

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bakteri merupakan organisme mikroskopik yang hidup di berbagai kondisi lingkungan. Beberapa bakteri bersifat menguntungkan, namun beberapa bersifat merugikan, seperti *Escherichia coli* yang dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan dan *Staphylococcus aureus* yang dapat memicu penyakit kulit dan meningitis. Bakteri *E. coli* dikenal sebagai penyebab infeksi saluran pencernaan yang dapat mengakibatkan diare, diare berdarah, hingga sindrom hemolitik-uremik melalui struktur virulennya seperti pili, kapsul, endotoksin, dan eksotoksin (Simanjuntak *et al.*, 2022). Sementara itu, *S. aureus* merupakan bakteri penyebab utama infeksi nosokomial yang dapat memicu berbagai penyakit, seperti mastitis, dermatitis, infeksi saluran pernapasan, impetigo, abses, sindrom syok toksik, dan keracunan makanan dengan gejala mual, muntah, serta diare (Goetie *et al.*, 2022).

Salah satu pengobatan yang paling banyak digunakan dalam mengobati penyakit yang disebabkan infeksi bakteri adalah dengan memberikan antibiotik (Maida & Lestari, 2019). Namun, antibiotik memiliki kelemahan utama berupa resistensi, di mana bakteri memperoleh gen resisten yang memungkinkan mereka bertahan terhadap antibiotik. Resistensi ini diperparah oleh penggunaan antibiotik yang tidak bijak, baik di bidang kesehatan maupun pertanian, sehingga mempercepat munculnya *strain* resisten yang dapat menyebar antar manusia, hewan, dan lingkungan (Simanjuntak *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya yang lebih efektif serta solutif untuk mengatasi masalah ini seperti penggunaan ekstrak tanaman yang dimodifikasi dengan nanoteknologi (Luthfia *et al.*, 2024).

Nanoteknologi dapat menjadi salah satu solusi alternatif untuk mengatasi resistensi bakteri. Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari tentang nanopartikel, yaitu partikel berukuran sangat kecil, sekitar 1 hingga 100 nanometer.

Karena ukurannya yang kecil dan sifatnya yang unik, nanopartikel banyak digunakan di berbagai bidang, seperti sebagai katalis dan dalam aplikasi medis. Hal ini membuat nanoteknologi menjadi perhatian besar bagi para ilmuwan (Hasheminya & Dehghannya, 2020).

Salah satu jenis nanopartikel yang banyak diteliti adalah nanopartikel berbahan logam mulia, yang memiliki sifat-sifat unggul dan cocok untuk berbagai aplikasi. Nanopartikel yang terbuat dari logam mulia, seperti emas (AuNPs) dan perak (AgNPs). Perak merupakan agen antibakteri yang kuat dalam bentuk ion dan banyak disintesis karena bersifat toksik bagi sel. Efek antibakteri perak akan meningkat ketika ukurannya semakin kecil. Semakin kecil ion perak, maka semakin besar permukaan dan semakin besar kontak dengan bakteri (Indah *et al.*, 2022). Nanopartikel perak (AgNPs) telah menarik minat besar dalam beberapa tahun terakhir sebagai bahan ideal karena karakteristiknya yang unik, seperti biokompatibilitas, sifat inert, stabilitas, penyerapan kuat gelombang elektromagnetik di wilayah tampak melalui *surface plasmon resonance* (SPR), serta toksisitas yang rendah (Zuhrotun *et al.*, 2023). AgNPs dilaporkan sebagai antibakteri yaitu berasal dari kemampuannya berinteraksi dengan dinding sel bakteri, menghasilkan ion perak (Ag^+), dan menyebabkan kerusakan membran yang berujung pada kematian sel (Hasan *et al.*, 2024).

AgNPs dapat bekerja melawan bakteri Gram positif dan Gram negatif melalui interaksi yang kuat dengan membran bakteri, merusaknya, dan menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) serta dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi resistensi antibiotik (Wahab *et al.*, 2021). Untuk menghasilkan AuNPs dan AgNPs yang optimal, berbagai metode sintesis telah dikembangkan. Sintesis AuNPs dan AgNPs dilakukan melalui metode kimia, fisika, dan biologi atau sering disebut "sintesis hijau". Metode kimia dan fisika secara perlahan mulai digantikan oleh metode sintesis hijau karena beberapa kelemahan, seperti pelepasan senyawa kimia berbahaya dan beracun, kebutuhan energi yang tinggi, penggunaan alat yang kompleks, dan kondisi sintesis yang rumit (Zuhrotun *et al.*, 2023).

