

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tumbuhan memegang peranan penting dalam kehidupan manusia karena menyediakan oksigen, pangan, bahan bangunan, hingga bahan baku untuk pengobatan (Rahmawati & Sriyati, 2024). Selain itu, berbagai jenis tumbuhan telah dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai sumber senyawa bioaktif yang mendukung pengembangan obat-obatan modern (Pratiwi et al., 2019). Tumbuhan obat telah dikenal luas sebagai alternatif atau pelengkap dalam pengobatan modern karena kemampuannya menghasilkan senyawa bioaktif yang berpotensi terapeutik (Dari et al., 2022). Beberapa tumbuhan obat yang populer dan banyak diteliti antara lain kunyit (*Curcuma longa*), sambiloto (*Andrographis paniculata*), dan meniran (*Phyllanthus niruri*) yang masing-masing dikenal memiliki senyawa aktif dengan sifat antiinflamasi, antivirus, hingga antikanker (Muliana et al., 2023). Meskipun masing-masing tumbuhan tersebut memiliki keunggulan farmakologis tersendiri, tantangan seperti ketersediaan bahan, adaptabilitas tanaman, atau potensi toksitas sering kali menjadi pertimbangan dalam pengembangannya lebih lanjut.

Berdasarkan hal tersebut, tanaman dari genus *Mimosa* mulai dilirik sebagai kandidat potensial karena banyak anggotanya menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, dan triterpenoid yang juga memiliki aktivitas biologis penting. Beberapa spesies seperti *Mimosa tenuiflora* dan *Mimosa caesalpiniifolia* telah dilaporkan memiliki aktivitas antiinflamasi dan penyembuhan luka, tetapi studi tentang aktivitas antikanker dan interaksi molekulnya dengan target spesifik kanker seperti EGFR masih sangat terbatas (M. Jose et al., 2017; Zippel et al., 2009). Di antara berbagai tumbuhan tersebut, putri malu (*Mimosa pudica* L.) mulai menarik perhatian peneliti karena kemudahan akses, keragaman senyawa aktif yang dimilikinya, serta penggunaannya secara turun-temurun dalam pengobatan tradisional (Saharuddin et al., 2021). Meskipun sering dianggap sebagai gulma karena pertumbuhannya yang liar dan cepat, *Mimosa pudica* L. sebenarnya adalah tumbuhan dari famili Fabaceae yang memiliki berbagai manfaat kesehatan (Gandhi

et al., 2023). Tumbuhan ini tersebar luas di daerah tropis seperti Indonesia dan memiliki ciri khas unik berupa daun yang dapat menutup saat disentuh (Wulan et al., 2019). *Mimosa pudica* L. telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai penyakit seperti luka, infeksi, nyeri, dan bahkan gangguan pernapasan. Dibandingkan dengan tumbuhan obat lainnya, *Mimosa pudica* L. unggul dari segi ketersediaan, kemudahan adaptasi, serta jumlah penelitian awal yang menunjukkan aktivitas farmakologis, termasuk potensi antikanker (Adurosakin et al., 2023). Senyawa-senyawa bioaktif dalam tanaman ini, seperti alkaloid, flavonoid, dan tanin, diketahui memiliki potensi sebagai agen terapeutik, yang menjadikan *Mimosa pudica* L. sebagai kandidat penting untuk diteliti lebih lanjut dalam konteks pengobatan kanker (Adhityasmara et al., 2023).

Kanker paru merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi secara global, setelah kanker payudara dan prostat (J. Jose et al., 2016). Kanker ini merupakan tumor ganas yang berkembang di paru-paru dan berasal dari jaringan epitel saluran pernapasan (Kusumawardhani et al., 2022). Berdasarkan data statistik dari GLOBOCAN (*Global Cancer Incidence Mortality and Prevalence*), diperkirakan terdapat sekitar 20 juta kasus kanker baru dari tahun 2020 hingga 2022, dengan kanker paru-paru menjadi yang terbanyak pada pria (Bray et al., 2024). Di Indonesia, kanker paru-paru menyumbang sekitar 12,6% dari total kematian akibat kanker dan diperkirakan akan meningkat hampir dua kali lipat pada tahun 2040 (Andarini et al., 2023). Tingginya angka perokok pada usia produktif dan keterbatasan akses terhadap pengobatan modern menjadi tantangan tersendiri dalam pengendalian penyakit ini. Saat ini, pengobatan kanker paru-paru meliputi operasi, terapi radiasi, kemoterapi, dan terapi target (Dari et al., 2022). Namun, terapi-terapi tersebut sering kali disertai efek samping yang berat dan tingkat kekambuhan yang tinggi, sehingga membatasi efektivitasnya dan menurunkan kualitas hidup pasien. Dalam konteks ini, imunoterapi hadir sebagai pendekatan baru yang menjanjikan, terutama pada kanker paru jenis *Non-Small Cell Lung Cancer* (NSCLC) (Robot et al., 2021). Meskipun demikian, terapi ini tetap memerlukan biaya tinggi dan belum dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat

Permasalahan ini mendorong pencarian alternatif terapi yang lebih efektif, terjangkau, dan memiliki efek samping minimal. Salah satu pendekatan yang berkembang adalah penggunaan tanaman obat sebagai agen antikanker (Parmar et al., 2015). *Mimosa pudica* L. menjadi kandidat menarik untuk diteliti lebih lanjut, terutama karena senyawa-senyawa aktif di dalamnya menunjukkan potensi farmakologis, seperti aktivitas antiinflamasi, antimikroba, dan antikanker (Adurosakin et al., 2023). Dalam kanker paru-paru, khususnya yang melibatkan *Epidermal Growth Factor Receptor* (EGFR) masih sangat sedikit penelitian yang menggali interaksi spesifik antara senyawa dalam *Mimosa pudica* L. dengan target tersebut. Hal ini menunjukkan adanya celah yang dapat dieksplorasi lebih lanjut untuk mendukung pengembangan terapi kanker paru berbasis sumber daya lokal.

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi senyawa dari *Mimosa pudica* L. sebagai kandidat antikanker paru-paru melalui pendekatan *in silico*. Uji *in silico* menghasilkan nilai yang disebut *Rerank Score* (RS) atau energi ikatan, yang menggambarkan jumlah energi yang diperlukan untuk membentuk ikatan antara senyawa (ligan) dan protein target (reseptor) (Franco et al., 2022). Semakin rendah nilai energi ikatan, maka ikatan tersebut cenderung lebih stabil, yang berarti kemungkinan besar aktivitas biologis senyawa tersebut lebih tinggi (Kesuma et al., 2018). Pendekatan *in silico* telah menjadi alat penting dalam pengembangan obat modern karena dapat memodelkan interaksi molekuler secara efisien, dengan waktu dan biaya yang lebih rendah dibandingkan metode eksperimental (Ibrahim et al., 2021). Dalam penelitian ini, reseptor EGFR menjadi fokus utama karena perannya yang krusial dalam pertumbuhan dan penyebaran sel kanker paru (Sander et al., 2022). Melalui simulasi *molecular docking* dan *molecular dynamics*, interaksi antara senyawa dari *Mimosa pudica* L. dengan EGFR akan dianalisis untuk mengetahui sejauh mana afinitas dan stabilitas kompleks ligan-reseptor tersebut, serta mengidentifikasi senyawa yang berpotensi menjadi penghambat pertumbuhan sel kanker (Prasetyawati et al., 2021).

Sumber belajar biologi yang dihasilkan dari penelitian ini akan sangat berguna dalam bidang pendidikan biologi, khususnya dalam mengajarkan penerapan teknik *in silico* dalam penelitian biofarmasi dan biomedis. Hasil

penelitian ini dapat digunakan untuk mengajarkan aplikasi bioinformatika dalam sains, sehingga dapat meningkatkan minat siswa terhadap biologi molekuler dan teknologi modern dalam bidang biologi. Selain itu, penelitian ini juga relevan dengan pembelajaran berbasis kearifan lokal, karena memanfaatkan potensi tanaman obat seperti *Mimosa pudica* L. sebagai kandidat alternatif untuk pengobatan kanker paru-paru. Dengan demikian, artikel dan *booklet* yang dihasilkan dapat menjadi sumber belajar kontekstual yang mengintegrasikan teknologi dan sumber daya lokal dalam pendidikan biologi.

Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi potensi senyawa *Mimosa pudica* L. sebagai kandidat antikanker paru-paru dengan menggunakan pendekatan *in silico*, serta menghasilkan sumber belajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran biologi berupa artikel dan *booklet*. Penelitian ini berfokus pada *Epidermal Growth Factor Receptor* (EGFR) dalam kanker paru-paru, yang belum banyak diteliti interaksinya dengan senyawa-senyawa yang dimiliki oleh *Mimosa pudica* L. Selain mengembangkan alternatif terapi berbasis senyawa tanaman yang lebih berkelanjutan, penelitian ini juga mendukung eksplorasi tumbuhan lokal seperti *Mimosa pudica* L., menjadi sumber daya bernilai tinggi dalam bidang farmasi dan biologi. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan terapi kanker paru-paru yang lebih efektif dan terjangkau, sekaligus memperkaya materi ajar dalam pendidikan biologi dan farmasi yang relevan dengan isu keberlanjutan dan pemanfaatan sumber daya lokal.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Apa saja senyawa yang terdapat dalam tanaman *Mimosa pudica* L. yang memiliki aktivitas sebagai antikanker paru-paru?
- 1.2.2 Bagaimana hasil analisis *in silico* berbagai senyawa tersebut terhadap aktivitas antikanker paru-paru?

