

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi berbasis nano dapat merekayasa ukuran dan sifat dari suatu material. Nanoteknologi mampu mendorong pertumbuhan industri dan ekonomi di segala bidang karena memberikan banyak manfaat (Saglam *et al.*, 2021). Salah satu manfaat nanoteknologi yaitu dapat mengurangi jumlah *solvent* dan bahan kimia berbahaya dalam produksi, meningkatkan efisiensi energi, menghasilkan material yang mempunyai sifat fisika dan kimia yang lebih unggul dari material berukuran besar (*bulk*) (Singh *et al.*, 2022). Nanoteknologi berkembang sangat pesat beberapa tahun terakhir karena muncul berbagai terobosan penting dibidang nanoteknologi diantaranya transportasi, kosmetik, kesehatan, komputer, sensor, tekstil dan olahraga (Shah *et al.*, 2022). Namun pemanfaatan nanoteknologi dalam bidang kesehatan banyak menarik minat peneliti. Aplikasi nanoteknologi dalam bidang kesehatan dapat memperkecil ukuran partikel material penyusun obat sehingga nanoteknologi memungkinkan penggunaan dosis obat yang kecil, efisien dalam memanfaatkan bahan baku dan memperkecil efek samping penggunaan obat bagi konsumen (Zain *et al.*, 2022). Aplikasi nanopartikel dalam bidang pengobatan (*medicine application*) diantaranya sebagai terapi anti kanker (Alavi *et al.*, 2021; Maraouzi *et al.*, 2021) dan memperkuat implan tulang (Wang *et al.*, 2021; Basova *et al.*, 2021).

Beberapa jenis logam dan oksida logam yang disintesis dalam skala nano diantaranya yaitu perak oksida (AgO) (Zheng *et al.*, 2018), Zink oksida (ZnO) (Rilda *et al.*, 2019; Karthik *et al.*, 2022), Tembaga oksida (CuO) (Gvozdenko *et al.*, 2022, Elisma *et al.*, 2019), Titanium oksida (TiO₂) (Rilda *et al.*, 2020; Nabi *et al.*, 2022), perak (Ag) dan Emas (Au) (Shoueir *et al.*, 2022). Diantara berbagai jenis nano logam tersebut nanomaterial cerium oksida (CeO₂) merupakan salah satu produk nanomaterial yang sedang dikembangkan dan banyak menarik perhatian. Cerium oksida merupakan semikonduktor dengan nilai *band gap*nya 3,0 - 3,9 eV, kestabilan kimia, sifat *thermal*, sifat konduktivitas yang tinggi, *good oxygen storage*, dapat menyerap sinar UV, mempunyai sifat katalitik dan optik yang stabil (Khan *et al.*, 2022). Berdasarkan keunggulan tersebut, maka CeO₂ luas diaplikasikan

dalam berbagai bidang diantaranya untuk penyerap sinar UV (Huang *et al.*, 2022) pemoles kaca (Feng *et al.*, 2022), biosensor (Zhang *et al.*, 2017), tabir surya pada kosmetik (Rehman *et al.*, 2022) dan aplikasi biomedis lainnya (Estes *et al.*, 2022). Aplikasi CeO₂ dalam bidang biomedis digunakan sebagai antibakteri untuk menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif (Putri *et al.*, 2022), anti inflamasi (Wu *et al.*, 2021), kombinasi terapi kanker (Feng *et al.*, 2022), antioksidan untuk penyakit alzheimers (Ge *et al.*, 2022), mereduksi perkembangan tumor dalam penyakit kanker ovarium (Yong *et al.*, 2022) dan sebagai formulasi obat anti-obesitas (Yang *et al.*, 2021).

Metode sintesis CeO₂ telah dilaporkan oleh para peneliti sebelumnya untuk membentuk nanopartikel cerium oksida diantaranya yaitu metode presipitasi (Putri *et al.*, 2019), *microwave* (Selvamani *et al.*, 2021), sonokimia (Maleki *et al.*, 2021), hidrotermal (Putri *et al.*, 2017), *reverse-co-presipitasi* (Kalinina *et al.*, 2021) *microwave-hidrotermal* (Lin *et al.*, 2021) dan sol gel (Sabouri *et al.*, 2021). Metode kimia tersebut menghasilkan nanopartikel cerium oksida (CeO₂NPs) namun tidak aman jika diaplikasikan dalam bidang biomedis karena proses sintesis nanomaterial membentuk produk yang toksis, sehingga untuk mengatasi hal ini proses sintesis dengan cara *green synthesis* merupakan salah satu metode alternatif. Proses *green synthesis* dapat dilakukan menggunakan bakteri, fungi, alga dan tanaman. Kelebihan proses *green synthesis* yaitu ramah lingkungan, ekonomis, produksi skala industri dan dapat mengurangi toksisitas dari nanomaterial logam yang diaplikasikan di bidang biomedis (Estes *et al.*, 2021).

