

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang memiliki peran besar dalam perekonomian nasional dan perdagangan internasional. Indonesia sebagai negara tropis dengan keragaman hayati tinggi menempati posisi penting sebagai produsen kopi terbesar keempat di dunia, setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Terdapat tiga spesies kopi utama yang dibudidayakan di Indonesia, yaitu *Coffea arabica*, *Coffea canephora* (robusta), dan *Coffea liberica* (Ramadhillah & Masjud, 2024). Dari ketiga jenis tersebut, kopi liberika merupakan spesies yang masih kurang dieksplorasi namun memiliki potensi besar untuk dikembangkan, khususnya di wilayah Provinsi Jambi. Kopi liberika dikenal memiliki adaptasi yang baik terhadap lahan marginal dan ketahanan terhadap penyakit, serta karakteristik buah dan rasa yang unik, sehingga memiliki nilai tambah tersendiri di pasar kopi lokal maupun global (Kulsum, 2023).

Namun, pengembangan kopi liberika secara agronomis masih menghadapi kendala, terutama dalam aspek perbanyakan tanaman. Metode konvensional seperti perbanyakan melalui biji seringkali menghasilkan keturunan yang bervariasi secara genetik, sementara metode stek menunjukkan tingkat keberhasilan yang rendah dan pertumbuhan bibit yang lambat (Metode *et al.*, 2009). Permasalahan ini menghambat ketersediaan bibit unggul secara masif dan berkelanjutan. Untuk menjawab tantangan ini, pendekatan bioteknologi melalui teknik kultur jaringan tanaman menjadi salah satu solusi yang menjanjikan.

Kultur jaringan memungkinkan perbanyakan tanaman secara cepat, seragam, dan dalam jumlah besar. Teknik ini juga memungkinkan pemeliharaan kemurnian genetik dan bebas patogen. Salah satu tahapan awal yang sangat penting dalam proses kultur jaringan adalah induksi dan proliferasi kalus, yaitu pembentukan massa sel tidak terdiferensiasi dari jaringan eksplan tanaman. Kalus ini kemudian dapat diarahkan menuju regenerasi tanaman melalui dua jalur: organogenesis atau embriogenesis somatik. Keberhasilan pembentukan kalus secara efisien sangat tergantung pada kondisi media, terutama jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan (Ibrahim *et al.*, 2016).

Dengan memperhatikan pentingnya keberhasilan perbanyakan kopi Liberika secara *in vitro*, penelitian ini difokuskan pada dua aspek utama. Pertama, mengoptimalkan kombinasi konsentrasi ZPT 2,4-D dan BAP dalam mendukung pembentukan dan pertumbuhan kalus kopi Liberika. Kalus yang dihasilkan dari induksi ini menjadi titik awal penting bagi tahap regenerasi berikutnya. Kedua, mengevaluasi dan mengoptimalkan pengaruh kombinasi konsentrasi IAA dan BAP dalam proses induksi embriogenesis somatik dari kalus embriogenik. Kedua pendekatan ini sangat penting untuk mengatasi kendala regenerasi embrio somatik yang belum optimal dan untuk memperbanyak kalus embriogenik yang efisien secara kualitas dan kuantitas. Salah satu tahap penting dalam kultur jaringan adalah pembentukan kalus, yang menjadi dasar untuk regenerasi tanaman (Lizawati *et al.*, 2020a). Kalus adalah massa sel-sel yang tidak terdiferensiasi, yang terbentuk sebagai respons terhadap perlakuan teknik kultur jaringan, dan proses ini sangat bergantung pada penggunaan zat pengatur tumbuh yang tepat. Seperti auksin dan sitokinin, memainkan peran kunci dalam mendukung proses induksi kalus serta regenerasi sel-sel tanaman. Auksin, misalnya 2,4-D, dikenal efektif dalam merangsang dediferensiasi sel (Syahid & Seti, 2022), sedangkan sitokinin seperti BAP mendukung pembelahan sel serta diferensiasi jaringan (Avivi *et al.*, 2022).

Interaksi antara auksin dan sitokinin dalam media kultur sangat krusial, karena konsentrasi yang berbeda dapat menghasilkan respons morfogenetik yang bervariasi. Penelitian pada tanaman Kopi Liberika menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi 2,4-D dan BAP tertentu dapat memaksimalkan efisiensi pembentukan kalus (Lizawati *et al.*, 2020a). Sementara itu, penelitian pada tanaman Kopi Robusta Unggul Lampung, penggunaan 2,4-D berperan penting dalam induksi kalus primer, yang merupakan langkah awal dalam proses embriogenesis somatik (Hapsoro *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan Optimasi kombinasi konsentrasi 2,4-D dan BAP secara spesifik pada kopi liberika, yang hingga kini belum banyak dikaji secara ilmiah.

