

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb) merupakan salah satu komoditi perkebunan unggulan Sumatera Barat penghasil senyawa polifenol yang diekstrak dari daun dan ranting (Ermianti dan Rosmeilisa, 2001). Senyawa polifenol yang terkandung pada gambir antara lain katekin, tanin, epikatekin, quersetin, epigallocatekin, serta senyawa turunannya yang memiliki beragam manfaat (Ariyanti dan Aditya, 2016). Gambir memiliki sifat bioaktif, antara lain antibakteri, farmakologis, astringensi dan sifat toksik tertentu. Karakteristik ini menjadikan gambir dimanfaatkan secara luas di sektor farmasi, obat-obatan, penyamakan kulit, serta berbagai industri lainnya (Harnis *et al.*, 2021).

Berdasarkan Direktorat Jenderal Perkebunan (2026), luas perkebunan gambir di Indonesia mencapai 33.669 ha dengan produksi sebesar 53.468 ton. Berdasarkan data produksi tersebut, Sumatera Barat menyumbang sekitar 87% dari total produksi gambir nasional. Selain memenuhi kebutuhan dalam negeri, gambir Indonesia juga merupakan komoditas ekspor dengan India sebagai tujuan utama yang menyerap 97,62% total ekspor pada tahun 2024. Meskipun memiliki nilai ekonomi tinggi, produktivitas gambir nasional masih belum mencapai produktivitas optimum sebesar 2,1 ton/ha (Sastrahidayat dan Soemarno, 1991).

Produktivitas dan mutu produk gambir yang belum optimum disebabkan oleh praktik budidaya dan pengolahan pascapanen yang belum optimal serta minimnya dukungan teknologi (Oktavia dan Darwanto, 2019). Selain itu, metode tradisional memiliki keterbatasan karena kandungan metabolit sekunder tanaman gambir baru dapat diketahui atau ditentukan setelah tanaman berumur 1 hingga 1,5 tahun (Zainal *et al.*, 2022). Di sisi lain produksi metabolit sekunder di lapangan sering kali tidak stabil akibat faktor geografis, musim, dan lingkungan (Fazili *et al.*, 2022).

Kultur *in vitro* dikembangkan sebagai alternatif produksi metabolit sekunder yang tidak bergantung pada produktivitas tanaman di lapangan. Pendekatan ini, seperti kultur sel dan suspensi sel, berpotensi meningkatkan produksi metabolit sekunder dibandingkan tanaman lapangan apabila

dikombinasikan dengan optimasi media, ZPT, dan pemberian elisitor (Sulichantini, 2015; Wawrosch dan Zotchev, 2021). Salah satu tahapan penting dalam kultur *in vitro* adalah induksi kalus yang umumnya menggunakan media dasar *Murashige and Skoog* (MS), terutama pada tanaman berkayu (Novitasari *et al.*, 2022). Media tersebut dikombinasikan dengan ZPT golongan auksin, seperti 2,4-D, dan sitokinin, seperti BAP, untuk menginduksi pembentukan dan proliferasi kalus. Kalus yang telah terbentuk dan mengalami pertumbuhan stabil selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan untuk tahap elisitasi guna meningkatkan produksi metabolit sekunder yang diinginkan. Bahan tanaman hasil kultur *in vitro* juga lebih mudah diekstraksi dan dimurnikan (Fazili *et al.*, 2022), serta memiliki keunggulan berupa waktu panen singkat, hasil tinggi, dan tidak terpengaruh kondisi iklim (Espinosa-Leal *et al.*, 2018). Oleh karena itu, pemberian elisitor menjadi salah satu strategi yang banyak dikembangkan untuk mengoptimalkan akumulasi metabolit sekunder pada kultur *in vitro*.

Elisitor merupakan senyawa aktif yang dapat memicu pembentukan metabolit sekunder dengan mengaktifkan mekanisme pertahanan pada tanaman (Retnaningati *et al.*, 2021). Penggunaan elisitor dalam kultur kalus tidak hanya meningkatkan jumlah flavonoid yang dihasilkan, tetapi juga memperkuat kemampuan tanaman dalam memproduksi berbagai senyawa bioaktif lainnya (Syam *et al.*, 2024). Beberapa elisitor yang telah diuji pada kalus gambir, seperti Ca^{2+} , Cu^{2+} , serta kombinasi Cu^{2+} dengan UV, belum efektif meningkatkan kadar katekin. Penelitian Putri *et al.* (2025), melaporkan bahwa Cu^{2+} tidak meningkatkan katekin meskipun terdeteksi senyawa bioaktif lain melalui HPLC. Demikian pula, Dias *et al.* (2025), menyatakan bahwa Ca^{2+} tidak menginduksi pembentukan katekin, tetapi menghasilkan puncak kromatogram tinggi yang menunjukkan adanya turunan katekin. Elisitor lain yang diuji pada penelitian ini yaitu *Polyethylene Glycol* (PEG) 6000.

