

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanopartikel Perak

Perak telah sejak lama digunakan sebagai perhiasan, alat transaksi hingga proses klinis. Perak dalam sediaan nanopartikel telah menjadi produk paling menjanjikan untuk bidang nanoteknologi. Nanoteknologi telah memanfaatkan sifat plasmonik, optik dan magnetik dari nanopartikel perak untuk diaplikasikan pada berbagai bidang, misalnya industri tekstil, farmakologi hingga teknologi komponen elektrik. Saat ini, nanopartikel perak telah diaplikasikan dalam produk rumah tangga seperti, wadah penyimpanan makanan, tisu basah, deterjen, sampo, dan kosmetik (Raj *et al.*, 2018). Pengembangan aplikasi nanopartikel perak saat ini dikembangkan untuk diagnosis penyakit kronis hingga matrik pengantar obat dengan memastikan keamanan dan efektivitasnya (Qidwai *et al.*, 2018).

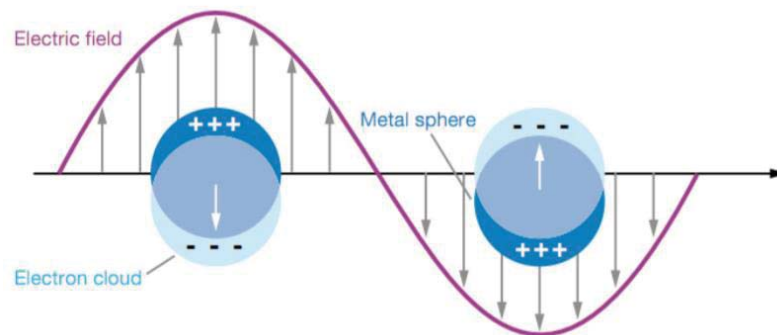
Nanopartikel perak memiliki aktivitas yang dipengaruhi oleh karakteristik partikel (Saleh, 2020). Karakteristik nanopartikel perak akan menghasilkan sifat optik, listrik, kemagnetan, katalisis serta toksisitas yang bergantung pada bentuk dan ukuran partikel (Krishna *et al.*, 2020). Nanopartikel perak dengan ukuran yang semakin kecil, maka semakin baik aktivitasnya dan dapat lebih luas untuk diaplikasikan, misalnya, nanopartikel perak dengan ukuran ≤ 35 nm memiliki toksisitas yang efektif sebagai antimikroba (Tran *et al.*, 2013).

2.2 Sifat-sifat Nanopartikel Perak

Nanopartikel perak telah menunjukkan sifat-sifat yang lebih banyak menguntungkan dibanding perak berukuran makroskopik (Singh, 2021). Penurunan ukuran material menyebabkan bertambahnya rasio luas permukaan kontak sehingga, secara kimia, partikel tersebut menjadi semakin reaktif (Saleh, 2020). Secara fisika, bertambahnya luas permukaan kontak akan menyebabkan

fenomena titik kuantum yang menghasilkan sifat optik, listrik dan magnetik yang berbeda dari material makroskopisnya (Tahir *et al.*, 2021).

Nanopartikel perak menunjukkan resistivitas elektrik yang lebih besar dengan bertambahnya rasio luas permukaan partikel. Hal ini disebabkan elektron pada permukaan partikel mudah berpindah muatan sehingga menghasilkan osilasi kolektif elektron pada pita konduksi. Osilasi elektron yang terjadi pada rentang panjang gelombang cahaya tampak tersebut menghasilkan karakteristik warna yang khas dan dapat diamati secara visual. Nanopartikel perak yang berinteraksi dengan gelombang monokromatis akan menyebabkan polarisasi elektron di permukaan logam sehingga menghasilkan fenomena yang disebut resonansi plasmon permukaan (*Surface Plasmon Resonance*) (Burda, *et al.*, 2005).



Gambar 2.1 Model polarisasi elektron pada permukaan nanopartikel perak (Wahbeh, 2011)

2.3 Sintesis Nanopartikel Perak

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu *top down* dan *bottom up*. *Top down* atau cara fisika dilakukan dengan mencacah material makroskopis hingga menjadi partikel kecil berukuran nanometer. Nanopartikel perak dapat dihasilkan melalui proses *top down* dengan beberapa metode seperti, ablasi laser, *elektrospinning*, *sputtering*, deposisi elektrik AC, implantasi ion, *nano imprinting* dan *high energy ball milling* (Krishna *et al.*, 2020)

Nanopartikel perak yang disintesis melalui proses *bottom up* atau cara kimia dilakukan dengan mereaksikan senyawa prekursor dan reduktor untuk

mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 . Beberapa metode pada proses *bottom up* yaitu, reduksi kimia, pirolisis, mikro emulsi dan iradiasi *microwave*. Metode reduksi kimia lebih banyak dipilih untuk mensintesis nanopartikel perak karena lebih hemat biaya dan tingkat keberhasilan yang tinggi (Krishna, *et al.*, 2020). Metode reduksi kimia bisa dilakukan pada suhu kamar namun sebagian besarnya membutuhkan suhu tinggi untuk mempercepat reaksi (Ghorbani, *et al.*, 2011).

