

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kamboja (*Plumeria rubra* L.) merupakan spesies tanaman berbunga dari genus *Plumeria* dan termasuk dalam famili Apocynaceae yang tumbuh di wilayah beriklim tropis dan subtropis (Bihani, 2021). Tanaman ini tergolong jenis tanaman *succulent* yang mampu menyimpan air di seluruh bagian tubuhnya, sehingga dapat berbunga sepanjang tahun dan mudah beradaptasi dengan cuaca (Satifa *et al.*, 2020). Kamboja memiliki manfaat di bidang farmakologis, seperti bersifat antikanker, antidiabetes, antimikroba, dan antiinflamasi yang telah diuji secara *in vitro* maupun *in vivo* (Souza *et al.*, 2024). Jenis tanaman ini juga banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias, dengan variasi bentuk dan warna mahkota bunga yang menunjukkan adanya beragam varietas berdasarkan karakter morfologinya. Salah satu varietas yang umum ditemukan adalah *Plumeria rubra* var. *acutifolia* (Poir.) dengan karakteristik mahkota bunga berwarna putih dengan bagian tengah mahkota berwarna kuning (Malaspina *et al.*, 2024).

Tanaman kamboja berpotensi dikembangkan dari segi biologi reproduksinya untuk mendukung program persilangan dan pengembangan varietas. Bunga kamboja bersifat hermafrodit dengan posisi anther dan stigma berdekatan di dasar bunga sehingga memungkinkan penyerbukan sendiri (Win *et al.*, 2024). Namun, kemampuan penyerbukan tersebut tidak diikuti oleh keberhasilan fertilisasi antara gamet jantan dan betina. Penelitian Haber (1984) mencatat posisi stigma kamboja ada di bagian dasar tabung korola dan berada

di bawah lima stamen yang membentuk struktur menyerupai tudung. Susunan organ reproduksi tersebut menyebabkan polen mudah jatuh ke stigma dan memungkinkan terjadinya penyerbukan sendiri. Meskipun spesies *Plumeria rubra* mampu menghasilkan bunga dalam jumlah sangat banyak, yaitu sekitar 20.000 bunga per tahun, tingkat pembentukan buah secara alami tergolong sangat rendah, yaitu kurang dari 0,1% dari total bunga yang dihasilkan. Kondisi ini diduga terjadi karena adanya strategi reproduksi dikogami, yaitu pemisahan temporal kematangan gamet jantan dan betina. Dikogami diklasifikasikan menjadi protandri (gamet jantan matang terlebih dahulu) dan protogini (gamet betina matang terlebih dahulu) (Ou *et al.*, 2025).

Keberhasilan fertilisasi tanaman berbunga dipengaruhi oleh interaksi organ reproduktif jantan dan betina selama proses penyerbukan. Polen berperan sebagai organ generatif jantan yang membawa gamet jantan menuju gamet betina pada bakal biji (Cascallares *et al.*, 2020). Polen viabel mampu berkecambah dan membentuk tabung polen yang memanjang, sedangkan stigma harus berada pada kondisi reseptif agar dapat mendukung perkecambahan polen serta pertumbuhan tabung polen menuju gamet betina (Althiab-Almasaud *et al.*, 2024; Stokes & Geitmann, 2024; Sagili *et al.*, 2025). Ketidaksesuaian waktu kematangan polen dan stigma menyebabkan proses fertilisasi tidak berlangsung optimal sehingga pembentukan buah menjadi rendah (Sanjaya *et al.*, 2020).

Karakterisasi morfologi dan analisis fisiologis organ reproduktif antar fase perkembangan bunga meliputi *pre-anthesis*, *anthesis*, dan *post-anthesis*

merupakan komponen penting dalam memahami mekanisme reproduksi suatu spesies (Fagundes *et al.*, 2024). Karakter morfologi polen, seperti ukuran polen, bentuk polen, tipe aperture, dan ornamentasi eksin, dapat digunakan sebagai karakter pendukung dalam kajian reproduksi dan identifikasi spesies. Penelitian Iovane & Aronne (2022) pada tanaman tomat menunjukkan setiap fase pembungaan merepresentasikan tahapan perkembangan polen yang berbeda, mulai dari pembentukan mikrospora dan pematangan gametofit jantan, sehingga fase pembungaan dapat digunakan sebagai indikator perkembangan polen dalam bunga. Selain itu, menurut da Silva *et al.* (2024); Nascimento *et al.* (2025) analisis fisiologis melalui pengujian viabilitas polen dan reseptivitas stigma dapat memberikan informasi mengenai kemampuan reproduktif bunga pada setiap fase pembungaan.

