

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan antibiotik yang berlebihan selama beberapa dekade terakhir telah menyebabkan munculnya resistansi pada berbagai jenis patogen. Penyebaran patogen-patogen ini berdampak pada meningkatnya jumlah infeksi yang sulit disembuhkan dan menyebabkan angka kematian yang lebih tinggi. Infeksi yang timbul akibat paparan di fasilitas pelayanan kesehatan dapat menyebar baik melalui kontak langsung maupun tidak langsung. Ketika mikroorganisme atau patogen bersentuhan dengan organisme hidup lainnya atau permukaan tertentu, mereka cenderung menempel, membentuk koloni, dan berkembang menjadi biofilm yang dapat menjadi sumber infeksi lanjutan (Donlan, 2001). Langkah awal untuk mencegah penyebaran ini biasanya dilakukan melalui tindakan isolasi pasien dan pembersihan permukaan secara intensif. Namun, pendekatan yang lebih efektif dan efisien adalah dengan memanfaatkan permukaan yang memiliki sifat antibakteri dan mampu membersihkan diri sendiri, sehingga kebutuhan akan perawatan rutin menjadi lebih minimal (Ahmed, dkk, 2024).

Nanopartikel tembaga (Cu) telah lama dikenal sebagai unsur yang memiliki sifat antimikroba. Nanomaterial berbasis tembaga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti pembuatan lapisan konduktif transparan serta material dengan aktivitas antibakteri. Nanopartikel tembaga juga secara khusus dikenal sangat efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram-negatif seperti *Escherichia coli* (E. coli). Selain itu, nanopartikel seng (Zn) juga telah dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Kedua unsur, Cu dan Zn, sama-sama memiliki efektivitas tinggi dalam membunuh bakteri. Oleh karena itu, paduan logam Cu dan Zn yang dikenal sebagai kuningan (*brass*) juga menunjukkan sifat antibakteri yang signifikan (Choi, dkk, 2019).

Dalam beberapa tahun terakhir, metode *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL), khususnya dengan menggunakan laser Nd:YAG (neodymium-doped

yttrium aluminum garnet), telah menjadi salah satu teknik yang populer dalam sintesis nanopartikel. Teknik ini dikenal karena kesederhanaannya dan kemampuannya menghasilkan berbagai jenis nanostruktur dari beragam material, terutama pada skala laboratorium. Salah satu keunggulan utama dari LAL adalah kemampuannya menghasilkan nanopartikel dengan tingkat kemurnian yang tinggi, karena proses ini tidak memerlukan bahan kimia tambahan seperti surfaktan atau penstabil (Zhang, 2020). Selain itu, berbagai parameter seperti energi laser, lama penyinaran, durasi pulsa, hingga jenis pelarut yang digunakan dapat disesuaikan untuk mengatur ukuran dan bentuk partikel yang dihasilkan. Fleksibilitas inilah yang menjadikan metode LAL sangat potensial untuk menghasilkan nanopartikel dengan sifat yang dapat disesuaikan, termasuk dalam meningkatkan efektivitasnya sebagai agen antibakteri.

Dalam pembahasan sebelumnya mengenai penggunaan laser Nd:YAG dalam sintesis nanopartikel CuZn, penting untuk menyoroti peran polyvinylpyrrolidone (PVP) sebagai agen penstabil (*stabilizer*) dalam proses ini. PVP sering digunakan dalam sintesis nanopartikel karena kemampuannya untuk mencegah aglomerasi partikel dan mengontrol ukuran serta morfologi nanopartikel melalui interaksi dengan permukaan logam. Namun, konsentrasi PVP yang digunakan dalam sintesis nanopartikel dapat mempengaruhi sifat antibakteri dari nanopartikel yang dihasilkan. Beberapa studi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PVP dapat menghasilkan nanopartikel dengan ukuran yang lebih kecil dan distribusi ukuran yang lebih sempit, yang dapat meningkatkan aktivitas antibakteri. Sebagai contoh, Bryaskova, dkk. (2011) melaporkan bahwa nanopartikel perak yang distabilkan dengan PVP menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat terhadap berbagai bakteri dan jamur, termasuk *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Dalam studi tersebut, PVP berperan sebagai penstabil yang melindungi nanopartikel dari aglomerasi dan mempengaruhi laju reduksi ion perak menjadi nanopartikel perak.

Dalam sintesis nanopartikel logam, penggunaan polimer penstabil seperti polivinilpirolidon (PVP) berperan penting untuk mengontrol ukuran partikel,

mencegah aglomerasi, dan meningkatkan kestabilan dispersi. PVP memiliki kemampuan untuk berikatan dengan permukaan nanopartikel melalui gugus karbonil (C=O) dan amina (C-N), membentuk lapisan pelindung yang menghambat oksidasi serta mengurangi gaya tarik antar partikel (Zein, 2022). Pemilihan konsentrasi PVP yang tepat menjadi faktor kunci dalam menentukan karakteristik nanopartikel yang dihasilkan. Konsentrasi yang terlalu rendah dapat menyebabkan dispersi tidak stabil dan partikel mudah menggumpal, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menghambat proses ablasi dan menyebabkan pertumbuhan partikel berlebihan. Penelitian telah menunjukkan bahwa konsentrasi polivinilpirolidon sebesar 0,1% seringkali dianggap optimal dalam sintesis nanopartikel, termasuk CuZn, terutama untuk aplikasi antibakteri, karena dapat menstabilkan dispersi dan meningkatkan efektivitasnya (Zhu dkk, 2021). Konsentrasi ini memungkinkan kontrol ukuran partikel yang lebih baik dan mencegah aglomerasi, yang krusial untuk mempertahankan aktivitas antibakteri yang tinggi (Fan dkk, 2009). Dengan demikian, penggunaan PVP 0,1% dalam penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan nanopartikel CuZn yang lebih kecil, homogen, serta memiliki kestabilan dan aktivitas antibakteri yang optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mensintesis nanopartikel CuZn (kuningan) menggunakan metode ablasi laser pulsa Nd:YAG dengan media PVP sebagai agen penstabil.
2. Melakukan karakterisasi nanopartikel CuZn menggunakan FESEM, FTIR, dan UV-Vis untuk mengetahui morfologi, gugus fungsi, dan pita serapan.
3. Menguji dan menganalisis aktivitas antibakteri nanopartikel CuZn dalam medium PVP dan Akuades terhadap *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Menghasilkan nanopartikel CuZn (kuningan) dengan sifat antibakteri dalam media PVP.

2. Memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik morfologi, gugus fungsi, dan pita serapan nanopartikel CuZn melalui analisis FESEM, FTIR, dan UV-Vis.
3. Memberikan gambaran potensi aktivitas antibakteri nanopartikel CuZn terhadap *Escherichia coli* dalam medium PVP dan Akuades sebagai dasar pengembangan material antibakteri alternatif.