

EFEKTIVITAS LIMBAH TULANG AYAM LOHMAN TERHADAP SEL OSTEOKLAS PADA TINDAKAN SOCKET *PRESERVATION*

Rachmi Bachtiar¹, Ira Asnita Sembiring², Mila Febriany³, Nur Asmah⁴, Nurfadilah⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Muslim Indonesia

Email: nrdilfah@gmail.com

ABSTRAK

Socket preservation adalah prosedur yang dirancang untuk meminimalkan resorpsi tulang setelah pencabutan gigi, mempertahankan dimensi tulang alveolar dan mempermudah pemasangan implan. Penggunaan bone graft berbahan dasar hidroksiapatit dari limbah tulang ayam Lohman merupakan salah satu inovasi yang dapat mendukung regenerasi tulang secara efektif. Untuk melihat efektivitas bone graft dari limbah tulang ayam Lohman terhadap penurunan jumlah sel osteoklas pada tindakan *socket preservation*. Penelitian eksperimental laboratorium ini menggunakan desain *post-test only control group* dengan 24 ekor tikus Wistar yang dibagi menjadi 6 kelompok. Tiap kelompok diberi perlakuan dengan bone graft ayam Lohman atau bahan bone graft lain (Batan) dan diamati pada hari ke-7, 14 dan 21. Pengamatan histologis dilakukan menggunakan pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE) untuk menghitung jumlah sel osteoklas. Hasil menunjukkan bahwa pemberian bone graft ayam Lohman secara signifikan mengurangi jumlah sel osteoklas dibandingkan bahan kontrol Batan pada semua waktu pengamatan. Penurunan jumlah sel osteoklas meningkat seiring waktu, efek maksimal diamati pada hari ke-21. Bone graft berbahan dasar tulang ayam Lohman efektif menurunkan jumlah sel osteoklas pada tindakan *socket preservation*. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengelolaan limbah organik dan meningkatkan kesehatan gigi dan mulut.

Kata Kunci: *Socket Preservation*, Osteoklas, Bone Graft, Tulang Ayam Lohman, Hidroksiapatit.

ABSTRACT

Socket preservation is a procedure designed to minimize bone resorption after tooth extraction, preserve the dimensions of the alveolar bone and facilitate implant placement. The use of bone graft made from hydroxyapatite from Lohman chicken bone waste is one innovation that can support bone regeneration effectively. To see the effectiveness of bone graft from Lohman chicken bone waste in reducing the number of osteoclast cells during socket preservation procedures. This laboratory experimental research used a post-test only control group design with 24 Wistar rats divided into 6 groups. Each group was treated with Lohman

chicken bone graft or other bone graft material (Batan) and observed on days 7, 14 and 21. Histological observations were carried out using Hematoxylin-Eosin (HE) staining to count the number of osteoclast cells. The results showed that administration of Lohman chicken bone graft significantly reduced the number of osteoclast cells compared to the Batan control material at all observation times. The decrease in the number of osteoclast cells increased over time, the maximum effect was observed on day 21. Bone graft made from Lohman chicken bone is effective in reducing the number of osteoclast cells in socket preservation procedures. This research contributes to managing organic waste and improving dental and oral health.

Keywords: *Socket Preservation, Osteoclasts, Bone Graft, Lohman Chicken Bone, Hydroxyapatite*

PENDAHULUAN

Permasalahan kesehatan gigi dan mulut masih menjadi perhatian serius dunia, termasuk di Indonesia. Berdasarkan Laporan *World Health Organization* (WHO) terkait Status Kesehatan Gigi dan Mulut tahun 2022, sekitar 3,5 miliar orang di seluruh dunia atau hampir setengah populasi dunia mengalami penyakit gigi dan mulut. Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menunjukkan bahwa sebagian besar masalah gigi dan mulut yaitu karies di Indonesia sekitar 43,6%, pencabutan gigi 21,0%, peradangan gingiva atau abses sekitar 7,3%, gusi mudah berdarah 6,8% dan sariawan berulang 4,1%. Prevalensi karies di Provinsi Sulawesi Selatan tercatat sebesar 56,4%.

Pencabutan gigi umumnya terjadi akibat karies dan penyakit periodontal. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kehilangan gigi disebabkan oleh karies sebesar 52,2%, penyakit periodontal sebesar 35,7%, masalah endodontik 6,9%, indikasi prostetik 2,9% dan kegagalan perawatan sebelumnya sebesar 2,3%. Selain itu, sekitar 30% kehilangan *ridge alveolar* terjadi akibat resorpsi setelah pencabutan gigi.

Penelitian menunjukkan bahwa dalam tiga bulan pertama setelah pencabutan gigi, dua pertiga jaringan keras dan lunak mengalami resorpsi. Sebagian besar kehilangan tulang terjadi dalam enam bulan pertama, diikuti oleh peningkatan resorpsi rata-rata sebesar 0,5-1% per tahun. Dalam 12 bulan setelah pencabutan gigi, lebar tulang alveolar dapat berkurang hingga 50%. Kehilangan tulang alveolar ini memengaruhi stabilitas, retensi dan dukungan protesis gigi serta pemasangan implan, yang pada akhirnya mengurangi kenyamanan pasien. Waktu ideal untuk mempersiapkan *ridge alveolar* adalah saat pencabutan gigi dengan melakukan

prosedur *socket preservation*. Penggunaan bahan *graft* dalam soket pencabutan diharapkan dapat memperlambat resorpsi dinding soket sekaligus membantu regenerasi jaringan keras dan lunak.

