

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penerapan teknologi di era industri 4.0 memberikan dampak yang signifikan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, termasuk dalam bidang nanoteknologi. Nanoteknologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari dan merekayasa material pada skala nanometer (1–100 nm). Material pada skala ini menunjukkan sifat fisik, kimia, dan biologis yang berbeda serta umumnya lebih unggul dibandingkan material berukuran makro. Perubahan sifat tersebut dapat dikendalikan melalui pengaturan ukuran partikel, komposisi kimia, modifikasi permukaan, serta interaksi antarpartikel (Andriani, Armin, & Djamaan, 2020). Nanopartikel sebagai salah satu produk utama nanoteknologi telah banyak dikembangkan, termasuk nanopartikel yang memanfaatkan polimer biodegradabel sebagai agen aktif, sehingga berpotensi diaplikasikan secara luas terutama di bidang medis. Beberapa penelitian melaporkan bahwa nanopartikel perak (AgNPs) memiliki aktivitas antibakteri dan antimikroba yang tinggi, sehingga berpotensi digunakan dalam terapi penyembuhan luka (Dewi, *et al.*, 2019; Willian, 2018).

Nanopartikel dapat diperoleh melalui pendekatan top-down secara fisika maupun bottom-up secara kimia dan biologis (Nefri & Djamaan, 2020). Namun, metode sintesis fisika dan kimia umumnya melibatkan penggunaan bahan kimia berbahaya, konsumsi energi yang tinggi, serta berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, pendekatan biologis yang dikenal sebagai *green synthesis* semakin banyak dikembangkan. Metode ini memanfaatkan mikroorganisme atau ekstrak tanaman sebagai bioreduktor untuk menghasilkan nanopartikel dengan cara yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Yusof *et al.*, 2020). Berbagai jenis organisme hidup, seperti tanaman, jamur, ragi, dan bakteri, dapat dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel karena mengandung senyawa alami yang berperan sebagai agen pereduksi dan penstabil. Senyawa bioaktif seperti protein, enzim, flavonoid, saponin, dan asam fenolik memiliki kemampuan untuk mereduksi ion logam menjadi nanopartikel serta mencegah terjadinya aglomerasi, sehingga dihasilkan nanopartikel yang stabil dengan ukuran yang relatif seragam (Rahmant *et al.*, 2024). Di antara berbagai mikroorganisme tersebut, bakteri sering menjadi fokus penelitian karena kemampuannya menghasilkan nanopartikel dengan ukuran dan morfologi yang lebih konsisten (Marslin *et al.*, 2015). Salah satu kelompok bakteri yang berpotensi dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel adalah bakteri endofit.

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup secara internal di dalam jaringan tanaman, seperti akar, batang, dan daun, tanpa menimbulkan gejala penyakit. Bakteri ini diketahui mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang menyerupai metabolit tanaman inangnya, bersifat antimikroba, serta memiliki kemampuan mereduksi ion perak menjadi nanopartikel (Zarrin & Iqbal, 2024). Meskipun demikian, pemanfaatan bakteri endofit sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel masih relatif terbatas, terutama yang berasal dari jaringan umbi.

Bakteri endofit dari umbi dahlia (*Dahlia sp.*) masih jarang dilaporkan sebagai agen bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Umbi dahlia merupakan organ penyimpanan yang kaya akan cadangan nutrisi dan metabolit sekunder, sehingga berpotensi menjadi habitat bakteri endofit dengan kemampuan biosintesis dan aktivitas biologis yang tinggi (Rubi *et al.*, 2012). Beberapa studi menunjukkan bahwa bakteri endofit mampu menghasilkan senyawa bioaktif dengan aktivitas antimikroba serta berperan dalam proses reduksi ion logam (Zarrin & Iqbal, 2024). Namun, kajian mengenai pemanfaatan bakteri endofit dari umbi dahlia sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak, serta evaluasi aktivitas antibakteri nanopartikel yang dihasilkan, masih sangat terbatas.