Sintesis nanopartikel perak dengan metode reduksi kimia dapat dibedakan berdasarkan zat pereduksinya, yaitu, reduktor kimia dan reduktor biologi atau bioreduktor. Reduktor kimia meliputi, natrium tetraborohidrida, natrium sitrat, N_2H_4 , dan N,N-dimetilformida. Sedangkan reduktor biologi atau bioreduktor menggunakan makhluk hidup seperti, alga, bakteri, jamur, dan bagian tanaman untuk mereduksi ion-ion perak menjadi nanopartikel perak (Krishna *et al.*, 2020).

Tanaman merupakan reduktor yang saat ini sedang banyak dikembangkan untuk mensintesis nanopartikel perak karena prosesnya yang relatif ringkas dan sederhana dibandingkan dengan menggunakan alga, jamur atau bakteri (Kalishwaralal *et al.*, 2010). Ekstrak tanaman yang mengandung senyawa metabolit seperti, alkaloid, fenolik, terpenoid dan sebagainya berperan dalam mereduksi hingga menstabilkan nanopartikel perak. Senyawa metabolit yang mereduksi ion-ion perak kemudian tertaut pada permukaan nanopartikel perak dan dilaporkan bahwa sintesis dengan reduktor ekstrak tanaman menghasilkan aktifitas yang lebih baik dan pengaplikasian yang lebih luas dibandingkan dengan nanopartikel perak dengan reduktor kimia (Krishna *et al.*, 2020).

2.4 Adam Hawa (*Rhoeo discolor* L. Her)

Adam hawa dikenal masyarakat dengan nama nanas kerang merupakan tumbuhan herbal yang juga dimanfaatkan sebagai tanaman hias pekarangan rumah. Tanaman ini yang dapat tumbuh hingga 60 cm dengan batang yang kasar, pendek, lurus serta tidak mempunyai cabang. Daun adam hawa memiliki warna permukaan hijau dan bawah daun ungu kemerahan. Oleh masyarakat Pontianak, tanaman ini diolah menjadi liang teh yang berkhasiat meredakan panas dalam dan meningkatkan daya tahan tubuh.

Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman adam hawa hasil determinasi di laboratorium biologi FMIPA Untan adalah sebagai berikut:

Kerajaan : *Plantae*
Divisi : *Tracheohyta*
Kelas : *Liliopsida (dicots)*
Bangsa : *Commelinales*
Suku : *Commelinaceae*
Marga : *Tradescantia*
Jenis : *Tradescantia spathacea Sw.*
Sinonim : *Rhoeo discolor* (L. Her) hance.
Nama daerah : Daun adam hawa atau nanas kerang



Gambar 2.2 Tanaman adam hawa (*Rhoeo discolor* (L. Her) hance.)

Daun adam hawa yang berwarna ungu mencirikan adanya sejumlah metabolit sekunder kelompok flavonoid yang terkandung dalam tanaman ini (Safari *et al.*, 2020). Ekstrak daun adam hawa telah dilaporkan memiliki senyawa metabolit sekunder seperti, alkaloid, flavonoid, tanin dan steroid (Anggelita *et al.*, 2021; Pratiwi *et al.*, 2017). Kelompok senyawa flavonoid menyebabkan ekstrak adam hawa bersifat antimutagenik, antigenotoksik dan memiliki aktivitas antioksidan yang setara dengan α -tokoferol serta lebih kuat dibandingkan asam askorbat (González-Avila *et al.*, 2003). Flavonoid dan sekelompok senyawa metabolit lain dalam ekstrak berperan penting dalam reaksi sintesis nanopartikel perak serta kestabilan partikel yang dihasilkan (Jyoti *et al.*, 2016).

2.5 Karakterisasi Nanopartikel Perak

2.5.1 Spektrofotometri UV-vis

Spektrofotometer UV-vis digunakan untuk memeriksa puncak serapan koloid nanopartikel perak hasil sintesis. Karakteristik spektra nanopartikel perak adalah adanya pita pada rentang tampak. Pita ini merupakan hasil interaksi cahaya gelombang monokromatik dengan elektron konduksi logam. Elektron tersebut bergerak ke arah munculnya momen dipol yang beresilasi dengan frekuensi medan listrik. Koloid nanopartikel perak menunjukkan warna kuning dan puncak serapan pada daerah sekitar 400-450 nm (Fadillah dan Arumsari, 2022). Nilai intensitas serapan akan dipengaruhi frekuensi osilasi nanopartikel perak yang dihasilkan, sedangkan frekuensi osilasi dari elektron tergantung pada ukuran partikel perak yang dihasilkan, dimana semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar frekuensi osilasinya (Wahbeh, 2011).

