

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sudah sangat meningkat terutama di bidang nanoteknologi. Nanoteknologi merupakan ilmu yang berbasis nanopartikel (Hasheminya dan Dehghannya, 2020). Nanopartikel merupakan partikel yang memiliki ukuran 1 sampai 100 nm. Salah satu nanopartikel yang banyak dikembangkan pada saat ini adalah nanopartikel tembaga.

Tembaga merupakan salah satu jenis logam yang menarik untuk diteliti karena memiliki sifat konduktivitas yang tinggi dan tidak bersifat toksik (Ramzan dkk., 2019). Selain itu, tembaga memiliki biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan logam lain seperti emas (Au), perak (Ag), dan platinum (Pt), menjadikan tembaga sangat bermanfaat dan menarik perhatian para peneliti. Saat berbentuk nanopartikel, tembaga akan bersifat semikonduktor dan memiliki sifat fisika yang berbeda pada saat berbentuk *bulk* seperti seperti transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik dan magnetisasinya dan sifat kimia seperti perubahan titik didih, titik beku dan reaktivitas kimia. Perubahan ini diharapkan menjadi keuntungan bagi nanopartikel dibandingkan dengan partikel dalam keadaan *bulk*. Kelebihan ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti sebagai perangkat elektronik cetak seperti lapisan tipis, *Liquid Crystal Display (LCD)*, sensor, dan *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Borca dan Bartha, 2022). Salah satu aplikasi nanopartikel tembaga adalah sebagai lapisan tipis.

Lapisan tipis merujuk pada lapisan material dengan ketebalan yang sangat kecil, biasanya hanya terdiri atas sejumlah atom atau molekul. Lapisan ini dapat berupa material tunggal atau kombinasi beberapa material yang diaplikasikan di permukaan substrat. Secara umum, ketebalan lapisan tipis jauh lebih kecil dibandingkan dimensi lainnya, seperti panjang atau lebar, dan biasanya diukur dalam skala nanometer (nm) atau mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) (Meister dkk., 2022). Pembuatan lapisan tipis nanopartikel tembaga seringkali menggunakan metode

berbasis kimia yang tidak ramah lingkungan karena dapat mencemari ekosistem dan menimbulkan berbagai penyakit (Khani dkk., 2018). Metode kimia juga memiliki beberapa kelemahan lain, seperti kebutuhan reagen yang relatif terbatas, keadaan reaksi (temperatur dan tekanan tinggi) yang berbahaya serta waktu proses yang lebih lama (Lanje dkk., 2013). Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode yang ramah lingkungan dengan menggunakan bahan alami sebagai alternatif, salah satunya yaitu *green synthesis*.

*Green synthesis* merupakan metode ramah lingkungan dalam pembuatan material berstruktur nano. Metode ini menggunakan reduktor dari bahan alami yang tidak beracun, mudah didapat, dan juga murah (Aryani dan Wisnuwardhani, 2022). Selain itu, waktu kontak yang dibutuhkan relatif singkat, metode ini juga mengurangi risiko paparan bahan kimia bagi pengguna serta meminimalkan pencemaran lingkungan akibat pembuangan zat berbahaya. Pada metode ini tumbuhan memiliki peran penting yaitu dengan memanfaatkan senyawa aktif dari bahan alami yang berperan sebagai reduktor, agen penstabil, atau pengatur ukuran dalam proses sintesis nanopartikel. Reduktor, atau zat pereduksi, adalah unsur atau senyawa yang dalam reaksi kimia yang bersifat sebagai donor elektron, yaitu zat yang kehilangan atau mendonasikan elektron kepada spesies kimia lain. Karena reduktor melepas elektron, maka ia mengalami oksidasi dalam reaksi tersebut. Sebagai donor elektron, reduktor menyebabkan zat lain mengalami reduksi. Tumbuhan yang dapat digunakan sebagai reduktor untuk nanopartikel logam biasanya mengandung senyawa seperti polifenol, termasuk flavonoid dan tanin, yang memiliki sifat antioksidan sehingga mampu mereduksi ion logam menjadi nanopartikel (Aryani dan Wisnuwardhani, 2022). Alkaloid dan terpenoid pada tumbuhan juga berperan dalam proses reduksi sekaligus stabilisasi nanopartikel. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi adalah daun kelor (*moringa oleifera*), karena kaya akan flavonoid dengan kualitas yang baik.

