

## TENTANG PENULIS



**Dr. Desi Sandra Sari, drg., MDSc.**

Lahir di Jakarta, 15 Desember 1975. Penulis menyelesaikan studi dokter gigi di FKG Universitas Jember pada tahun 2000, mendapat gelar Master of Dental Science dari Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada pada tahun 2008 dan menyelesaikan pendidikan Doktor dari Program Doktor Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga pada tahun 2019. Penulis bekerja sebagai staf pengajar di Bagian Periodonsia FKG UNEJ sejak tahun 2003. Penulis sekarang menjabat Kepala Bagian Periodonsia FKG UNEJ pada tahun 2020-sekarang. Buku yang pernah ditulis adalah: Struktur Periodonsium, Ketrampilan Klinis Dasar Perawatan Periodontal, Penyakit Gingiva dan Penyakit Periodontal serta Modul Tanaman Toga Untuk Meningkatkan Sistem Imun.

Anggota APPTI No. 002.115.1.05.2020

Anggota IKAPI No. 127/JTI/2018

Jember University Press  
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121  
Telp. 0331-330224, psw. 0319  
E-mail: [upt-penerbitan@unej.ac.id](mailto:upt-penerbitan@unej.ac.id)

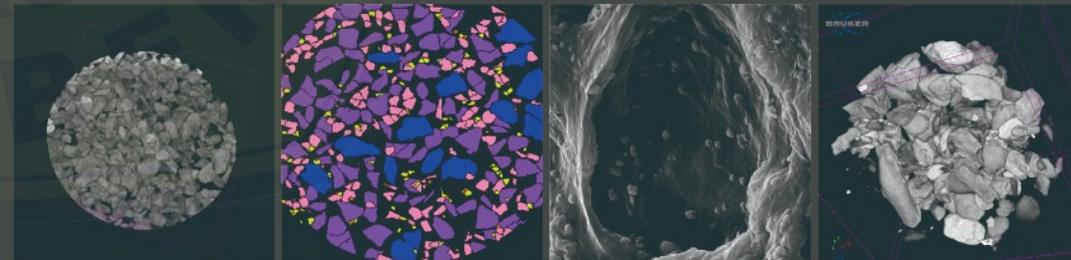
ISBN 978-623-477-024-7



9 786234 770247

# SCABOVITH : SCAFFOLD BOVINE TEETH UNTUK REGENERASI TULANG ALVEOLAR

Desi Sandra Sari



Membangun Generasi  
Menuju Insan Berprestasi

BUKU TEKS



**SCABOVITH :**

***SCAFFOLD BOVINE TEETH* UNTUK REGENERASI  
TULANG ALVEOLAR**

**Desi Sandra Sari**

**UPT PENERBITAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2023**

**SCABOVITH :**  
SCAFFOLD BOVINE TEETH UNTUK REGENERASI  
TULANG ALVEOLAR

**Penulis:**

Desi Sandra Sari

**Layouter :** Risky Fahriza

**Editor :** Ernie Maduratna

**Desain Sampul :** Ericho Ichi

**ISBN:** 978-623-477-024-7

© Februari 2023

**Penjamin Mutu :**

M. Arifin, Satria Janu P., M. Hosim

**Penerbit:**

UPT Penerbitan Universitas Jember

**Redaksi / Distribusi Tunggal :**

UNEJ PRESS

Jl. Kalimantan 37

Jember 68121

Telp. 0331-330224, Voip. 00319

*e-mail:* [upt-penerbitan@unej.ac.id](mailto:upt-penerbitan@unej.ac.id)

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang. Dilarang memperbanyak tanpa ijin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak, *photoprint*, maupun *microfilm*.

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas terselesainya Buku Teks "Scabovith : *Scaffold Bovine Teeth* Untuk Regenerasi Tulang Alveolar" Tujuan dari penyusunan Buku Teks ini adalah untuk berbagi informasi kepada pembaca tentang *Scaffold* yang berasal dari gigi sapi dari segi pemanfaatannya dalam dunia kedokteran gigi khususnya regenerasi tulang alveolar.

