

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan kerangka penelitian yang akan menjadi dasar pemikiran penulisan dan penelitian mengenai “Analisis Perilaku Mekanik *Bone Scaffold* Berbahan Hidroksiapatit Sebagai Kandidat Implan Tulang Dengan Metode Permodelan Komputasi”.

1.1 Latar Belakang

World Health Organization (WHO) mencatat pada tahun 2011 – 2012 terdapat 5,6 juta orang meninggal dunia karena cacat tulang dan 1,3 juta orang menderita fraktur akibat kecelakaan lalu lintas. Kemudian cacat tulang merupakan salah satu penyebab utama kecacatan pada pasien usia lanjut, yang menyebabkan penurunan kualitas hidup (Wang, et al., 2014). Di seluruh dunia, diperkirakan 2,2 juta proses cangkok tulang dilakukan setiap tahun, akan tetapi persediaan yang terbatas dan lokasi donor merupakan masalah yang signifikan. Cangkok tulang adalah alternatif yang digunakan untuk masalah tersebut, biasanya cangkok tulang dilakukan pada berbagai kondisi patah tulang, seperti patah tulang di persendian, patah tulang akibat cedera kecelakaan atau infeksi, serta patah tulang yang tidak membaik setelah menjalani perawatan. Akan tetapi harganya sangat mahal, dan ada resiko penularan penyakit dan respon imun tubuh yang merugikan penderita. (Fu, et al., 2011). Oleh karena itu, digunakan *Tissue Engineering* untuk menginduksi jaringan fungsional baru yang telah terintegrasi dengan inang tanpa menimbulkan reaksi apapun (Akter & Ibanez, 2016).

Salah satu penerapan *tissue engineering* merupakan *bone scaffolds*, *bone scaffolds* telah banyak digunakan dalam memperbaiki berbagai kondisi klinis dalam bedah ortopedi, bedah maksilofasial, dan kedokteran gigi. *Bone Scaffolds* memainkan peran penting dalam keberhasilan pencangkokan tulang di jaringan inang, dan memberikan dukungan mekanis pada kerangka (Amini, et al., 2012). Adapun salah satu material yang sering digunakan untuk *bone scaffold* adalah hidroksiapatit (HAp) dengan rumus molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Hal ini dikarenakan

hidroksiapatit memiliki kesamaan dengan jaringan tulang pada manusia (Tang, 2009). Sifat biokompatibilitas dan bioaktif yang dimiliki oleh hidroksiapatit membuatnya menjadi kandidat yang baik digunakan sebagai bahan pengisi untuk perbaikan dan pengganti tulang yang mengalami kerusakan (Ren, 2009).

Bone Scaffolds harus kokoh karena merupakan kerangka pendukung utama cangkang tulang, dan juga harus berpori agar terhubung antara satu dengan yang lain untuk perpindahan sel dan pembentukan jaringan tulang baru (Roosa, et al., 2010). Porositas pada *bone scaffold* dapat meningkatkan pengulangan siklus sel tulang tanpa hambatan, dan dengan demikian memperluas pertumbuhan regenerasi tulang (Kasten, et al., 2008). Ada berbagai desain pori pada *bone scaffold* tetapi umumnya desain bentuk pori digunakan bentuk *circular* dan *square*. Adapun keunggulan dan kekurangan dari masing-masing bentuk pori yaitu pada bentuk *circular* lebih unggul dari segi perilaku mekanik akan tetapi memiliki kekurangan dari sirkulasi aliran darah dimana akan lebih banyak menghambat aliran nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan tulang, sedangkan pada bentuk pori *square* memiliki keunggulan yaitu lebih baik dari segi sirkulasi aliran darah yang digunakan juga sebagai aliran nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan tulang (Nur Syahirah Mustafa, et al., 2021). Sehingga, digunakan bentuk pori *square* karena lebih unggul untuk mempercepat pertumbuhan tulang. Idealnya *bone scaffolds* memiliki jumlah porositas mulai dari 30% hingga lebih dari 90% (Yuehuei & Robert, 2000). Kemudian untuk ukuran pori yang bagus pada *bone scaffold* untuk proses penyembuhan pada tulang adalah lebih dari 300 μm (Trisnawati, et al., 2014).

Salah satu tantangan utama dalam bidang rekayasa jaringan adalah merancang dan membuat *bone scaffold* berpori yang kompleks untuk meniru struktur dan sifat alami tulang (Vasireddi & Basu, 2015). Untuk membuat *Bone Scaffold* diperlukan material yang mempunyai komposisi kimia yang dekat dengan fase mineral tulang untuk mempercepat pertumbuhan tulang dan tidak adanya reaksi penolakan dari tubuh. Alternatif yang digunakan yaitu material Hidroksiapatit karena telah banyak diaplikasikan sebagai pengganti tulang selama tiga dekade, material ini telah menjadi bahan substitusi yang paling banyak digunakan untuk cangkang tulang (I. Sopyan, 2007). Permasalahan selanjutnya yang didapat adalah sifat mekanik dari Hidroksiapatit pejal jauh berbeda dengan sifat

mekanik tulang sehingga digunakan desain yang berpori untuk mengurangi selisih yang terjadi (Wang, 2017). Akan tetapi, biomaterial berpori memiliki modulus elastisitas yang jauh berkurang dibandingkan dengan yang padat. Jadi, dimungkinkan untuk mencocokkan modulus elastisitas implan berpori dengan yang ada pada tulang. Kecocokan dalam modulus elastisitas dengan porositas berfungsi untuk meminimalkan masalah *stress shielding* (Huiskes, et al., 1992). *Stress shielding* biasanya disebabkan oleh ketidaksesuaian dalam kekakuan antara implan dengan tulang (Vasireddi & Basu, 2015). Melalui langkah permodelan aspek-aspek mikroskopis seperti ukuran pori dan porositas ini dapat dikontrol dengan bantuan komputer (CAD) (Sanz-Herrera & Reina-Romo, 2019). Maka dari itu digunakan metode simulasi untuk mengurangi *stress shielding* dengan mengontrol porositas pada *bone scaffold* berbahan hidroksiapatit sebagai implan tulang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis perilaku mekanik *bone scaffold* berbasis hidroksiapatit dengan mempertimbangkan persentase porositas dan desain?
2. Bagaimana hasil simulasi *bone scaffold* berbasis hidroksiapatit dapat memenuhi kriteria sebagai implan tulang?

