadicherla, S., Kamath, A. T., Smriti, K. & Pentapati, K. C. Tooth Derived Bone Graft Material. *World J. Dent.* **7**, 32–35 (2016).
3. Shidfar, S. H. *et al.* Autogenous Dentin As a Bone Substitute: a Review. *Ann. Dent. Spec.* **6**, 333 (2018).
4. Bhatt, R. & Rozental, T. Bone Graft Substitutes. *Hand Clin.* **28**, 457–468 (2012).
5. Kim, Y.-K. *et al.* Tooth-derived Bone Graft Material. *J. Korean Assoc. Oral Maxillofac. Surg.* **39**, 103–111 (2013).
6. Murata, M. *et al.* Human Dentin as Novel Biomaterial for Bone Regeneration. *Biomater. - Phys. Chem.* (2011) doi:10.5772/25071.
7. Saima, S., Jan, S., Shah, A., Yousuf, A. & Batra, M. Bone Grafts and Bone Substitutes in Dentistry. *J. Oral Res. Rev.* **8**, 36–8 (2016).
8. Wang, W. & Yeung, K. W. K. Bone Grafts and Biomaterials Substitutes for Bone Defect Repair: A Review. *Bioact. Mater.* **2**, 224–247 (2017).
9. Haugen, H. J., Lyngstadaas, S. P., Rossi, F. & Perale, G. Bone Grafts: Which is the Ideal Biomaterial? *J. Clin. Periodontol.* **46**, 92–102 (2019).
10. Yashavantha Kumar, C., Nalini, K. B., Menon, J., Patro, D. K. & Banerji, B. H. Calcium Sulfate as Bone Graft Substitute in the Treatment of Osseous Bone Defects, A Prospective Study. *J. Clin. Diagnostic Res.* **7**, 2926–2928 (2013).
11. Murata, M. *et al.* Dentin Materials as Biological Scaffolds for Tissue Engineering. *Biomater. Tissue Reconstr. or Regen.* (2019) doi:10.5772/intechopen.85452.
12. Murata, M. *et al.* Autograft of Dentin Materials for Bone Regeneration. *Adv. Biomater. Sci. Biomed. Appl.* (2013) doi:10.5772/53665.
13. Um, I. W., Kim, Y. K. & Mitsugi, M. Demineralized Dentin Matrix Scaffold for Alveolar Bone Engineering. *J. Indian Prosthodont. Soc.* **17**, 120–7 (2017).
14. Koga, T. *et al.* Bone Regeneration Using Dentin Matrix Depends on the Degree of Demineralization and Particle Size. *PLoS One* **11**, 1–12 (2016).
15. Kabir, M. A., Murata, M., Kusano, K., Akazawa, T. & Shibata, T. Autogenous Demineralized Dentin Graft for Third Molar Socket Regeneration - A Case Report. *Dentistry* **5**, 343–7 (2015).
16. Kim, Y. K., Bang, K. M., Murata, M., Mitsugi, M. & Um, I. W. Retrospective Clinical Study of Allogenic Demineralized Dentin Matrix for Alveolar Bone Repair. *J. Hard Tissue Biol.* **26**, 95–102 (2017).