

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi telah membangkitkan perhatian yang sangat besar dari para ilmuwan di seluruh dunia. Dalam terminologi ilmiah, 1 nanometer berarti 10^{-9} meter (Rao, Muller and Cheetam, 2004). Keunggulan utama dari nanomaterial dibandingkan dengan material yang berukuran besar adalah pada sifat permukaannya yang mampu dimodifikasi, yang meliputi sifat optis, magnetik, elektronik, dan mekanik, serta ukurannya yang kecil sehingga memiliki bioaktivitas yang lebih baik (Altavilla and Ciliberto, 2011). Hal inilah yang menjadikan ilmuwan telah banyak mengembangkan riset di bidang nanomaterial dan nanoteknologi, salah satunya pada sintesis nanopartikel logam.

Di antara semua nanopartikel logam, perak banyak mendapat perhatian untuk dikaji karena banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama penggunaannya yang luas dalam bidang medis serta proses sintesisnya yang tidak sulit (Franci *et al.*, 2015). Nanopartikel logam perak banyak diaplikasikan sebagai bahan antibakteri, sensor, katalis, optik, dan elektronik. Sintesis nanopartikel logam dapat dilakukan melalui beberapa metode, salah satunya yang paling mudah adalah metode reduksi kimia. Namun metode ini umumnya menggunakan senyawa kimia sintetis yang berbahaya untuk aplikasi medis serta memberikan dampak bahaya bagi lingkungan (Kuppusamy *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, dikembangkan metode sintesis yang lebih ramah lingkungan yang disebut metode *green synthesis*. Pada metode ini, zat pereduksi dan penstabil yang digunakan bisa berupa tumbuhan maupun mikroorganisme sehingga dapat mengurangi pembuangan zat berbahaya ke lingkungan (Rauwel *et al.*, 2015).

Uncaria gambir Roxb. atau lebih dikenal dengan istilah gambir merupakan salah satu komoditas di Sumatera yang telah lama dimanfaatkan sebagai material bangunan, serta obat tradisional untuk berbagai penyakit (Rauf, Rahmawaty and Siregar, 2015). Khasiatnya sebagai obat berkaitan dengan kandungan senyawa polifenol yang berperan sebagai antioksidan alami, terutama senyawa katekin, yang tergolong dalam kelompok senyawa flavonoid (Firdaus *et al.*, 2015).

Penelitian mengenai penggunaan gambir sebagai reduktor alami telah banyak dilakukan di antaranya pada studi sintesis koloid nanopartikel perak menggunakan pelarut isopropanol sehingga diperoleh nanopartikel perak dengan ukuran 10-30 nm (Arief *et al.*, 2017). Pada penelitian yang lain, sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan metode hidrotermal menggunakan ekstrak daun gambir sebagai reduktor dan DEA sebagai *capping agent*. Pada studi tersebut diperoleh nanopartikel perak dengan ukuran 25 nm, lebih kecil daripada nanopartikel perak yang disintesis tanpa penambahan DEA. (Arief *et al.*, 2015). Vivi (2015) juga telah melakukan sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak daun gambir dengan metode presipitasi serta menggunakan *capping agent* polivinil alkohol (PVA) dan DEA. Hasil menunjukkan bahwa dengan penambahan DEA dan PVA diperoleh nanopartikel perak masing-masing dengan ukuran 25 nm dan 70 nm (Vivi, 2015). Berdasarkan studi tersebut, diketahui bahwa DEA, yang termasuk dalam golongan senyawa alkanolamin, memiliki potensi sebagai *capping agent* untuk mengontrol ukuran nanopartikel perak. Pada penelitian yang lain, golongan senyawa alkanolamin yang lain yaitu TEA, digunakan sebagai zat penstabil dalam sintesis nanopartikel emas dengan metode reduksi presipitasi. Dalam studi tersebut diperoleh nanopartikel emas berbentuk bulat dengan ukuran 11 nm (Nasution, 2017). Berdasarkan beberapa penelitian tersebut diketahui bahwa senyawa alkanolamin berperan dalam mengontrol ukuran nanopartikel, dimana hal ini sangat berkaitan dengan aktivitas antibakteri dari nanopartikel logam (Choi and Hu, 2008).

Berdasarkan strukturnya, senyawa alkanolamin dibagi menjadi 3 jenis yakni MEA, DEA, dan TEA. Pada penelitian ini, nanopartikel perak disintesis dengan metode presipitasi sederhana menggunakan reduktor alami ekstrak daun gambir dan tiga jenis senyawa alkanolamin sebagai *capping agent*. Ketiga senyawa alkanolamin tersebut digunakan sebagai zat penstabil untuk mempelajari pengaruh struktur terhadap sifat nanopartikel perak yang disintesis, meliputi kestabilan, ukuran partikel, bentuk, dan aktivitas antibakteri. Selain itu, jumlah *capping agent* juga divariasikan untuk menentukan komposisi optimum reaksi.