Penelitian sebelumnya oleh Pramesti (2023) melaporkan bahwa bakteri endofit dari *Withania somnifera* mampu mensintesis AgNPs dengan aktivitas antibakteri yang signifikan, sementara Alifia (2023) menunjukkan bahwa AgNPs yang disintesis oleh bakteri endofit genus *Alcaligenes* efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium*. Perbedaan sumber tanaman inang, jenis bakteri endofit, serta karakter metabolit yang dihasilkan menunjukkan bahwa setiap sistem endofit memiliki karakteristik unik yang berpotensi menghasilkan nanopartikel dengan sifat biologis yang berbeda (Singh *et al.*, 2021). Oleh karena itu, eksplorasi bakteri endofit dari umbi dahlia menjadi penting untuk memperluas sumber bioreduktor alami yang berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri baru. Dalam penelitian ini, bakteri endofit yang digunakan telah diisolasi oleh peneliti sebelumnya dan diperoleh enam isolat, yang selanjutnya akan diseleksi untuk menentukan isolat dengan potensi bioreduktor terbaik dalam sintesis nanopartikel perak.

Sebagai kontribusi ilmiah yang membedakan penelitian ini dari studi sebelumnya, digunakan pendekatan terintegrasi yang meliputi seleksi isolat unggul, sintesis AgNPs berbasis *green synthesis*, uji aktivitas antibakteri, serta identifikasi molekuler menggunakan gen 16S rRNA terhadap isolat terpilih. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya menghasilkan nanopartikel perak yang stabil dan aktif secara

biologis, tetapi juga memberikan informasi taksonomi yang jelas mengenai bakteri endofit yang berperan.

Penggunaan bahan kimia sintetis sebagai agen antibakteri menimbulkan berbagai permasalahan, baik terkait potensi efek samping terhadap kesehatan maupun dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan melalui pemanfaatan bakteri endofit dari umbi dahlia (*Dahlia sp.*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs) serta pengujian aktivitas antibakterinya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan agen antibakteri berbasis sumber hayati lokal yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah bakteri endofit umbi dahlia (*Dahlia sp.*) berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs), serta bagaimana hasil identifikasi molekuler berbasis gen 16S rRNA pada isolat terpilih?
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi dan volume suspensi bakteri terhadap sintesis nanopartikel perak (AgNPs)?
3. Bagaimana karakterisasi parsial nanopartikel perak (AgNPs) yang dihasilkan menggunakan bakteri endofit umbi dahlia sebagai bioreduktor?
4. Bagaimana aktivitas antibakteri nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis tersebut?

C. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengevaluasi potensi bakteri endofit umbi dahlia (*Dahlia sp.*) sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs) serta menentukan spesies bakteri endofit yang berperan melalui identifikasi molekuler berbasis gen 16S rRNA.
2. Menganalisis pengaruh lama waktu fermentasi dan variasi volume suspensi bakteri sebagai agen pereduksi terhadap proses sintesis nanopartikel perak (AgNPs).
3. Menganalisis karakterisasi parsial nanopartikel perak (AgNPs) yang dihasilkan melalui sintesis menggunakan bakteri endofit umbi dahlia sebagai bioreduktor.
4. Mengevaluasi aktivitas antibakteri nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis menggunakan bakteri endofit umbi dahlia.

D. Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isolat bakteri endofit yang berasal dari umbi dahlia (*Dahlia sp.*) berpotensi berperan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs), dan spesies bakteri endofit yang berperan dapat diidentifikasi melalui analisis molekuler berbasis gen 16S rRNA.
2. Lama waktu fermentasi dan variasi volume suspensi bakteri sebagai agen pereduksi berpengaruh terhadap proses dan hasil sintesis nanopartikel perak (AgNPs).
3. Nanopartikel perak (AgNPs) yang disintesis menggunakan bakteri endofit umbi dahlia memiliki karakteristik tertentu, meliputi ukuran partikel dan struktur kristal yang khas.
4. Nanopartikel perak (AgNPs) hasil sintesis menggunakan bakteri endofit umbi dahlia memiliki aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai sumber ilmu pengetahuan dan informasi baru mengenai jenis bakteri endofit dari umbi dahlia yang berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak (AgNPs). Selain itu, hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan dan pemanfaatan di bidang industry serta medis. Temuan ini juga dapat menjadi referensi, menambah wawasan, serta memberikan ide bagi penelitian lebih lanjut di masa depan.

