

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Urea merupakan produk utama dari hasil metabolisme protein yang diangkut dalam darah dan diekskresikan melalui urin. Kenaikan konsentrasi urea pada cairan tubuh dapat menjadi indikator terjadinya gangguan fisiologis seperti kerusakan dan penurunan fungsi ginjal¹. Selain itu, peningkatan konsentrasi urea dalam darah juga dikaitkan dengan kondisi patologis lainnya seperti penyakit gagal jantung dengan komplikasi serius². Tidak hanya dalam bidang medis, urea juga memiliki peranan penting dalam penentuan kandungan protein dan nitrogen total untuk analisis kualitas sampel pangan³. Oleh karena itu, pengembangan metode deteksi urea yang cepat, sederhana, dan ekonomis menjadi aspek penting untuk dilakukan.

Perkembangan nanomaterial dalam beberapa tahun terakhir memungkinkan pengembangan sensor yang lebih inovatif untuk deteksi urea. Nanopartikel perak (AgNPs) telah banyak dikembangkan sebagai sensor karena memiliki karakteristik khas berupa resonansi permukaan lokal atau *Localized Surface Plasmon Resonance* (LSPR). Resonansi permukaan lokal merupakan efek yang dihasilkan ketika elektron-elektron bebas pada permukaan nanopartikel berosilasi secara kolektif ketika dikenai gelombang elektromagnetik⁴. Frekuensi plasmon pada permukaan nanopartikel sangat sensitif terhadap perubahan kecil yang terjadi di sekitarnya sehingga dapat menyebabkan pergeseran puncak serapan dan penurunan absorbansi pada sistem koloid. Respon plasmonik yang sensitif menjadikan AgNPs sebagai *probe* sensor yang unggul untuk deteksi berbagai jenis analit⁵.

Meskipun menunjukkan potensi sebagai sensor plasmonik, sebagian besar sensor urea berbasis AgNPs masih mengandalkan mekanisme enzimatik melalui bantuan enzim urease. Enzim urease bekerja dengan mengkatalisis urea menjadi amonia, yang memicu reduksi Ag^+ membentuk AgNPs⁶. Walaupun memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi, penggunaan komponen biologis pada sensor enzimatik masih memiliki sejumlah keterbatasan, seperti ketidakstabilan terhadap pH dan suhu, denaturasi enzim, serta biaya operasional yang tinggi. Oleh karena itu, peralihan pada penggunaan sensor urea non-enzimatik yang lebih stabil dan mudah diaplikasikan penting untuk dilakukan. Saat ini, studi mengenai mekanisme deteksi urea secara non-enzimatik masih sangat terbatas dan eksplorasi interaksi langsung antara molekul urea dengan permukaan AgNPs masih jarang dilaporkan.

Dalam aplikasi deteksi urea secara non-enzimatik, stabilitas AgNPs merupakan aspek penting yang harus diperhatikan untuk memastikan perubahan optik pada sensor hanya terjadi akibat interaksi yang spesifik antara urea dengan AgNPs. Nanopartikel perak memiliki energi permukaan dan energi nukleasi yang tinggi sehingga bersifat tidak stabil dan reaktif⁷. Menurut Bartolome *et al.*, (2026)⁸, AgNPs sering mengalami perubahan optik yang palsu akibat faktor eksternal seperti waktu, pH, suhu, dan kekuatan ionik yang memengaruhi akurasi sensor. Oleh karena itu, dibutuhkan material penyangga yang dapat mengontrol proses nukleasi dan

pertumbuhan partikel untuk menghasilkan nanopartikel dengan stabilitas yang tinggi. Salah satu biomaterial yang berpotensi digunakan sebagai matriks penyangga adalah selulosa.

Selulosa merupakan biopolimer yang terdiri dari rantai panjang molekul glukosa. Selulosa tersusun dari gugus fungsi hidroksil yang dapat berfungsi sebagai agen penstabil selama proses sintesis nanopartikel perak. Gugus hidroksil mempunyai pasangan elektron bebas pada atom oksigen yang dapat berinteraksi dengan permukaan nanopartikel perak melalui interaksi elektrostatik atau koordinasi lemah⁹. Interaksi ini berperan dalam menahan mobilitas nanopartikel selama proses pertumbuhan dan menurunkan energi nukleasi partikel. Akibatnya, agregasi partikel dapat diminimalkan dan distribusi nanopartikel pada permukaan material menjadi lebih homogen¹⁰. Selulosa dapat diperoleh dari berbagai sumber bahan alam salah satunya adalah limbah kulit jengkol. Penelitian oleh Hidayah *et al.*, (2019)¹¹ menyebutkan bahwa kulit jengkol memiliki kandungan selulosa sebesar 26,99% - 28,23%.

Metode sensor berbasis nanomaterial telah banyak dilaporkan seperti kolorimetri, fluoresensi, elektrokimia, surface-enhanced raman scattering, dan spektrofotometri UV-Vis. Di antara berbagai metode tersebut, spektrofotometri UV-Vis menjadi salah satu teknik yang umum digunakan karena cepat, non-destruktif, serta tidak memerlukan preparasi sampel yang kompleks. Metode spektrofotometri didasarkan pada pengukuran interaksi cahaya dengan analit, terutama melalui proses penyerapan atau transmisi radiasi elektromagnetik. Interaksi antara analit dengan nanomaterial dapat menginduksi perubahan panjang gelombang maksimum dan nilai absorbansi pada material tersebut¹². Perubahan nilai absorbansi tersebut digunakan untuk kuantifikasi konsentrasi analit dalam sampel berdasarkan hubungan linearitas antara absorbansi terhadap variasi konsentrasi larutan standar analit. Meskipun AgNPs telah banyak dimanfaatkan sebagai probe optik untuk berbagai analit dan selulosa juga telah luas digunakan sebagai agen penstabil nanopartikel, kombinasi keduanya dalam bentuk nanokomposit Ag-selulosa untuk deteksi urea secara non-enzimatis masih relatif terbatas dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan nanokomposit Ag-selulosa sebagai platform deteksi urea non-enzimatis berbasis UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah selulosa yang diisolasi dari limbah kulit jengkol dapat digunakan sebagai *capping agent* untuk meningkatkan stabilitas dan sifat optik nanopartikel perak (AgNPs)?
2. Bagaimana karakteristik nanokomposit Ag-selulosa (Ag-C NCs) yang dihasilkan melalui modifikasi AgNPs dengan matriks selulosa?
3. Bagaimana kemampuan nanokomposit Ag-selulosa (Ag-C NCs) sebagai *probe* sensor untuk mendeteksi urea dengan metode spektrofotometri UV-Vis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan kemampuan selulosa dari limbah kulit jengkol sebagai *capping agent* untuk meningkatkan stabilitas dan sifat optik nanopartikel perak (AgNPs).
2. Menganalisis karakteristik nanokomposit Ag-selulosa (Ag-C NCs) yang dihasilkan melalui modifikasi AgNPs dengan matriks selulosa.
3. Menganalisis kemampuan nanokomposit Ag-selulosa (Ag-C NCs) sebagai *probe* sensor untuk mendeteksi urea dengan metode spektrofotometri UV-Vis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi dan wawasan baru terkait metode sintesis dan karakteristik nanokomposit Ag/selulosa serta mendukung metode terbaru dalam pendeteksian dan penentuan konsentrasi urea pada cairan tubuh dan sampel pangan.

