

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tulang merupakan salah satu organ yang penting pada tubuh manusia. Fungsi tulang dibagi menjadi dua yakni sebagai struktur anatomi dan sebagai organ. Sebagai struktur anatomi, tulang berfungsi untuk menunjang tubuh manusia, anggota gerak dan melindungi organ dalam. Sedangkan sebagai organ, tulang berfungsi untuk memproduksi sel darah serta berperan dalam metabolisme kalsium dan fosfat (Salter RB., 1999).

Kerusakan pada tulang dapat menghambat fungsi kerja tulang. Kerusakan tulang merupakan suatu kondisi patologis hilangnya struktur tulang yang dapat terjadi karena beberapa penyebab, penyebab kerusakan tulang terbagi menjadi dua yaitu secara fisiologis dan traumatik. Kerusakan pada tulang sering terjadi pada manusia, dimana fraktur atau patah tulang menjadi hal yang paling sering dialami oleh manusia. Kecelakaan menjadi salah satu penyebab terjadinya fraktur atau patah tulang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2020) jumlah kecelakaan yang terjadi di Indonesia pada tahun 2014 hingga tahun 2018 adalah sebesar 512.325 kasus kecelakaan yang terdiri dari korban meninggal dunia, luka berat, luka ringan, dan kerugian materi hingga jutaan rupiah. Diantara kecelakaan tersebut tidak sedikit yang tergolong kecelakaan berat atau mengalami patah tulang (Bowo, 2009). Dimana dalam kasus tersebut patah tulang merupakan salah satu kasus yang paling banyak terjadi. Bahkan untuk kecelakaan dengan kondisi yang lebih parah korban mengalami kerusakan tulang yang permanen seperti tulang yang hancur. Kondisi ini menuntut dunia kedokteran mencari solusi akan masalah ini agar tidak menimbulkan cacat permanen pada korban kecelakaan.

Salah satu metode yang ada saat ini adalah dengan implantasi sebagai pengganti tulang yang rusak. Implan merupakan perawatan medis yang digunakan sebagai salah satu proses pemulihan tulang retak atau patah. Teknik ini menggunakan logam sebagai substrat implan yang terus dikembangkan sesuai

dengan meningkatnya kebutuhan tulang buatan pada manusia. Logam yang umum digunakan sebagai implan diantaranya adalah *stainless steel* (SS), paduan Cr-Co dan paduan Ti (Nurbainah, 2009).

Metal atau logam merupakan suatu material yang memiliki kriteria mekanik yang kuat dan mampu menahan berat tubuh jika digunakan sebagai material pengganti tulang. Akan tetapi sifat kimia dan biologi dari logam tidak sesuai dengan jaringan tulang manusia sehingga menghasilkan ketidakstabilan implan (Rad dkk, 2014). Penggunaan logam menjadi kendala dalam hal biokompatibilitas antara lain korosi lokal, tidak dapat meregenerasikan tulang yang baru, membatasi fungsi organ, serta mempengaruhi bioaktivitas dalam tubuh. Salah satu usaha untuk meningkatkan biokompatibel, fiksasi dan life time material implan adalah dengan melapisi permukaan logam dengan menggunakan biomaterial tertentu.

Salah satu logam yang dapat digunakan untuk menopang tulang adalah logam *stainless steel* 316L. *Stainless steel* jenis 316L merupakan salah satu material yang paling sering digunakan sebagai material implan. Komposisi *stainless steel* 316L terdiri dari Cr, Ni, Mo, dan kadar C yang rendah sehingga material ini lebih kuat dibandingkan dengan *steel* dan lebih tahan terhadap korosi terutama terhadap korosi akibat larutan klorida (Hermawan, 2011). Selain tahan terhadap korosi *Stainless Steel* 316L juga memiliki sifat non toksik, kuat dan kadar impurities rendah (Sulistioso dkk, 2009). Sayangnya ketahanan korosinya menurun apabila digunakan dalam jangka waktu yang lama sehingga menyebabkan kasus sensitisasi pada pasien. Salah satu jenis korosi yang umum terjadi adalah *freting corrosion* yaitu korosi yang dipicu akibat gesekan. Guna mengatasi hal tersebut diperlukan adanya modifikasi permukaan *stainless steel* yakni dengan melapisinya menggunakan suatu bahan yang memiliki kriteria yang mirip dengan jaringan tulang asli, pada penelitian ini peneliti menggunakan PCL dan gelatin sebagai pelapisnya.

Polycaprolactone (PCL) merupakan salah satu material biodegradable dengan lama waktu biodegradasi 24 bulan. Hal ini yang membuat PCL banyak digunakan dalam dunia kesehatan seperti bahan pembuatan scaffold, degradasi obat serta penyembuhan kerusakan tulang (Wang *et al.*, 2005). Lapisan PCL dapat

meningkatkan ketahanan korosi dan terdegradasi secara perlahan-lahan, sehingga melindungi implan dari degradasi yang cepat. Namun, PCL juga memiliki kelemahan, yakni tidak bersifat bioaktivitas (Bakhsheshi *et al*, 2015). Selain itu PCL juga tidak memiliki keterbasahan (wettability) permukaan, dan memiliki sifat adhesi yang buruk. Dimana perlekatan sel berhubungan dengan sifat adhesi yang sangat penting dalam dunia biomedis, khususnya pada aplikasi lapisan permukaan (Ghosal *et al*, 2016). Sehingga untuk memperbaiki sifat fisik dari PCL, PCL dicampur dengan polimer lain. Hal ini dilakukan dengan harapan dapat menghasilkan material yang lebih baik. Salah satu polimer yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik dari PCL adalah gelatin.

