

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi bakteri masih menjadi masalah kesehatan global yang serius¹. Pada tahun 2019, dari 13,7 juta kematian akibat infeksi, sekitar 7,7 juta kematian (13,6% dari seluruh kematian global) berhubungan dengan agen bakteri². Salah satu bakteri yang berperan dalam infeksi adalah *Staphylococcus aureus* yang menyimpan potensi bahaya yang besar karena mampu menyebar luas di komunitas dan berkembang menjadi strain dengan tingkat virulensi serta resistensi antimikroba yang tinggi³. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif yang dapat hidup sebagai flora normal pada sekitar 30% populasi manusia. Namun, bakteri ini juga merupakan patogen penting penyebab berbagai infeksi serius, seperti bakteremia, endokarditis, infeksi kulit dan jaringan lunak, serta infeksi terkait alat medis, sehingga menjadi perhatian dalam bidang kesehatan⁴.

Penggunaan antibiotik dalam pengobatan infeksi bakteri banyak menimbulkan efek samping serius⁵, dan penggunaan secara berlebihan dan tidak rasional menjadi salah satu faktor utama yang mendorong terjadinya resistensi antimikroba secara global yang mengakibatkan berkurangnya efektivitas antibiotik, meningkatnya kegagalan terapi, serta bertambahnya angka morbiditas dan mortalitas akibat infeksi⁶. Kondisi ini menunjukkan perlunya terapi antibakteri baru yang lebih aman, efektif, dan berkelanjutan untuk mengatasi infeksi bakteri. Tanaman obat berpotensi untuk pengembangan obat antibakteri baru karena kaya akan senyawa fitokimia bioaktif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan juga lebih aman untuk digunakan⁷.

Contoh tanaman yang banyak digunakan adalah daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dan bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.), yang dikenal memiliki aktivitas antibakteri^{8,9}. Penelitian yang dilakukan oleh Chanthaboury *et al.*, (2022) menggunakan ekstrak etanol daun kemangimenghasilkan rerata diameter zona hambat 7,0 mm terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*¹⁰.

Sementara itu, bunga rosela dapat menghasilkan rerata diameter zona hambat 15,0 mm terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*⁹. Penggunaan tanaman sebagai antibakteri memiliki keterbatasan baik dari segi stabilitas

maupun kemampuan tanaman untuk mencapai sel bakteri secara efektif¹¹.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penerapan nanoteknologi berbasis logam menjadi strategi inovatif untuk meningkatkan aktivitas tanaman dalam melawan infeksi bakteri¹². Nanopartikel logam memiliki luas permukaan yang besar, ukuran partikel yang sangat kecil, dan kemampuan interaksi tinggi dengan dinding sel bakteri¹³, sehingga dapat meningkatkan aktivitas antibakteri tanaman yang digunakan sebagai reduktor atau penstabil dalam proses pembentukannya. Kombinasi antara senyawa fitokimia dari tanaman dan nanopartikel logam sering disebut fitosintesis atau “*green synthesis*” yang berpotensi menghasilkan sistem nanoantibakteri alami dengan aktivitas yang lebih tinggi, stabilitas lebih baik, serta toksisitas yang lebih rendah¹⁴. Efektivitas kombinasi tersebut telah dibuktikan oleh Gautam *et al.*, (2023) dan Saeed *et al.*, (2025) yang menunjukkan bahwa nanopartikel perak (AgNPs) yang disintesis dengan ekstrak *Ocimum sanctum* dapat menghasilkan diameter zona hambat 15 mm pada bakteri resisten *A. baumannii* dan AgNPs yang disintesis dengan ekstrak *Hibiscus sabdariffa* dapat menghasilkan diameter zona hambat 22 mm pada bakteri *S.aureus*^{15,16}.

Namun AgNPs secara tunggal dapat bersifat toksik terhadap berbagai jenis sel manusia¹⁷. Toksisitas AgNPs dapat diatasi dengan mengombinasikan perak dengan material lain yang lebih aman¹⁸. CuONPs dapat menjadi pilihan untuk dikombinasikan dengan AgNPs agar menghasilkan sistem nanopartikel yang lebih aman bagi sel dan ramah terhadap lingkungan dan tetap mempertahankan aktivitas antibakteri yang kuat¹⁹. Berdasarkan uraian di atas, peneliti menggunakan nanopartikel CuO/Ag untuk disintesis menggunakan ekstrak daun kemangi dan ekstrak bunga rosela serta diuji aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus*. Pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pengembangan agen antibakteri alami berbasis nanoteknologi yang lebih efektif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dalam menghadapi infeksi bakteri.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah diameter zona hambat nanopartikel CuO/Ag ekstrak air daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*?
2. Berapakah diameter zona hambat nanopartikel CuO/Ag ekstrak air bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*?
3. Apakah nanopartikel CuO/Ag dapat meningkatkan aktivitas antibakteri ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dan ekstrak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan diameter zona hambat nanopartikel CuO/Ag ekstrak air daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*.
2. Menentukan diameter zona hambat nanopartikel CuO/Ag ekstrak air bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*.
3. Mengetahui peningkatan aktivitas antibakteri nanopartikel CuO/Ag terhadap ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dan ekstrak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Hasil penelitian dapat memberikan pengalaman dan wawasan ilmiah mengenai penerapan teknologi nanopartikel berbasis bahan alam dalam meningkatkan aktivitas antibakteri. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi pengembangan riset lanjutan di bidang nanoteknologi dan fitofarmaka untuk melawan bakteri.

1.4.2 Bagi Instansi

Hasil penelitian dapat menjadi referensi ilmiah dan bahan ajar bagi institusi pendidikan atau laboratorium penelitian yang berfokus pada bidang mikrobiologi, farmasi, dan bioteknologi. Penelitian ini juga mendukung penguatan reputasi akademik instansi melalui kontribusi dalam penelitian inovatif berbasis nanoteknologi ramah lingkungan.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Hasil penelitian dapat memberikan manfaat tidak langsung bagi masyarakat melalui pengembangan alternatif terapi alami yang lebih aman, efektif, dan ramah lingkungan dalam mengatasi infeksi bakteri.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini berfokus pada sintesis nanopartikel CuO/Ag secara *green synthesis* dengan ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) dan bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) sebagai agen pereduksi dan penstabil. Karakterisasi nanopartikel yang dihasilkan dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk mengidentifikasi terbentuknya nanopartikel berdasarkan puncak serapan panjang gelombang. Selain itu, penelitian ini juga mencakup pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan metode difusi sumuran, yang dinilai berdasarkan diameter zona hambat. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam terkait karakteristik fisik dan kimia nanopartikel secara rinci, mekanisme molekuler interaksi nanopartikel dengan sel bakteri, serta tidak mencakup uji toksisitas maupun aplikasi klinis. Variabel penelitian dibatasi pada jenis ekstrak tanaman, proses sintesis nanopartikel, serta efektivitas antibakteri yang dihasilkan.