

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan nanopartikel telah menjadi salah satu terobosan utama dalam teknologi dan industri. Nanopartikel kini menjadi fokus penelitian dan aplikasi di berbagai bidang karena memiliki sifat-sifat unik yang tidak ditemukan pada material berukuran makro. Nanopartikel adalah material dengan ukuran antara 1 hingga 100 nm. Nanopartikel dapat memberikan kinerja yang lebih unggul dibandingkan dengan material berukuran besar (*bulk*) karena ukuran yang kecil, yang menyebabkan luas permukaan per volumenya menjadi lebih besar. Hal ini memungkinkan nanopartikel memiliki reaktivitas yang lebih tinggi saat diterapkan pada berbagai aplikasi. Nanopartikel telah memberikan banyak kemajuan yang signifikan dalam aplikasi yang luas seperti pada bidang biomedis, sensor, antimikroba, katalis, elektronik, pertanian dan pada bidang lainnya salah satu yaitu nanopartikel logam.

Nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) adalah material berbasis oksida logam yang menarik perhatian banyak peneliti karena menampilkan karakteristik khas yang berbeda dari bentuk bulk, seperti memiliki luas permukaan yang lebih besar, kestabilan kimia yang tinggi, serta aktivitas biologis yang signifikan (Ahid dkk., 2021). Nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) memiliki beragam aplikasi penting di bidang sains maupun teknologi. Pada bidang biomedis, CuO-NPs diketahui bersifat antibakteri, antijamur, sekaligus antikanker, sehingga berpotensi dimanfaatkan dalam terapi medis dan proses penyembuhan luka. Efek biologis tersebut terutama berkaitan dengan kemampuannya menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) yang dapat mengganggu integritas membran sel mikroorganisme. Tidak hanya itu, CuO-NPs juga menjanjikan dalam pengembangan perangkat energi dan elektronik, di antaranya sebagai elektroda baterai, superkapasitor, sensor gas, dan material film tipis transparan yang bersifat konduktif. (Ahmad dan Kumar, 2025)

Lapisan tipis adalah material dengan ketebalan yang sangat kecil, umumnya tidak melebihi 10 mikrometer (μm). teknologi lapisan tipis telah mengalami kemajuan yang signifikan, mencakup metode pembuatan, jenis bahan yang digunakan, dan berbagai aplikasinya. Lapisan tipis merupakan lapisan material yang dapat terdiri dari beragam bahan, seperti organik, anorganik, logam, atau kombinasi logam-organik, serta memiliki sifat konduktif, semikonduktif, superkonduktif, atau isolator. Lapisan tipis semikonduktor banyak dimanfaatkan dalam aplikasi seperti elektrokromik, fotokatalis, dan sensor (Amanati dan Sutanto, 2014).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk memperoleh nanopartikel tembaga antara lain metode fisika dan kimia. Namun, sintesis menggunakan metode kimia dan fisika memiliki beberapa kelemahan, seperti kebutuhan akan banyak senyawa, waktu reaksi yang lama, suhu tinggi, biaya yang lebih tinggi, pengendalian yang rumit, serta menghasilkan residu yang tidak ramah lingkungan. Seiring dengan perkembangan teknologi, muncul metode sintesis yang lebih ramah lingkungan, menggunakan bahan-bahan alami yang mudah ditemukan di alam dan lebih sederhana. Nanopartikel yang dihasilkan dengan bahan alami ini dianggap lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode sintesis kimia dan fisika karena lebih ramah lingkungan. Metode ini tidak memerlukan bahan kimia bertekanan tinggi, suhu tinggi, atau bahan beracun. Manipulasi dan pengendalian pertumbuhan nanopartikel yang efektif dapat dicapai dengan menggunakan ekstrak tanaman (Mittal dkk., 2013). Metode ini disebut dengan metode *green synthesis*.

Metode *green synthesis* adalah cara pembuatan nanopartikel logam yang lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia beracun. Prosesnya lebih mudah, sederhana, dan hemat biaya. Saat ini, metode ini banyak dikembangkan sebagai alternatif yang lebih baik dibandingkan metode kimia dan metode fisika. *Green synthesis* dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber bahan alami, seperti tanaman, mikroorganisme, dan limbah organik. Prinsip dasar dari metode *green synthesis* untuk nanopartikel logam adalah

menggunakan tumbuhan atau mikroorganisme sebagai agen pereduksi (Aryani dan Wisnuwardhani, 2022). Saat ini metode *green synthesis* sangat populer dan banyak dikembangkan bisa dijadikan alternative metode kimia yang sebelumnya banyak digunakan (Mittal dkk., 2013). Metode *green synthesis* ini melibatkan ekstraksi senyawa-senyawa aktif dari bahan alami yang kemudian digunakan sebagai reduktor, agen penstabil, atau pengatur ukuran dalam sintesis nanopartikel. tumbuhan yang bisa digunakan sebagai agen pereduksi untuk nanopartikel logam adalah tumbuhan yang mengandung Senyawa seperti polifenol, termasuk flavonoid dan tanin, memiliki sifat antioksidan yang mampu mereduksi ion logam menjadi nanopartikel (Aryani dan Wisnuwardhani, 2022). Selain itu, alkaloid dan terpenoid berkontribusi dalam proses reduksi sekaligus stabilisasi nanopartikel salah satu tumbuhan yang bisa dijadikan agen pereduksi adalah daun bunga kertas karena mengandung flavonoid yang cukup bagus.

