

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanopartikel emas (AuNPs) merupakan salah satu material nanostruktur yang banyak dikembangkan dalam bidang biomedis karena sifat fisikokimia unik yang dimilikinya. Dengan nomor atom yang tinggi ($Z = 79$) dan densitas elektron besar, AuNPs mampu meningkatkan atenuasi sinar-X secara signifikan, sehingga berpotensi digunakan sebagai agen kontras pada teknik pencitraan medis berbasis sinar-X, khususnya *Computed Tomography (CT-Scan)*. Selain itu, AuNPs memiliki keunggulan berupa kemudahan fungsionalisasi permukaan menggunakan ligan, antibodi, atau aptamer, yang memungkinkan penargetan spesifik terhadap jaringan atau sel tertentu, sehingga berpotensi meningkatkan spesifisitas pencitraan.

Keberhasilan aplikasi AuNPs dalam bidang biomedis sangat dipengaruhi oleh metode sintesis yang digunakan. Metode *Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL)* menawarkan keunggulan dalam menghasilkan nanopartikel yang murni tanpa penggunaan prekursor kimia tambahan, sehingga lebih ramah lingkungan dan berpotensi meningkatkan biokompatibilitas (Isa, Zainon dan Tamal, 2022). Dalam penelitian ini, metode PLAL dikombinasikan dengan penggunaan alginat sebagai biopolimer alami yang biokompatibel, tidak beracun, dan mudah terdegradasi. Alginat memiliki gugus karboksilat bermuatan negatif yang mampu menstabilkan permukaan AuNPs, mencegah aglomerasi, serta menjaga dispersi tetap homogen dalam medium cair (Liu *et al.*, 2022).

Computed Tomography (CT-Scan) merupakan salah satu teknik pencitraan medis yang berpotensi menjadi wadah aplikasi bagi AuNPs berbasis alginat yang telah disiapkan tersebut. Teknik ini banyak digunakan karena kemampuannya menghasilkan citra struktur internal secara tiga dimensi dengan resolusi tinggi tanpa merusak objek, dengan memanfaatkan penetrasi sinar-X untuk menghasilkan serangkaian citra dua dimensi dari berbagai sudut pandang (Withers *et al.*, 2021). Meskipun memiliki resolusi spasial yang tinggi, *CT-Scan* masih memiliki keterbatasan dalam membedakan jaringan lunak dengan densitas yang serupa,

sehingga kontras citra yang dihasilkan sering kali rendah. Oleh karena itu, penggunaan agen kontras menjadi penting untuk meningkatkan kualitas citra dan memperjelas perbedaan antar jaringan (Wathen *et al.*, 2013).

Agen kontras berbasis iodine merupakan yang paling umum digunakan dalam praktik klinis saat ini. Mekanisme kerjanya didasarkan pada nomor atom iodine yang tinggi sehingga mampu meningkatkan serapan sinar-X. Namun demikian, agen kontras iodine memiliki beberapa keterbatasan, seperti waktu retensi yang relatif singkat dalam sirkulasi darah, kebutuhan dosis tinggi untuk menghasilkan kontras optimal, serta potensi efek samping pada pasien (Alhasan *et al.*, 2022). Keterbatasan ini mendorong perlunya pengembangan agen kontras alternatif yang lebih efektif dan aman.

Dalam konteks tersebut, AuNPs menjadi kandidat yang menjanjikan sebagai agen kontras alternatif pada *CT-Scan*. Dibandingkan dengan iodine, AuNPs memiliki kemampuan atenuasi sinar-X yang lebih tinggi serta stabilitas yang lebih baik. Selain itu, kemampuan fungsionalisasi permukaan memungkinkan peningkatan spesifisitas dan waktu retensi dalam tubuh. Beberapa penelitian telah melaporkan pemanfaatan AuNPs sebagai agen kontras CT dan pencitraan multimodal (Mahan dan Doiron, 2018). Pendekatan sintesis alternatif, seperti metode sonokimia, juga menunjukkan bahwa AuNPs yang dihasilkan memiliki stabilitas koloid yang baik untuk aplikasi CT (Dheyab *et al.*, 2020).

Beberapa studi sebelumnya juga menunjukkan bahwa kombinasi AuNPs dengan biopolimer seperti alginat dapat meningkatkan stabilitas koloid serta memiliki potensi aplikasi biomedis, termasuk aktivitas antikanker (Hamouda *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan material bernomor atom tinggi yang distabilisasi oleh polimer hidrofilik juga dilaporkan dapat meningkatkan atenuasi sinar-X (Saidi *et al.*, 2023). Namun demikian, kajian yang secara sistematis mengintegrasikan sintesis AuNPs menggunakan metode PLAL dalam medium alginat serta mengevaluasinya sebagai agen kontras *CT-Scan* berdasarkan parameter *Hounsfield Unit* (HU), *Signal-to-Noise Ratio* (SNR), dan *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR) masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis dan mengevaluasi nanopartikel emas berbasis alginat melalui metode PLAL sebagai kandidat agen kontras alternatif pada *CT-Scan* yang memiliki stabilitas tinggi, minim residu kimia, serta mampu meningkatkan kualitas citra secara signifikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memperoleh nanopartikel emas berbasis alginat menggunakan metode *Pulsed Laser Ablation in Liquid*.
2. Mendapatkan informasi karakterisasi fisik nanopartikel emas berbasis alginat dengan *Field Emission Scanning Electron Microscopy* (FESEM), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis) dan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).
3. Mendapatkan informasi potensi nanopartikel emas sebagai agen kontras *CT-Scan* secara *in vitro* melalui nilai HU, SNR, dan CNR.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Menghasilkan nanopartikel emas berbasis alginat sebagai alternatif agen kontras untuk *CT-Scan*.
2. Mengetahui karakterisasi nanopartikel emas berbasis alginat yang diujikan sebagai agen kontras *CT-Scan*.
3. Memberikan informasi ilmiah mengenai potensi nanopartikel emas berbasis alginat sebagai kandidat alternatif agen kontras *CT-Scan* yang lebih aman, sebagai dasar pengembangan penelitian lebih lanjut menuju aplikasi klinis.