Meskipun sejumlah studi telah mengkaji efek kombinasi 2,4-D dan BAP pada pembentukan kalus berbagai tanaman, termasuk *Coffea arabica* (Avila-Victor *et al.*, 2023; Ibrahim *et al.*, 2018) dan *Coffea canephora* (Hapsoro *et al.*, 2019; Ibrahim & Hartati, 2017). Data ilmiah yang secara khusus membahas respons

Coffea liberica masih sangat terbatas. Kekurangan informasi ini menjadi hambatan dalam pengembangan protokol kultur jaringan yang sesuai untuk kopi liberika. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan guna mengoptimalkan penggunaan kombinasi 2,4-D dan BAP dalam mendukung pembentukan kalus pada kopi liberika.

Selanjutnya induksi embriogenesis somatik, yaitu proses pembentukan embrio tanaman dari sel-sel somatik tanpa melalui proses fertilisasi. Embriogenesis somatik menjadi teknik regenerasi yang sangat diandalkan karena mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar yang identik secara genetik dengan tanaman induk, serta memiliki efisiensi tinggi dalam skala komersial. Proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang diterapkan. Dalam kajian ini, auksin seperti *Asam Indol Asetat* (IAA) berfungsi dalam mendorong dediferensiasi dan proliferasi sel-sel kalus, sedangkan sitokinin seperti *Benzilaminopurin* (BAP) berperan penting dalam pembelahan sel dan diferensiasi jaringan (Ardiyani *et al.*, 2020, 2021). Pemilihan kombinasi yang tepat antara IAA dan BAP sangat relevan dan menentukan keberhasilan embriogenesis somatik pada kalus. Penelitian pada berbagai spesies menunjukkan bahwa kombinasi IAA dan BAP tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi, tetapi juga oleh genotipe tanaman dan jenis eksplan yang digunakan. Misalnya, pada varietas murbei (*Morus spp.*), kombinasi IAA dan BAP (1,5 mg/l IAA dan 1,0 mg/l BAP) menghasilkan persentase tunas dan kecambah tertinggi pada varietas S13, yaitu masing-masing sebesar 77,52% dan 81,91% (Ahalya,BN, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi IAA+BAP dapat memberikan respons regeneratif yang tinggi tergantung pada genotipe tanaman. Hasil serupa juga dilaporkan oleh (Tiwari *et al.*, 2021) pada tanaman *Embelia tsjeriam-Cottam*, di mana kombinasi BAP 3,0 mg/l dan IAA 1,0 mg/l menghasilkan rata-rata 22 pucuk dengan tinggi sekitar 6,16 cm dari eksplan nodal. Temuan ini menguatkan bahwa efektivitas kombinasi IAA dan BAP dalam mendukung regenerasi sangat tergantung pada kesesuaian konsentrasi dan karakteristik fisiologis spesies atau varietas yang digunakan.

Penelitian oleh (Ardiyani *et al.*, 2021) menyatakan bahwa penyesuaian konsentrasi auksin dan sitokinin dapat mengoptimalkan kualitas dan berat embrio somatik dari kopi liberika. Penelitian lebih lanjut juga menunjukkan bahwa

kombinasi ZPT yang tepat mempengaruhi kecepatan munculnya embrio, serta meningkatkan jumlah embrio yang dihasilkan dan parameter pertumbuhan kalus. Ini memberikan panduan praktis bagi pengembang kopi dalam merumuskan protokol kultur jaringan yang lebih efisien.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan mengenai pengaruh IAA dan BAP dalam konteks embriogenesis somatik, masih terdapat ruang bagi studi lebih mendalam untuk memahami secara komprehensif interaksi antara dua ZPT ini dalam konteks tanaman kopi liberika. Dengan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana konsentrasi ZPT dapat mempengaruhi proses biokimia dalam kalus (Ardiyani *et al.*, 2020, 2021).

Dengan demikian, Penelitian pertama bertujuan untuk Optimasi pengaruh konsentrasi 2,4-D dan BAP terhadap pembentukan dan pertumbuhan kalus kopi liberika. Penelitian kedua bertujuan untuk Optimasi pengaruh konsentrasi IAA dan BAP terhadap induksi embriogenesis somatik dari kalus embriogenik yang telah dihasilkan. Melalui kedua Penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan protokol kultur jaringan yang lebih efisien dan aplikatif untuk mendukung program perbanyakan dan pengembangan budidaya kopi liberika secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Perbanyakan tanaman kopi liberika (*Coffea liberica*) secara *in vitro* dengan teknik embriogenesis somatik merupakan salah satu cara yang menjanjikan untuk menghasilkan bibit unggul dalam jumlah besar dan seragam. Namun, proses ini masih menghadapi beberapa kendala, terutama dalam tahap pembentukan kalus embriogenik dan embrio somatik. Kalus yang terbentuk belum semuanya mampu berkembang menjadi embrio, dan jumlah embrio yang dihasilkan juga belum maksimal.