Tulang dibentuk oleh matriks ekstraseluler yang kaya akan serat kolagen dan elastin yang saling melekat dengan hidroksiapatit. Regenerasi tulang alveolar umumnya dapat terjadi pada kondisi normal, pada proses tersebut sel-sel yang berperan penting terdiri dari sel pendukung yaitu sel osteoklas, sel osteoblas dan sel osteosit. Proses regenerasi tulang merupakan proses kompleks dan dinamis yang dihasilkan dari perbaikan struktur sel dan jaringan. Tahap-tahap regenerasi tulang alveolar terdiri dari fase inflamasi, reparatif dan remodeling. Dalam fase-fase tersebut terjadilah proses-proses osteogenesis, osteoinduksi, osteokonduksi dan angiogenesis. Remodeling tulang adalah pengangkatan tulang tua atau rusak oleh osteoklas dan pembentukan tulang baru oleh osteoblas.

Resorpsi tulang alveolar adalah proses kompleks yang secara morfologis berhubungan dengan bentuk talus yang terdistorsi (*lacuna Howship*) dan adanya penebalan pada sel osteoklastik. Resorpsi tulang adalah dampak alami dari pencabutan gigi yang menyebabkan penurunan dimensi horizontal dan vertikal tulang alveolar. Proses ini dapat terus berlangsung tanpa batas waktu yang pasti

Osteoklas adalah sel berinti banyak yang berasal dari garis keturunan hematopoietik dan memiliki kemampuan untuk menyerap matriks tulang. Resorpsi tulang osteoklastik dikendalikan oleh beberapa mediator seperti *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand* (RANKL) dan *Osteoprotegerin* (OPG). Menghambat mediator diferensiasi dan aktivitas osteoklas untuk menyerap tulang dapat mengakibatkan peningkatan massa tulang. Penting untuk memahami mekanisme resorpsi tulang osteoklastik khususnya yang berhubungan dengan penyakit tulang pada rahang.

Salah satu perawatan yang dapat dilakukan dalam mengganti tulang yang hilang dan rusak yaitu cangkok tulang atau dalam istilah medis dikenal sebagai "*bone grafting*" adalah prosedur medis yang umum digunakan dalam berbagai bidang kedokteran dan kedokteran gigi material yang ini dapat merangsang pembentukan tulang baru. Berbagai jenis material cangkok tulang atau *bone graft* telah tersedia seperti *autograft*, *allograft*, *xenograft*, *polymer*, *bioactive glass ceramic* dan *synthetic bone graft*. Dalam penggunaannya material *bone graft* harus memenuhi syarat karakteristik yaitu stabil secara biomekanis, degradasi dalam jangka waktu

tertentu, bersifat osteogenik, osteoinduktif atau osteokonduktif, tidak toksik dan tidak mengganggu aktivitas pembuluh darah dan sel-sel tubuh.

Ayam Lohmann adalah ayam komersial hasil perkawinan silang dan seleksi ayam ini merupakan ayam hibrida dan selektif. Budidaya ayam Lohman adalah salah satu usaha yang banyak diminati dan sering dibudidayakan masyarakat Indonesia. Ayam ini dipelihara secara intensif yaitu sistem pemeliharaan dikandangkan dengan sistem litter. Pemeliharaan sistem intensif, pakan diberikan secara rutin yang disediakan oleh peternak dengan jumlah dan kandungan kebutuhan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh ayam tersebut. Wilson, dkk. (1983) membuktikan bahwa beberapa faktor seperti genetik, pakan dan fungsi hormonal dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan jaringan tulang sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan bentuk tulang serta ukuran tulang. Pakan dibutuhkan untuk pembentukan tulang. Pakan yang mengandung protein salah satunya lisin yang digunakan untuk dasar pertumbuhan pada sel tulang.

Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari ayam Lohman adalah Tulang Ayam. Tulang Ayam memiliki kandungan anorganik yang tinggi, Menurut First (2019), tulang ayam memiliki kandungan kolagen 21% dan kalsium fosfat sebesar 69%. Selain itu, juga terdapat kalsium karbonat 14%, magnesium 1%, matriks organik 22%, air dan garam-garam mineral 9%

Tulang dapat diolah menjadi produk hidroksiapatit, yang berperan dalam pembentukan tulang dan enamel gigi. Hidroksiapatit merupakan salah satu bahan graft yang dapat dimanfaatkan untuk *socket preservation*. Sebagai mineral anorganik dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, hidroksiapatit menyusun sekitar 70% struktur tulang. Bahan ini telah banyak digunakan dalam bidang kedokteran dan kedokteran gigi sebagai pengganti tulang dan material tambal gigi. Ketersediaan bahan baku tulang yang melimpah mendukung produksi hidroksiapatit dalam jumlah besar.

Dalam penelitian ini, produk sampingan industri makanan dapat memecahkan masalah limbah dan berguna untuk memproduksi bahan pengganti tulang. Penggunaan *bone graft* dalam bidang periodontal salah satunya telah diteliti oleh Mansyur S (2022) yang terbukti bahwa tulang ikan bandeng dapat dijadikan *bone graft* pada tindakan *socket preservation* dan pada penelitian oleh Kumala E (2021) membuktikan bahwa penggunaan tulang sapi sebagai *bone graft* memiliki efek terhadap jumlah sel osteoklas pada soket pasca pencabutan

Penelitian Thanh (2019) menunjukkan bahwa tulang ayam sebagai sumber karbonat apatit untuk pembuatan *bone graft* dapat dibuat dari serbuk tulang ayam. Spesimen tersebut

telah memenuhi persyaratan sifat penanganan dan memiliki komposisi kimia yang sama dengan tulang manusia, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti tulang.

