

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fraktur adalah kerusakan neuromuskular akibat trauma pada jaringan tulang atau terputusnya jaringan tulang.¹ Laporan Nasional Riskesdas 2018 menyatakan bahwa fraktur tulang sendiri, memiliki prevalensi sebesar 5,5% di Indonesia.² Ditemukan juga bahwa ada sekitar 8 juta orang Indonesia yang mengalami kejadian fraktur dari berbagai tipe dan penyebab, dengan 25% orang yang mengalami fraktur pada akhirnya meninggal, 45% cacat fisik, 15% kehilangan beberapa tulang, dan hanya 10% yang sembuh dengan baik.³

Penyembuhan dari fraktur dan regenerasi tulang merupakan sebuah proses fisiologis kompleks yang melibatkan pengerahan sel, ekspresi gen, dan sekresi banyak ligan. Dalam merespon cedera dan fraktur, tulang memiliki kapasitas intrinsik unik untuk perbaikan dan regenerasi.⁴ Tetapi, kondisi untuk penyembuhan tulang tidak selalu ideal. Infeksi, pendarahan yang kurang baik, malnutrisi, dan kehilangan jaringan tulang atau jaringan lunak dapat menghambat penyembuhan tulang yang efektif.⁵

Bone graft adalah sebuah bahan yang dapat meningkatkan penyembuhan tulang, secara sendiri ataupun dalam kombinasi dengan materi berbeda.⁶ *Bone grafts* modern berupaya untuk memfasilitasi dan meningkatkan proses penyembuhan ketika sedang ada kondisi kurang optimal.⁵ *Bone graft* semakin sering digunakan dalam traumatologi, operasi tumor, operasi tulang punggung, dan infeksi. Secara global 1.000.000 sampai dengan 1.500.000 prosedur *bone grafting*

dilakukan setiap tahunnya, mengakibatkan kekurangan ketersediaan dari donor jaringan konvensional yang biasa digunakan untuk prosedur rekonstruksi tulang ini.⁷ *Gold standard* dari transplan tulang adalah *autografts*, tetapi memiliki beberapa kekurangan yaitu morbiditas dan keterbatasan kesediaan. *Allografts* memiliki memiliki sifat yang osteokonduktif dan osteoinduktif tetapi memiliki resiko terjadinya infeksi, biaya yang besar, dan juga memiliki kendala ketersediaan donor untuk *allograft*.⁸ *Bone substitutes* adalah biokeramik yang meskipun tidak memiliki sifat osteogenik maupun osteoinduktif, tetapi dapat meningkatkan osteosintesis dengan menjadi perancah yang osteokonduktif.⁹ Pada umumnya, *bone substitutes* terbuat dari bahan dasar kalsium, ada empat tipe utama dari biokeramik yang tersedia, yaitu kalsium sulfat, kalsium fosfat, trikalsium fosfat, dan hidroksiapatit; biokeramik yang terbuat dari campuran bahan tersebut bertujuan untuk mendapatkan peningkatan dalam sifat tertentu untuk proses penyembuhan yang lebih baik. Umumnya bone substitutes terbuat dari campuran hidroksiapatit dan trikalsium fosfat yang merupakan fase amorf dari hidroksiapatit. Hidroksiapatit bersifat inert dan akan bertahan di dalam tubuh untuk jangka waktu yang cukup lama, sedangkan trikalsium fosfat mengalami biodegradasi dalam 6 minggu sejak ditransplantasikan. Hidroksiapatit memiliki kekuatan mekanik yang sangat tinggi, sedangkan trikalsium fosfat sangat lemah. Kelebihan dari *substitutes* adalah mereka memiliki potensi untuk melampaui batasan dan juga komplikasi yang sering dihasilkan oleh proses *autograft* ataupun *allograft*.^{8 10}

