

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Rekonstruksi jaringan pada tulang hingga saat ini merupakan suatu tantangan bagi para ahli bedah mulut oleh karena pada proses penyembuhannya seringkali terjadi suatu gangguan bahkan kegagalan. Untuk mengurangi gangguan pada proses penyembuhan, maka dapat dilakukan dengan menggunakan suatu material yaitu *bone graft* (Ardhiyanto, 2011). *Bone graft* merupakan suatu prosedur pembedahan yang telah digunakan bertahun-tahun, terutama pada bidang ortopedi, bedah saraf, dan bedah plastik. *Bone graft* dilakukan untuk mengisi suatu defek dengan cara mensubstitusikan suatu tulang dari tempat lain ke dalam suatu jaringan yang mengalami defek (Dinçel, 2018). Terdapat tiga komponen utama dalam teknik regenerasi jaringan yaitu sel yang akan berproliferasi dan berdiferensiasi, *scaffold* yang merupakan kerangka pendukung sel agar dapat tumbuh dan berkembang menjadi suatu jaringan tulang baru, dan sinyal seperti faktor pertumbuhan (*growth factor*) untuk mengarahkan pertumbuhan dan proses diferensiasi sel pada *scaffold* (Ghosh & Pal, 2016; Poernomo, 2019).

Bone graft yang baik seharusnya memiliki empat sifat biologis yang mendasar diantaranya osseointegrasi, osteogenesis, osteokonduksi, dan osteoinduksi (Zhao *et al.*, 2021). Secara umum, *bone graft* terbagi menjadi 4 macam yaitu *autograft*, *xenograft*, *allograft*, dan *alloplast* (material sintetik) (Ardhiyanto, 2011). *Autologous graft* merupakan suatu jaringan yang diambil dari tubuh pasien itu sendiri. Hingga saat ini, *autograft* adalah *gold standard* dalam material pengganti tulang yang ideal oleh karena sifat osteokonduktif dan osteoinduktif yang

baik dan juga merupakan sumber sel osteoprogenitor (Baldwin *et al.*, 2019; Pradita, 2016). Akan tetapi, *autograft* membutuhkan prosedur bedah sekunder pada daerah pengambilan jaringan dan dapat menyebabkan beberapa komplikasi pada daerah donor, morbiditas, dan menyebabkan timbulnya jaringan parut. Selain itu, *autograft* juga merupakan suatu prosedur yang tergolong mahal dan juga memiliki resiko bedah yang tinggi seperti perdarahan, infeksi, dan nyeri kronis (Haugen *et al.*, 2019).

Alternatif lain selain *autograft* adalah *allograft* dan *xenograft*. *Allograft* merupakan suatu *graft* yang diambil dari individu lain dengan spesies yang sama. *Allograft* dapat diambil dari kadaver, donor hidup dengan hubungan darah, serta donor hidup tanpa ada hubungan darah (Haugen *et al.*, 2019). *Allograft* memiliki beberapa keuntungan yaitu memberikan efek osteokonduksi dan osteoinduksi walaupun terbatas, tidak memerlukan operasi pada bagian tubuh lain dari host dan tulang yang sama, meminimalkan kehilangan darah dan komplikasi pasien. Akan tetapi, *allograft* juga memiliki kekurangan yaitu kualitas dari *graft* bergantung pada riwayat medis donor, dapat menyebabkan penolakan sistem imun serta dapat terjadi transmisi penyakit infeksi. *Xenograft* merupakan suatu *graft* tulang yang berasal dari spesies lain. *Xenograft* tidak memerlukan prosedur operasi pada bagian tubuh host, dapat diperoleh dalam jumlah yang besar, dan memiliki sifat utama osteokonduksi. Akan tetapi, *xenograft* tidak bisa menghasilkan sel-sel hidup pada proses osteogenesis (Dinçel, 2018; Poernomo, 2019).

Alloplast atau *graft* sintetik merupakan alternatif lain pada proses rekonstruksi jaringan. *Alloplast graft* adalah suatu bahan *graft* tulang buatan yang banyak didapatkan di pasar. Pabrik berusaha membuat *graft* dengan komposisi dan

struktur yang berpori yang menyerupai dengan tulang manusia. Bahan *graft* sintetik yang terutama digunakan yaitu kalsium karbonat, kalsium sulfat, bahan keramik seperti hidroksiapatit, serta juga dapat dari bahan polimer. *Alloplast graft* ini pada umumnya memiliki sifat osteokonduktif serta bersifat rapuh (*brittle*) (Mahyudin, 2018; Poernomo, 2019). *Graft* sintesis yang ideal memiliki beberapa sifat yaitu biokompatibel, dapat menjadi *scaffold* untuk pembentukan sel tulang baru, dapat diserap dalam jangka panjang, mudah dimanipulasi, hidrofilik, tidak menyebabkan reaksi alergi, memiliki kuat tekan yang tinggi, *microporous*, dapat beradaptasi pada berbagai situasi medis (misalnya trauma), serta tidak menyebabkan pertumbuhan patogen (Pradita, 2016).