Bahan pengganti tulang dapat berupa butiran granul. Granul dapat dibuat dari karbonat apatit ($\text{CO}_3 \text{ Ap}$). Granul merupakan gumpalan dari partikel-partikel yang lebih kecil dengan bentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar. Granul memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih stabil dari pada serbuk, praktis untuk digunakan dan mudah dalam penyiapan larutan secara cepat.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai efektifitas limbah tulang ayam Lohman terhadap resorpsi tulang sel osteoklas pada tindakan *socket preservation*. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengembangkan solusi inovatif yang memanfaatkan limbah organik, serta menghadirkan pendekatan baru dalam pengelolaan limbah dan peningkatan kesehatan masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *true experimental* laboratoris dengan desain *Post Test Only Control Group Design* pada hewan coba tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) sebagai subjek penelitian. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia (431/A.1KEP-UMI/VIII/2024). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi UMI, Laboratorium Farmakologi Universitas Muslim Indonesia, Laboratorium Patologi Anatomi RS. Ibnu Sina, Makassar, Indonesia.

Hewan percobaan tersebut adalah *Rattus norvegicus* strain Wistar berusia 12 sampai 14 minggu, jantan dengan berat badan 250 sampai 300 g, tikus sehat, tidak ada kerusakan gigi, atau cacat di seluruh tubuh. Bahan yang digunakan adalah *bone garft* tulang ayam Lohman sebagai perlakuan dan *bone garft* Batan sebagai control. Pembuatan *bone graft* tulang ayam Lohman sebanyak 1 kg direndam dalam larutan natrium klorida 2% (NaCl) selama dua jam pada suhu 100°C untuk menghilangkan sisa-sisa lainnya, kemudian dibilas dengan aquades dan direndam dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) selama 12 jam pada suhu 80°C , tulang ayam dicuci dan disaring beberapa kali dengan aquades, dikeringkan dalam oven selama 24 jam kemudian dihaluskan hingga menjadi bubuk yang dapat melewati saringan $45 \mu\text{m}$,

selanjutnya dikeringkan dalam oven dan dikalsinasi pada suhu 300°C selama 2 jam di dalam furnace.

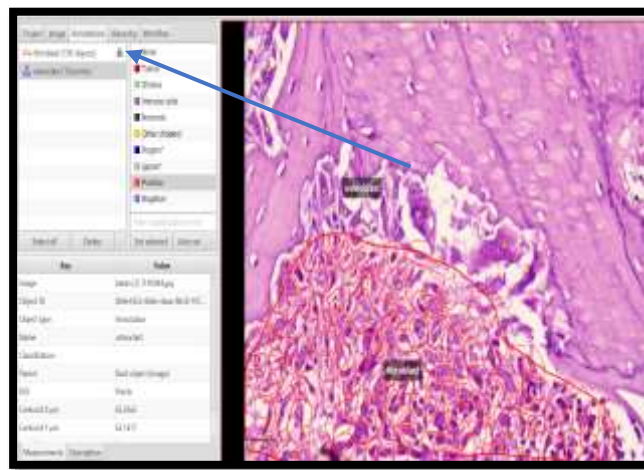
Socket preservation adalah prosedur yang dirancang untuk mengurangi resorpsi ridge eksternal dan mempertahankan ukuran soket, dengan tujuan utama memperkuat dan menjaga *ridge alveolar* setelah pencabutan gigi. Prosedure ini dimulai dari Proses adaptasi, pemberian pakan dan perawatan hewan coba. Pencabutan gigi hewan coba dimulai dengan pemberian anestesi menggunakan ketamin dengan dosis 50 mg/kg berat badan, kemudian menunggu hingga tikus kehilangan kesadaran dalam waktu 2–5 menit. Setelah tikus tidak sadar, dilakukan pembukaan perlekatan angulus gingiva menggunakan ekskavator. Setelah perlekatan terbuka dengan baik, pencabutan gigi dilakukan menggunakan tang cabut.

Prosedur *socket preservation* dilakukan dengan dua metode, yaitu menggunakan bahan ayam Lohman dan bone graft jenis Batan. Pada metode pertama, soket pencabutan diisi dengan granul tulang ayam Lohman, kemudian dilakukan penjahitan menggunakan benang absorbable suture USP 4/0. Setelah efek anestesi hilang, hewan coba diberikan makanan dan minuman seperti biasa. Dekaputasi dilakukan pada hari ke-7 untuk kelompok I, hari ke-14 untuk kelompok III, dan hari ke-21 untuk kelompok V. Pada metode kedua, soket diisi dengan bone graft jenis Batan, lalu dijahit dengan benang absorbable suture USP 4/0. Setelah pemulihan dari anestesi, hewan coba kembali diberi makanan dan minuman, dan dekaputasi dilakukan pada hari ke-7 untuk kelompok II, hari ke-14 untuk kelompok IV, dan hari ke-21 untuk kelompok VI.

Pengambilan sampel jaringan maksila dilakukan dengan dekaputasi hewan coba pada hari ke-7, 14, dan 21 setelah diberikan anestesi lethal menggunakan ether 10%. Tikus dimasukkan ke dalam toples kaca berisi kapas yang telah diberi larutan ether hingga tidak sadar, kemudian maksila bagian anterior diambil menggunakan skalpel dan blade. Rahang tikus dimasukkan ke dalam pot berisi formalin buffer, sementara tubuhnya dikuburkan secara layak.