Hidroksiapatit adalah sebuah komponen mineral primer pada tulang dan gigi yang merupakan bentuk mineral dari kalsium fosfat.¹¹ Hidroksiapatit memiliki

rumusan kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang dapat didapat secara alamiah.⁶ Komponen dari hidroksiapatit yang merupakan sebuah unsur primer dari tulang membuatnya memiliki biokompatibilitas yang tinggi dan juga tidak memicu respon peradangan.⁷ Hidroksiapatit alami memiliki struktur yang berpori, sehingga mudah diserap dan menunjukkan sifat osteokonduktivitas yang baik. Karena hidroksiapatit memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan dapat disesuaikan bentuknya dengan daerah yang mengalami defek, maka dapat digunakan pada defek tulang yang kecil.¹¹ Bovine adalah salah satu materi yang sering digunakan sebagai bahan untuk *bone grafting* dikarenakan beberapa kelebihan yang dimilikinya, diantaranya adalah jumlahnya yang banyak serta komplikasi yang minimal.¹² Tetapi pada tahap awal *bone healing* penggunaan *bovine* telah menunjukkan penyembuhan yang lambat, yang disebabkan oleh kecepatan reabsorpsi yang lambat.¹³

Sudah disebut sebelumnya bahwa hidroksiapatit bisa didapatkan secara alamiah, salah satunya adalah dengan menggunakan cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*). Diketahui bahwa produksi rajungan di Indonesia cukup tinggi, di mana pada daerah Laut Jawa sendiri pada rentang tahun 2005 sampai dengan 2014 diperkirakan potensi penghasilan rajungan sebanyak 37.911 ton setiap tahunnya.¹⁴ Karena tingginya jumlah produksi dari rajungan, maka limbahnya pun cukup banyak. Cangkang mewakili setengah berat rajungan, maka limbah cangkang rajungan setiap tahunnya adalah 18.956 ton.¹⁵ Maka limbah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan HA untuk mengurangi biaya produksi serta mengurangi limbah cangkang rajungan yang ada.

Penilaian radiografi sangat penting dalam menilai kesembuhan fraktur, ini dikarenakan ketersediaan dan aksesibilitas yang sangat luas, serta keters dokter dalam menilai foto radiografi. Ditemukan bahwa antara 39,7% sampai dengan 45,8% dokter bedah ortopedi selalu menggunakan data radiografi yang menilai ukuran kalus, kontinuitas korteks, dan juga *fracture line*.¹⁶ Metode penilaian RUST (Radiographic Union Scale for Tibial fractures) dan *Lane and Sandhu* dapat meningkatkan konsistensi penilaian gambaran radiografi, dengan konsistensi antara *surgical and non-surgical reviewers* lebih tinggi pada skoring *Lane and Sandhu* dibandingkan dengan penilaian RUST.¹⁷

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diteliti pengaruh pemberian HA cangkang rajungan terhadap gambaran radiologi *bone healing* pada defek tulang femur kelinci. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam bidang penelitian sebagai sebuah referensi sumber ilmu pengetahuan serta memberikan bukti penggunaan cangkang rajungan sebagai bahan dasar sintesis hidroksiapatit untuk *bone graft*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh hidroksiapatit rajungan terhadap gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan dari penelitian ini adalah menilai pengaruh hidroksiapatit rajungan terhadap gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang *femur* kelinci.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menilai pengaruh hidroksiapatit rajungan terhadap perbedaan gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci pada minggu ke-2, ke-4, dan ke-6
2. Menilai perbedaan gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci tanpa perlakuan, dengan pemberian HA *bovine*, dan dengan pemberian HA rajungan pada minggu ke-2
3. Menilai perbedaan gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci tanpa perlakuan, dengan pemberian HA *bovine*, dan dengan pemberian HA rajungan pada minggu ke-4
4. Menilai perbedaan gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci tanpa perlakuan, dengan pemberian HA *bovine*, dan dengan pemberian HA rajungan pada minggu ke-6

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Penelitian Bagi Ilmu Pengetahuan

Memberikan pengetahuan tentang pengaruh hidroksiapatit rajungan terhadap gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci.

1.4.2 Manfaat Penelitian Bagi Institusi Pendidikan

Memberikan informasi tentang pengaruh hidroksiapatit rajungan terhadap gambaran radiologis *bone healing* pada defek tulang femur kelinci.

1.4.3 Manfaat Penelitian Bagi Penelitian Selanjutnya

Menjadi acuan bagi peneliti di masa depan untuk melakukan penelitian lanjutan pada hidroksiapatit rajungan terhadap gambaran radiologis *bone healing*.