Daun kelor (*moringa oleifera*) adalah salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat, pada daun kelor banyak mengandung senyawa fitokimia seperti flavonoid, polifenol, saponin, steroid, tanin dan triterpenoid dapat berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan (Asisi dkk., 2021). Senyawa senyawa ini dapat

digunakan sebagai reduktor alami untuk menggantikan agen pereduksi kimia pada logam. Daun kelor juga memiliki keunggulan lain berupa ketersediaannya yang melimpah dan dapat tumbuh subur di wilayah tropis, tanpa memerlukan perawatan yang intensif. Kondisi ini menjadikan daun kelor sebagai sumber daya terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk aplikasi teknologi tanpa merusak ekosistem atau menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yang membuat penggunaannya juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan.

Beberapa penelitian mengenai nanopartikel tembaga yang menggunakan metode *greensynthesis* telah dilakukan seperti *green synthesis* nanopartikel tembaga menggunakan ekstrak hidroalkohol daun kelor dan kajian aktivitas antioksidan dan antimikrobanya (Das dkk., 2020), lalu *green synthesis* nanopartikel tembaga oksida menggunakan tanaman *moringa oleifera* dan karakterisasi dalam aplikasi penyimpanan energi (Ikhioya dkk., 2023), *green synthesis* nanopartikel tembaga (CuNP) menggunakan ekstrak daging buah naga merah (*hylocereus polyrhizus*) sebagai aplikasi lapisan tipis (Karim dkk., 2025), *green synthesis* dan karakterisasi nanopartikel tembaga dengan ekstrak daun gambir (*uncaria gambir roxb*) untuk *dye sensitized solar cell* (Wargiyana dkk., 2025).

Pada penelitian ini akan dilakukan metode *green synthesis* nanopartikel menggunakan tembaga nitrat dengan reduktor alami ekstrak daun kelor untuk menghasilkan nanopartikel tembaga (CuNP) yang akan diaplikasikan menjadi material lapisan tipis, sehingga didapatkan lapisan tipis yang berbasis nanopartikel tembaga yang ramah lingkungan. Nanopartikel tembaga yang telah dibuat akan dikarakterisasi menggunakan uv-vis untuk melihat panjang gelombang, nanopartikel tembaga akan dikarakterisasi dengan XRD untuk mengetahui fasa, struktur dan ukuran kristalnya, serta SEM-EDX untuk mengetahui morfologi dan ukuran partikel tembaga. Nanopartikel tembaga yang telah dihasilkan kemudian diaplikasikan dalam lapisan tipis, dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer uv-vis untuk melihat trasmitansinya.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh ekstrak daun kelor (*moringa oleifera*) sebagai reduktor alami dalam proses sintesis nanopartikel tembaga serta melihat potensi material lapisan tipis berbasis nanopartikel tembaga.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan dan karakterisasi nanopartikel tembaga dari reduktor alami daun kelor.
2. Mengetahui potensi material lapisan tipis berbasis nanopartikel tembaga.

## 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Nanopartikel tembaga (CuNP) disintesis menggunakan metode *green synthesis* dengan memanfaatkan ekstrak daun kelor dan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Proses sintesis dilakukan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama enam jam pada suhu  $105^\circ\text{C}$  untuk memastikan reaksi berlangsung secara homogen. Penelitian ini dibatasi pada variasi perbandingan volume antara ekstrak daun kelor dan  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 untuk menentukan pengaruhnya terhadap sifat nanopartikel yang dihasilkan.

Karakterisasi nanopartikel tembaga yang dihasilkan dilakukan dengan berbagai metode. *Spektroskopi UV-Vis* digunakan untuk mengukur absorbansi, sementara XRD (*X-ray Diffraction*) dimanfaatkan untuk menentukan parameter kisi, struktur kristal, dan ukuran kristal nanopartikel. Analisis morfologi permukaan dan kandungan unsur dalam sampel dilakukan menggunakan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-ray*). Selain itu, lapisan tipis yang dihasilkan dari nanopartikel tembaga juga dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur transmitansi, sehingga potensinya sebagai material lapisan tipis dapat dievaluasi.