

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan hasil alam sangat melimpah dan memiliki keanekaragaman di semua sektor, khususnya sektor *nanomaterial*. Sumber daya alam (SDA) yang melimpah sangat mendukung pengembangan *nanomaterial*, salah satunya adalah batu kapur. Jumlah batu kapurnya mencapai 28,678 miliar ton, bermassa jenis 2,6 – 2,8 g/cm³, dengan kandungan mineral kalsium karbonat (CaCO₃) mencapai 90% (Habibie et al., 2017).

Di provinsi Bali, tepatnya wilayah bukit Jimbaran-Badung tersusun atas batu kapur sebanyak 50 juta ton (Ulfa et al., 2019). Letaknya yang strategis di selatan pulau Bali, menyebabkan proses pengendapan batu gamping yang membentuk daerah bernama bukit Jimbaran. Wilayah bukit Jimbaran dominan tanahnya berwarna putih yang mencirikan potensi kandungan kalsium karbonat (CaCO₃) (Ulfa et al., 2019). CaCO₃ merupakan mineral fundamental dalam membuat *nanomaterial hidroksiapatit* (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂).

Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂ yang juga disebut HAp mendapatkan perhatian khusus di sektor biomedis karena keunggulannya bersifat *bioaktif* (HAp berinteraksi positif dengan jaringan tubuh), *biokompatibel* (material tidak menimbulkan reaksi toksik), dan *osteokonduktif* (material menjadi tempat tumbuhnya sel jaringan tulang baru) (Sirait & Aulia, 2021). HAp yang disintesis dengan kemurnian tinggi, bukan hanya diperoleh melalui reaksi senyawa sintesis, melainkan juga reaksi senyawa sintesis

dengan senyawa alami (Sirait & Aulia, 2021). Selain itu, kebanyakan produk HAp diperoleh secara komersial melalui impor, sehingga membutuhkan biaya yang tinggi. Hal ini yang menyebabkan harga jual $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ di Indonesia sangat mahal (Sukojo & Ramdhani, 2018). Di sisi yang lain, sintesis HAp di Indonesia dominan menggunakan bahan organik (cangkang, kerang, dan tulang) yang ketersediaannya terbatas (Sirait et al., 2020).

Sintesis HAp di semua sektor sudah banyak dilaksanakan, diantaranya; (1) Afifah & Cahyaningum (2020), telah menyintesis dan mengkarakterisasi *hidroksiapatit* dari tulang sapi (*bos taurus*) menggunakan teknik kalsinasi dengan tingkat kristalisasi 95% dan hasil karakterisasi menunjukkan adanya gugus OH^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} ; (2) Hanura et al. (2017), mengkarakterisasi *nanohidroksiapatit* dari tulang tuna (*thunus sp.*) dengan metode sintering mendapatkan persentase kalsium 49,76% dan fosfor 9,02% serta bentuk kristalinitas *hexagonal* sebesar 82,9%; (3) Noviyanti et al. (2017), berhasil menyintesis *hidroksiapatit* dari limbah cangkang telur ayam sebagai *graft* tulang menggunakan metode basah dengan kemurnian 74,74%; (4) Sirait et al. (2020), mensintesa dan mengkarakterisasi *hidroksiapatit* dari cangkang telur ayam broiler dengan hasil menunjukkan struktur kristalnya heksagonal dengan puncak yang kuat pada 2θ untuk 25.897° , 31.7380° , 32.853° , dan 34.084° ; (5) Sirait et al. (2020), mensintesa HAp berbahan batu kapur dengan metode presipitasi dengan persentase 76,08%; (6) Insiyah & Cahyaningum (2019), berhasil mensintesa HAp berbahan batu kapur dengan metode presipitasi dengan kemurnian 83,77%. Berbagai jenis cangkang dan tulang telah dijadikan bahan baku dalam mensintesis HAp. Namun, pemanfaatan batu kapur khususnya di wilayah bukit Jimbaran, Bali sebagai bahan baku mensintesa HAp masih belum dilakukan,

padahalnya SDA batu kapur di wilayah tersebut sangatlah melimpah. Sehingga, pada penelitian ini digunakan batu kapur bukit Jimbaran, Badung-Bali sebagai prekursor HAp.

