

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi memiliki manfaat yang besar dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Ini memiliki banyak aplikasi di bidang elektronik, industri, dan perawatan kesehatan¹. Nanoteknologi mengacu pada manipulasi materi pada skala atom untuk menghasilkan struktur, bahan, dan perangkat baru². Nanoteknologi dan nanomaterial adalah konsep yang terkait erat. Nanomaterial merupakan studi tentang sintesis, strategi, dan modifikasi struktur material dalam ukuran 1–100 nm³.

Salah satu nanomaterial yang banyak mendapat perhatian adalah nanopartikel cerium oksida (CeO₂). CeO₂ adalah salah satu oksida logam yang paling banyak dipelajari dan telah menarik minat para peneliti karena kemampuannya untuk menangkap, menyimpan, dan melepaskan oksigen⁴. CeO₂ juga memiliki sifat kimia permukaannya yang unik, stabilitasnya tinggi, dan biokompatibilitas¹. CeO₂ berbentuk serbuk berwarna kuning muda dan banyak digunakan dalam teknologi atau industri modern⁵. CeO₂ dapat digunakan sebagai katalis, penyerap UV, *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC), elektrolit, pemoles mekanik kimia (CMP), sensor, zat obat, salep anti-parasit, dan sensor suhu gas oksigen⁶. CeO₂ memiliki struktur kubik seperti fluorit, di mana setiap situs Ce dikelilingi oleh delapan situs oksigen dalam susunan kubus berpusat muka dan setiap situs oksigen memiliki situs serium di tetrahedron⁵.

Nanopartikel CeO₂ dikenal sebagai semikonduktor tipe-n dengan celah pita 2,9–3,2 eV⁷. Sifat katalitik cerium oksida dapat ditingkatkan dengan mengubah ukurannya pada skala nano, karena menciptakan banyak kekosongan oksigen pada permukaan nanopartikel dengan keadaan oksidasi Ce³⁺ dan Ce⁴⁺ yang berdampingan. Cerium oksida juga memiliki stabilitas kimia yang baik, konduktivitas listrik yang tinggi, kapasitas penyimpanan oksigen yang besar, dan kemampuan penyerapan sinar UV. Oleh karena itu, CeO₂ dianggap sangat penting dan digunakan sebagai katalisator, sel bahan bakar, antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, antikanker dan lain-lain⁸.

Metode yang digunakan untuk sintesis nanopartikel cerium oksida meliputi *high-energy grinding*, *solid-state reaction*, *combustion*, *sol-gel*, elektrokimia, *microwave*, presipitasi, hidrotermal dan solvotermal. Sintesis hidrotermal memiliki keunggulan menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi, ukuran, bentuk dan morfologi yang dapat dipilih. Metode hidrotermal penting untuk pertumbuhan kristal

dan sintesis material baru. Penggunaan tekanan tinggi dalam metode ini memberikan parameter tambahan untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang struktur, perilaku dan sifat padatan⁹. Morfologi nanopartikel cerium oksida merupakan faktor penting yang mempengaruhi reaktivitasnya. Hal ini merupakan parameter kunci untuk dipertimbangkan. Cerium biasanya didapat dari garam cerium(III)nitrat dan sifat anioniknya terbukti penting untuk pengendalian morfologi, misalnya menghasilkan nanokomposit atau nanorod¹⁰.

Metode *green synthesis* saat ini sedang banyak dikembangkan oleh para peneliti untuk mengurangi dampak berbahaya dari penggunaan zat kimia beracun. Dalam metode ini, beberapa jenis organisme hidup digunakan sebagai zat pereduksi.³ Beberapa proses untuk mensintesis senyawa oksida menggunakan zat pereduksi yang beracun dan berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, perlu digunakan metode ramah lingkungan seperti *green synthesis*. *Green synthesis* menggunakan berbagai sumber daya alam hayati seperti tumbuhan, mikroba, atau turunan hayati lainnya¹. Ekstrak biologis kaya akan sumber fitokimia seperti amina, enzim, dan fenol yang mengurangi dan menstabilkan garam dalam partikel nano⁴. Sintesis CeO₂ sudah pernah dilakukan dengan berbagai ekstrak tumbuhan seperti daun kelor (*Moringa oleifera*)⁶, mengkudu (*Morinda tinctoria*)¹¹, aloevera¹², dan akasia (*Acacia concinna*)¹³. Pemanfaatan ekstrak tanaman tersebut karena keberadaannya yang melimpah di bumi, aman dan tidak beracun, serta efektif sebagai agen pereduksi dan penstabil. Seluruh bagian tanaman dapat digunakan untuk mensintesis nanokomposit CeO₂. Namun, yang terbaik dan paling umum digunakan adalah ekstrak daun tanamam karena mengandung banyak sumber metabolit sekunder. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa penggunaan ekstrak tumbuhan dapat memperkecil ukuran partikel dan juga menurunkan nilai celah pita dari nanopartikel cerium oksida. Pengurangan ukuran partikel yang kecil ini dikaitkan dengan peran ekstrak sebagai zat penstabil yang mencegah aglomerasi pada nanopartikel¹.