Buku teks ini terdiri dari lima bab yang merangkum tentang definisi *scaffold* gigi sapi, *scaffold* natural dan sintesis, manfaat *scaffold* gigi untuk kesehatan tulang terutama tulang alveolar dan hasil-hasil penelitian *scaffold* gigi sapi secara *in vitro* dan *in vivo*.

Harapan penulis buku teks ini dapat dimanfaatkan untuk pembaca dari kalangan mahasiswa, para sejawat, dan para pembaca yang tertarik dengan ilmu *scaffold*. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga buku teks ini dapat terselesaikan. Saran dan kritik akan sangat membantu untuk kesempurnaannya buku teks ini.

## DAFTAR ISI

PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Apa itu <i>Scaffold</i> ? .....	1
1.2 <i>Scaffold</i> Natural dan Sintesis .....	1
1.3 Jenis dan Sumber <i>Scaffold</i> .....	2
1.3.1 Autograft.....	2
1.3.2 Allograft.....	2
1.3.3 Xenograft .....	2
BAB II. <i>SCAFFOLD</i> UNTUK REGENERASI TULANG ALVEOLAR .....	4
2.1 Tulang Alveolar.....	4
2.2 Komponen sel tulang alveolar .....	6
2.3 Mekanisme resorpsi tulang alveolar .....	8
2.4 Mekanisme repair regenerasi tulang alveolar .....	11
2.5 <i>Scaffold</i> Untuk Regenerasi Jaringan Periodontal.....	14
BAB III. <i>SCAFFOLD BOVINE TEETH</i> .....	16
3.1 Kelebihan <i>Scaffold Bovine Teeth</i> .....	16
3.2 <i>Demineralized Dentin Matrix</i> (DDM).....	18
BAB IV. HASIL PENELITIAN <i>SCAFFOLD BOVINE TEETH</i> SECARA <i>IN VITRO</i> .....	21
4.1 Uji Sitotoksitas <i>Bovine Teeth</i> Dengan <i>Mesenchymal         Stem Cells</i> .....	21
4.1.1 Kultur <i>Mesenchymal Stem Cell</i> .....	21
4.1.2 Pengecatan <i>Alizarin Red</i> .....	23
4.1.2 Uji MTT. ....	25
4.2 Uji SEM.....	26

