

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rekayasa jaringan adalah strategi pengobatan yang penting dan digunakan dalam terapi regeneratif masa kini maupun masa depan. Tujuan dari rekayasa jaringan adalah untuk memulihkan, meregenerasi, mempertahankan atau meningkatkan fungsi jaringan yang rusak atau jaringan yang hilang akibat dari berbagai macam penyakit (Rodríguez-Vázquez *et al.*, 2015). Dalam bidang ilmu prostodonsia, rekayasa jaringan (*tissue engineering*) digunakan untuk kepentingan implantasi protesa pada saat terapi prostodontik yang bertujuan menggantikan gigi yang hilang. Gigi yang hilang biasanya dapat disebabkan oleh fraktur gigi atau resorpsi tulang alveolar yang merubah morfologi serta kualitas tulang pasca pencabutan gigi (Yamada dan Egusa, 2018).

Rekayasa jaringan memiliki tiga komponen utama yang berperan dalam proses regenerasi, yaitu: sel, matriks, dan sinyal. Ketiga komponen ini saling berkaitan, dan jika salah satu komponen terdapat kekurangan maka dapat menghambat proses rekayasa jaringan. Matriks yang dibutuhkan untuk rekayasa jaringan harus serupa dengan *extracellular matrix* (ECM) karena memiliki fungsi dan efek yang mempengaruhi aktivitas sel. *Scaffold* adalah matriks yang dapat digunakan untuk menggantikan ECM karena berfungsi secara *in vitro* dan memiliki peran seperti ECM (Sivashankari dan Prabakaran, 2016).

Untuk mencapai keberhasilan rekayasa jaringan diperlukan pemilihan *scaffold* dengan karakteristik tertentu. Kemampuan penyerapan air atau *swelling ability* pada

material *scaffold* adalah salah satu sifat yang berkaitan dengan arsitektural dan aktivasi sel. *Swelling* menunjukkan kemampuan *scaffold* untuk menyerap atau meretensi air dari *scaffold*. Kemampuan *swelling* memberikan efek terhadap *scaffold* sewaktu di tanamkan secara *in vivo* dan diharapkan *scaffold* tersebut menyerap air dari jaringan disekitarnya dan *swelling* dari *scaffold* tersebut berdampak terhadap morfologi *scaffold* serta pertumbuhan sel. *Swelling* dapat tampak secara *in vitro* pada saat *scaffold* di paparkan dengan cairan seperti medium kultur. *Scaffold* dengan kemampuan menyerap air yang rendah akan menghasilkan interaksi sel yang rendah, sedangkan kemampuan penyerapan air yang tinggi dapat menyebabkan *scaffold* melonggar dari tempat implantasi dan meretraksinya. Sifat penyerapan air dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sifat dari biomaterial pembuat *scaffold* dan porositasnya. *Swelling* dapat mengakibatkan perbesaran pori pada *scaffold* yang membantu infiltrasi sel kedalam *scaffold*. *Scaffold* dengan porositas yang tinggi menunjukkan *swelling* yang lebih tinggi (Aryyaguna D, 2016).

Scaffold memiliki definisi sebagai biomaterial berkerangka tiga dimensi (3D) padat berpori yang dirancang untuk beberapa fungsi seperti: (1) mendorong interaksi biomaterial sel, adhesi sel, dan deposit matriks ekstraseluler, (2) memungkinkan pengangkutan gas, nutrisi, dan faktor regulasi yang memadai untuk memungkinkan kelangsungan hidup sel, proliferasi, dan diferensiasi, (3) degenerasi pada tingkat yang dapat dikontrol dengan tingkat regenerasi jaringan yang diinginkan, dan (4) memiliki inflamasi minimal. Polimer merupakan biomaterial *scaffold* yang bersifat biokompatibel dan biodegradable untuk membantu mewujudkan fungsi *scaffold* dalam aplikasi rekayasa jaringan. Kriteria dari pemilihan bahan polimer berdasarkan pada

komposisi kimia, berat molekul, kelarutan, bentuk dan struktur, hidrofilisitas/hidrofobisitas, energi permukaan, kapasitas penyerapan air, kerusakan, dan mekanisme erosi. Oleh karena itu, pemilihan biomaterial *scaffold* adalah faktor penting yang dapat mempengaruhi keberhasilan suatu rekayasa jaringan karena tidak semua material dapat sesuai dengan karakteristik sel (Rodríguez-Vázquez *et al.*, 2015).

