

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksiapatit (HAp), $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, merupakan komposisi anorganik utama di dalam jaringan tulang manusia (Ma et al., 2016). Oleh karena itu, HAp menjadi biomaterial yang menarik untuk diaplikasikan sebagai implan tulang karena kesamaan biologis dan komposisi dengan jaringan manusia (Saranya et al., 2011). Selain biokompatibilitas yang sangat baik, HAp juga baik dari segi bioaktivitas jaringan sehingga memungkinkan osteointegrasi yang baik. Hal ini mengakibatkan HAp banyak digunakan di bidang ortopedi dan gigi (Saranya et al., 2011), rekayasa jaringan tulang, material pembawa obat dan penggambaran sel (Ma et al., 2016).

Hidroksiapatit sintetis telah banyak dipersiapkan dari sumber alami seperti batu kapur (Jamarun et al., 2015), cangkang kerang darah (Azis et al., 2015), keong emas, tulang hewan, dan lainnya serta dapat dipersiapkan dari zat kimia sebagai sumber kalsium dan pospatnya seperti CaCO_3 dan H_3PO_4 (Stanić et al., 2011), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (Nosrati et al., 2019), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan KH_2PO_4 (Sonoda et al., 2002). Pada penelitian ini digunakan sumber alami limbah cangkang kerang bambu sebagai sumber kalsium karena memiliki kandungan kalsium yang tinggi yaitu 97,58%. Cangkang kerang bambu memiliki kandungan kalsium lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa cangkang lainnya seperti cangkang kerang hijau (97,26%), cangkang tulang sotong (96,30%), cangkang kerang darah (95,50%), cangkang telur ayam (94%), cangkang telur itik (93,36%), dan cangkang kerang ale-ale (68,04%) (Deno et al., 2019; Jefry Soclin Sianipar, Yelmida Azis, 2016; Noviyanti et al., 2020; Suci & Ngapa, 2020).

Beberapa metode yang biasa digunakan dalam sintesis hidroksiapatit adalah presipitasi (Jamarun et al., 2015), hidrotermal (Azis et al., 2015), teknik double difusi (A. R. Kumar & Kalainathan, 2008), sol-gel (Layrolle et al., 2005), biomimetik (Türk et al., 2017) dan teknik elektrodeposisi (Shirkhazadeh, 1998). Metode-metode ini diharapkan mampu menghasilkan hidroksiapatit dengan partikel berukuran nano, karena apabila suatu material berukuran nano maka akan memiliki banyak keunggulan dan memberikan nilai tambah pada material tersebut (Jamarun et al., 2015).

Penelitian ini menggunakan metode presipitasi karena beberapa hal seperti pengerjaan yang sederhana, biaya rendah, tidak menggunakan pelarut organik, dapat memproduksi HAp dalam skala besar, tidak memakan waktu yang lama dan hasil yang dihasilkan pun memiliki properti yang baik. Untuk dapat diaplikasikan lebih luas, hidroksiapatit banyak digabungkan dengan material lain sehingga membentuk komposit, salah satunya dengan polimer. Polimer merupakan molekul besar yang dibentuk oleh pengulangan kesatuan kimia yg kecil dan sederhana berupa monomer-monomer. Polimer yang sering digabungkan dengan hidroksiapatit diantaranya alginat (Ocando et al., 2021), kitosan (Jariya et al., 2021), selulosa (Zheng et al., 2022), silk fibroin (Mobika et al., 2021), PVA (Salim et al., 2021), dan lainnya. Pada penelitian ini polimer yang digunakan sebagai penguat komposit HAp adalah alginat.

Sekar et al.,(2022) melaporkan bahwa ia berhasil mensintesis HAp/SA melalui metode kopresipitasi, dan pada pH 7, kapasitas adsorpsi fluorida maksimum dari HAp, HAp/SA1, dan HAp/SA4 berturut-turut adalah 10 mg/g, 35 mg/g, dan 50 mg/g. Ketika Sodium Alginat yang ditambahkan sebanyak 4% ,kapasitas adsorpsi yang diperoleh lebih besar dibandingkan penambahan Sodium alginat sebanyak 1%. Hal ini didukung oleh gambar SEM yang menunjukkan adanya pori yang lebih besar pada HAp/SA4 dibandingkan pori pada permukaan HAp dan HAp/SA1 (Sekar et al., 2022). Sukhodub et al.,(2018) juga telah melaporkan bahwa ia berhasil mensintesis nanokomposit HAp/Alg dengan nilai swelling (%) dan porositas pada komposit HAp/Alg yang disintering pada suhu 1100 °C lebih tinggi dibandingkan dengan HAp murni (Sukhodub et al., 2018). Semakin tinggi konsentrasi alginat maka porositas juga semakin tinggi, sehingga akan mempengaruhi kemampuannya dalam aplikasi untuk material pembawa obat.

Kinerja material pembawa obat saat diaplikasikan akan lebih efisien ketika material tersebut memiliki sifat antibakteri, sehingga dibutuhkan penambahan zat yang bersifat antibakteri seperti oksida logam. Penelitian sebelumnya telah melaporkan penggunaan ZnO, TiO₂, NiO, SnO₂, dan CdO sebagai material bersifat antibakteri (Ashpak Shaikh et al., 2023; Magar et al., 2022; Uthiram & Punithavelan, 2022; Waghchaure & Adole, 2023). Pada penelitian ini, peneliti

mensintesis Tembaga (II) oksida (CuO) dengan pendekatan *green* sintesis. Oksida logam dari logam Cu cenderung dipilih karena Cu merupakan mikronutrien esensial bagi tubuh manusia yang berperan pada metaloenzim. Selain itu tembaga (II) oksida merupakan salah satu oksida logam yang banyak dimanfaatkan di bidang farmasi karena memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antivirus.