4.3 Uji m-CT ( <i>micro-Computed Tomography</i> ).....	29
4.4 Hasil Uji X-Ray Diffraction (XRD) .....	32
4.5 Kandungan Mineral dari <i>Scaffold bovine teeth</i> .....	34
<b>BAB V. HASIL PENELITIAN <i>SCAFFOLD BOVINE TEETH</i></b>	
<b>SECARA <i>IN VIVO</i></b> .....	37
5.1 Pembuatan Model Periodontitis.....	37
5.2 Pengukuran Resorpsi Tulang alveolar.....	37
5.3 Analisis Imunohistokimia Ekspresi STRO-1.....	39
5.4 Analisis Imunohistokimia Ekspresi RUNX-2 .....	42
5.5 Analisis Imunohistokimia Ekspresi OSX .....	45
5.6 Analisis Imunohistokimia Ekspresi OCN.....	47
5.7 Analisis Imunohistokimia Ekspresi Collagen .....	50
5.8 Luas Trabekula .....	54
5.9 Mekanisme <i>scaffold</i> regenerasi periodontal .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	61
<b>GLOSSARY</b> .....	66
<b>INDEKS</b> .....	70
<b>SINOPSIS</b> .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kandungan mineral <i>scaffold</i> XRD.....	32
Tabel 4.2 Tabel kandungan mineral <i>scaffold</i> XRF .....	34
Tabel 4.3 Konsentrasi kadar Ca dan phosphate .....	35
Tabel 4.4 Hasil Pelepasan Ca dan phosphate.....	35
Tabel 4.5 Hasil Pelepasan HA berbagai hari .....	36
Tabel 5.1 Hasil pengukuran resorpsi tulang.....	38
Tabel 5.2 Hasil pengukuran resorpsi LPS <i>P.gingivalis</i> .....	38
Tabel 5.3 Perbandingan Luas Trabekula .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Tulang alveolar .....	5
Gambar 2.2 Gambaran kondisi homeostatis.....	10
Gambar 3.1 Bentuk morfologi gigi sapi.....	17
Gambar 3.2 Gigi sapi yang sudah dicabut .....	17
Gambar 3.3 Gambaran micro-CT .....	19
Gambar 4.1 Kultur ADMSCs .....	22
Gambar 4.2 Gambaran pengecatan <i>alizarin red</i> .....	23
Gambar 4.3 Hasil uji MTT dimana sel berwarna biru .....	25
Gambar 4.4 Hasil MTT.....	26
Gambar 4.5 Gambaran SEM partikel.....	27
Gambar 4.6 Gambaran SEM seeding scaffold .....	29
Gambar 4.7 Gambaran micro-CT .....	30
Gambar 4.8 Model periodontitis .....	31
Gambar 4.9 Grafik kandungan <i>scaffold bovine teeth</i> .....	33
Gambar 4.10 Gambaran kandungan <i>scaffold</i> .....	33
Gambar 5.1 Hasil Pengukuran mCT.....	39
Gambar 5.2 Hasil Ekspresi STRO-1 .....	40
Gambar 5.3 Ekspresi STRO-1 .....	41
Gambar 5.4 Hasil ekspresi RUNX-2 .....	42
Gambar 5.5 Gambaran IHC Ekspresi RUNX-2.....	44
Gambar 5.6 Hasil ekspresi Osterix .....	45
Gambar 5.7 Gambaran IHC Ekspresi OSX .....	47
Gambar 5.8 Hasil ekspresi Osteocalcin .....	48
Gambar 5.9 Gambaran IHC ekspresi OCN.....	50
Gambar 5.10 Hasil ekspresi kolagen tipe-1 .....	51
Gambar 5.11 Gambaran IHC Ekspresi COL-1 .....	53
Gambar 5.12 Hasil pemeriksaan HE luas trabekula .....	55
Gambar 5.13 Interaksi <i>scaffold</i> dan sel .....	59



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Apa itu *Scaffold*?

*Scaffold* atau dalam bahasa Indonesia adalah “perancah” merupakan material yang digunakan untuk rekayasa jaringan (*tissue engineering*). Bahan *scaffold* harus memiliki karakteristik *biodegradable*, biokompatibilitas yang tinggi serta memiliki kemampuan osteoinduksi dan osteokonduksi (Kim and Kim, 2012).

Penggunaan *scaffold* berfungsi sebagai tempat perlekatan sel untuk mengirimkan sinyal bahan molekul bioaktif ke daerah jejas. Ada dua tipe dasar *scaffold* yang digunakan dalam periodontologi yaitu *scaffold* alami dan *scaffold* biomimetik sintetis. Ada 3 macam *scaffold* dari bahan alami yaitu tipe autograf, allograft, dan xenograft. Sekarang bentuk *scaffold* yaitu 3 dimensi yang memudahkan untuk memandu dan mempercepat pembentukan jaringan baru. Struktur mikro fisik dari biomaterial adalah salah satu faktor penting yang mengatur sifat osteokonduktif dari *scaffold*. Sampai saat ini bahan *scaffold* dipercaya dapat membantu pertumbuhan tulang baru (Fillingham and Jacobs, 2016)

### 1.2 *Scaffold* Natural dan Sintesis

*Scaffold* dapat dikategorikan berdasarkan jenis bahan yang digunakan yaitu natural dan sintetis. Termasuk *scaffold* natural adalah kolagen, elastin, fibrin, alginat, sutra, glikosaminoglikan seperti hyaluronidase, dan chitosan. *Scaffold* natural memiliki kekuatan struktural yang tinggi, kompatibel dengan sel dan jaringan serta *biodegradable*. *Scaffold* sintetis terdiri dari asam poli laktat, asam glikolat dan poli asam laktat-co-glikolat.