Salah satu penyebab dari masalah tersebut adalah belum tepatnya jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan dalam media tanam. Proses pembentukan kalus dan embrio sangat bergantung pada zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin. Auksin, seperti 2,4-D dan IAA, berfungsi untuk memicu terbentuknya kalus dan memulai proses embriogenesis. Sementara itu, sitokinin seperti BAP membantu dalam pembelahan sel dan pembentukan struktur

embrio. Oleh karena itu, penting untuk mencari kombinasi dan konsentrasi ZPT yang tepat agar proses pembentukan kalus embriogenik dan embrio somatik dapat berlangsung lebih optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan dan karakteristik kalus kopi liberika secara in vitro.
2. Mengkaji pengaruh kombinasi konsentrasi IAA dan BAP terhadap induksi dan perkembangan embrio somatik dari kalus embriogenik kopi liberika.
3. Menentukan kombinasi zat pengatur tumbuh yang paling efektif dalam meningkatkan ukuran, berat, dan persentase pembentukan embrio somatik pada kopi liberika.

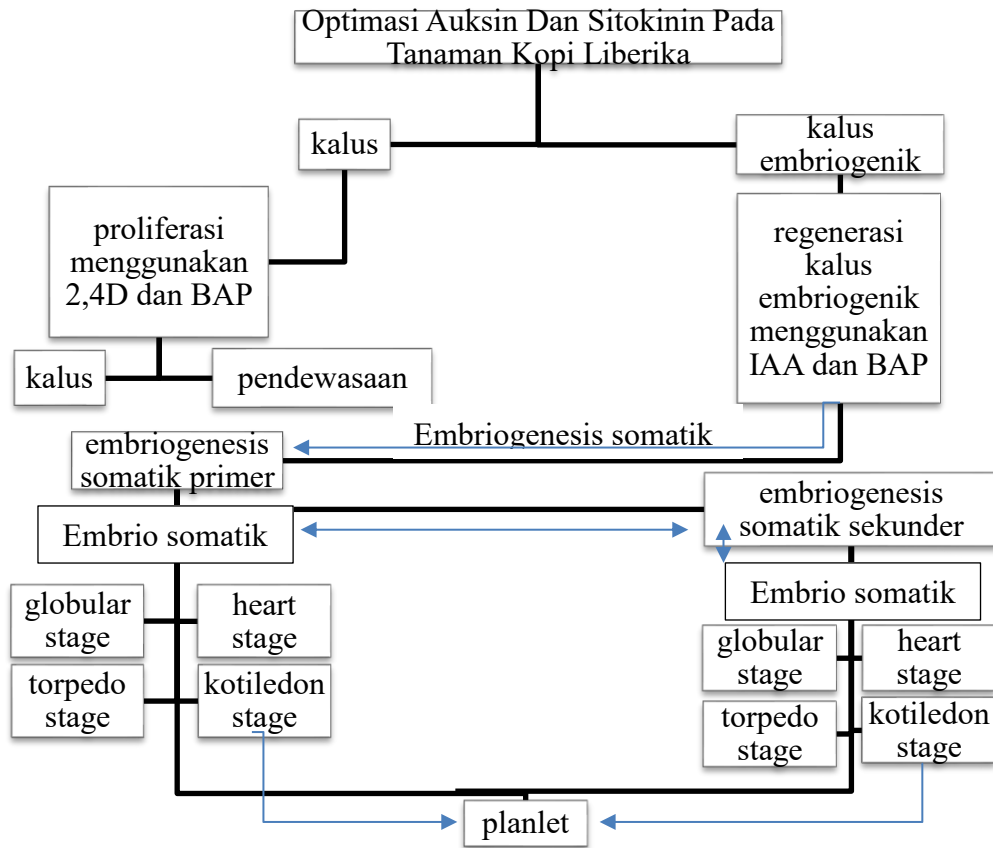
1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini akan menambah wawasan ilmiah di bidang bioteknologi tanaman, khususnya terkait dengan proses proliferasi dan regenerasi kalus embriogenik pada kopi Liberika. Selain itu, penelitian ini dapat memperkaya data ilmiah mengenai pengaruh serta interaksi kombinasi zat pengatur tumbuh, yaitu auksin dan sitokinin, dalam mengoptimalkan teknik embriogenesis somatik, yang juga dapat dijadikan dasar pengembangan teknik serupa untuk tanaman berkayu tropis lainnya.

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat membantu mengoptimalkan metode perbanyakan tanaman kopi Liberika secara in vitro, sehingga mampu menghasilkan bibit yang seragam, berkualitas tinggi, dan bebas penyakit. Penelitian ini juga diharapkan menjadi solusi atas kendala perbanyakan konvensional yang dihadapi akibat sifat penyerbuk silang pada kopi Liberika, yang menyebabkan tingginya variasi genetik. Selain itu, metode kultur jaringan yang dikembangkan dapat mempercepat penyediaan bibit unggul untuk mendukung industri perkebunan dan lembaga penelitian, khususnya di wilayah sentra produksi kopi seperti Jambi. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi meningkatkan produktivitas dan daya

saing kopi Liberika di pasar nasional maupun global, sekaligus memperkuat keberlanjutan industri kopi di Indonesia.

1.5 Bagan Alur



Gambar 1. Bagan alur Optimasi auksin dan sitokinin pada tanaman kopi liberika