PEG 6000 dipilih sebagai elisitor karena merupakan polimer non ionik yang larut dalam air dan mampu menurunkan potensial air dalam medium tanpa menimbulkan toksisitas, sehingga dapat digunakan untuk menyimulasikan kondisi cekaman kekeringan (Hapsari *et al.*, 2017). Cekaman ini dapat mengubah proses fisiologis dan biokimia tanaman, memengaruhi metabolisme primer, serta

menstimulasi metabolisme sekunder yang menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, termasuk polifenol (Ahmad *et al.*, 2020). Selain itu, cekaman osmotik yang diinduksi PEG meningkatkan pembentukan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*) ROS. Sebagai respons terhadap akumulasi spesies oksigen reaktif tanaman mengaktifkan sistem pertahanan antioksidatif, baik secara enzimatis maupun nonenzimatis (Sahoo *et al.*, 2020). Akumulasi ROS juga mengaktifkan jalur fenilpropanoid yang berperan dalam biosintesis berbagai metabolit sekunder, seperti senyawa fenolik dan flavonoid, sebagai bagian dari respons terhadap cekaman abiotik (Hou *et al.*, 2023). Sebagian besar metabolit ini berperan sebagai antioksidan yang membantu tanaman melawan cekaman kekeringan dan mengurangi kerusakan akibat stres oksidatif.

Fakhri (2010) membuktikan bahwa penambahan PEG 6000 mampu meningkatkan produksi metabolit sekunder katekin pada tanaman *Theobroma cacao*, dengan kandungan katekin tertinggi mencapai 0,1151% pada pemberian PEG 6000 konsentrasi 1%. Berdasarkan penelitian Surya (2012), pada kalus batang (*Spilanthes acmella* Murr.) senyawa fenolik hanya terdeteksi pada perlakuan dengan PEG 6000 4%. Selain itu, penelitian Sa'diyah (2019), menunjukkan bahwa elisitasi kalus delima hitam (*Punica granatum* L.) dengan penambahan 5% PEG 6000 menghasilkan respons optimum berupa peningkatan kandungan flavonoid hingga 30,89 mg/g. Hingga saat ini, efektivitas PEG 6000 dalam menginduksi biosintesis katekin pada kalus gambir masih belum diketahui, meskipun senyawa ini telah terbukti mampu meningkatkan produksi metabolit sekunder pada berbagai spesies tanaman.

Senyawa metabolit sekunder seperti polifenol dan flavonoid dikenal memiliki aktivitas antioksidan tinggi yang berperan penting dalam menetralkan radikal bebas serta mencegah kerusakan oksidatif pada sel (Dewi *et al.*, 2018). Katekin sebagai salah satu golongan polifenol juga memiliki aktivitas antioksidan, sehingga peningkatan kandungannya diperkirakan berkorelasi dengan peningkatan aktivitas antioksidan. Korelasi negatif antara total fenolik dan nilai IC₅₀ pada ekstrak etanol kubis ungu menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar fenolik, semakin kuat aktivitas antioksidannya (Gultom *et al.*, 2021). Aktivitas antioksidan tersebut dapat diuji menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*),

yang umum digunakan untuk menilai kemampuan senyawa dalam menangkap radikal bebas secara efektif (Wulansari dan Chairul, 2011).

Pengukuran aktivitas antioksidan dapat memberikan gambaran mengenai aktivitas biologis metabolit sekunder, sedangkan keberadaan dan distribusi senyawa tersebut dalam jaringan tanaman dapat diamati melalui uji histokimia. Untuk mengetahui beberapa kandungan metabolit sekunder dalam sel atau jaringan secara kualitatif perlu dilakukan pengujian histokimia. Reagen khusus ditambahkan pada organ atau jaringan supaya menghasilkan warna yang spesifik sehingga dapat membuktikan keberadaan senyawa kimia tersebut (Maghfiroh *et al.*, 2018).

Berdasarkan hal tersebut, penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul “Pengaruh konsentrasi *polyethylene glycol* 6000 terhadap kalus gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb). Secara *In vitro*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi *polyethylene glycol* 6000 terhadap pertumbuhan kalus, profil histokimia, aktivitas antioksidan, dan kandungan katekin kalus gambir?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *polyethylene glycol* 6000 terhadap pertumbuhan kalus, profil histokimia, aktivitas antioksidan, dan kandungan katekin kalus gambir.

D. Manfaat Penelitian

Memberikan informasi ilmiah tentang hubungan antara kondisi stres osmotik dan produksi senyawa bioaktif (fitokimia dan antioksidan) pada kultur jaringan gambir. Menambah referensi dalam bidang kultur jaringan tanaman, khususnya mengenai pemanfaatan elisitor untuk peningkatan produksi senyawa bioaktif seperti katekin dan senyawa antioksidan.