Beberapa biomaterial yang dapat dipakai untuk membuat *scaffold* antara lain yaitu hidroksiapatit dan kitosan. Kitosan, bentuk turunan dari kitin yang mengalami deasetilasi, adalah komponen struktural yang ditemukan pada exoskeleton krustasea seperti udang, kepiting dan lobster. Kitosan merupakan polimer alami dengan struktur linier yang terdiri dari *D-glucosamine* yang di hubungkan dengan ikatan glikosidik β -(1-4) dan sejumlah variabel gugus *N-acetyld Glucosamine* (NAG). Kitosan memiliki sifat bioaktif, *biodegradable*, biokompatibel, anti bakteri, serta memiliki permukaan hidrofilik yang tidak terdapat pada banyak polimer sintetik. Kitosan juga berperan dalam peningkatan adhesi sel, proliferasi, dan diferensiasi osteoblas dan mineralisasi dimana dapat mendukung fungsinya sebagai salah satu bahan dasar dalam perancangan dan fabrikasi *scaffold* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam perbaikan rekayasa jaringan tulang (Saravanan, S *et al.*, 2016).

Biomaterial lain yang memiliki biokompatibilitas dan kemiripan dengan komposisi mineral tulang keras adalah hidroksiapatit (HA). *Scaffold* HA terutama memiliki peran sebagai osteokonduktif dan pembentukan tulang oleh osteogenesis yang terjadi karena pembenihan sel sebelum implantasi. Penggabungan konstruksi *scaffold* dan hidroksiapatit dalam kerusakan tulang menunjukkan kondisi yang identik dari proses penyembuhan tulang yang alami. Ukuran pori dan morfologi dalam *scaffold*

HA adalah faktor penting untuk osteointegrasi yang baik. Diketahui bahwa ukuran pori HA berkisar 100-150 μm yakni sangat berpengaruh untuk pertumbuhan tulang dan angiogenesis, bahkan ukuran pori 50 μm dinilai cukup untuk proses osteokonduksi. Namun, pori dengan ukuran yang lebih tinggi, yaitu berkisar 200-500 μm berperan untuk kolonisasi osteoblast, fibro vaskular, dan aposisi tulang baru. *Scaffold* HA harus memenuhi kriteria tertentu, termasuk sifat mekanis yang serupa dengan yang ada di lokasi perbaikan tulang, biokompatibilitas, biodegradabilitas, dan porositas (Dasgupta S, 2017).

Untuk mempertahankan integritas biomaterial sebagai implan terhadap rekayasa jaringan, sifat mekanik harus dipertahankan. Salah satu yang dapat menyebabkan hilangnya kekuatan mekanik yaitu adanya penyerapan air. Selain itu, pencampuran polimer sintetik dan alami seperti kitosan dan hidrokksiapatit digunakan untuk mengontrol tidak hanya *swelling*, tetapi juga untuk meningkatkan kinerja mekanik (Felfel *et al.*, 2019). Berdasarkan fakta-fakta diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan review mengenai evaluasi kemampuan *swelling* kombinasi biomaterial kitosan dan hidrokksiapatit sebagai bahan penyusun *scaffold* dalam bidang rekayasa jaringan tulang.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah kemampuan penyerapan air (*swelling ability*) pada *scaffold* kombinasi biomaterial kitosan dan hidrokksiapatit dalam rekayasa jaringan?

1.3 Tujuan

Mengetahui kemampuan penyerapan air (*swelling ability*) pada *scaffold* kombinasi kitosan dan hidrokksiapatit dengan tujuan rekayasa jaringan tulang.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Review ini diharapkan dapat menjadi suatu informasi atau acuan referensi ilmiah mengenai penggunaan kombinasi kitosan dan hidroksiapatit dalam tujuan mengevaluasi kemampuan penyerapan air (*swelling ability*) pada *scaffold* untuk rekayasa jaringan.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis sebagai sumbangan pemikiran penulis terhadap Bidang Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, khususnya bidang prostodonsia.