

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inflamasi merupakan respon fisiologis protektif yang dipicu oleh kerusakan jaringan akibat paparan faktor fisik, zat kimia korosif, maupun agen mikrobiologis. Inflamasi ditandai dengan *eritema* (kemerahan), peningkatan suhu lokal (panas), nyeri, serta pembentukan edema atau pembengkakan (Latief *et al.*, 2021). Proses inflamasi melibatkan berbagai mediator dan sel-sel imun (Boarescu *et al.*, 2022). Ketika mekanisme pertahanan tubuh gagal mengatasi inflamasi akut, kondisi tersebut dapat berkembang menjadi inflamasi kronis yang menjadi pemicu berbagai penyakit degeneratif seperti asma kronis, *rheumatoid arthritis*, penyakit radang usus, *psoriasis*, hingga kanker (Kuluvar *et al.*, 2021).

Terapi inflamasi umumnya mengandalkan obat-obatan sintetik seperti *Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs* dan steroid (Wongrakpanich *et al.*, 2018). Kelompok obat antiinflamasi nonsteroid diketahui memiliki efek samping serius seperti pendarahan saluran cerna, anemia, hingga gangguan pada organ ginjal. Sementara itu, antiinflamasi steroid dapat menimbulkan dampak patologis yang lebih luas, meliputi osteoporosis, atrofi otot, peningkatan tekanan intraokular, serta gangguan metabolik yang bersifat diabetik dan memicu penurunan imunitas tubuh (Lee *et al.*, 2016). Mengingat risiko tersebut, maka eksplorasi terhadap bahan-bahan alami terutama dari tumbuh-tumbuhan yang berpotensi sebagai antiinflamasi sangat penting untuk dilakukan. Berbagai penelitian telah membuktikan adanya khasiat antiinflamasi dari tumbuhan obat dalam genus *Curcuma*. Widianegara *et al.* (2025) melaporkan bahwa nanoemulsi ekstrak kurkumin dari kunyit (*C. longa*) mampu menurunkan volume peradangan mencit secara signifikan, dengan efektivitas mendekati kontrol positif. Selain itu, Azis & Febiola (2022) menunjukkan bahwa gel ekstrak temu hitam (*C. aeruginosa* Roxb.) juga efektif menurunkan edema pada model inflamasi. Selain berbagai spesies dalam genus *Curcuma* yang telah banyak dieksplorasi, terdapat *Curcuma sumatrana* yang hingga kini masih belum banyak dikaji potensi medisnya, khususnya terkait aktivitas antiinflamasi. Tanaman ini

merupakan spesies endemik Sumatra (Nurainas & Ardiyani, 2019) dengan persebaran yang terbatas, yang tercatat di wilayah Maninjau, Ngarai Sianok, Lembah Anai, Kayu Tanam, Ulu Gadut, serta kawasan Bukit Barisan (Rugayah *et al.*, 2017). Secara etnofarmakologis, rimpang *C. sumatrana* (koenih rimbo) telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat lokal untuk mengatasi inflamasi, namun pemanfaatan tersebut belum didukung oleh bukti ilmiah yang memadai. Oleh karena itu, meskipun *C. sumatrana* memiliki potensi pengobatan yang besar, tanaman ini hingga kini masih kurang dimanfaatkan secara optimal (Nurainas & Ardiyani., 2019).

Perkembangan penelitian fitokimia mulai memperkuat potensi tersebut. Berdasarkan penelitian terbaru oleh Santoso *et al.* (2025) melalui analisis (GC-MS) berhasil mengidentifikasi 17 senyawa metabolit sekunder dalam rimpang tanaman ini, di antaranya adalah α -Selinene, Curzerene, dan Didehydro-cycloisolongifolene yang dilaporkan memiliki potensi aktivitas antiinflamasi dan antioksidan. Selain itu, rimpang *C. Sumatrana* juga telah terbukti memiliki sifat antibakteri (Alamsjah *et al.*, 2023) serta berpotensi sebagai antikanker (Rahman *et al.*, 2022). Sejalan dengan temuan tersebut, Rahman *et al.* (2022) juga melaporkan bahwa 22 senyawa bioaktif dari *C. sumatrana* memenuhi kriteria aturan Lipinski dengan profil bioavailabilitas dan permeabilitas yang tinggi. Karakteristik tersebut semakin memperkuat indikasi adanya aktivitas farmakologis yang potensial.

Namun demikian, sebagian besar senyawa aktif utama dalam rimpang *C. sumatrana*, khususnya golongan seskuiterpenoid, bersifat lipofilik dan hidrofobik, sehingga memiliki kelarutan air yang rendah dan stabilitas kimia yang kurang optimal (Reeves *et al.*, 2015). Kondisi ini pada akhirnya menurunkan bioavailabilitas dan membatasi potensi terapeutiknya dalam tubuh. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya strategi formulasi yang mampu meningkatkan ketersediaan hayati senyawa aktif tersebut. Untuk mengatasi hambatan tersebut, pendekatan berbasis nanoteknologi menjadi solusi yang menjanjikan karena mampu meningkatkan kelarutan, stabilitas, serta memperbaiki kemampuan absorpsi dan sirkulasi senyawa aktif di dalam tubuh (Reeves *et al.*, 2015). Nanopartikel merupakan material dengan ukuran kurang dari 100 nm yang memiliki sifat fisikokimia unik bergantung pada ukuran, bentuk, dan

morfologinya (Waris *et al.*, 2021). Salah satu jenis yang paling banyak diteliti adalah nanopartikel perak yang dikenal memiliki aktivitas antibakteri (Sonika *et al.*, 2021), antiinflamasi, antiviral, antijamur, dan antiangiogenesis (Mitra *et al.*, 2012).