Hasil pengukuran resonansi plasmon permukaan koloid nanopartikel perak memberikan informasi tentang jumlah partikel melalui nilai absorbansi, ukuran partikel melalui posisi lamda maksimum dan keragaman bentuk serta ukuran partikel dalam koloid melalui lebar pita serapan (Tran *et al.*, 2013). Posisi puncak serapan yang bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih besar menandakan bertambahnya ukuran partikel. Selain itu, puncak yang landai dan relatif lebar, mengindikasikan nanopartikel perak yang dihasilkan tidak seragam dalam bentuk dan ukurannya.

2.5.2 Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

Spektrofotometer infra merah digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam senyawa organik serta dalam sampel. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang 4000-200 cm^{-1} . Hasil pengukuran berupa pita serapan yang khas untuk setiap molekul organik pada bilangan gelombang tertentu. Pita serapan terbentuk karena adanya penyerapan energi tertentu sehingga menyebabkan vibrasi atau getaran molekul ketika sampel di kenai sinar infra merah, terutama gugus fungsi organik yang sejumlah besar mengalami vibrasi bengkokan dan regangan (Dachriyanus, 2004).

Pita serapan infra merah akan membantu dalam memprediksi senyawa organik yang berperan untuk mereduksi dan menstabilkan nanopartikel perak hasil sintesis. Nanopartikel perak yang disintesis dengan reduktor tanaman seringkali menghasilkan pita yang khas untuk gugus fungsi hidroksil, karbonil dan amida atau amina. Gugus fungsi tersebut seringkali yang masih tertaut pada permukaan nanopartikel perak dan berfungsi menjaga kestabilan partikel melalui melalui daya tarik elektrostatis gugus karboksilat maupun secara sterik melalui residu sistein gugus amina (Kalishwaralal *et al.*, 2010).

2.5.3 Particle Size Analyzation (PSA)

Karakteristik nanopartikel perak hasil disintesis, dianalisis dengan *particle size analyzation* (PSA) dan zeta potensial. Pengukuran PSA dilakukan untuk mengetahui ukuran, bentuk dan distribusi ukuran nanopartikel perak secara keseluruhan serta indeks polidispersitasnya. Prinsip kerja dari alat *Particle size analyzation* yaitu, ketika cahaya laser dikenai pada objek, maka cahaya tersebut sebagian besar akan dihamburkan (Sumaiti *et al.*, 2018). Hamburan cahaya tersebut akan menghasilkan besar sudut hamburan yang kemudian ditangkap detektor sebagai ukuran partikel. Semakin besar sudut hamburan maka semakin kecil ukuran partikel. Hasil pengukuran berupa distribusi ukuran partikel yang merupakan hasil akumulasi dari hasil pengukuran *single particle* dalam sampel.

Selain dapat menentukan ukuran partikel dalam sampel, alat PSA juga dapat menentukan muatan permukaan nanopartikel atau disebut dengan analisis zeta potensial. Zeta potensial merupakan nilai muatan listrik pada permukaan nanopartikel yang akan mempengaruhi stabilitas serta aktivitas dari nanopartikel perak yang dihasilkan. Semakin besar nilai zeta potensial nanopartikel semakin besar gaya tolak menolak antar partikel sehingga mencegah terjadinya aglomerasi.

2.5.4 Transmission Electron Microscope (TEM)

Transmission electron microscope (TEM) merupakan mikroskop optik raksasa untuk memvisualisasikan citra beserta sebaran sampel. Alat ini dapat menghasilkan visual lateral nanometer hingga 0,08 nm. Analisis TEM pada

nanopartikel perak dapat memberikan informasi tentang bentuk, ukuran, sebaran partikel serta analisa elementalnya.

Prinsip kerja TEM yaitu, mentransmisikan sejumlah elektron yang menembus lapisan sampel kondisi vakum tinggi. Pada kondisi tekanan tinggi, resiko pelemahan cahaya oleh molekul gas dapat diminimalisir sehingga pencitraan sampel dapat berlangsung dengan baik. Hasil transmisi kemudian difokuskan dan diperbesar untuk dapat ditangkap oleh sensor dan divisualisasikan ke perangkat komputer (Tahir *et al.*, 2021).