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

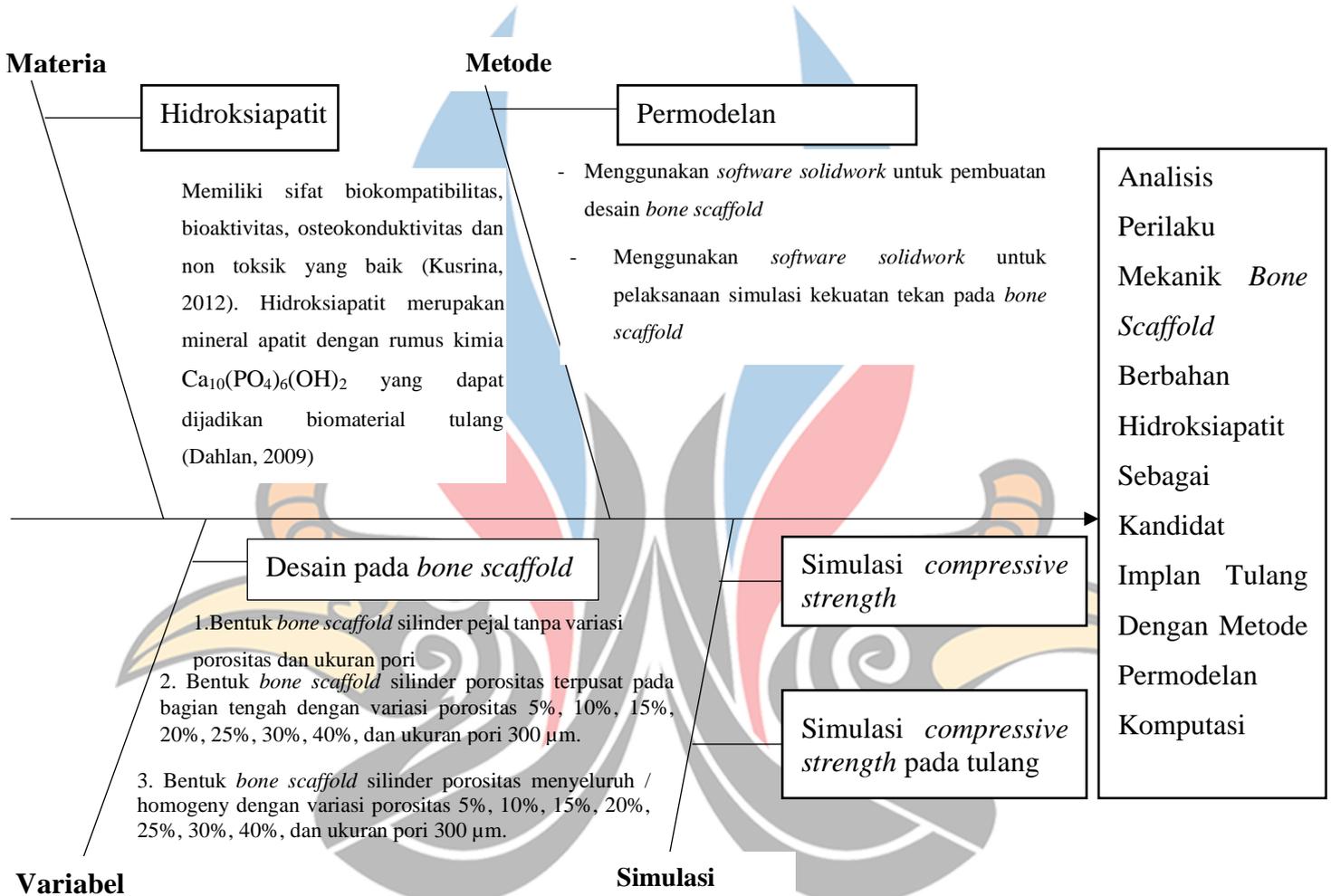
1. Mengetahui hasil analisis perilaku mekanik *bone scaffold* berbasis hidroksiapatit dengan mempertimbangkan persentase porositas dan desain.
2. Mengetahui hasil simulasi *bone scaffold* berbasis hidroksiapatit dapat memenuhi kriteria sebagai implan tulang.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai referensi baru mengenai pembuatan *Bone Scaffold* hidroksiapatit dengan menentukan persentase jumlah dan ukuran pori secara simulasi dan mendukung pengembangan biomaterial.

1.5 Kerangka Penelitian www.itk.ac.id

Adapun kerangka penelitian ini yaitu sebagai berikut :



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran Penelitian

1.6 Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir dibatasi sebagai berikut:

1. Pengaruh lingkungan pada saat proses simulasi diabaikan.
2. Tidak membahas metode pembuatan *bone scaffold* secara eksperimen.
3. *Bone scaffold* menggunakan material hidroksiapatit.