

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit merupakan organ terluas pada tubuh manusia yang memiliki fungsi utama sebagai pelindung utama tubuh dari faktor-faktor eksternal, seperti paparan matahari, polusi, mikroba, dan paparan bahan kimia berbahaya. Kulit tersusun atas tiga lapisan, yaitu dermis, epidermis, dan hipodermis (subkutan). Seiring dengan bertambahnya usia kulit, lapisan-lapisan tersebut mengalami degenerasi yang disebut sebagai proses penuaan (Hussen *et al.*, 2025). Penuaan kulit dapat dibedakan menjadi dua yang didasarkan pada faktor penyebabnya, yaitu penuaan intrinsik dan penuaan ekstrinsik. Penuaan intrinsik mencerminkan penuaan sel kulit dan jaringan yang terprogram secara genetik seiring dengan bertambahnya usia. Sedangkan penuaan ekstrinsik atau yang disebut juga *skin photoaging* merupakan penuaan kulit yang disebabkan oleh faktor lingkungan seperti radiasi sinar ultraviolet (Naharro-Rodriguez *et al.*, 2025).

Penuaan kulit merupakan proses di mana kulit mengalami penurunan fungsi secara bertahap. Penuaan kulit tidak hanya berefek buruk pada estetika, melainkan juga berpengaruh pada kesehatan. Penuaan kulit ini menyebabkan kulit menjadi lebih rentan dan kemampuan regeneratifnya mengalami penurunan yang berefek pada penghambatan penyembuhan luka (Wang *et al.*, 2025). Selain itu penuaan kulit juga berdampak buruk pada aspek lain seperti

emosi negatif pada 34% (93/272) pria dan 59% (659/1126) wanita. Selain itu juga berdampak negatif pada kehidupan sosial sebanyak 14% (39/272) pria dan 17% (196/1126) wanita (Yang & Kundu, 2024). Karena efek buruk dari penuaan kulit tersebut, maka perlu adanya solusi untuk mengatasinya.

Faktor kunci dari *skin photoaging* adalah adanya aktivasi dari *Matrix Metalloproteinase* (MMP) yang merupakan keluarga enzim yang mendegradasi kolagen dan berbagai komponen matriks ekstraseluler kulit, terutama jenis MMP-1 atau yang disebut juga sebagai enzim kolagenase-1 (Zhu *et al.*, 2025). Aktivasi MMP-1 tersebut disebabkan oleh aktivasi *Mitogen Activated Protein Kinase* (MAPK) yang dipicu oleh adanya *Reactive Oxygen Species* (ROS) (Liu *et al.*, 2025). Adanya peningkatan MMP dapat menyebabkan degradasi matriks ekstraseluler kulit dan penurunan produksi kolagen. Dengan demikian, pengembangan inhibitor MMP dan MAPK dianggap sebagai strategi yang menjanjikan untuk terapi *anti aging* terutama pada *skin photoaging* (Murlistyarini & Dani, 2022).

Solusi dari permasalahan *skin photoaging* saat ini umumnya menggunakan berbagai produk kosmetika. Meskipun begitu, penggunaan kosmetika memiliki batasan. Batasan tersebut utamanya berkaitan dengan timbulnya efek iritasi pada kulit yang sensitif. Seperti retinol yang dapat membuat kulit mengalami pengelupasan, kemerahan, dan peradangan (Rahmat *et al.*, 2024). Berdasarkan permasalahan tersebut, penggunaan bahan alami dapat menjadi alternatif untuk mengatasi penuaan pada kulit (Atun *et al.*, 2024).

Salah satu tanaman yang diduga memiliki efek anti penuaan kulit terutama pada kasus *skin photoaging* adalah tanaman lidah buaya (*Aloe* sp.). Tanaman yang tergolong famili *Asphodelaceae* ini merupakan tanaman yang tumbuh di lingkungan kering dan tersebar di berbagai benua seperti Afrika, Asia, Eropa, dan Amerika. Lidah buaya memiliki umur hidup sekitar 12 tahun dan umumnya memerlukan waktu hingga 4 tahun untuk mencapai kematangan (Sharma *et al.*, 2022). Tanaman lidah buaya telah lama digunakan dalam berbagai pengobatan tradisional dan sebagai bahan kosmetika, terutama karena kandungan berbagai komponen bioaktif, seperti vitamin, enzim, polisakarida, dan asam amino. Komponen-komponen tersebut berkontribusi dalam formulasi perawatan kulit karena efeknya sebagai pelembab, anti-inflamasi, antimikroba, dan efek penyembuhan (Ziemlewska *et al.*, 2025).