Dalam hal sumber *scaffold*, Indonesia memiliki sumber daya mineral Hidroksiapatit (HA) yang melimpah yang berasal dari bahan tambang lokal batu kapur. HA memiliki kandungan kalsit yang sangat berguna yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan *scaffold*. Sebesar 65% dari fraksi mineral yang ada di tulang manusia terdapat kandungan HA (Habibie *et al.*, 2017; Mohd Pu'ad *et al.*, 2019). Sifat dari HA yaitu osteokonduktif dan osteoinduktif dengan biodegradasi yang minimal. HA dapat dikombinasikan dengan material organik seperti polimer. Campuran komposit polimer dan keramik memiliki keunggulan salah satunya yaitu karena bentuknya yang mudah dimanipulasi sehingga dapat memudahkan sintesis material yang memiliki struktur berporus (Chao *et al.*, 2015). HA dapat berasal dari sumber alam, salah satunya yaitu batu kapur atau *limestone* (Prahasanti *et al.*, 2021; Wahyudi *et al.*, 2016).

Polymethylmethacrylate (PMMA) adalah salah satu jenis polimer yang sangat umum digunakan didalam kedokteran gigi oleh karena penggunaannya yang

luas dari restorasi gigi, basis gigi tiruan dan ortodonti (Teo *et al.*, 2016). Oleh karena sifat PMMA yang fleksibel sehingga bahan tersebut mudah dimanipulasi dalam proses pembuatan material. Berbagai cara telah dilakukan untuk meningkatkan fungsi mekanis dan kimia bahan PMMA, salah satunya yaitu dengan menambahkan bahan keramik bioaktif seperti HA. Sifat unggul dari HA menjadi pertimbangan bagi banyak peneliti untuk memperkuat fungsi PMMA dengan penambahan HA. Banyak contoh kegunaan dari PMMA yang diperkuat oleh HA seperti diantaranya *bone cement*, pengisi kerusakan / defek tulang, bahan *coating* dari *joint replacement prosthesis*, serta *dental implant* (Zebarjad *et al.*, 2011). Studi terdahulu menyebutkan bahwa rasio PMMA yang digunakan lebih besar daripada HA, oleh karena biomaterial yang digunakan sebagai implan gigi harus dapat menahan daya kunyah pada gigi permanen yaitu sebesar 527 N (Owais *et al.*, 2013). Namun, sampai saat ini, masih belum ada suatu penelitian mengenai komposisi biomaterial PMMA-HA sebagai *graft* sintetik dengan sifat *biodegradable* dan juga dapat digunakan pada area yang lebih kecil. Oleh karena itu, diperlukan rasio biomaterial PMMA-HA selain rasio yang digunakan untuk implan gigi yaitu berdasarkan komposisi alami tulang manusia sebesar 70% bahan inorganik yang sebagian besarnya adalah HA (Zaman *et al.*, 2020) dan berdasarkan penelitian oleh Priya *et al.*, yang melaporkan bahwa PMMA jenis *guar gum* yang dicampur dengan HA dengan perbandingan 1:1 dapat digunakan sebagai bahan *graft* (Priya *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka diperlukan suatu sintesis dan karakterisasi biomaterial PMMA-HA. Adapun karakterisasi yang diperlukan meliputi uji struktur kristal dan gugus fungsi campuran PMMA-HA pada berbagai komposisi. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan dan

perancangan bahan *graft* baru menggunakan biomaterial PMMA-HA sebagai kandidat bahan *graft*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 campuran PMMA-HA mencerminkan struktur kristal sebagai kandidat bahan *graft* ?
2. Apakah rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 campuran PMMA-HA mencerminkan gugus fungsi sebagai kandidat bahan *graft* ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui struktur kristal campuran PMMA-HA dengan rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 sebagai kandidat bahan *graft*.
2. Untuk mengetahui gugus fungsi campuran PMMA-HA dengan rasio 20:80, 30:70, dan 40:60 sebagai kandidat bahan *graft*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Ilmiah

Memberikan informasi tentang rasio campuran PMMA-HA sebagai kandidat bahan *graft* secara struktur kristal dan gugus fungsi.

1.4.2 Manfaat Klinis

Informasi yang didapat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai dasar pengembangan perancangan kandidat bahan *graft*.