Selain logam, riset mengenai sintesis nanopartikel juga telah banyak dikembangkan pada komposit biomaterial. Salah satu material yang banyak dikaji,

disintesis, dan dikembangkan adalah hidroksiapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) karena strukturnya yang mirip dengan penyusun tulang sehingga bisa digunakan sebagai bahan substituen atau pengganti tulang (Ganachari *et al.*, 2016; Türk *et al.*, 2017). Namun salah satu masalah yang dihadapi adalah penggunaan material sintetik di dalam tubuh memiliki resiko yang besar karena menyebabkan infeksi serta kerusakan tubuh lainnya yang disebabkan oleh perkembangan bakteri pada jaringan baru tersebut (Nirmala *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2018). Oleh sebab itu, dibutuhkan material tambahan lain yang bersifat antibakteri. Namun, penggunaan antibiotik menjadi semakin sulit karena meningkatnya bakteri yang bersifat resisten terhadap berbagai jenis obat, yang dikenal dengan bakteri *Multi Drug Resistance* (MDR), sehingga dibutuhkan pengembangan dan modifikasi agen antibakteri jenis baru (Singh *et al.*, 2014; Franci *et al.*, 2015). Nanoteknologi menawarkan salah satu solusi yang cukup menjanjikan melalui nanopartikel logam.

Dari berbagai logam yang dikembangkan sebagai material berbasis nano, nanopartikel perak adalah salah satu yang paling banyak dikembangkan karena sintesisnya yang mudah, lebih murah, dan potensinya yang besar dalam bidang kesehatan, utamanya sebagai agen antibakteri (Rai *et al.*, 2012; Mocanu *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, hidroksiapatit dikompositkan dengan nanopartikel perak berdasarkan kondisi dan komposisi optimum sintesis nanopartikel perak yang telah dilakukan sebelumnya dengan bioreduktor ekstrak daun gambir dan *capping agent* senyawa alkanolamin.

Penelitian mengenai sintesis komposit HAp-NpAg sebelumnya pernah dilakukan di Laboratorium Kimia Material oleh Prima (2017) menggunakan bioreduktor ekstrak daun gambir dan *capping agent* kitosan. Selain itu, sintesis komposit hidroksiapatit-nanoemas (HAp-NpAu) juga telah dilakukan oleh Iqbal (2018). Pada kedua studi tersebut dilakukan sintesis komposit dengan metode 2 pot dimana koloid NpAg dan NpAu disintesis terlebih dahulu, kemudian direaksikan dengan HAp. Berbeda dengan kedua studi tersebut, pada studi ini penulis melakukan sintesis komposit dengan 2 metode, yakni metode 1 pot dan 2 pot. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari pola sintesis terhadap sifat komposit yang dihasilkan. Metode 1 pot dilakukan dengan cara mereaksikan material utama dengan semua reaktan dari material pendukung, dalam hal ini hidroksiapatit

ditambahkan di awal reaksi dengan semua reaktan sintesis koloid nanopartikel perak. Dengan menggunakan metode 1 pot, diharapkan waktu dan energi sintesis bisa menjadi lebih efisien.

Berdasarkan beberapa landasan tadi, dalam penelitian ini dilakukan *green synthesis* nanopartikel logam Ag dengan *capping agent* senyawa alkanolamin dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun gambir dengan variasi perbandingan mol antara AgNO_3 dengan senyawa alkanolamin. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan sintesis komposit HAp-NpAg menggunakan 2 variasi metode yakni metode 1 pot dan 2 pot. Sampel koloid NpAg dan komposit HAp-NpAg dikarakterisasi kestabilan, kristalinitas, dan morfologinya serta diuji aktivitas antibakteri terhadap 2 jenis bakteri gram positif dan gram negatif.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang, maka beberapa permasalahan yang diajukan adalah:

1. Apakah ekstrak daun gambir berpotensi sebagai bioreduktor dalam *green synthesis* NpAg dan komposit HAp-NpAg?
2. Bagaimana pengaruh jenis senyawa alkanolamin (MEA, DEA, dan TEA) dan jumlahnya sebagai *capping agent* terhadap ukuran dan kestabilan nanopartikel NpAg dan komposit HAp-NpAg?
3. Bagaimana pengaruh pola dan komposisi sintesis 1 pot dan 2 pot terhadap pembentukan HAp-NpAg dan karakteristiknya?
4. Bagaimana aktivitas antibakteri NpAg dan komposit HAp-NpAg terhadap bakteri gram positif dan gram negatif?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mensintesis nanopartikel perak dan kompositnya dengan kestabilan yang baik dan ukuran partikel yang kecil sehingga memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan dalam aplikasi medis. Secara ringkas, tujuan penelitian dijabarkan sebagai berikut:

1. Mempelajari potensi ekstrak daun gambir sebagai bioreduktor dalam *green synthesis* NpAg dan komposit HAp-NpAg
2. Mempelajari pengaruh jenis senyawa alkanolamin sebagai *capping agent* dan jumlahnya terhadap ukuran dan kestabilan NpAg dan komposit HAp-NpAg

3. Mempelajari pengaruh pola dan komposisi sintesis 1 pot dan 2 pot terhadap pembentukan HAp-NpAg dan karakteristiknya
4. Mengetahui aktivitas antibakteri NpAg dan komposit HAp-NpAg terhadap bakteri gram positif dan gram negatif?

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, dilakukan pemanfaatan lain dari tanaman gambir sebagai salah satu komoditas di Sumatera Barat. Selain itu juga dilakukan sintesis nanopartikel logam dan kombinasi logam melalui metode *green synthesis* sebagai solusi dari penggunaan bahan kimia berbahaya dalam sintesis nanopartikel secara konvensional, sehingga dapat memberikan informasi mengenai potensi tanaman gambir sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel. Melalui pengkondisian metode sintesis, dapat dihasilkan nanopartikel logam yang kemudian dikompositkan dengan material hidroksiapatit sehingga diperoleh biomaterial hidroksiapatit yang memiliki aktivitas antibakteri yang baik yang dapat dikembangkan menjadi material implan tulang dalam aplikasi biomedis.