Gelatin merupakan polimer bersumber dari bahan alam yang memiliki sifat biopolimer seperti biodegradable, biokompatibel, dan non toksik (Link *et al*. 2008, p. 675). Gelatin memiliki sifat reversible dari fase sol ke gel atau sebaliknya, mengembang dalam air, membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan dan melindungi sistem koloid (Parker & Normand 2010, p. 4916). Gelatin memiliki sifat adhesi yang baik dan sering digunakan dalam beberapa aplikasi biomedis dalam rekayasa jaringan. Gelatin juga memiliki sifat biokompatibel dan osteokonduktif sehingga memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan implan tulang (Zandi *et al*, 2009). Penambahan gelatin pada PCL ini dapat menyelesaikan kelemahan-kelemahan dari sifat fisik PCL (Ghosal *et al*, 2016). Sehingga PCL-gelatin dapat diaplikasikan sebagai pelapis logam *stainless steel* 316L agar dapat meningkatkan kualitas *stainless steel* 316L untuk digunakan sebagai implan tulang. Salah satu metode untuk pelapisan *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin yakni menggunakan metode *dip-coating*.

Metode *dip coating* merupakan metode deposisi yang memiliki kelebihan seperti biaya yang murah dan prosesnya yang sederhana. Selain itu metode ini juga dapat digunakan untuk melapisi substrat dengan bentuk yang kompleks. Berdasarkan kelebihan tersebut maka metode *dip coating* dipilih sebagai metode deposisi dalam pelapisan PCL-gelatin pada logam *stainless steel* 316L. Pada metode *dip coating* kualitas lapisan tipis yang terbentuk bergantung pada konsentrasi larutan dan laju penarikan pada proses *coating*. Konsentrasi larutan

(bahan pelapis) dan laju penarikan ini mempengaruhi ketebalan dan homogenitas lapisan tipis yang dihasilkan. Sehingga semakin besar laju penarikan dan semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan dan semakin kuat daya lekat antara bahan pelapis dengan substrat. Menurut Dwi Rachmawati (2019), Lapisan yang lebih tebal memberikan toleransi kerusakan yang lebih rendah. Sehingga salah satu cara untuk mengoptimalkan hasil dan sifat dari implan tulang, maka perlu dilakukan variasi laju penarikan saat pelapisan.

Penelitian tentang pelapisan *stainless steel* 316L dengan PCL-gelatin menggunakan metode *dip-coating* telah dilakukan oleh Shafiee *et al* (2019). Penelitian tersebut dilakukan dengan memvariasikan komposisi PCL-gelatin, yakni (50%:50%, 70%:30%, dan 90%:10%) dan laju penarikan sebesar 2 mm/s. Dari hasil penelitian tersebut, hasil SEM memperlihatkan bahwa *dip-coating* menghasilkan lapisan yang seragam pada substrat. Hasil ketahanan korosi yang terbaik dihasilkan pada komposisi 90%-10% PCL-Gelatin. Akan tetapi dalam penelitian tersebut tidak mempertimbangkan variasi laju penarikan untuk menghasilkan lapisan tipis yang lebih optimal.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perlu dilakukan penelitian dengan memvariasi laju penarikan saat pelapisan *stainless steel* 316L menggunakan PCL-gelatin dengan harapan dapat menghasilkan implan tulang dari logam *stainless steel* 316L dengan sifat yang memenuhi syarat sebagai implan tulang. Karakterisasi hasil pelapisan *stainless steel* 316L dengan PCL-gelatin untuk mengamati morfologi permukaan dan ketebalan lapisan dilakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) , untuk mengetahui kekuatan daya lekat (*adhesi*) antara sampel dan substrat digunakan uji kelekatan lapisan, dan untuk mengetahui laju degradasi pada sampel digunakan uji degradasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh laju penarikan terhadap karakteristik logam *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin?
2. Berapa besar laju penarikan untuk mendapatkan karakteristik logam *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin yang optimal sebagai implan tulang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memudahkan penelitian sehingga permasalahan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan penelitian, maka batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Komposit PCL-gelatin disintesis kemudian dilapiskan pada logam *stainless steel* 316L menggunakan metode *dip-coating*.
2. Variasi laju penarikan yang digunakan sebesar 0,089 mm/s; 0,120 mm/s; 0,178 mm/s dan 0,198 mm/s dengan tegangan sebesar 4,5 V; 6,0 V; 7,5 V dan 9,0 V.
3. Komposisi PCL:gelatin yang digunakan sebesar 90%:10%.
4. Uji yang digunakan adalah uji SEM, uji kelekatan lapisan, dan uji degradasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis pengaruh laju penarikan terhadap karakteristik *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin.
2. Menentukan laju penarikan optimum untuk mendapatkan karakteristik logam *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin terbaik sebagai implan tulang.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh laju penarikan terhadap karakteristik logam *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin dan mengetahui laju penarikan optimum untuk mendapatkan karakteristik logam *stainless steel* 316L berlapis PCL-gelatin terbaik sebagai implan tulang sehingga dapat menjadi bahan acuan pada penelitian selanjutnya serta dapat dimanfaatkan sebagai sumber wawasan untuk ilmu pengetahuan.