

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, khususnya pada tanaman hortikultura. Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki potensi untuk terus dikembangkan adalah jambu Jamaika (*Syzygium malaccense* L.). Tanaman ini termasuk ke dalam famili Myrtaceae dan dikenal memiliki adaptasi yang baik pada daerah tropis. Jambu Jamaika memiliki buah berukuran relatif besar dengan warna merah hingga merah kehitaman saat masak, tekstur daging buah yang tebal, rasa manis, serta kandungan air yang tinggi sehingga banyak diminati oleh masyarakat. Selain sebagai buah konsumsi, tanaman ini juga memiliki prospek ekonomi yang cukup baik karena nilai jualnya relatif tinggi dibandingkan beberapa jenis jambu lainnya. Oleh karena itu, pengembangan budidaya jambu Jamaika perlu terus ditingkatkan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat (Prasniewski et al., 2021).

Selain memiliki nilai ekonomi, jambu Jamaika juga berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Berbagai penelitian melaporkan bahwa tanaman dari genus *Syzygium* mengandung metabolit sekunder berupa senyawa fenolik, flavonoid, tanin, antosianin, dan berbagai senyawa antioksidan lainnya. Senyawa tersebut berfungsi sebagai penangkal radikal bebas dan berpotensi dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, maupun kosmetik. Prasniewski et al. (2021) menyatakan bahwa *Syzygium malaccense* merupakan salah satu spesies yang memiliki aktivitas antioksidan cukup tinggi sehingga berpotensi dikembangkan tidak hanya sebagai tanaman buah, tetapi juga sebagai sumber bahan baku alami yang bernilai tambah. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustiningrum (2023).

Meskipun memiliki potensi yang besar, pengembangan budidaya jambu Jamaika masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam penyediaan bibit unggul. Ketersediaan bibit yang berkualitas merupakan faktor penting dalam keberhasilan budidaya karena akan menentukan pertumbuhan tanaman,

produktivitas, ketahanan terhadap cekaman lingkungan, serta keseragaman hasil panen. Bibit yang baik harus berasal dari tanaman induk yang unggul, bebas dari hama dan penyakit, serta memiliki vigor yang tinggi sehingga mampu tumbuh dengan optimal setelah ditanam di lapangan. (Sharma & Kathayat, 2021).

Selama ini, perbanyakan jambu Jamaika masih banyak dilakukan secara konvensional melalui biji maupun perbanyakan vegetatif seperti cangkok, okulasi, dan sambung pucuk. Perbanyakan secara generatif menggunakan biji memiliki kelemahan karena menghasilkan keragaman genetik yang tinggi sehingga sifat tanaman anakan sering kali berbeda dengan tanaman induknya. Selain itu, tanaman hasil perbanyakan biji memerlukan waktu yang lebih lama untuk memasuki fase produktif. Sementara itu, metode vegetatif mampu mempertahankan sifat unggul tanaman induk, tetapi jumlah bibit yang dihasilkan relatif sedikit, memerlukan tanaman induk yang cukup banyak, dan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses produksinya. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan bibit unggul belum dapat dipenuhi secara optimal. (Sharma & Kathayat, 2021)

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah teknik kultur jaringan atau kultur *in vitro*. Kultur jaringan merupakan metode perbanyakan tanaman dengan menumbuhkan bagian tanaman berupa sel, jaringan, maupun organ pada media buatan yang mengandung unsur hara lengkap dan zat pengatur tumbuh dalam kondisi aseptik. Teknik ini memanfaatkan sifat totipotensi sel tanaman, yaitu kemampuan setiap sel tanaman untuk berkembang menjadi individu baru apabila berada pada kondisi lingkungan yang sesuai. Melalui teknik kultur jaringan, bibit tanaman dapat diproduksi dalam jumlah besar, memiliki sifat yang seragam, bebas dari sebagian besar patogen, serta dapat diproduksi sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim (Soumare et al., 2021).

Selain sebagai metode perbanyakan massal, kultur jaringan juga memiliki peranan penting dalam konservasi plasma nutfah dan pelestarian tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Teknologi ini telah banyak diterapkan pada berbagai tanaman hortikultura, tanaman perkebunan, maupun tanaman kehutanan

karena mampu mempercepat proses penyediaan bahan tanam berkualitas. Keberhasilan teknik kultur jaringan dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya jenis eksplan, kondisi fisiologis tanaman induk, komposisi media kultur, penggunaan zat pengatur tumbuh, kondisi lingkungan kultur, serta penerapan teknik aseptik selama proses kultur berlangsung (Soumare et al., 2021).

Salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan kultur jaringan adalah pemilihan eksplan. Eksplan merupakan bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan awal dalam proses kultur in vitro. Bagian tanaman yang dapat dijadikan eksplan meliputi akar, batang, daun, pucuk, tunas, bunga, embrio, maupun jaringan meristem. Setiap jenis eksplan memiliki tingkat keberhasilan regenerasi yang berbeda bergantung pada umur jaringan, kondisi fisiologis tanaman, dan kemampuan sel untuk melakukan pembelahan. (Soumare et al., 2021).

Di antara berbagai jenis eksplan, tunas muda merupakan salah satu bahan tanam yang paling banyak digunakan dalam penelitian kultur jaringan, terutama pada tanaman berkayu. Tunas muda memiliki jaringan meristematik yang masih aktif membelah sehingga kemampuan regenerasinya lebih tinggi dibandingkan jaringan yang telah tua. Selain itu, penggunaan tunas muda juga mampu mempertahankan sifat genetik tanaman induk karena proses regenerasi berlangsung secara langsung melalui organogenesis tanpa melalui fase kalus yang panjang. Dengan demikian, peluang terjadinya variasi somaklonal dapat diminimalkan sehingga bibit yang dihasilkan memiliki keseragaman genetik yang lebih baik. (Ribeiro et al., 2021).

Meskipun demikian, penggunaan tunas muda sebagai eksplan juga memiliki kendala, yaitu tingginya risiko kontaminasi oleh mikroorganisme yang berasal dari permukaan maupun jaringan tanaman. Eksplan yang diambil langsung dari lapangan umumnya membawa berbagai jenis bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya yang dapat tumbuh dengan cepat pada media kultur. Kondisi media yang kaya akan unsur hara menyebabkan mikroorganisme berkembang lebih cepat dibandingkan jaringan tanaman sehingga dapat menghambat pertumbuhan eksplan bahkan menyebabkan kegagalan kultur. Oleh

karena itu, diperlukan suatu metode sterilisasi yang efektif agar eksplan tetap hidup, bebas kontaminasi, dan mampu tumbuh secara optimal pada media kultur (Anggoro et al.,2021).

Keberhasilan kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keberhasilan tahap inisiasi kultur. Tahap ini merupakan proses awal penanaman eksplan pada media kultur yang menentukan keberlangsungan pertumbuhan eksplan pada tahap selanjutnya. Salah satu kendala utama pada tahap inisiasi adalah tingginya tingkat kontaminasi oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Kontaminasi dapat berasal dari permukaan eksplan, jaringan internal tanaman (*endofit*), media kultur, peralatan, maupun lingkungan kerja selama proses inokulasi. Apabila kontaminasi tidak dapat dikendalikan, mikroorganisme akan tumbuh lebih cepat dibandingkan eksplan karena media kultur mengandung unsur hara dan gula yang juga mendukung pertumbuhan mikroba. Akibatnya, eksplan mengalami persaingan dalam memperoleh nutrisi, mengeluarkan senyawa toksik, mengalami pembusukan, hingga akhirnya mati (Sivanesan et al., 2021).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan proses sterilisasi eksplan sebelum penanaman pada media kultur. Sterilisasi eksplan merupakan perlakuan awal yang bertujuan menghilangkan atau menekan jumlah mikroorganisme yang menempel pada permukaan jaringan tanaman tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan hidup. Proses sterilisasi harus dilakukan secara tepat karena keberhasilannya sangat menentukan persentase eksplan hidup pada tahap inisiasi. Metode sterilisasi yang digunakan umumnya melibatkan pencucian menggunakan air mengalir, deterjen, fungisida, bakterisida, alkohol 70%, serta larutan natrium hipoklorit (NaOCl) dengan berbagai konsentrasi dan lama perendaman yang disesuaikan dengan karakteristik tanaman. Rahmadi et al. (2019) serta Admojo dan Prasetyo (2016) juga menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi bahan sterilan dan tahapan pra-sterilisasi dapat membantu menekan tingkat kontaminasi pada eksplan tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari (2025).