Salah satu tumbuhan yang kaya akan metabolit sekunder dan banyak di temukan di Sumatera Barat adalah *Uncaria gambir* Roxb. Ekstrak dari daun gambir dapat digunakan sebagai bahan bioreduksi nanopartikel yang dibuktikan dengan penelitian sebelumnya sebagai bioreduksi sintesis nanopartikel emas, dan sebagai bioreduksi sintesis nanokomposit perak¹⁴. Selain itu, metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki peran sebagai sumber basa lemah dan zat penstabil untuk

menghasilkan oksida logam. Hal ini juga telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya, yaitu penggunaan ekstrak daun gambir (EDG) sebagai zat penstabil pada sintesis nanopartikel perak³. Sebelumnya telah dilakukan penelitian sintesis nanopartikel CeO₂ menggunakan EDG dengan metode hidrotermal.¹⁵ Dalam penelitian sebelumnya, EDG telah berhasil digunakan sebagai agen bioreduksi untuk mensintesis nanokomposit perak dengan dengan metode hidrotermal dalam pelarut air¹⁴ dalam pelarut isopropanol¹⁵ dan juga dengan metode reduksi dengan adanya dietanol amina³.

Akhir-akhir ini, selain menambahkan zat pelapis pada nanopartikel CeO₂, penambahan penguat berupa logam pada CeO₂ dapat meningkatkan sifat-sifat struktural atau fungsional komposit. Struktur nano logam dan oksida logam seperti emas (Au), perak (Ag) dan cerium oksida (CeO₂) telah menunjukkan aktivitas antibakteri yang tinggi di antara zat antibiotik baru karena sifat fisikokimianya¹⁶. Selain itu penggunaan nanokomposit Ag/CeO₂ juga memiliki potensi dalam penerapannya untuk mengurangi pencemaran air limbah, terutama dalam menargetkan degradasi limbah zat warna¹⁷. Penambahan Ag ke nanopartikel CeO₂ dapat meningkatkan aktivitas oksidasinya untuk berbagai reaksi, seperti oksidasi CO, jelaga, etanol, dan hidrokarbon¹⁸. Struktur nano logam Ag meningkatkan sifat biologis struktur nano cerium oksida. Nguyen dkk. Melaporkan AgNP meningkatkan aktivitas antibakteri dibandingkan dengan NP TiO₂ dan ZnO¹⁹. Ketika Ag dan CeO₂ digabungkan dalam nanokomposit, mereka dapat menunjukkan efek sinergis yang lebih kuat daripada keduanya secara terpisah. Kombinasi sifat antibakteri dari Ag dan CeO₂ dalam satu bahan dapat menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih efektif²⁰. Penambahan ekstrak tumbuhan juga berperan dalam pembuatan nanopartikel Ag. Fitokimia pada tumbuhan terbukti sebagai zat pereduksi serta penstabil pada sintesis nanopartikel Ag. Sintesis AgNp sebelumnya sudah pernah dilakukan dengan berbagai ekstrak tumbuhan seperti daun gambir (*Uncaria gambir* Roxb.)¹⁴, daun rami (*Boehmeria nivea*)²¹, daun *Simarouba glauca*²² dan ekstrak *Salvia macrosiphon*³.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan permasalahan bahwa:

1. Bagaimana proses sintesis CeO_2 yang didoping Ag dengan bantuan ekstrak daun *Uncaria gambir* Roxb?
2. Bagaimana karakteristik nanopartikel Ag/ CeO_2 yang disintesis dengan metode hidrotermal?
3. Bagaimana sifat anti bakteri dari nanopartikel Ag/ CeO_2 terhadap bakteri gram positif (*S.aureus*) dan gram negatif (*E.coli*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari proses sintesis CeO_2 didoping Ag dengan bantuan ekstrak daun *Uncaria gambir* Roxb
2. Menentukan karakteristik nanopartikel Ag/ CeO_2 yang disintesis dengan metode hidrotermal
3. Membuktikan kemampuan nanopartikel Ag/ CeO_2 sebagai zat anti bakteri terhadap bakteri gram positif (*S.aureus*) dan gram negatif (*E.coli*)

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan nanopartikel CeO_2 yang ramah lingkungan dan tidak beracun yang disintesis dengan metode hidrotermal. Serta dapat menghasilkan nanokomposit Ag/ CeO_2 yang dapat meningkatkan kinerja CeO_2 menggunakan ekstrak daun *Uncaria gambir* Roxb. sebagai zat penstabil dan zat pereduksi, yang nantinya dapat diaplikasikan sebagai zat anti bakteri.