Pendekatan *green* sintesis lebih menarik perhatian peneliti karena memanfaatkan organisme yang berasal dari alam, seperti ekstrak dari berbagai bagian tumbuhan (Suresh et al., 2020). Ekstrak tumbuhan dimanfaatkan sebagai *capping agent* dalam membantu pengontrolan morfologi dari material yang disintesis, karena mengandung metabolit sekunder yang kaya akan gugus -OH. *Capping agent* dari bahan alam lebih disukai dibandingkan penggunaan material sintetis yang memiliki sifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan. Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dilaporkan tentang sintesis CuO menggunakan ekstrak daun *Averrhoa carambola* (Saha et al., 2023), ekstrak kulit *punica granatum* (Ghidan et al., 2016), ekstrak daun *Pterospermum acerifolium* (Saif et al., 2016), dan ekstrak rumput *cyperus rotundus* (Suresh et al., 2020). Penggunaan ekstrak daun *Polyscias scutellaria* dalam sintesis CuO ataupun komposit HAp/Alg/CuO belum dilaporkan. Namun, Yulizar et al., telah melaporkan penggunaan *Polyscias scutellaria* dan *Polyscias xfruticosa* dalam sintesis nanopartikel emas (Yulizar et al., 2017; Yulizar & Ayun, 2017). Ekstrak daun *Polyscias scutellaria* mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, saponin, flavonoid, dan polifenol (Yulizar et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis komposit dengan bioaktivitas, biokompatibilitas, porositas, dan aktivitas antibakteri yang baik. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk analisis awal sintesis komposit HAp/Alg/CuO agar dapat dimodifikasi dan selanjutnya digunakan untuk sistem penghantaran obat khususnya untuk Klindamisin hidroklorida dalam pengobatan penyakit osteomielitis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka diperoleh perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah sintesis komposit hidroksiapatit/alginate dapat dilakukan dengan metode presipitasi secara *in-situ*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi alginate, pH, dan suhu sintering terhadap kristalinitas dan morfologi dari komposit HAp/Alg ?
3. Bagaimana persentase pelepasan klindamisin hidroklorida dari komposit HAp/Alg saat diaplikasi sebagai material pembawa obat?
4. Apakah ekstrak daun tapak leman (*Polyscias scutellaria*) dapat dimanfaatkan sebagai *capping agent* dalam mengontrol morfologi komposit HAp/Alg/CuO?
5. Bagaimana persentase pelepasan klindamisin hidroklorida dari komposit HAp/Alg/CuO saat diaplikasi sebagai material pembawa obat?
6. Bagaimana aktivitas antibakteri dari komposit HAp/Alg/CuO sebelum dan sesudah dimuat obat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mensintesis komposit hidroksiapatit/alginate dengan metode presipitasi secara *in-situ*
2. Mengkaji pengaruh konsentrasi alginate, pH, dan suhu sintering terhadap kristalinitas dan morfologi dari komposit HAp/Alg.
3. Menentukan persentase pelepasan klindamisin hidroklorida dari komposit HAp/Alg saat diaplikasi sebagai material pembawa obat.
4. Mempelajari potensi ekstrak daun tapak leman (*Polyscias scutellaria*) sebagai *capping agent* untuk mengontrol morfologi komposit HAp/Alg/CuO.
5. Menentukan persentase pelepasan klindamisin hidroklorida dari komposit HAp/Alg/CuO saat diaplikasi sebagai material pembawa obat
6. Pengujian aktivitas antibakteri dari komposit HAp/Alg/CuO sebelum dan sesudah dimuat obat.

1.4 Manfaat penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu ditemukannya komposit baru dari pemanfaatan limbah cangkang kerang bambu yang berbiaya murah dan ramah lingkungan. Serta, dengan mempelajari persentase pelepasan obat oleh komposit

HAp/Alg/CuO, maka diharapkan dapat memberi manfaat dalam mengembangkan penelitian di bidang material pembawa obat. Selain itu, luaran seperti publikasi international juga diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk memperluas dan meningkatkan aplikasi dari komposit berbasis hidroksiapatit.

1.5 Hipotesis Penelitian

Adapun yang menjadi hipotesis dari penelitian ini yaitu bahwa material hidroksiapatit setelah digabungkan dengan alginat dan tembaga memiliki sifat yang lebih unggul dibandingkan hidroksiapatit murni. Komposit HAp/Alg/CuO memiliki morfologi yang berpori dan kemampuan sebagai antibakteri yang baik sehingga dapat diaplikasikan untuk material pembawa obat. Pori dari komposit sangat mempengaruhi proses pemuatan dan pelepasan obat sedangkan sifat antibakteri menambah efisiensinya sebagai material pembawa obat tersebut.

1.6 Kebaruan penelitian

Kebaruan dari penelitian ini yaitu :

1. Pemanfaatan limbah cangkang kerang bambu sebagai prekursor hidroksiapatit dalam pembuatan komposit HAp/Alg/CuO.
2. Menggabungkan keramik (HAp), polimer (alginat) dan oksida logam (CuO) menjadi sebuah komposit baru (HAp/Alg/CuO).