*Scaffold* sintetis di sisi lain memberikan keuntungan yang sangat baik dalam hal sifat kimia dan mekanik dan memiliki kontrol yang tinggi dalam karakteristik fisikokimia,

seperti berat molekul, konfigurasi rantai polimer. Kekurangan dari *scaffold* sintesis dapat menjadi inflamasi akut dan kronis. Pemakaian jangka panjang *scaffold* sintesis dapat menyebabkan toksik pada sel epitel dan sel tubuh jika memiliki alergi pada bahan tersebut. Hal inilah yang harus diperhatikan dalam pemilihan jenis *scaffold* untuk terapi (Galler *et al.*, 2010).

## 1.3 Jenis dan Sumber *Scaffold*

### 1.3.1 Autograft

Pencangkokan tulang autologus atau autogenous tulang diperoleh dari individu yang sama yang menerima cangkok. Tulang diambil dari tulang nonesensial, seperti dari krista iliaka, simfisis mandibula (area dagu), dan mandibula anterior ramus (prosesus koronoideus). Tulang autogenous adalah yang paling disukai karena sedikit terjadi risiko penolakan bahan cangkok karena bahan cangkok berasal dari pasien tubuh. Kerugian dari cangkok autograf adalah bedah tambahan diperlukan untuk mengambil tulang, dan bisa terjadi nyeri pasca operasi dan komplikasi. (Fillingham and Jacobs, 2016).

### 1.3.2 Allograft

Pencangkokan tulang allograft diambil dari individu lain. Tulang allograft bisa digunakan untuk kehidupan orang yang membutuhkan biasanya bersumber dari bank tulang. Penggunaan allograft karena adanya bahan protein seperti *growth factor* dan bahan bioaktif lainnya yang diperlukan untuk osteoinduksi dan penyembuhan tulang. (Kumar, Fathima and Vinitha, 2013)

### 1.3.3 Xenograft

Xenograft adalah cangkok tulang dari spesies selain manusia, seperti dari sapi dan bisa digunakan sebagai matriks

terkalsifikasi karena memiliki kemiripan dalam kandungan tulang. Penggunaan bahan xenograf banyak yang melaporkan tidak ada inflamasi di sekitar daerah setelah diberikan bahan xenograf dan respon imunogenik. Sifat imunogenik bahan xenograf harus dihilangkan dulu sebelum dilakukan transplantasi. Jika tidak ada reaksi imunogenik yang terlihat dari xenograft, hal berpotensi keberhasilan dari bahan xenograft (Shibuya and Jupiter, 2015).



## **BAB II. SCAFFOLD UNTUK REGENERASI TULANG ALVEOLAR**

### **2.1 Tulang Alveolar**

Tulang alveolar bagian dari maksila dan mandibula yang membentuk soket gigi (alveoli) yang terdiri atas puncak alveolar dan membentuk gigi. Puncak alveolar berada paling koronal dari prosesus alveolaris, normalnya 1 - 2 mm dari cemento enamel junction (CEJ) dan tampak dari aspek fasial gigi. Puncak alveolar mengelilingi gigi seperti bentuk bergelombang dan mengikuti kontur permukaan CEJ. Fungsi tulang alveolar menyediakan tempat akar gigi, menghubungkan akar gigi ke alveoli, membantu pergerakan gigi selama perawatan ortodonsia, membantu distribusi kekuatan oklusal, dan mensuplai nutrisi ke ligamen periodontal (Newman et al., 2018; Reddy, 2014).