Saat ini, sintesis nanopartikel melalui metode biologi lebih diutamakan dibandingkan metode fisikokimia karena dinilai memiliki berbagai keunggulan seperti tidak beracun, memiliki reproduksibilitas yang baik, lebih mudah untuk

diproduksi dalam skala besar dan menghasilkan morfologi yang lebih optimal (Dewi *et al.*, 2019). Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak tumbuhan seperti flavonoid, fenolik, tanin, dan lain-lain dapat berperan sebagai bioreduktor dan *capping agent* yang dapat mereduksi ion Ag^+ menjadi nanopartikel perak (Oktavia & Sutoyo, 2021). Setiap tanaman dilaporkan memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder termasuk pada tanaman melinjo (Susmayanti & Rahmadani, 2023).

Melinjo (*Gnetum gnemon* Linn.) adalah tanaman berbiji terbuka (*Gymnospermae*) yang berasal dari wilayah Asia Tenggara, terutama Indonesia (Tanamal *et al.*, 2017). Pada tanaman melinjo (*G. gnemon*), ditemukan berbagai jenis senyawa metabolit sekunder yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan obat tradisional. Beberapa senyawa metabolit sekunder tersebut meliputi alkaloid, flavonoid, dan saponin. Selain itu, melinjo juga diketahui mengandung saponin, flavonoid, dan tanin, terutama pada biji dan daunnya (Susmayanti & Rahmadani, 2023). Flavonoid memiliki berbagai potensi, seperti sebagai antioksidan serta aktivitas biologis lainnya, termasuk sebagai antibakteri, antiinflamasi, antialergi, dan antitrombosis (Rais, 2015). Tanaman melinjo mengandung senyawa flavonoid yang berpotensi sebagai bioreduktor (Susmayanti & Rahmadani, 2023).

Berbagai ekstrak tumbuhan telah digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak yang dimanfaatkan sebagai antibakteri. Huong & Nguyen (2021) melaporkan sintesis hijau nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan ekstrak daun lerak (*Sapindus mukorossi*) sebagai bioreduktor dan hasil uji antibakteri mengungkap bahwa AgNPs efektif terhadap *S. aureus* (Gram-positif) sehingga berpotensi untuk aplikasi biomedis. Penelitian oleh Masykuroh & Puspasari (2022) yang mensintesis nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan ekstrak keladi sarawak (*Alocasia macrorrhizos*) sebagai agen pereduksi. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa AgNPs efektif menghambat *E. coli* (gram-negatif). Selain itu, Luthfia *et al.* (2024) meneliti sintesis AgNPs menggunakan ekstrak daun bidara (*Ziziphus spina-christi*) dalam metode *green synthesis* dan didapatkan hasil uji antibakteri terhadap *S. aureus* menunjukkan zona hambat antara 9,05 mm hingga 13,19 mm, menandakan potensi AgNPs sebagai agen antimikroba.

Sintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) telah dilaporkan pada penelitian Budiman (2022) sebagai antifungi *Aspergillus niger*. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang secara spesifik melaporkan sintesis nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) sebagai agen antibakteri. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini difokuskan pada sintesis dan karakterisasi nanopartikel perak menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) yang selanjutnya akan diuji potensinya sebagai antibakteri. Bakteri uji yang digunakan meliputi kelompok bakteri Gram positif (*S. aureus*) dan bakteri Gram negatif (*E. coli*) dengan metode karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, *Fourier Transform Infrared* (F-TIR), dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka identifikasi dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Tingginya angka resistensi antibakteri di Indonesia.
2. Hingga saat ini, belum ada penelitian spesifik yang melaporkan efektivitas AgNPs berbasis ekstrak daun melinjo sebagai antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*.

1.3. Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang di atas, maka ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sintesis nanopartikel perak (AgNp) menggunakan ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) sebagai bioreduktor
2. Objek penelitian ini yaitu karakterisasi nanopartikel yang terbentuk dan zona hambat pada uji antibakteri menggunakan bakteri Gram positif dan Gram negatif.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini dibatasi pada karakterisasi nanopartikel perak yang terbentuk setelah disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak

daun melinjo (*G. gnemon*) dan diuji potensinya sebagai antibakteri terhadap bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus*.

1.5. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik nanopartikel perak (AgNP) yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) dengan metode Spektrofotometer UV-Vis, FTIR, dan PSA?
2. Bagaimana potensi antibakteri nanopartikel perak (AgNP) yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) terhadap bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus*.

1.6. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengkarakterisasi nanopartikel perak (AgNp) yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*).
2. Untuk menguji potensi nanopartikel perak (AgNp) yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun melinjo (*G. gnemon*) sebagai antibakteri terhadap bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus*.

1.7. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu:

1. Meningkatkan wawasan dalam bidang nanoteknologi menggunakan bahan alam sehingga lebih efisien.
2. Memberikan informasi bahwa daun melinjo (*G. gnemon*) memiliki potensi sebagai bioreduktor alami dalam proses sintesis nanopartikel perak, sehingga dapat menggantikan bahan kimia sintetis yang umumnya digunakan.