Tumbuhan bunga kertas merupakan tumbuhan tropis yang berasal dari Brazil telah dikenal dan banyak digunakan dalam penataan ruang. Bunga kertas ini merupakan famili Nyctaginaceae yang mengandung banyak fitokimia biologis aktif seperti flavonoid, senyawa fenolik, amilase inhibitor, oksidan dan pinitol (Vidhate dkk., 2015) yang berfungsi sebagai pereduksi alami dalam proses sintesis nanopartikel tembaga. Senyawa tersebut memiliki gugus aktif seperti hidroksil (-OH) dan karbonil (-C=O) yang mampu memberikan elektron kepada ion tembaga Cu^{2+} sehingga menghasilkan tembaga dalam bentuk nanopartikel (Cu^0). Selain itu, senyawa tersebut juga dapat berperan sebagai agen penstabil yang menjaga kestabilan nanopartikel yang terbentuk. Penelitian terbaru menyebutkan bahwa metabolit sekunder seperti flavonoid dan tanin memiliki peran penting sebagai katalis sekaligus penstabil selama proses sintesis hijau CuNP berlangsung (Dadhwal dkk., 2023).

Selain kaya akan senyawa bioaktif, daun bunga kertas memiliki keunggulan lain berupa ketersediaannya yang melimpah. Tanaman ini dapat tumbuh subur di wilayah tropis, bahkan pada tanah yang kurang subur, tanpa memerlukan perawatan yang intensif. Kondisi ini menjadikan daun bunga kertas sebagai

sumber daya terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk aplikasi teknologi tanpa merusak ekosistem atau menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan begitu, penggunaannya juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan. Tumbuhan bunga kertas ini sangat mudah ditemukan di sekitar kita karena tumbuhan ini merupakan tumbuhan hias yang memanfaatkan keindahan bunganya, biasanya daun bunga kertas banyak berguguran dan menimbulkan sampah. daun bunga kertas ini belum memiliki daya jual karena masih banyak orang yang belum mengetahui manfaat dari daun bunga kertas ini.

Daun bunga kertas dimanfaatkan sebagai bioreduktor dalam proses reduksi tembaga asetat untuk menghasilkan nanopartikel tembaga melalui metode *green synthesis*, yang dikenal sebagai metode ramah lingkungan karena menggunakan bahan alami yang tidak toksik (Ahid dkk., 2021). Namun dalam penelitian ini menggunakan tembaga nitrat sehingga menghasilkan nanopartikel tembaga (CuNP) yang bisa diaplikasikan menjadi material lapisan tipis dengan menggunakan metode *spraying*. Lapisan tipis yang dapat berbasis nanopartikel tembaga yang ramah lingkungan. Nanoaprtikel yang dihasilkan dikarakterisasi dengan si UV-Vis, XRD, SEM, dan SEM EDX.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui puncak absorbansi dan nilai band gap energi menggunakan spektroskopi UV-Vis, analisis struktur kristal serta ukuran kristal dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), pengamatan morfologi dan komposisi unsur melalui *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan SEM-EDX, serta evaluasi transmitansi lapisan tipis berbasis nanopartikel tembaga untuk melihat potensi aplikasinya sebagai material pelapis optik.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat optik (band gap, absorbansi, dan transmitansi) nanopartikel tembaga hasil sintesis hijau menggunakan ekstrak daun bunga kertas.
2. Mengetahui pengaruh perbandingan rasio prekursor dan bioreduktor terhadap struktur kristal serta ukuran partikel nanopartikel tembaga.

3. Mengetahui morfologi dan komposisi unsur nanopartikel tembaga yang bermanfaat untuk pengembangan material ramah lingkungan.
4. Mengetahui persentase transmitansi lapisan tipis dari nanopartikel tembaga

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Sintesis nanopartikel tembaga dilakukan dengan metode *green synthesis*. Bahan yang digunakan adalah ekstrak air daun bunga kertas (*Bougainvillea*) dan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ yang diaduk selama 4 jam menggunakan *magnetic stirrer*. Penelitian ini dibatasi pada variasi perbandingan volume ekstrak daun bunga kertas (*boungenvillea*) dengan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ yakni 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Karakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristal nanopartikel tembaga. Morfologi permukaan dapat diketahui dengan menggunakan SEM, komposisi kimia dapat diketahui menggunakan SEM EDX. Analisis UV-Vis dilakukan untuk mengetahui nilai absorbansi dan transmitansi.