Tulang alveolar bersama dengan sementum dan ligamen periodontal mendukung dan menyebarkan kekuatan yang mengenai gigi. Tulang alveolar terdiri dari bagian luar dan dalam dari *cortical plate*, tulang lapisan soket gigi dan *cancellous bone*. *Cortical plate* terdiri dari tulang kompak di mana lamella melingkar di sekitar pembuluh darah membentuk sistem Haversian. Secara anatomis tulang alveolar terdiri dari *alveolus proper* dan *alveolar supporting bone*. *Alveolar proper* merupakan lembaran tulang tipis yang mengelilingi akar gigi dan tertanamnya ligamen periodontal atau disebut juga lamina dura. *Alveolar supporting bone* merupakan bagian tulang alveolar yang terdiri dari *cancellus trabecula* dan tulang kompak (Reddy, 2014).

Komponen utama matrik organik tulang hampir 95% adalah serabut kolagen. Jenis kolagen pada tulang adalah kolagen tipe 1, kira-kira sisanya 5% adalah mukopolisakarida yang terdiri dari kondroitin 4-sulfat dan kondroitin 6 sulfat.

## **BAB IV. HASIL PENELITIAN *SCAFFOLD BOVINE TEETH* SECARA *IN VITRO***

### **4.1 Uji Sitotoksitas *Bovine Teeth* Dengan *Mesenchymal Stem Cells***

Uji sitotoksitas bertujuan melihat kemampuan sel untuk bertahan hidup karena adanya senyawa toksik dari bahan *scaffold* dari *bovine teeth* secara *in vitro* menggunakan kultur sel yaitu *mesenchymal stem cells* (MSCs)

#### **4.1.1 Kultur *Mesenchymal Stem Cell***

*Mesenchymal stem cells* merupakan *adult stem cells*, bersifat multipoten, *self-renewal*, *plasticity*, *multilineage differentiation* menjadi sel osteoblast, sel kondroblas dan sel adipose. Sumber MSCs yang sering digunakan adalah *adipose mesenchymal stem cells* (ADMSc) karena mudah didapatkan, meregenerasi jaringan yang rusak dengan *high-quality* dan risiko rendah untuk terjadi penolakan pada tubuh karena bersifat *hypoinmunogenic responsive*. (Sanz, Antonio R; Carrion, Flavio S; Chaparro, 2015). MSCs memiliki biokompatibilitas tinggi serta dapat dikombinasi dengan material *bone graf* lain sehingga dapat meminimalkan biaya perawatan (Bassir *et al.*, 2016).

Hasil pengamatan kultur *adipose mesenchymal stem cell* pada hari pertama hanya terlihat calon sel, setelah 3 hari setelah pertumbuhan sel mencapai confluent 80%. Hari ke 15 setelah dilakukan pasase 4 sudah tampak sel memenuhi plate dengan bentuk *fibroblas-like*. Hasil kultur ADMSCs seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

sebagai penanda awal dari MSCs, sel-sel prekursor stroma, karena berhubungan dengan *clonogenicity*, plastisitas, dan karakteristik sel progenitor lainnya (Feng-Juan LV, 2014)