Pembuatan sediaan dimulai dengan memasukkan 24 sampel jaringan ke dalam formalin buffer 10% untuk mencegah perubahan post-mortem. Dekalsifikasi dilakukan dengan merendam sampel dalam larutan asam nitrat 2,5% hingga tulang melunak, lalu jaringan dipotong di sekitar area pencabutan dengan gigi insisiv RA sebagai patokan. Selanjutnya, jaringan mengalami dehidrasi bertahap dengan alkohol, kemudian dilakukan clearing menggunakan xylol selama 2 x 30 menit. Proses impregnasi dilakukan dengan mencairkan

parafin solid pada suhu 60°C, diikuti embedding untuk membentuk blok parafin yang kemudian didinginkan dengan cold plate. Blok parafin disayat dengan rotary microtome setebal 2,5µm dan ditempatkan pada glass objek. Sampel direndam dalam air bersih agar lebih mudah menempel, lalu dipanaskan pada hot plate hingga parafin meleleh dan jaringan tetap menempel pada glass objek. Pewarnaan dilakukan menggunakan Hematoxylin-Eosin (HE), lalu jaringan ditutup dengan cover glass, di mana inti sel berwarna biru terang dan sitoplasma merah. Preparat siap diperiksa di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 400x untuk menghitung jumlah sel osteoklas menggunakan *software QuPath*.



Gambar 5 1 Software *QuPath* menganalisa sel

Pada penelitian ini menggunakan uji t untuk melihat adanya perbedaan pada pengaruh pemberian *bone graft* batan dan *bone graft* tulang ayam lohman terhadap jumlah sel osteoklas. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi *Statistical Product and Service Solutions* SPSS versi 29.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengamatan jumlah sel osteoklas yang diamati pada hari ke-7, 14 dan 21 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5 1 Analisisi Deskriptif *bone graft* Lohman dan Batan pada hari ke 7

Perlakuan	Hari	Rata-Rata
<i>Bone graft</i> Lohman	7 hari	5.6
	7 hari	2.8

	7 hari	10.2
	7 hari	1.2
	7 hari	2.8
	7 hari	5.2
<i>Bone graft Batan</i>	7 hari	5
	7 hari	7.2

Tabel (5.1) menunjukkan nilai rata-rata setiap sampel. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah osteoklas tertinggi pada perlakuan dengan bahan *bone graft* Lohman adalah 10,2, sedangkan yang terendah adalah 1,2. Sementara itu, pada perlakuan dengan bahan *bone graft* Batan, jumlah osteoklas tertinggi mencapai 7,2 dan yang terendah adalah 2,8, dengan pengukuran dilakukan pada hari ke-7.

Tabel 5 2 Analisisi Deskriptif *bone graft* Lohman dan Batan pada hari ke 14

Perlakuan	Hari	Rata-Rata
	14 Hari	3.4
	14 Hari	1.2
<i>Bone graft Lohman</i>	14 Hari	2
	14 Hari	6.4
	14 Hari	2.6
	14 Hari	1.4
<i>Bone graft Batan</i>	14 Hari	4.2
	14 Hari	1.6

Tabel (5.2) menunjukkan nilai rata-rata setiap sampel. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah osteoklas tertinggi pada perlakuan dengan bahan *bone graft* Lohman adalah 6,4, sedangkan yang terendah adalah 1,2. Sementara itu, pada perlakuan dengan bahan *bone graft* Batan, jumlah osteoklas tertinggi mencapai 4,2 dan yang terendah adalah 1,4, dengan pengukuran dilakukan pada hari ke-14.

Tabel 5 3 Analisisi Deskriptif *bone graft* Lohman dan Batan pada hari ke 21

Perlakuan	Hari	Rata-Rata
-----------	------	-----------

<i>Bone graft Lohman</i>	21 Hari	1.8
	21 Hari	1.6
	21 Hari	1.6
	21 Hari	1.8
<i>Bone graft Batan</i>	21 Hari	1.2
	21 Hari	0.2
	21 Hari	1
	21 Hari	1.6

Tabel (5.3) menunjukkan nilai rata-rata setiap sampel. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah osteoklas tertinggi pada perlakuan dengan *bahan bone graft Lohman* adalah 1,8, sedangkan yang terendah adalah 1,6. Sementara itu, pada perlakuan dengan bahan *bone graft Batan*, jumlah osteoklas tertinggi mencapai 1,6 dan yang terendah adalah 0,2, dengan pengukuran dilakukan pada hari ke-21.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Shapiro wilk* untuk menguji normalitas sampel. Hasil uji normalitas setiap kelompok hari dan perlakuan lebih besar dibandingkan dengan 0,05 ($p\text{-value} > 0,05$), ini menunjukkan bahwa data sel osteoklas setiap perlakuan berdistribusi normal. Sehingga untuk uji perbandingan setiap kelompok hari menggunakan uji T independent sebagai berikut:

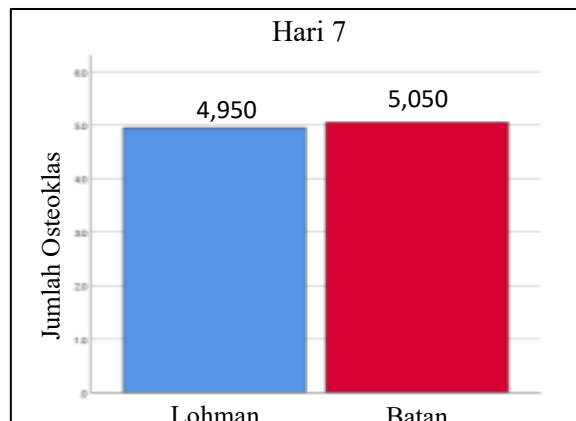
Tabel 5 4 Hasil uji perbandingan pada hari ke-7 kelompok granul tulang ayam Lohman dan Batan pada tindakan *socket preservation*

Hari	Kelompok	N	Rata-Rata	Std. Deviasi	P-value
7 Hari	Lohman	4	4.950	3,9442	0.965*
	Batan	4	5.050	1.7991	

*Ket. uji Independent T *tidak signifikan ($p > 0.05$)*

Berdasarkan table (5.4) menunjukkan hasil uji perbandingan sel osteoklas pada Batan dan Lohman di perlakuan 7 hari. Ditunjukkan rata-rata nilai sel osteoklas kelompok Lohman sebesar 4,950 dengan standar deviasi sebesar 3,944. Sedangkan, rata-rata nilai sel osteoklas kelompok Batan sebesar 5,050 dengan standar deviasi sebesar 1,799. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai sel osteoklas pada kelompok Lohman lebih besar dibandingkan dengan

kelompok Batan. Hasil uji perbandingan menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,965 yang lebih besar dibandingkan dengan 0,05 ($p\text{-value} < 0,05$), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara sel osteoklas pada kelompok Batan dan Lohman pada pengukuran hari 7.



Gambar 5.2 Rata-rata jumlah sel osteoklas hari ke-7 pada setiap kelompok perlakuan

Rata-rata jumlah sel osteoklas dapat dilihat pada gambar (5. 2) Pada kelompok Lohman hari ke-7 menunjukkan jumlah sel osteoklas lebih rendah di bandingkan dengan kelompok Batan hari ke-7.

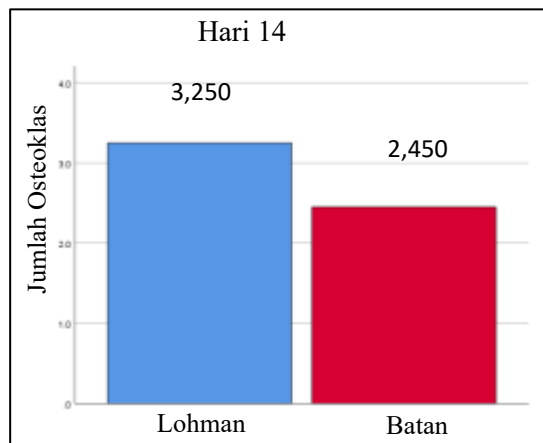
Tabel 5.5 Hasil uji perbandingan pada hari ke-14 kelompok granul tulang ayam Lohman dan Batan pada tindakan *socket preservation*

Hari	Kelompok	N	Rata-Rata	Std. Deviasi	P-value
14 Hari	Lohman	4	3,250	1,2793	0,564
	Batan	4	2,450	2,2884	

*Ket. uji Independent T *tidak signifikan ($p > 0.05$)*

Berdasarkan table (5.5) menunjukkan hasil uji perbandingan sel osteoklas pada Batan dan Lohman di perlakuan 7 hari. Ditunjukkan rata-rata nilai sel osteoklas kelompok Lohman sebesar 3,250 dengan standar deviasi sebesar 1,279. Sedangkan, rata-rata nilai sel osteoklas kelompok Batan sebesar 2,450 dengan standar deviasi sebesar 2,288. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai sel osteoklas pada kelompok Lohman lebih besar dibandingkan dengan kelompok Batan. Hasil uji perbandingan menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,564 yang lebih

besar dibandingkan dengan 0,05 ($p\text{-value} > 0,05$), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara sel osteoklas pada kelompok Batan dan Lohman pada pengukuran hari 14.



Gambar 5.3 Rata-rata jumlah sel osteoklas hari ke-14 pada setiap kelompok perlakuan

Rata-rata jumlah sel osteoklas dapat dilihat pada gambar (5. 3) Pada kelompok Lohman hari ke-14 menunjukkan jumlah sel osteoklas lebih tinggi di bandingkan dengan kelompok Batan hari ke-14.

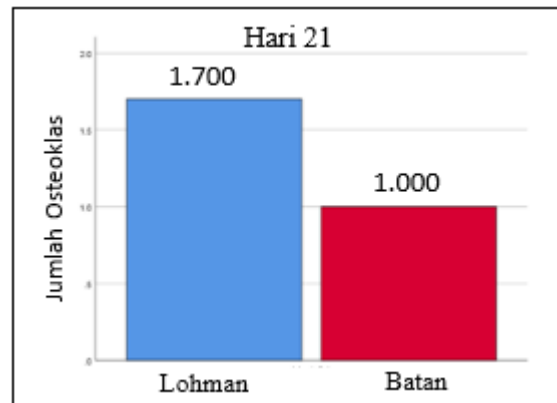
Tabel 5.6 Hasil uji perbandingan pada hari ke-21 kelompok granul tulang ayam Lohman dan Batan pada tindakan *socket preservation*

Hari	Kelompok	N	Rata-Rata	Std. Deviasi	P-value
21 hari	Lohman	4	1.700	0.1155	0,058*
	Batan	4	1.000	0.5888	

