

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi adalah salah satu bidang teknologi yang sangat menjanjikan di abad ke-21, hal ini dikarenakan nanoteknologi merupakan kemampuan untuk mengimplementasikan teori nanosains ke aplikasi yang lebih bermanfaat dengan mengamati mengukur, memanipulasi, merakit, mengendalikan dan memproduksi suatu bahan pada skala nanometer. Menurut *National Nanotechnology Initiative* (NNI) di Amerika, nanoteknologi adalah ilmu teknik dan teknologi yang dilakukan pada skala nano (1-100 nm) yang memungkinkan aplikasi baru dalam berbagai bidang seperti kimia, fisika, dan biologi, untuk bidang ilmu kedokteran, teknik dan elektronik (Bayda et al., 2020). Penelitian dalam bidang nanoteknologi khususnya sintesis nanopartikel difokuskan pada pengembangan protokol yang sederhana, bersih, tidak toksik, hemat biaya dan ramah lingkungan (Ahmed et al., 2016).

Nanopartikel dapat digunakan sebagai sistem penghantaran obat (I. Khan et al., 2019). Nanopartikel menjanjikan aplikasi yang luas dalam pengiriman obat, diagnostik, dan kosmetik (Wolfram et al., 2015). Nanopartikel secara garis besar dapat disintesis melalui dua metode yaitu *top-down* dan *bottom-up*. Kedua metode tersebut dibagi lagi menjadi metode fisika, kimia dan biologi. Metode fisika dan kimia tersebut memiliki keunggulan seperti dapat menghasilkan struktur nanopartikel yang baik yang memiliki sifat berbeda dengan bahan aslinya. Metode fisika dan kimia memiliki kekurangan seperti memerlukan biaya yang mahal dan bersifat beracun. Selain metode sintesisnya yang beragam, nanopartikel dapat diklasifikasikan. Salah satu klasifikasi dari nanopartikel adalah nanopartikel logam yang terbuat dari prekursor logam seperti emas (Au) (I. Khan et al., 2019). Nanopartikel logam telah banyak digunakan dalam bidang biomedis karena rasio ukuran dan stabilitasnya terhadap panas cukup baik, terutama nanopartikel emas karena stabilitasnya, fungsionalisasinya, dan toksisitasnya yang rendah serta kemudahan dalam deteksinya (Amina & Guo, 2020).

Nanopartikel emas karena mempunyai sifat-sifat khusus seperti non-toksik, biokompatibel, sintesis yang mudah, bentuk dan ukuran partikelnya (Shah et al., 2014) serta stabil (Amina & Guo, 2020). Nanopartikel emas juga dapat dikembangkan sebagai sistem penghantaran non-toksik untuk sediaan obat kanker (Jing et al., 2021) dan tidak toksik secara *in vitro* (Rajasekar et al., 2020). Nanopartikel emas dapat disintesis dengan menggunakan metode *top-down* dan *bottom up* yaitu dengan metode fisika, kimia dan biologi. Metode fisika mampu menghasilkan partikel berukuran 5-40 nm, namun metode ini cukup mahal karena menggunakan alat yang mahal dalam proses pengurangan ukuran partikelnya. Metode kimia mampu menghasilkan partikel berukuran 2-20 nm dan hemat biaya,

namun cukup berbahaya karena menggunakan bahan kimia beracun atau toksik sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel emas. Metode biologi mampu menghasilkan nanopartikel yang tidak toksik dan lebih hemat biaya, namun dengan partikel berukuran 15-80 nm (A. K. Khan et al., 2014). Sintesis nanopartikel emas saat ini lebih banyak menggunakan metode *bottom-up* yang tertuju pada pendekatan hijau (*green approaches*), yaitu sintesis hijau karena ramah lingkungan (Amina & Guo, 2020), mudah direduksi pada suhu kamar, hemat biaya dan tidak toksik serta mampu mengatasi kekurangan dari metode fisika dan kimia (Ahmed et al., 2016).

Metode sintesis hijau nanopartikel emas bersifat non-toksik karena menggunakan material biologis seperti ekstrak tumbuhan yang kaya akan sifat antioksidan dan dapat menghasilkan nanopartikel yang stabil, misalnya senyawa fenolik (Amina & Guo, 2020). Ekstrak atau isolat dari tumbuhan sangat umum digunakan untuk sintesis nanopartikel emas karena sifatnya yang ramah lingkungan dan proses sintesisnya dapat dilakukan pada suhu ruangan (Patil & Kim, 2017). Ekstrak tumbuhan yang merupakan metabolit sekunder golongan polifenol yaitu ekstrak daun *Croton caudatus* Geisel dapat digunakan sebagai agen pereduksi dalam pembuatan nanopartikel emas (Fan et al., 2020). Ekstrak dari *Gymnocladus assamicus* yang mengandung asam galat sebanyak $3,17 \pm 0,62$ mg/g mampu menjadi reduktor dalam sintesis nanopartikel emas dan menghasilkan nanopartikel emas yang stabil, sederhana dan efisien (Tamuly et al., 2013). Zat tunggal dari ekstrak tumbuhan dalam sintesis nanopartikel emas merupakan teknik dari metode sintesis hijau yang sangat penting untuk memurnikan nanopartikel emas dan untuk memastikan kegunaannya dalam pengobatan (A. K. Khan et al., 2014).