1.3 Definisi Operasional

Agar menghindari kesalahpahaman terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka peneliti mengemukakan beberapa definisi operasional sebagai berikut:

- 1.3.1 Potensi senyawa tumbuhan putri malu (*Mimosa pudica* L.) adalah potensi yang dimiliki senyawa kandungan metabolit sekunder pada *Mimosa pudica* L. Tumbuhan Putri Malu (*Mimosa pudica* L.) merupakan tanaman yang mudah tumbuh di berbagai daerah tropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini memiliki berbagai senyawa bioaktif, seperti stigmasterol, sitosterol, quercetin, betulinic acid, myricetin, β -sitosterol- β -D-glucoside, ergosteryl acetate, dan mimosine yang diketahui memiliki potensi sebagai agen terapeutik, termasuk aktivitas antikanker berdasarkan sumber artikel yang digunakan sebagai bahan penelitian. Senyawa-senyawa tersebut telah diuji dalam beberapa penelitian untuk aktivitas biologisnya terhadap berbagai penyakit, meskipun penelitian spesifik mengenai potensi antikankernya, terutama kanker paru-paru, masih terbatas. Oleh karena itu, eksplorasi lebih lanjut terhadap senyawa aktif dari *Mimosa pudica* L. menjadi penting untuk mengidentifikasi kemampuannya sebagai kandidat obat antikanker.
- 1.3.2 Metode *in silico* merupakan pendekatan berbasis komputer yang digunakan untuk memodelkan, mensimulasikan, dan memprediksi interaksi molekuler tanpa memerlukan eksperimen laboratorium. Dalam konteks penelitian obat, metode ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis hubungan antara senyawa aktif dengan target biologis, seperti protein kanker, dengan efisiensi yang tinggi. Analisis *in silico* dapat mencakup proses penambatan molekul, dinamika molekul, prediksi farmakokinetik, prediksi fisikokimia, dan toksisitas, sehingga mempermudah proses identifikasi kandidat obat potensial. Senyawa yang digunakan diambil dari artikel yang merujuk pada kandungan senyawa *Mimosa pudica* L. sebagai antikanker.
- 1.3.3 Kandidat antikanker yaitu merujuk pada senyawa atau molekul yang memiliki potensi untuk menghambat atau mencegah pertumbuhan dan penyebaran sel kanker. Dalam penelitian ini, kandidat antikanker

difokuskan pada senyawa bioaktif yang ditemukan dalam *Mimosa pudica* L., dengan target utama reseptor yang berperan dalam kanker paru-paru, seperti *Epidermal Growth Factor Receptor* (EGFR). Pemilihan kandidat dilakukan melalui analisis *in silico* untuk mengevaluasi afinitas pengikatan senyawa terhadap protein target, serta memprediksi sifat farmakokinetik dan toksitasnya. Digunakan 8 senyawa di antaranya stigmasterol, sitosterol, quercetin, betulinic acid, myricetin, β -sitosterol- β -D-glucoside, ergosteryl acetate, dan mimosine.

- 1.3.4 Sumber belajar biologi adalah segala bentuk informasi, media, atau bahan ajar yang digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran dalam bidang biologi. Sumber belajar yang dihasilkan dari penelitian ini berupa artikel ilmiah dan *booklet* yang membahas penggunaan teknologi bioinformatika, khususnya metode *in silico*, dalam mengidentifikasi kandidat obat antikanker berbasis senyawa bioaktif dari tanaman lokal seperti *Mimosa pudica* L. Artikel dan *booklet* ini bertujuan untuk memperkaya materi pembelajaran tentang aplikasi biologi molekuler dalam pengembangan obat, sekaligus meningkatkan pemahaman pembaca tentang relevansi teknologi modern dalam sains sebagai bahan bacaan untuk pembaca umum.

1.4 Tujuan Penelitian

- 1.4.1 Mendapatkan senyawa-senyawa dalam tanaman *Mimosa pudica* L. yang memiliki aktivitas sebagai antikanker paru-paru.
- 1.4.2 Menjelaskan hasil analisis *in silico* berbagai senyawa tersebut terhadap aktivitas antikanker paru-paru.

1.5 Kegunaan Penelitian

1.5.1 Kegunaan Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang bermanfaat, sekaligus menyumbangkan wawasan baru dalam bidang tanaman obat, biologi, bioinformatika, dan biokimia, baik bagi peneliti maupun pihak terkait lainnya.

1.5.2 Kegunaan Praktis

- 1.5.2.1** Bagi Peneliti, untuk menyajikan data ilmiah tentang potensi senyawa bioaktif dari *Mimosa pudica* L. yang dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai obat antikanker.
- 1.5.2.2** Bagi Pembaca, sebagai sumber informasi ilmiah yang baru dan diharapkan dapat menjadi referensi bagi pembaca dalam memahami manfaat tanaman obat.
- 1.5.2.3** Bagi Pendidikan, sebagai bahan pembelajaran biologi yang memperkenalkan tanaman *Mimosa pudica* L. sebagai kandidat antikanker paru-paru dan disajikan dalam bentuk artikel dan *booklet*.