1.5 Keaslian Penelitian

Peneliti telah melakukan upaya penelusuran Pustaka dan tidak menemukan adanya penelitian yang telah menjawab pertanyaan yang diajukan penelitian ini. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah jenis penelitian eksperimental dengan desain penelitian *post-test only control group design*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kelinci New Zealand (*Oryctolagus cuniculus*). Variabel bebas pada penelitian ini adalah hidroksiapatit cangkang rajungan dan bovine, dan variabel terikat pada penelitian ini adalah gambaran radiologis *bone healing*.

No.	Judul Penelitian	Metode penelitian	Hasil penelitian
1.	Melinda Lazulfa Ariani. Pemberian Hidroksiapatit Berbasis Cangkang Kepiting pada Soket Pencabutan Gigi terhadap Luas Trabekula Tulang Alveolar Tikus Wistar. Repository Universitas Airlangga. 2019.	Eksperimental <i>Post-test only control group design</i>	Luas trabekula pada kelompok perlakuan pada hari ke-14 dan 28 lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol pada hari ke-14 dan 28.
2.	Lintang Maudina Santosa. Peningkatan Jumlah Sel Osteosit pada Pemberian Hidroksiapatit Berbasis Cangkang Kepiting Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) Pasca Ekstraksi Gigi Tikus Wistar. Repository Universitas Airlangga. 2019.	Eksperimental <i>Post-test only control group design</i>	Terdapat hasil yang signifikan ($p=0.00$) antara sampel yang diberi perlakuan penambahan gel hidroksiapatit pada soket dengan sampel yang tidak diberi perlakuan.
3.	Michael J.K. Kamadjaja, dkk.	Eksperimental	Luas trabekula, TGF- β 1, dan ALP antara kelompok kontrol dan perlakuan menunjukkan $p<0,05$.

	<i>Effect of Socket Preservation Using Crab Shell-Based Hydroxyapatite in Wistar Rats.</i>	<i>Post-test only control group design</i>	Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok ini.
	Recent Adv Biol Med. 2020 Jun 12;6(2): 13310.		
4.	Junaidi Khotib, dkk. <i>Acceleration of Bone Fracture Healing through The Use of Natural Bovine Hydroxyapatite Implant on Bone Defect Animal Model.</i>	Eksperimental	Pengamatan histologi pada tulang femur kelinci menunjukkan adanya perbedaan signifikan jumlah osteoklas, osteoblas, dan osteosit pada ketiga kelompok. Kadar BALP juga menunjukkan perbedaan bermakna kelompok yang diberikan implan BHA atau BHA-GEN dibanding kelompok yang tidak diberikan implan tulang pada hari ke-14. Berdasarkan hasil X-Ray juga terjadi penyatuan yang lebih baik pada kelompok dengan penggunaan implan tulang.
	Folica Medica Indonesia. 2019;55(3): 176-87.		
5.	Arifin Arifin, dkk. <i>The clinical and radiological outcome of bovine hydroxyapatite (Bio Hydrox) as Bone Graft.</i>	Deskriptif	Dari 56 pasien yang melakukan operasi dan diberikan hidroksiapatit <i>bovine</i> , mayoritas menunjukkan keberhasilan yang baik, yaitu 80,36%. Oleh karena itu, hidroksiapatit <i>bovine</i> dapat digunakan sebagai <i>bone graft</i> alternatif untuk mendukung proses <i>bone healing</i> .
	JOINTS (Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya). 2020;9(1): 9-16.		

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Penulis telah melakukan upaya penelusuran pustaka dan tidak menjumpai adanya penelitian atau publikasi sebelumnya yang telah menjawab permasalahan penelitian. Perbedaan terletak pada sampel, metode, dan variable yang digunakan. Belum ada penelitian yang menggunakan hidroksiapatit cangkang rajungan sebagai *bone graft*. Penelitian ini akan dilakukan pada hewan coba kelinci dengan membuat

defek pada tulang femur. Hasil penelitian akan diperiksa pada minggu ke-2, minggu ke-4, dan minggu ke-6 secara radiologis untuk menganalisis *bone healing*.