Keberhasilan sterilisasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis tanaman, sumber eksplan, umur jaringan, jenis bahan sterilan, konsentrasi larutan,

serta lama waktu perendaman. Penggunaan bahan sterilan dengan konsentrasi yang terlalu rendah sering kali tidak mampu menghilangkan mikroorganisme sehingga tingkat kontaminasi masih tinggi. Sebaliknya, penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi atau waktu perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan kerusakan jaringan, pencokelatan (*browning*), penurunan viabilitas sel, bahkan kematian eksplan. Oleh karena itu, diperlukan optimasi metode sterilisasi agar diperoleh keseimbangan antara kemampuan mengendalikan kontaminasi dan mempertahankan kelangsungan hidup eksplan (Anggoro et al.,2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis tanaman memerlukan metode sterilisasi yang berbeda.pada penelitian kultur jaringan durian (*Durio zibethinus Murr.*) melaporkan bahwa kombinasi pencucian menggunakan deterjen, fungisida, Clorox (NaOCl), dan HgCl₂ mampu menekan tingkat kontaminasi serta meningkatkan persentase eksplan hidup. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan sterilisasi yang tepat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan tahap inisiasi kultur (Rahmadi et al., 2019)

Penelitian lain pada tanaman lahung (*Durio dulcis*) juga menunjukkan bahwa perbedaan kombinasi bahan sterilan menghasilkan tingkat kontaminasi, tingkat pencokelatan, dan persentase hidup eksplan yang berbeda. Kombinasi alkohol 70%, fungisida, dan NaOCl dengan konsentrasi tertentu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat satu metode sterilisasi yang dapat diterapkan pada semua jenis tanaman karena setiap spesies memiliki karakteristik jaringan yang berbeda. Agustiningrum et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi fungisida, NaOCl, dan alkohol 70% efektif digunakan dalam sterilisasi eksplan daun lahung secara in vitro.

Pada tanaman berkayu, termasuk anggota famili Myrtaceae, proses sterilisasi menjadi lebih kompleks karena jaringan tanaman umumnya mengandung senyawa fenolik yang cukup tinggi. Ketika jaringan mengalami luka akibat pemotongan eksplan, senyawa fenolik dapat mengalami oksidasi sehingga menyebabkan pencokelatan (*browning*). Kondisi tersebut dapat menghambat pembelahan sel, mengganggu proses regenerasi, bahkan menyebabkan kematian

eksplan apabila tidak segera ditangani. Oleh karena itu, keberhasilan sterilisasi pada tanaman berkayu tidak hanya ditentukan oleh kemampuan menghilangkan mikroorganisme, tetapi juga harus mampu mempertahankan kondisi fisiologis jaringan agar tetap hidup selama proses kultur berlangsung. (Agustiningrum et al., 2023) juga memasukkan browning sebagai salah satu parameter penting dalam mengevaluasi keberhasilan teknik sterilisasi eksplan pada tanaman berkayu.

Meskipun berbagai penelitian mengenai sterilisasi eksplan telah banyak dilakukan pada tanaman hortikultura dan tanaman berkayu, penelitian yang secara khusus mengkaji optimalisasi sterilisasi eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense* L.) masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian mengenai jambu Jamaika lebih banyak membahas aspek budidaya, kandungan senyawa bioaktif, aktivitas antioksidan, maupun teknik perbanyakan secara konvensional. Informasi mengenai kombinasi bahan sterilan yang paling efektif untuk menghasilkan eksplan tunas muda jambu Jamaika yang aseptik dan tetap memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi masih belum banyak dilaporkan. (Prasniewski et al., 2021).

Keterbatasan informasi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*), yaitu belum tersedianya metode sterilisasi yang optimal untuk eksplan tunas muda jambu Jamaika dalam kultur in vitro. Padahal, metode sterilisasi merupakan tahapan dasar yang sangat menentukan keberhasilan proses kultur jaringan pada tahap selanjutnya. Tanpa adanya metode sterilisasi yang sesuai, tingkat kontaminasi akan tetap tinggi sehingga proses multiplikasi tunas maupun regenerasi tanaman tidak dapat berlangsung secara optimal (Anggoro et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai Optimalisasi Sterilisasi Eksplan Tunas Muda Tanaman Jambu Jamaika (*Syzygium malaccense* L.) untuk Penanaman In Vitro perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan mampu memperoleh kombinasi bahan sterilan dan perlakuan sterilisasi yang paling efektif dalam menekan tingkat kontaminasi, mengurangi terjadinya pencokelatan, meningkatkan persentase eksplan hidup, serta mendukung keberhasilan kultur jaringan jambu Jamaika. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar

dalam penyusunan metode kultur jaringan jambu Jamaika serta mendukung penyediaan bibit unggul yang berkualitas, seragam, dan tersedia dalam jumlah besar untuk pengembangan budidaya tanaman tersebut di Indonesia. Harapan tersebut sejalan dengan temuan Rahmadi et al. (2019) dan Anggoro et al. (2021) mengenai pentingnya optimasi sterilisasi dalam mendukung keberhasilan inisiasi kultur *in vitro*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap tingkat kontaminasi eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) pada kultur *in vitro*?
2. Bagaimana pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap persentase browning (pencokelatan) eksplan tunas muda jambu jamaika (*Syzygium malaccense L.*) pada kultur *in vitro*?
3. Bagaimana pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap persentase eksplan hidup jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) pada kultur *in vitro*?
4. Perlakuan sterilisasi manakah yang paling efektif untuk menghasilkan eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) dengan tingkat kontaminasi dan browning yang rendah serta persentase eksplan hidup yang tinggi pada kultur *in vitro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap tingkat kontaminasi eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) pada kultur *in vitro*.
2. Mengetahui pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap persentase eksplan hidup tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) selama proses kultur *in vitro*.

3. Mengetahui pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap tingkat pencokelatan (*browning*) eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*) pada kultur in vitro.
4. Menentukan perlakuan sterilisasi yang paling efektif dalam menghasilkan eksplan dengan tingkat kontaminasi rendah, tingkat *browning* rendah, dan persentase eksplan hidup tinggi pada kultur in vitro.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang bioteknologi tanaman, khususnya teknik kultur jaringan (*in vitro*). Hasil penelitian ini dapat memperkaya informasi ilmiah mengenai pengaruh berbagai perlakuan sterilisasi terhadap tingkat kontaminasi, viabilitas, dan pencokelatan (*browning*) eksplan tunas muda jambu Jamaika (*Syzygium malaccense L.*). Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode sterilisasi eksplan pada tanaman buah tropis.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam menghasilkan metode sterilisasi yang tepat dan efektif untuk eksplan tunas muda jambu jamaika (*syzygium malaccense L.*) pada kultur in vitro. hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai perlakuan sterilisasi yang dapat menekan tingkat kontaminasi yang disebabkan oleh mikroorganisme, mempertahankan kemampuan hidup eksplan, serta mendukung pertumbuhan awal eksplan pada media kultur.

Protokol sterilisasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan bagi laboratorium kultur jaringan, mahasiswa, maupun peneliti dalam melakukan perbanyakan tanaman jambu Jamaika secara *in vitro*. Dengan adanya metode sterilisasi yang optimal, tingkat keberhasilan kultur jaringan dapat ditingkatkan karena eksplan yang digunakan berada dalam kondisi

steril dan mampu tumbuh dengan baik tanpa mengalami kerusakan akibat perlakuan sterilisasi yang berlebihan.

Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi perbanyakan jambu Jamaika melalui teknik kultur jaringan untuk menghasilkan bibit tanaman yang berkualitas, seragam, dan memiliki tingkat kesehatan yang lebih baik. Ketersediaan protokol perbanyakan secara *in vitro* juga dapat menjadi langkah awal dalam penyediaan bibit unggul, pelestarian plasma nutfah, serta pengembangan budidaya jambu Jamaika secara lebih luas.

3. Manfaat Ekonomi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat ekonomi melalui pengembangan teknologi perbanyakan jambu Jamaika (*Syzygium malaccense* L.) secara *in vitro* yang lebih efektif dan efisien. Dengan diperolehnya metode sterilisasi eksplan yang optimal, tingkat keberhasilan kultur jaringan dapat meningkat sehingga memungkinkan produksi bibit jambu Jamaika dalam jumlah lebih banyak, seragam, dan berkualitas dalam waktu yang relatif lebih singkat.

Ketersediaan protokol sterilisasi yang tepat juga dapat mengurangi kerugian akibat tingginya tingkat kontaminasi dan kegagalan kultur, sehingga penggunaan bahan, tenaga, serta biaya selama proses perbanyakan tanaman dapat menjadi lebih efisien. Dalam jangka panjang, teknologi ini berpotensi mendukung penyediaan bibit unggul jambu Jamaika bagi petani dan pelaku usaha hortikultura, meningkatkan produktivitas budidaya, serta membuka peluang pengembangan usaha pembibitan tanaman buah tropis.

Selain itu, keberhasilan perbanyakan jambu Jamaika melalui teknik kultur jaringan dapat mendukung peningkatan nilai ekonomi tanaman tersebut melalui penyediaan bahan tanam berkualitas, pengembangan komoditas hortikultura lokal, serta peningkatan peluang usaha dalam bidang produksi bibit dan budidaya jambu Jamaika.