Viabilitas polen dan reseptivitas stigma dapat berubah antar fase pembungaan karena perkembangan fisiologis organ reproduksi bunga. Penelitian Oliveira *et al.* (2026) pada berbagai spesies *Canistrum* menunjukkan adanya variasi viabilitas polen, dan reseptivitas stigma antar spesies. Viabilitas polen tertinggi ditemukan pada fase *anthesis* dan menurun pada fase *post-anthesis*, meskipun beberapa spesies masih mempertahankan viabilitas tinggi di fase *post-anthesis*. Selain itu, reseptivitas stigma juga berbeda pada setiap fase pembungaan yang ditunjukkan oleh perbedaan intensitas reaksi gelembung O₂ yang dihasilkan terhadap H₂O₂. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perbedaan spesies dapat memengaruhi tingkat viabilitas polen dan reseptivitas stigma selama fase pembungaan.

Germinasi *in vitro* menjadi salah satu metode yang digunakan untuk menguji viabilitas polen (Tushabe & Rosbakh, 2021). Metode ini digunakan untuk melihat kemampuan polen berkecambah dalam media yang mendukung. Media *Brewbaker & Kwack* adalah salah satu media yang banyak digunakan untuk perkecambahan *in vitro* polen karena kandungan nutrisi yang lengkap pada media tersebut (Weng *et al.*, 2023). Polen dikategorikan viabel apabila berhasil berkecambah membentuk tabung polen dengan panjang sama atau melebihi diameter polen (Samudra & Herawati, 2020).

Metode Kearns & Inouye (1993) digunakan untuk menguji tingkat reseptivitas stigma dengan melihat aktivitas enzim peroksidase pada permukaan stigma. Aktivitas enzim peroksidase pada stigma reseptif menandakan kesiapan kondisi stigma dalam menerima dan mendukung perkecambahan polen melalui proses hidrolisis (Sagili *et al.*, 2025). Larutan penguji H_2O_2 digunakan dalam pengujian dengan parameter intensitas gelembung O_2 dari hasil reaksi hidrolisis yang dikatalisis oleh enzim *peroxidase* pada permukaan stigma reseptif (Souza *et al.*, 2020).

Permasalahan kegagalan fertilisasi pada *Plumeria rubra* berkaitan dengan organ reproduktif seperti polen, stigma, serta kesesuaian waktu kematangan keduanya. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengamatan morfologi dan analisis fisiologis organ reproduktif *Plumeria rubra* var. *acutifolia* (Poir.) khususnya morfologi dan viabilitas polen serta reseptivitas stigma pada tiga fase pembungaan, *pre-anthesis*, *anthesis*, dan *post-anthesis*.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana morfologi polen kamboja pada setiap fase pembungaan?
- 1.2.2 Bagaimana persentase tingkat viabilitas polen kamboja pada setiap fase pembungaan dan waktu inkubasi?
- 1.2.3 Pada fase pembungaan yang manakah stigma kamboja mencapai tingkat reseptivitas optimal?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Mengidentifikasi dan mendeskripsikan morfologi polen kamboja pada berbagai fase pembungaan.
- 1.3.2 Menganalisis persentase viabilitas polen kamboja pada setiap fase pembungaan dan waktu inkubasi.
- 1.3.3 Mengetahui fase pembungaan yang tepat untuk stigma kamboja mencapai tingkat reseptif optimal.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memperkaya pengetahuan tentang biologi reproduksi tanaman hias tropis, khususnya mengenai hubungan antara struktur anatomi bunga dengan keberhasilan penyerbukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam upaya penyerbukan buatan, perbanyakan generatif kamboja, persilangan serta mendukung pemuliaan tanaman hias yang adaptif terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi penelitian lanjutan yang menggunakan pendekatan morfologi dan fisiologi reproduktif dalam mengkaji tanaman berbunga lainnya.