Penelitian yang dilaksanakan menggunakan lidah buaya kultivar Kalimantan dan kultivar Semarang sebagai pembanding. Setiap jenis lidah buaya memiliki kandungan senyawa yang berbeda-beda, tak terkecuali pada dua jenis lidah buaya yang digunakan dalam penelitian ini. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh jenis varietasnya, maupun faktor lain berupa faktor lingkungan tempat tumbuhnya sampel (Hidayah *et al.*, 2025). Perbedaan antar lidah buaya tersebut menjadikan setiap jenis lidah buaya memiliki perbedaan potensi manfaat untuk kesehatan. Untuk mengetahui perbedaan potensi tersebut dapat dimulai dengan mengetahui perbedaan dari kandungan senyawa dari jenis lidah buaya yang digunakan. Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan dari kandungan senyawa dalam lidah buaya dapat

digunakan metode *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS). GC-MS merupakan metode analisis senyawa yang menggabungkan antara metode kromatografi gas dan spektrometri massa yang digunakan untuk mengidentifikasi zat yang terkandung dalam sampel. Metode ini cocok digunakan untuk identifikasi senyawa metabolit dengan polaritas rendah dan bersifat volatil. GC-MS dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan substansi tertentu dengan spesifisitas tinggi (Khalifea & Ali, 2025). Selain itu, metode GC-MS juga relatif lebih murah apabila dibandingkan dengan metode analisis senyawa lainnya, seperti *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LCMS) dan *Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry* (ICP-MS) (Tsikas, 2024). Dengan demikian penggunaan GC-MS cocok dan cukup dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan kandungan senyawa antar sampel lidah buaya.

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi senyawa yang terdapat dalam lidah buaya sebagai agen anti penuaan kulit salah satunya adalah metode penambatan molekuler. Penambatan molekuler merupakan sebuah metode berbasis komputer yang digunakan untuk menentukan interaksi antar molekul berupa prediksi afinitas pengikatan ligan terhadap protein reseptor (Agu *et al.*, 2025). Penambatan molekuler merupakan alat komputasional yang dapat digunakan untuk menemukan senyawa agen anti penuaan kulit melalui mekanisme prediksi interaksi antara agen terapeutik potensial (ligan) dengan protein target yang terlibat langsung dalam proses penuaan (Mechqoq *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilaksanakan penelitian mengenai potensi tanaman lidah buaya (*Aloe sp.*) sebagai *anti-photoaging* dengan pendekatan *penambatan molekuler* yang menargetkan MMP dan MAPK (ERK, P38, dan JNK) yang berperan penting dalam jalur *skin photoaging* sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan *skin photoaging*.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana perbandingan karakteristik morfologi lidah buaya (*Aloe sp.*) kultivar Kalimantan dengan kultivar Semarang sebagai pembanding?
- 1.2.2 Bagaimana perbandingan karakteristik molekuler lidah buaya (*Aloe sp.*) kultivar Kalimantan dengan kultivar Semarang sebagai pembanding primer RBCL dan ITS.
- 1.2.3 Bagaimana perbandingan komposisi senyawa antara lidah buaya (*Aloe sp.*) kultivar Kalimantan dan kultivar Semarang yang didasarkan pada hasil *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS).
- 1.2.4 Bagaimana perbandingan interaksi yang terbentuk antara senyawa yang terkandung dalam lidah buaya (*Aloe sp.*) kultivar Kalimantan dan kultivar Semarang dengan reseptor yang bertanggung jawab dalam penuaan kulit/*skin photoaging* secara *in silico*?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Menganalisis perbandingan karakteristik morfologi lidah buaya (*Aloe sp.*) kultivar Kalimantan dengan kultivar Semarang sebagai pembanding.

- 1.3.2 Memahami perbandingan karakteristik molekuler lidah buaya (*Aloe* sp.) kultivar Kalimantan dengan kultivar Semarang sebagai pembanding menggunakan penanda primer RBCL dan ITS.
- 1.3.3 Mengetahui perbandingan komposisi senyawa antara lidah buaya (*Aloe* sp.) kultivar Kalimantan dan kultivar Semarang yang didasarkan pada hasil *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS).
- 1.3.4 Menganalisis perbandingan interaksi yang terbentuk antara senyawa yang terkandung dalam lidah buaya (*Aloe* sp.) kultivar Kalimantan dan kultivar Semarang dengan reseptor yang bertanggung jawab dalam penuaan kulit/*skin photoaging* secara *in silico*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian yang dilaksanakan diantaranya adalah :

- 1.3.5 Menambah wawasan dalam bidang bioinformatika terkait pengungkapan potensi senyawa yang terkandung dalam tanaman melalui pendekatan teknologi komputasi.
- 1.3.6 Menjadi dasar untuk penelitian *in vitro* dan *in vivo* lebih lanjut terkait potensi senyawa yang terdapat dalam tanaman lidah buaya (*Aloe* sp.) sebagai agen anti penuaan kulit.
- 1.3.7 Menjadi data pendukung karakter morfologi dalam pemberian batasan takson lidah buaya kultivar Semarang dan Kalimantan.