*Ket. uji Independent T *tidak signifikan ($p > 0.05$)*

Berdasarkan table (5.6) menunjukkan hasil uji perbandingan sel osteoklas pada Batan dan Lohman di perlakuan 21 hari. Ditunjukkan rata-rata nilai sel osteoklast kelompok Lohman sebesar 1,700 dengan standar deviasi sebesar 0,1155. Sedangkan, rata-rata nilai sel osteoklas kelompok Lohman sebesar 1,000 dengan standar deviasi sebesar 0,5888. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai sel osteoklas pada kelompok Batan lebih kecil dibandingkan dengan kelompok Lohman. Hasil uji perbandingan menunjukkan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0,058 yang lebih besar dibandingkan dengan 0,05 ($p\text{-value} > 0,05$), ini menunjukkan bahwa tidak terdapat

perbedaan signifikan sel osteoklas pada kelompok Batan dan Lohman pada pengukuran hari 21.

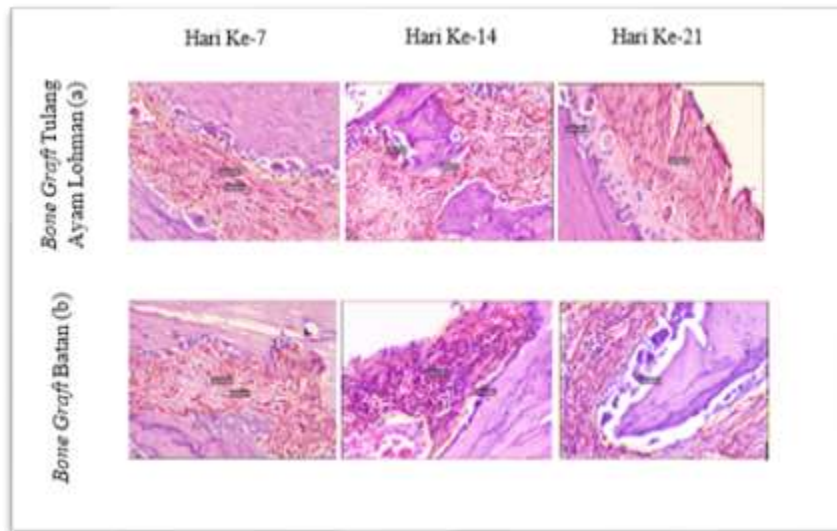


Gambar 5 4 Rata-rata jumlah sel osteoklas hari ke-21 pada setiap kelompok perlakuan

Rata-rata jumlah sel osteoklas dapat dilihat pada gambar (5. 4) Pada kelompok Lohman hari ke-21 menunjukkan jumlah sel osteoklas lebih tinggi di bandingkan dengan kelompok Batan hari ke-21.

Jumlah osteoklas berdasarkan literatur (5–20 pada hari ke-7, 3–10 pada hari ke-14 dan <5 pada hari ke-21), jumlah osteoklas pada penelitian ini menurun dari hari ke-7 (4.95), hari ke-14 (3.24), hingga hari ke-21 (1.7), yang menunjukkan efektivitas dalam proses regenerasi tulang. Aktivitas osteoklas mencakup sekitar 30-50% dari seluruh proses remodeling tulang, sementara sisanya adalah aktivitas osteoblas yang membentuk tulang baru. Namun, angka ini bisa bervariasi tergantung pada kondisi biologis, usia, dan faktor lain seperti cedera atau penyakit tulang.²⁴

Pada penelitian ini, pemeriksaan histologis terlihat sel osteoklas yang terdapat pada permukaan tulang alveolar gigi anterior rahang atas *Rattus Norvegicus* yang diperiksa dengan metode HE. Gambaran histologis osteoklas berupa sel raksasa multinukleus berbentuk bulat atau lonjong. Sitoplasma berwarna merah kebiruan yang berada pada sisi tulang yang diresorpsi sedikit kasar. Gambar 5.1 (a) menunjukkan jumlah sel osteoklas pada perlakuan *bone graft* tulang ayam Lohman, gambar (b) menunjukkan jumlah sel osteoklas pada kelompok perlakuan *bone graft* Batan.



Gambar 5 5 Gambar histologi esteoklas

Gambar (5.5) Gambaran histologis osteoklas pada daerah gigi anterior rahang atas *Rattus Norvegicus* yang telah dilakukan *socket preservation* dengan menggunakan pewarnaan HE dan pembesaran 400x. Kelompok perlakuan *bone graft* tulang ayam Lohman (a), Kelompok perlakuan *bone graft* Batan(b).

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas tulang ayam Lohman terhadap sel osteoklas dalam prosedur *socket preservation*. Setelah pencabutan gigi, terjadi proses penyembuhan melalui tahapan hemostasis, inflamasi, proliferasi, dan remodeling tulang. *Rattus norvegicus* digunakan sebagai model karena respons biologisnya serupa dengan manusia.

Osteoklas berperan dalam resorpsi tulang lama untuk mendukung regenerasi tulang baru. Aktivitasnya diatur oleh *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B (RANK)*, *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand (RANKL)* dan *Osteoprotegerin (OPG)*, sitokin, hormon, dan faktor mekanis. Penelitian ini menggunakan pemeriksaan histologi untuk menghitung jumlah osteoklas pada sampel yang diberi dua jenis *bone graft*.

Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan ($p < 0,05$), tetapi penurunan jumlah osteoklas pada hari ke-7, 14, dan 21 menegaskan efektivitas *bone graft* dalam mendukung penyembuhan tulang. Pada hari ke-7, osteoklas aktif meresorpsi jaringan tulang nekrotik, kemudian aktivitasnya menurun pada hari ke-14 saat fase proliferasi

meningkat. Penurunan lebih signifikan pada hari ke-21 menandakan transisi ke fase remodeling dengan pembentukan tulang baru yang lebih padat.

Penelitian sebelumnya menunjukkan pola perubahan osteoklas dalam regenerasi tulang. Bachtiar R. (2022) melaporkan bahwa pemberian gel VCO pada *Rattus norvegicus* yang diinduksi *Porphyromonas gingivalis* efektif menurunkan jumlah osteoklas, dengan penurunan signifikan pada hari ke-7 dan 14, serupa dengan kelompok kontrol positif yang menggunakan gel metronidazole. Zubaidah et al. (2023) menemukan bahwa jumlah osteoklas dalam kelompok perlakuan lebih rendah dibandingkan kontrol dari hari ke-3 hingga ke-28, dengan penurunan signifikan pada hari ke-3 hingga ke-7 dan stabil dari hari ke-7 hingga ke-28. Gani et al. (2022) melaporkan peningkatan osteoklas signifikan pada kelompok BHA-GEL dibandingkan HA-GEL dan kelompok defek tanpa perancah pada hari ke-7, sedangkan pada HA-GEL, jumlah osteoklas, osteoblas, dan osteosit meningkat lebih tinggi pada hari ke-14, menunjukkan peningkatan aktivitas remodeling tulang, sebelum jumlah osteoklas menurun pada hari ke-21.

Proses perbaikan jaringan tulang melibatkan regulasi osteoblas, osteoklas, dan osteosit. Osteoklas meresorpsi jaringan tulang yang rusak, membuka ruang bagi regenerasi. Selanjutnya, osteoblas berproliferasi dan membentuk jaringan tulang baru, yang kemudian dimineralisasi oleh osteosit. Dalam perawatan pasca pencabutan gigi, bone graft sering digunakan untuk merangsang penyembuhan dan pertumbuhan tulang.

Bone graft berfungsi merehabilitasi kerusakan tulang dengan sifat biokompatibel, osteokonduktif, dan osteoinduktif. Mansyur S (2022) menunjukkan bahwa tulang ikan bandeng efektif untuk socket preservation, sementara Kumala E (2021) menemukan tulang sapi dapat mengurangi jumlah osteoklas pasca pencabutan gigi. Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) komponen utama tulang, memiliki struktur mirip tulang manusia dan berperan dalam mineralisasi. Komposit hidroksiapatit-kolagen meningkatkan aktivitas osteoblas. Hidroksiapatit dapat disintesis dari tulang ayam, yang mengandung 70% hidroksiapatit dan 30% kolagen. Isamillennio (2023) menyatakan bahwa kalsinasi yang lebih lama meningkatkan kemurnian dan kristalinitas CaO, mendekati sifat mekanik tulang manusia. Hidroksiapatit, sebagai biomaterial utama bone graft, terbukti mendukung pertumbuhan tulang dalam penelitian. Park, dkk. (2015) menemukan bahwa kemurnian serbuk tulang ayam meningkat dengan perlakuan kalsinasi lebih lama pada suhu tinggi, meningkatkan kristalinitas CaO yang mendekati sifat mekanik tulang manusia. Tram (2021) menunjukkan bahwa CO_3Ap

dari tulang ayam meniru kandungan anorganik tulang alami dan perlakuan panas yang tepat penting untuk mempertahankan karbonat serta menghilangkan residu organik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tulang ayam Lohman berpotensi menjadi bahan graft prospektif untuk socket preservation dan regenerasi tulang lainnya. Kandungan hidroksiapatit dan kolagen dalam tulang ayam Lohman mendukung osteogenesis dengan merangsang pertumbuhan osteoblas serta diferensiasi osteogenik, sementara kandungan kalsium dan fosfornya penting dalam pembentukan tulang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada hari ke-7, jumlah sel osteoklas memiliki rata-rata tertinggi pada bone graft tulang ayam Lohman sebesar 10,2 dan pada Batan sebesar 7,2.
2. Pada pengamatan hari ke-14, jumlah sel osteoklas mengalami penurunan, dengan rata-rata tertinggi pada bone graft tulang ayam Lohman sebesar 6,4 dan pada Batan sebesar 4,2.
3. Pada pengamatan hari ke-21, jumlah sel osteoklas terus menurun, dengan rata-rata tertinggi pada bone graft tulang ayam Lohman sebesar 1,8 dan pada Batan sebesar 1,6.
4. Bone graft tulang ayam Lohman efektif dalam mendukung regenerasi tulang. Hal ini ditandai dengan penurunan rata-rata jumlah sel osteoklas.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perubahan tingkat pemanasan tulang ayam sehingga didapatkan warna granul yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek samping potensial dan tolerabilitas pemberian bone graft dari tulang ayam dalam pembentukan tulang
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bone graft tulang ayam Lohman untuk memastikan standar kualitas, keamanan dan efektivitasnya sehingga dapat dikembangkan menjadi produk yang siap digunakan dalam aplikasi klinis.