Terdapat 5 metode untuk mensintesa HAp, antara lain: metode basah pengendapan (presipitasi); hidrotermal; emulsi beragam; fluks; dan sol-gel (Ayu et al., 2015). (1) Kelebihan metode presipitasi adalah tekniknya sederhana, biaya produksi rendah, menghasilkan partikel berukuran nano dan morfologinya seragam, sedangkan kekurangannya memerlukan waktu lama untuk proses pencucian dan pengeringan, serta sensitif terhadap perubahan parameter (pH, suhu, dll) (Insiyah & Cahyaningum, 2019). (2) Kelebihan metode hidrotermal adalah menghasilkan kristal dengan kemurnian yang tinggi dan morfologinya baik, serta menghasilkan struktur *nanomaterial* dengan tingkat kristalitas tinggi, sedangkan kekurangannya adalah memerlukan peralatan khusus dalam proses sintesis, memakan waktu lama, dan biaya operasional tinggi (Hasri et al., 2021). (3) Kelebihan metode emulsi beragam adalah menghasilkan partikel dengan ukuran yang seragam, dan cocok untuk membuat material dengan porositas tinggi, sedangkan kekurangannya yakni proses relatif kompleks dan membutuhkan kontrol ketat, reagen dan pelarut yang digunakan mahal, serta memerlukan langkah tambahan untuk menghasilkan surfaktan (Alfiana et al., 2020). (4) Kelebihan metode fluks adalah menghasilkan material dengan kemurnian tinggi, dan struktur kristal dapat dioptimalkan dengan baik, sedangkan kekurangannya adalah tidak cocok untuk skala besar karena kompleksitas proses, dan memerlukan suhu tinggi (Andyana et al., 2023). (5) Kelebihan metode sol-gel adalah fleksibel untuk berbagai aplikasi (kaca, keramik, film tipis), proses menghasilkan material dengan homogenitas kimia tinggi, dan

memungkinkan kontrol morfologi hingga tingkat nano, sedangkan kekurangannya adalah proses relatif lambat dan kompleks, reagen mahal dan memerlukan kontrol ketat terhadap kondisi proses, serta sulit diterapkan untuk skala industri (Sutrisno, 1997). Metode presipitasi digunakan pada riset ini karena metode presipitasi merupakan metode yang dapat dilaksanakan di laboratorium standar dengan biaya yang rendah, dapat mengontrol proses homogenisasi, distribusi partikel, tingkat kristalinitas, dan stabilitas struktur HAp (Insiyah & Cahyaningum, 2019). Menurut Wahyudi et al. (2019), hasil sintesa HAp mampu diproduksi dan diperoleh melalui biaya rendah, namun tidak mengubah kualitasnya. Oleh karenanya, pada riset ini dilakukan **“Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial Hidroksiapatit (HAp) Berbahan Batu Kapur Bukit Jimbaran dengan Metode Presipitasi”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini yaitu:

- 1.2.1 Bagaimana mensintesa *nanomaterial hidroksiapatit* (HAp) berbahan batu kapur bukit Jimbaran dengan metode presipitasi?
- 1.2.2 Bagaimana karakterisasi *nanomaterial hidroksiapatit* (HAp) berbahan batu kapur bukit Jimbaran dengan metode presipitasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1 Mensintesis HAp berbahan batu kapur bukit Jimbaran dengan metode presipitasi.

1.3.2 Mengkarakterisasi dan menganalisis HAp yang disintesis dengan metode presipitasi berbahan batu kapur bukit Jimbaran, Badung-Bali.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pelaksanaan penelitian ini dipaparkan sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material baru, khususnya referensi mensintesa dan mengkarakterisasi HAp berbahan baku batu kapur bukit Jimbaran dengan metode presipitasi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini menghasilkan produk HAp berbahan batu kapur bukit Jimbaran yang bermanfaat disektor medis, khususnya pengaplikasian sebagai implan tulang.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya berfokus pada batu kapur yang digunakan berasal dari bukit Jimbaran, Badung-Bali. Disintesis melalui metode presipitasi dengan akuabides sebagai zat pelarut kalsium oksida (CaO) karena akuabides termasuk air bebas ion dan asam fosfat (H_3PO_4) sebagai zat pembentuk endapan, akuades sebagai larutan pencuci, serta ammonium hidroksida (NH_4OH) sebagai larutan pengontrol pH. Lalu sampel di karakterisasi dengan menggunakan *X-ray Fluorescence* (XRF), *X-ray Difraksi* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

1.6 Definisi Operasional

Definisi operasional yang digunakan dalam penelitian sintesis dan karakterisasi HAp berbahan baku batu kapur bukit Jimbaran, Badung-Bali yaitu sebagai berikut.

1.6.1 Sintesis HAp

Proses memperoleh serbuk HAp nanometrik dari batu kapur bukit Jimbaran dengan teknik presipitasi antara larutan prekursor Ca^{2+} dan PO_4^{3-} . Sumber Ca berasal dari CaO hasil kalsinasi pada suhu 850°C selama 4 jam. Sumber P dari H_3PO_4 85%. Teknik sintesis memakai presipitasi dengan pengaturan penambahan fosfat ke larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ secara tetes demi tetes. Setelah presipitasi, HAp sintesis dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Instrumen sintesis HAp meliputi *hot plate stirrer*, *furnace*, timbangan analitik, dan oven pengering.

1.6.2 Karakterisasi HAp

Pengujian struktur kimia, fasa kristal, morfologi, ukuran kristal, dan komposisi unsur dari HAp yang dihasilkan. Karakterisasi XRF untuk menentukan komposisi oksida batu kapur sebelum sintesis. Karakterisasi XRD untuk mengidentifikasi fase kristal, kecocokan dengan JCPDS 09-0432, ukuran kristal, dan kristalinitas. Karakterisasi SEM-EDX untuk menggambarkan morfologi partikel serta rasio unsur Ca/P. Karakterisasi FTIR untuk memastikan adanya gugus fungsi yang membentuk struktur HAp.