

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan bakteri patogen dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan manusia. Kondisi ini muncul karena adanya spesies bakteri yang resistan terhadap antibiotik. Perawatan akibat infeksi bakteri yang resistan antibiotik dapat memperlambat proses penyembuhan dan meningkatkan respon inflamasi (Zhang dkk., 2023). *Escherichia coli* (*E. coli*) merupakan salah satu bakteri gram negatif yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri *E. coli* umumnya hidup di dalam saluran pencernaan manusia atau hewan. Beberapa strain bakteri ini dapat menyebabkan penyakit pada manusia, yang dikenal sebagai *E. coli* patogen. Hasil penelitian juga menunjukkan *E. coli* merupakan bakteri yang mengontaminasi pangan dan menyebabkan diare (Rahayu dkk., 2018). Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan bahan penghambat yang secara efektif dapat menghalangi pertumbuhan bakteri penyebab infeksi.

Nanopartikel merupakan salah satu produk dari nanoteknologi yang sedang populer dan menarik banyak perhatian. Nanopartikel memiliki ukuran yang sangat kecil, yaitu kurang dari 100 nm (Ayanwale dan Reyes-Lopez, 2019). Dalam beberapa tahun terakhir ini, berbagai nanopartikel yang berasal dari logam dan logam oksida telah dipelajari sifatnya sebagai antibakteri. Nanopartikel zirkonium dioksida (ZrO_2) adalah salah satu logam oksida yang memiliki potensi sebagai antibakteri (Al-Zaqri dkk., 2021). Hal ini diperkuat berdasarkan penelitian Tabassum dkk. (2021) yang melakukan sintesis nanopartikel ZrO_2 menggunakan metode sol-gel. Hasil penelitian menunjukkan terbentuknya diameter zona hambat di sekitar bakteri *K. pneumoniae*.

Secara umum, pendekatan *bottom-up* ini banyak digunakan untuk sintesis. Namun, metode ini memerlukan preparasi sampel secara khusus dan prosedur yang cukup rumit. Misalnya, metode sol-gel membutuhkan periode pemrosesan yang lebih lama untuk tahap hidrolisis, kondensasi, dan pengeringan (Yadav dkk., 2020). Selain itu, metode presipitasi memberikan kontrol terbatas pada ukuran partikel dan

bergantung pada pH larutan yang digunakan (Nurhasanah, 2017). *Pulsed Laser Ablation in Liquid* (PLAL) merupakan salah satu pendekatan *top-down* yang ditawarkan untuk sintesis logam. PLAL memanfaatkan sumber energi dari laser untuk mengablasi sebagian material dan menginduksi plasma bercahaya. Plasma tersebut terkondensasi dalam media cair sehingga menghasilkan koloid nanopartikel yang terdispersi dalam media cair dengan kemurnian yang tinggi (Khumaeni dkk., 2022). Penggunaan metode ini memiliki keunggulan preprasi sampel yang sederhana dan dapat mengontrol ukuran nanopartikel melalui media cair dan parameter laser yang meliputi panjang gelombang, energi laser, jarak fokus lensa, frekuensi penembakan, dan waktu ablasi (Abbasi dkk., 2024). Pemilihan jenis cairan sebagai media ablasi berpengaruh terhadap karakteristik dan distribusi ukuran nanopartikel yang dihasilkan.

Penelitian menggunakan metode ablasi pulsa laser untuk sintesis nanopartikel ZrO_2 dalam air deionisasi, etanol, dan aseton dilaporkan Gondal dkk. (2018). Nanopartikel ZrO_2 yang disintesis dalam aseton menunjukkan distribusi ukuran yang lebih kecil dibandingkan dalam etanol dan air deionisasi. Akan tetapi, penggunaan aseton dan etanol memberikan efek yang berbahaya bagi kesehatan, seperti iritasi kulit, gangguan saluran pernapasan, dan kerusakan mata (Ave dan Adams, 2018). Oleh karena itu, media lain diperlukan untuk sintesis, seperti polimer dan senyawa organik, yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan. Penggunaan polimer dapat mengontrol distribusi ukuran lebih kecil dan seragam (Altammar, 2023). Pada penelitian ini, dilakukan sintesis nanopartikel ZrO_2 menggunakan metode PLAL dengan laser Nd:YAG yang memiliki panjang gelombang 1064 nm. Nanopartikel ZrO_2 disintesis dalam air deionisasi, etilen diamina, dan larutan kitosan. Kitosan merupakan polimer alami yang biokompatibel, biodegradabilitas, dan tidak beracun sehingga dapat diaplikasikan di bidang medis (Li dkk., 2020). Di sisi lain, etilen diamina adalah senyawa organik yang tidak berwarna serta larut dalam air, cairan organik, dan pelarut polar yang dapat berperan sebagai penstabil dan pengontrol ukuran (Arndt dkk., 2014). Hasil dari sintesis nanopartikel tersebut dilakukan karakterisasi dan pengujian antibakteri.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Memperoleh koloid nanopartikel ZrO_2 yang stabil menggunakan metode ablasi laser pulsa yang disintesis dalam air deionisasi, etilen diamina, dan larutan kitosan.
2. Menganalisis karakteristik koloid nanopartikel ZrO_2 yang disintesis dalam air deionisasi, etilen diamina, dan larutan kitosan yang meliputi serapan, morfologi, ukuran, komposisi, gugus fungsi, dan struktur kristal.
3. Menganalisis aktivitas antibakteri koloid nanopartikel ZrO_2 yang disintesis dalam air deionisasi, etilen diamina, dan larutan kitosan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan pengembangan metode ablasi laser pulsa untuk menghasilkan koloid nanopartikel ZrO_2 sebagai antibakteri.