Green synthesis nanomaterial dapat dilakukan dengan menggunakan media ekstrak tanaman dengan memanfaatkan kandungan metabolit sekunder pada tanaman. Kandungan senyawa metabolit sekunder tersebut dapat berfungsi sebagai sumber *capping agent* (Restrep *et al.*, 2021). Ekstraksi menggunakan media tanaman dalam sintesis CeO₂NPs sudah banyak dilakukan diantaranya yaitu ekstrak daun *Gloriosa superba* (Arumugam *et al.*, 2015), ekstrak daun *Acalypha indica* (Kannan *et al.*, 2014), tanaman lidah buaya (*Aloe Vera*) (Priya *et al.*, 2014), ekstrak bunga *Hibiscus sabdariffa* (Thovhogi *et al.*, 2015), ekstrak daun *Olei europaea* (Maqbool *et al.*, 2016), ekstrak daun *Sida acuta* (Shentilkumar *et al.*, 2017), ekstrak daun *Prosopis juliflora* (Arunachalam *et al.*, 2018), dan ekstrak bunga *Calotropis*

procera (Mathuvel et al., 2020). Pada penelitian ini *green synthesis* CeO₂NPs dilakukan dengan menggunakan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). Berdasarkan uji fitokimia ekstrak daun *Moringa oleifera* dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut air menunjukkan hasil bahwa ekstrak daun kelor memiliki kandungan flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin, dan tannin. Penelitian sebelumnya sintesis nanopartikel yang telah dilakukan dengan ekstrak daun *Moringa Oleifera* yaitu sintesis logam Ag (Mehwish et al., 2021; Bindhu et al., 2020), Cu (Merugu et al., 2021), ZnO (Pal et al, 2018; Letsholathebe et al., 2022), Bi (Das et al, 2020), FeO (Tovar et al., 2020), NiO (Ngom et al., 2020), Au (Gupta et al., 2020) dan TiO₂ (Patidar et al., 2017). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak daun *Moringa oleifera* berfungsi sebagai *capping agent* pada proses sintesis nanopartikel (Periasamy et al., 2022).

Green synthesis dengan ekstrak tanaman mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mudah dilakukan, lebih ekonomis, dan sangat efektif diaplikasikan dalam produksi skala besar, namun kekurangannya didapatkan nanopartikel cerium oksida dengan ukuran yang lebih besar, ukuran partikel tidak seragam dan mudah mengalami aglomerasi (Charbgoon et al., 2017) sehingga perlu adanya modifikasi untuk memperkecil ukuran dan meningkatkan sifat struktural dan *physical*. Salah satu cara yaitu memodifikasi sintesis CeO₂NPs dengan non katalitik material. Modifikasi cerium oksida dengan nonkatalitik material yang sudah dilakukan yaitu dengan *Graphene* (Panda et al., 2022; Selvi et al., 2022; Parhizkar et al., 2018), Silika (He et al., 2020; Li et al., 2019), dan Zeolit (Padervand et al., 2020; Nyankson et al., 2020).

Pada penelitian ini nanopartikel cerium oksida yang dihasilkan dimodifikasi dengan Monmorilonit *clay*. Keunggulan sifat monmorilonit (Mt) yaitu alami, permukaan besar, adsorpsi, dan non toksik (Zhu et al., 2019). Mt berfungsi sebagai *support* sehingga nanopartikel cerium oksida tersebar secara merata pada permukaan *support* dan kitosan berfungsi sebagai *crosslinking agen* yaitu penghubung antara *clay* dengan nanopartikel sehingga dapat mengurangi efek aglomerasi. Kelebihan sifat kitosan yaitu biopolimer alami, non toksik, sifat mekanik dan adesi yang tinggi, ekonomis dan mudah dimodifikasi (Shariatinia et al., 2018). Metode dan bahan penyusun yang tidak toksik diharapkan dapat

dihasilkan nanokomposit yang aman diaplikasikan dalam bidang biomedis. Pada penelitian ini aplikasi biomedis digunakan untuk antibakteri, antioksidan dan pembuatan sediaan gel untuk luka bakar. Penggunaan nanopartikel sebagai sediaan gel luka bakar banyak digunakan yaitu nanopartikel perak, namun nanopartikel perak toksisitas nya tinggi, sehingga cerium oksida menjadi sangat menjanjikan digunakan sebagai bahan utama pembuatan sediaan gel luka bakar. Cerium oksida mempunyai sifat antibakteri yang kuat sehingga bisa menghalangi infeksi pada luka dan sifat antioksidan yang tinggi bisa mempercepat pembentukan jaringan baru sehingga luka bakar menjadi lebih cepat sembuh nya.

Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu sintesis nanopartikel cerium oksida (CeO_2NPs) dengan metode presipitasi dan didapatkan CeO_2NPs dengan ukuran 11,04 – 99,19 nm. Nanopartikel cerium oksida yang dihasilkan digunakan sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna metilen biru dan dilakukan pengujian aktivitas antibakteri *E.coli* dan *S.aureus* (Putri *et al.*, 2019). Berdasarkan zona hambat bakteri, nanopartikel cerium oksida lebih kuat dalam menghambat aktivitas antibakteri untuk *S.aureus* dibandingkan dengan *E.coli* (Putri *et al.*, 2018).

Rencana penelitian disertasi ini penting untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam bidang nanomaterial. Nanokomposit CeO_2NPs -Mt/Chi yang diharapkan mempunyai ukuran partikel skala nano dengan ukuran seragam, stabilitas *thermal*, optik yang baik, mempunyai aktivitas antimikroba dan antioksidan. Keunggulan sifat ini akan mendukung aplikasi nanokomposit CeO_2NPs -Mt/Chi dalam bidang biomedis baik sebagai obat luar maupun obat minum (*oral*). Menurut Peres Esteve tahun 2018 terdapat beberapa paten terkait aplikasi nanoteknologi di berbagai bidang menurut klasifikasi *Ludlow's Nanotechnology Families* di seluruh dunia. Hal ini menunjukkan bahwa nanoteknologi sangat menarik perhatian dan banyak manfaat di berbagai bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai *green synthesis* nanopartikel cerium oksida menggunakan ekstrak daun *Moringa oleifera* dan modifikasi dengan nonmorilonit/kitosan. Nanokomposit CeO_2NPs -Mt yang dihasilkan diuji sifat optis, fisik, antimikroba dan

antioksidan. Aplikasi lebih lanjut nanokomposit CeO₂NPs-Mt dicampur dengan basis gel sehingga di hasilkan produk gel untuk mengobati luka bakar.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah proses sintesis CeO₂NPs secara *green synthesis* menggunakan ekstrak daun *Moringa oleifera* dan karakterisasi nya?
2. Apakah dengan variasi Ce/Mt memodifikasi CeO₂NPs dapat membentuk nanokomposit CeO₂NPs-Mt?
3. Bagaimanakah aktivitas dari CeO₂NPs dan CeO₂NPs-Mt sebagai antimikroba dan antioksidan?
4. Apakah sediaan gel CeO₂NPs dan CeO₂NPs-Mt dapat digunakan sebagai gel mengobati luka bakar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji proses sintesis CeO₂NPs secara *green synthesis* menggunakan ekstrak daun *Moringa oleifera* dan karakterisasi nya
2. Memodifikasi CeO₂NPs dengan memvariasikan perbandingan Ce/Mt untuk membentuk nanokomposit CeO₂NPs-Mt
3. Pengujian aktivitas dari CeO₂NPs dan CeO₂NPs-Mt sebagai antioksidan dan antimikroba terhadap bakteri *S. aureus*, *P. aureginosa*, dan *E. coli* dan jamur *A.fumigatus* dan *C. albicans*.
4. Pengujian sediaan gel CeO₂NPs dan CeO₂NPs-Mt sebagai gel mengobati luka bakar pada tikus putih (*Rattus norvegicus*)

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini yaitu :

1. Penerapan metoda *green synthesis* dari ekstrak daun *Moringa oleifera* membentuk CeO₂NPs dengan ukuran skala nano, lebih ekonomis, dan ramah lingkungan
2. Modifikasi CeO₂NPs dengan monmorilonit (Mt) dan biopolimer (kitosan (Chi) dapat meningkatkan sifat katalitik, distribusi partikel yang lebih

merata, tidak terjadinya aglomerasi, ukuran partikel lebih kecil, sifat antibakteri dan antioksidan yang lebih baik dari CeO₂NPs.

3. Produk baru sediaan gel antiluka bakar dengan komposisi utama nanokomposit CeO₂NPs-Mt efektif digunakan sebagai gel mengobati luka bakar tipe II pada hewan uji.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Metode *green synthesis* mudah dilakukan, lebih ekonomis dan ramah lingkungan.
2. Nanopartikel CeO₂ dan nanokomposit CeO₂NPs-Mt yang dihasilkan mempunyai sifat antimikroba dan antioksidan yang tinggi.
3. Berpotensi menghasilkan produk baru dalam bidang biomedis yaitu gel mengobati luka bakar (*dermal burn gel*).

1.6 Kebaruan Penelitian

Adapun kebaruan penelitian ini yaitu:

1. Metode ini lebih ramah lingkungan, lebih ekonomis dan dapat diproduksi skala industri karena sumber ekstrak yang berlimpah. *Green synthesis* nanopartikel cerium oksida menggunakan ekstrak daun *Moringa oliefera* dan komposisi nanokomposit belum ada penelitian terdahulu yang melaporkan.
2. Sifat antibakteri dan antioksidan tinggi dari CeO₂NPs dan CeO₂NPs-Mt sehingga bisa dijadikan sebagai bahan utama pembentukan sediaan gel luka bakar.