Untuk memperoleh nanopartikel perak dengan karakteristik yang aman dan stabil, diperlukan metode sintesis yang sesuai dengan prinsip keberlanjutan. Metode *green synthesis* adalah sintesis nanopartikel perak berbasis bahan alam. Metode ini menjadi pendekatan yang ramah lingkungan, hemat energi, dan bebas bahan toksik. Prinsip metode ini adalah memanfaatkan senyawa seperti terpenoid, flavonoid, fenol, alkaloid, protein, dan karbohidrat dalam ekstrak yang dapat bertindak sebagai agen pereduksi nanopartikel perak (Alshehri *et al.*, 2020). Selain menghasilkan partikel yang stabil dan seragam, metode ini juga memanfaatkan sumber daya hayati yang terbarukan. Ukuran nanopartikel perak yang sangat kecil memungkinkan peningkatan aktivitas biologis melalui penetrasi seluler yang lebih baik (Mannikam *et al.*, 2016).

Keunggulan tersebut mendorong banyak penelitian untuk menguji efektivitas nanopartikel perak *C. sumatrana* dalam berbagai model penyakit. Salah satunya ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan Boarescu *et al.* (2022) secara *in vivo* pada tikus Wistar yang menunjukkan bahwa nanopartikel perak kurkumin mampu menurunkan kadar sitokin proinflamasi secara signifikan. Bertolak dari hal tersebut, tanaman dengan kandungan senyawa bioaktif seperti *C. Sumatrana* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen antiinflamasi berbahan alam. Namun, hingga saat ini potensi antiinflamasi tanaman endemik tersebut belum dieksplorasi secara spesifik, dan belum terdapat kajian yang secara langsung membandingkan aktivitas antiinflamasi antara ekstrak *C. Sumatrana* dengan sediaan nanopartikel peraknya. Oleh karena itu, penelitian mengenai aktivitas antiinflamasi *C. Sumatrana* baik dalam bentuk ekstrak maupun sediaan nanopartikel perak menjadi sangat penting dan mendesak untuk dilakukan.

Untuk mengevaluasi potensi antiinflamasi tersebut, dapat digunakan pendekatan *in vitro*, antara lain melalui uji inhibisi denaturasi protein dan uji stabilitas membran eritrosit. Pengujian ini bertujuan untuk menilai kemampuan ekstrak

C. sumatrana serta sediaan nanopartikel perak dalam menghambat denaturasi protein dan melindungi membran eritrosit dari kerusakan, sebagai indikator aktivitas antiinflamasi. Pendekatan *in vitro* ini kemudian disempurnakan dengan analisis *in silico* untuk memprediksi potensi senyawa secara molekuler. Pendekatan *in silico* yang digunakan adalah PASS Online (*Prediction of Activity Spectra for Substances*) juga digunakan untuk memprediksi spektrum aktivitas biologis, termasuk potensi antiinflamasi senyawa bioaktif berdasarkan struktur molekulnya, sehingga dapat mempercepat proses identifikasi kandidat senyawa aktif dalam ekstrak *C. sumatrana*.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka perumusan permasalahannya sebagai berikut:

1. Apa saja senyawa bioaktif dalam ekstrak rimpang *C. Sumatrana* yang berpotensi sebagai antiinflamasi berdasarkan analisis *in silico*?
2. Bagaimanakah aktivitas antiinflamasi dari ekstrak rimpang dan nanopartikel perak ekstrak *C. Sumatrana* berdasarkan uji *in vitro* stabilitas membran eritrosit dan inhibisi denaturasi protein?

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan senyawa-senyawa bioaktif dalam ekstrak rimpang *C. Sumatrana* yang memiliki potensi sebagai agen antiinflamasi melalui metode analisis *in silico*.
2. Menganalisis aktivitas antiinflamasi ekstrak rimpang dan nanopartikel perak *C. Sumatrana* secara *in vitro* melalui pengujian stabilitas membran eritrosit dan inhibisi denaturasi protein.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi senyawa bioaktif antiinflamasi dalam rimpang *C. Sumatrana* melalui analisis *in silico* sebagai dasar pengembangan obat bahan alam. Selain itu, studi ini memberikan data ilmiah mengenai efektivitas ekstrak dan sediaan nanopartikel perak *C. Sumatrana* dalam menstabilkan membran sel serta

mencegah denaturasi protein secara *in vitro*, guna mendukung referensi lanjutan di bidang bioteknologi dan farmakologi.