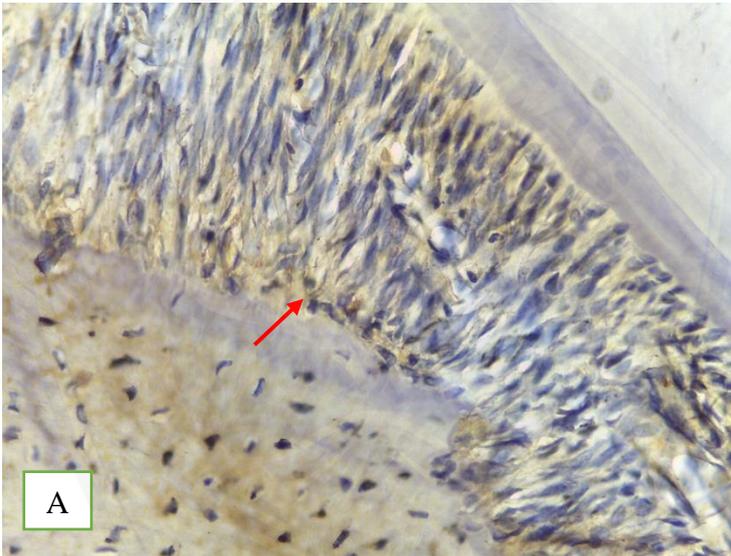


Gambar 5.2 Hasil Eksresi STRO-1 pada berbagai kelompok perlakuan

- K (-) : Kelp Kontrol hari ke-14
- K(+)<sup>7</sup> : Kelp model periodontitis hari ke-7
- K(+)<sup>14</sup> : Kelp model periodontitis hari ke-14
- K(+)<sup>28</sup> : Kelp model periodontitis hari ke-28
- K(s)<sup>7</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi *scaffold bovine teeth* hari ke-7
- K(s)<sup>14</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi *scaffold bovine teeth* hari ke-14
- K(s)<sup>28</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi *scaffold bovine teeth* hari ke-28
- K(sc)<sup>7</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi kombinasi *scaffold bovine teeth* dan sel MSCs hari ke-7
- K(sc)<sup>14</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi kombinasi *scaffold bovine teeth* dan sel MSCs hari ke-14
- K(sc)<sup>28</sup> : Kelp model periodontitis dan diberi kombinasi *scaffold bovine teeth* dan sel MSCs hari ke-28

K(sc)28: Kelp model periodontitis dan diberi kombinasi *scaffold bovine teeth* dan sel MSCs hari ke-28

Hasil penelitian menyatakan ekspresi OSX meningkat pada hari ke-28 pada kelompok yang diberi *scaffold bovine teeth* maupun kelompok yang diberi kombinasi *scaffold bovine teeth* dan sel MSCs. Hal ini membuktikan peningkatan OSX sejalan dengan aktivitas osteoblastogenesis yaitu adanya pertumbuhan tulang baru (Tsai *et al.*, 2011; Sari, 2019)



## SINOPSIS

**B**uku teks ini terdiri dari 5 bab berisi tentang apa itu *scaffold*, manfaatnya pada tulang alveolar, *scaffold bovine teeth*, kandungan *scaffold bovine teeth* dalam penelitian secara *in vitro* dan *in vivo*. Keterkaitan buku teks ini dengan mata kuliah di FKG UNEJ adalah mata kuliah Implant dimana CPMK mata kuliah ini mengembangkan sumberdaya alam agromedis sebagai bahan ramah lingkungan untuk implant gigi, dan menunjukkan sikap peduli terhadap adanya bahan-bahan natural. Sub-CPMK dengan pokok bahasan adalah mengembangkan bahan restorative implant gigi dan pemilihan bahan implant berbasis agromedis. Buku teks ini mengungkap penelitian sebelumnya yang membuktikan bahan *scaffold bovine teeth* mampu meningkatkan pertumbuhan tulang alveolar baru dengan dibuktikan meningkatnya ekspresi marker pembentuk tulang. Buku teks ini berbeda dengan buku teks yang lainnya karena mengangkat produk *scaffold* dari gigi sapi digunakan sebagai material pengganti dari gigi manusia. *Scaffold bovine teeth* karena memiliki kelebihan bahan organik dan bahan inorganik karena sampai saat ini material untuk *scaffold* tulang yang ideal adalah dari bahan natural/ alami. *Scaffold bovine teeth* berpotensi dalam regenerasi tulang alveolar dan diharapkan dapat mengatasi permasalahan kerusakan jaringan periodontal.