Asam galat adalah senyawa polifenol yang termasuk golongan fenolik merupakan antioksidan kuat (Jing et al., 2021). Asam galat dapat digunakan sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel emas dari HAuCl_4 (Wang et al., 2007). Asam galat merupakan metabolit sekunder dari tumbuhan dan mempunyai aktivitas sebagai antikanker, antiinflamasi, antimikroba, dan antijamur (Fernandes & Salgado, 2016). Selain itu, asam galat juga dapat digunakan untuk inhibisi tirosinase yang berperan dalam proses melanogenesis yang dapat menyebabkan hiperpigmentasi. Senyawa yang merupakan inhibitor tirosinase telah banyak digunakan dalam produk untuk mengatasi hiperpigmentasi (Su et al., 2013). Asam galat terbukti sebagai inhibitor tirosinase yang memiliki IC_{50} lebih tinggi dibandingkan asam kojat (You-Jung, 2007). Asam galat bisa didapatkan dari hidrolisat protein dari beras karena mengandung $2,06 \pm 0,13$ mg ekuivalen asam galat per gram. Di dalam penelitian Chen et al hidrolisat protein dari beras efektif dalam inhibisi tirosinase (Chen et al., 2021).

Tirosinase merupakan enzim yang mengontrol pembentukan pigmen. Tirosinase mengontrol transformasi L-tirosin menjadi L-DOPA dan konversi L-DOPA menjadi *DOPAquinon*. Enzim tirosinase (*tyrosinase from mushroom*)

umumnya digunakan dalam uji inhibisi tirosinase (Pillaiyar et al., 2017) yang dilakukan untuk melihat adanya aktivitas penghambatan melanogenesis yang menyebabkan terjadinya hiperpigmentasi (Ullah et al., 2019).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan sintesis nanopartikel emas menggunakan metode sintesis hijau yaitu dengan menggunakan asam galat sebagai reduktornya serta pengujian inhibisi tirosinase dari sintesis hijau nanopartikel yang telah disintesis. Metode sintesis hijau dipilih karena mampu mengatasi kekurangan dari metode kimia dan fisika, yaitu mampu menghasilkan nanopartikel emas yang bersifat tidak toksik dan biayanya yang lebih murah dibandingkan metode kimia dan fisika. Asam galat digunakan sebagai reduktor dikarenakan ekstrak tumbuhan *Gymnocladus assamicus* yang mengandung asam galat mampu berperan sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel emas, dan karena zat tunggal dari ekstrak tumbuhan penting untuk memurnikan nanopartikel emas dan untuk menyelidiki kegunaannya dalam bidang *nanomedicine*. Asam galat sebagai zat tunggal juga telah terbukti dapat digunakan dalam sintesis nanopartikel emas dari HAuCl_4 . Penelitian ini menggunakan senyawa asam galat sebagai reduktor untuk sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil* yang selanjutnya akan dikarakterisasi untuk memastikan terbentuknya nanopartikel emas dan juga dilakukan analisa selama delapan (8) minggu untuk melihat kestabilannya dalam penyimpanan, kemudian nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan asam galat sebagai reduktor akan melalui pengujian inhibisi tirosinase untuk memastikan aktivitasnya sebagai inhibitor tirosinase yang dapat mencegah terjadinya hiperpigmentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apakah asam galat dapat digunakan sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil* ?
2. Berapakah konsentrasi asam galat yang berpotensi sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil* ?
3. Apakah nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor dapat memenuhi karakteristik sebagai *nanomedicine* dan nanopartikel emas dan stabil ?
4. Apakah nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor dapat memiliki aktivitas sebagai inhibitor tirosinase ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bahwa asam galat dapat digunakan sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil*.

2. Untuk mengetahui konsentrasi asam galat yang dapat digunakan sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil*.
3. Untuk mengetahui bahwa nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor dapat memenuhi karakteristik sebagai *nanomedicine* dan nanopartikel emas dan stabil.
4. Untuk mengetahui bahwa nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor dapat memiliki aktivitas sebagai inhibitor tirosinase.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat penelitian untuk masyarakat adalah:

Penelitian ini dilakukan untuk menambah perkembangan ilmu pengetahuan di bidang nanoteknologi mengenai penggunaan dan konsentrasi asam galat sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil* dengan memberikan data ilmiah yang valid mengenai kestabilannya, karakteristiknya sebagai *nanomedicine* dan nanopartikel emas serta aktivitas inhibisi tirosinase nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor.

1.4.2 Manfaat penelitian untuk Universitas adalah:

Penelitian ini dilakukan untuk menambah referensi penelitian selanjutnya yang lebih mendalam mengenai sintesis hijau nanopartikel emas dari *Au foil* dengan asam galat sebagai reduktor.

1.4.3 Manfaat penelitian untuk peneliti adalah:

Penelitian ini dilakukan untuk menambah ilmu pengetahuan peneliti dalam bidang nanopartikel dan melatih keterampilan peneliti dalam menulis karya ilmiah maupun dalam melakukan sintesis nanopartikel emas dari *Au foil* yang disintesis hijau dengan menggunakan asam galat sebagai reduktor serta dalam melakukan pengujian inhibisi tirosinase.

1.5 Hipotesis

Asam galat mampu digunakan sebagai reduktor dalam sintesis hijau nanopartikel emas yang menggunakan *Au foil* dan menghasilkan nanopartikel emas yang memenuhi karakteristik *nanomedicine* dan nanopartikel emas, stabil selama penyimpanan, serta sebagai inhibitor tirosinase.