DAFTAR PUSTAKA

- Febriany M, Pamewa K, Arifin FA, Mattalitti SFO, Wijaya SZH. Perbedaan pengetahuan kesehatan gigi mulut sebelum dan sesudah penyuluhan flipchart dan permainan ular tangga. *Sinnun Maxillofacial Journal*.2021;03(02):60-65.
- World Health Organization. Oral Health Country Profile. 2022:1-2.*
<https://www.who.int/publications/m/item/oral-health-idn-2022-country-profile>
- Puspasari D, dkk. Survei kesehatan indonesia (ski) 2023 dalam angka data akurat kebijakan tepat. Kemenkes BKPK.2023;317-320.<https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/ski-2023-dalam-angka>
- Passarelli PC, Dkk. *Reasons for tooth extractions and related risk factors in adult patients: a cohort study.* international journal of environmental research and public health. 2020;17(7): 1-12..
- Deniyati, dkk. Ilmu Penyakit Mulut. Cetakan pertama. Jawa tengah Bojongsari. Eureka media aksara.2024:1-77.Sykes Lm, Bradfield C, Naidu K. *Alveolar bone resorption following tooth extraction characteristically illustrated.* Sadj.2021; 76(9):545- 549.
- Omi M, Mishina Y. *The role of osteoclasts in alveolar bone remodeling. Department of biology and materials science & prosthodontics, University Of Michigan School Of Dentistry.* Genesis wiley 2022;60(8-9): 1-18.
- Hendrijantini N, Kuntjoro M, Agustono B, Laksono H, Kusuma Ec, Wijaya Nt. Jurnal Penelitian Dan Tinjauan Lanjutan Dunia, 2023, 19(03), 256–262
- Len A, Hariyani Na. Hidroksiapatit sebagai salah satu bahan yang paling umum digunakan pada cangkok tulang: tinjauan pustaka. Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah, Special Edition; 2021;8(2):172-178.
- Milenia YR, Madyawati SP, Achmad AB, Damayanti R. *Evaluation of production peak of laying hens strain Lohman brown in cv. Lawu farm malang.* Journal Of Applied Veterinary Science And Technology. 2022;03(1): 12-17.
- Megawati NI, Dhamayanti Y, Purnama MTE, Soeharsono, Yudhana A, Yunita Mn. Pola pertumbuhan ayam broiler strain Lohmann berdasarkan osteometri tulang sayap. Jurnal Medik Veteriner. 2020, 3(2):216-223.
- Wahyuningsih ES, Karmila D, Safitri DAA, Fitriani N. Review Artikel: pemanfaatan limbah tulang ayam sebagai sumber kolagen untuk anti aging pada kulit. Jurnal Buana Farma. 2022;2(1): 1-5.

- Maulina. Pemanfaatan tulang ayam sebagai *adsorben methylene blue utilization of chicken bones as methylene blue adsorben*. Jurnal Zarah, 2022;10(2):73-79.
- Kumala, dkk. Efek toothgraft terhadap jumlah osteoblas soket tikus pasca pencabutan. E-Prodenta Journal of Dentistry. 2021;5(2): 506-509.
- Tram Nxt. *Characterization of carbonate apatite derived from chicken bone and its in-vitro evaluation using mc3t3-e1 cells*. Materials Research Express. 2021; 8(2): 1-11
- Anggraini Rm, Yusuf Y. Karakterisasi natural hidroksiapatit dari tulang ikan lele (*calarias batracus*). Jop. 2023;8(2):103-107.
- Mihrani, Amandab, Aisyah, Ahmadd I. Analisis penjualan ayam afkir terhadap pendapatan (studi kasus pt. Cahaya mario 3 putri sidrap). Jurnal Ekonomi Bisnis Dan Akuntansi. 2021;2(1):115-124.
- Wahyuningsih ES, Karmila D, Safitri DAA, Fitriani F. Review artikel: pemanfaatan limbah tulang ayam sebagai sumber kolagen untuk anti aging pada kulit. Jurnal Buana Farma. 2022;2(1):38-42.
- Ranamanggala JA, Laily DA, Annisa Nn, Cahyaningrum SE. Artikel review potensi hidroksiapatit dari tulang ayam sebagai pelapis implan gigi. Jurnal Kimia Riset. 2020;5(2):141-150.
- Rosidah I, Ningsih S, renggani tn, agustini k, efendi j. Profil hematologi tikus (*rattus norvegicus*) galur sprague-dawley jantan umur 7 dan 10 minggu. Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia. 2020;7(1):136-145
- Putri NA, Khristian E, Durachim A. Tinjauan pewarnaan hemaktosilin-eosin danschiff asam periodik terhadap kerusakan hati mencit yang diinduksi aloksan. Jurnal Borneo Teknologi Laboratorium Medis. 2023;5(2):296 – 302.
- Wang, T., He, C., Zhang, J., & Shen, Y. Recent advances in the regulation of osteoclastogenesis by osteoimmunology. *Frontiers in Immunology*, 2022;13:978627. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.978627>
- Zubaidah N, Pratiwi DD, Masa M, Setiawatie EM, Kunarti S. The osteogenesis mechanisms of dental alveolar bone socket postinduction with hydroxyapatite bovine tooth graft: an animal experimental in *rattus norvegicus* strain Wistar. *European Journal of Dentistry*. 2023;17(3):871-880.

- Gani MA, Budiatin AS, Shinta DW, Ardianto C, Khotib J. Bovine hydroxyapatite-based scaffold accelerated the inflammatory phase and bone growth in rats with bone defect. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*. 2020;0(0):1-12.
- Islamillennio. Pengaruh suhu dan waktu kalsinasi terhadap kemurnian hidroksiapatit berbasis tulang ayam dengan metode presipitasi. *Jtm*. 2023;11(01):19-24.