

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki sumber daya hayati berupa tumbuhan yang beragam. Beragamnya sumber daya hayati ini menjadikan negara Indonesia sebagai negara yang memiliki sektor pertanian dan perkebunan yang sangat luas. Salah satu tanaman perkebunan yang sangat penting dalam perekonomian dan perindustrian adalah tebu (*Saccharum officinarum* L.). Badan pusat statistik (BPS) tahun 2023 melaporkan bahwa luas lahan perkebunan tebu di Indonesia adalah 206,5 ribu hektare (ha). Pada tahun tersebut, produksi tanaman tebu mencapai hingga 2.271,00 ribu ton. Wilayah produksi tanaman tebu terbesar di Indonesia adalah Jawa Timur dengan jumlah produksi 1.129,40 ribu ton pertahun, Lampung dengan jumlah produksi 648,30 ribu ton pertahun, dan Jawa Tengah dengan jumlah produksi 194,60 ribu ton pertahun. Provinsi Jawa Barat menduduki posisi ke-5 dengan jumlah produksi tebu 56 ribu ton pertahun. Salah satu varietas unggul lokal yang banyak dibudidayakan adalah tebu varietas PSJT 941 yang telah dikenal memiliki produktivitas tinggi serta toleransi terhadap kondisi lingkungan tropis. Selain itu, varietas ini juga menunjukkan respons yang baik terhadap teknik kultur jaringan.

Tebu merupakan kelompok tanaman rumput-rumputan dari Famili Poaceae. Pada bagian batang tebu terdapat kandungan gula yang tinggi sehingga dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gula (Widiawati & Qodri, 2023). Menurut Aguilar-Rivera (2019), tebu menyumbang sekitar 70% produksi gula di dunia, sehingga merupakan tanaman penting bagi industri perkebunan. Pada tahun 2022 sebanyak 17 negara menjadi pemasok gula Indonesia dengan empat negara terbesar yang menjadi pemasok gula adalah Thailand, India, Brazil, dan Australia (BPS, 2023). Adanya permintaan gula yang sangat tinggi belum dapat terpenuhi dengan produksi tebu nasional, sehingga apabila dilihat dari segi permintaannya tanaman tebu memiliki prospek yang sangat baik untuk dibudidayakan (Situmeang dkk., 2015). Tebu juga memiliki manfaat lain bagi manusia karena kandungan senyawa bioaktif yang dimilikinya. Tebu PSJT 941

diketahui memiliki kandungan metabolit seperti fitol, klorofil, fenol, dan senyawa volatil lainnya yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan.

Tebu telah digunakan di berbagai negara untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Penelitian Pathak & Tiwari (2017) melaporkan bahwa pada bagian batang tebu terdapat berbagai senyawa dari golongan saponin, alkaloid, tanin, flavonoid, dan fenolik. Fenolik merupakan golongan senyawa yang memiliki potensi sebagai antioksidan untuk mengatasi berbagai penyakit. Menurut Singh dkk. (2015) dalam sistem pengobatan Ayurveda, tebu digunakan sebagai obat tunggal maupun dikombinasikan dengan beberapa tanaman lainnya. Asumsi pengobatan tradisional India didukung oleh studi farmakologis modern yang menunjukkan bahwa tebu memiliki berbagai aktivitas biologis seperti efek antiinflamasi, analgesik, diuretik, dan hepatoprotektif. Zamir dkk., (2012) menyatakan bahwa akar dan batang tebu dalam pengobatan Ayurveda digunakan untuk perawatan kulit, infeksi saluran kemih, bronkitis, anemia, sembelit serta untuk pengobatan keluhan umum lainnya. Beberapa dokter modern dan tradisional dunia telah merekomendasikan sari tebu karena sifat diuretiknya (Karthikeyan & Samipillai, 2010). Penelitian Wibawa dkk. (2021) menyebutkan bahwa berdasarkan pengalaman masyarakat lokal di Desa Pedawa, Kabupaten Buleleng, Bali, tanaman tebu dapat digunakan sebagai obat pencegahan penyakit diabetes. Berdasarkan berbagai potensi tersebut, pemanfaatan tanaman tebu dapat digunakan dan dikembangkan sebagai sumber obat herbal.

Tanaman dapat mensintesis berbagai metabolit dengan struktur dan kerangka karbon yang kompleks dan unik, yang mana metabolit tersebut merupakan salah satu sumber keanekaragaman aktivitas biologi dan struktur kimia (Dalimunthe & Rachmawan, 2017). Hasil metabolisme dari tumbuhan yang berupa senyawa kimia memiliki jumlah serta jenis yang beragam dan sebagian diantaranya memiliki efek farmakologi dan fisiologi atau dikenal dengan istilah senyawa aktif (Ergina dkk., 2014; Chatri dkk., 2022). Pada setiap spesies tanaman terkandung metabolit yang berbeda tergantung organ, tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, faktor fisik, genetik, dan faktor stres lingkungan seperti suhu tempat tumbuh, cahaya, dan kelembapan akan memacu pada pembentukan metabolit (Debeaujon dkk., 2001; Setyorini & Yusnawan, 2016; Khafid dkk., 2023).

Adanya potensi pemanfaatan dan melimpahnya kandungan metabolit maka diperlukan suatu penelitian yang mengarah kepada metode yang efektif dan efisien guna menyediakan bahan aktif bermanfaat dari tanaman tebu dalam jumlah lebih banyak dan dalam waktu yang lebih singkat. Sebagai bahan bioaktif, metabolit dapat diperoleh secara konvensional dengan secara langsung mengekstraksi dari organ tanaman (Setiawati dkk., 2020). Penggunaan tanaman secara intensif dapat mengurangi keragaman genetik, lamanya pertumbuhan tanaman, rendahnya kadar senyawa aktif dapat menginduksi biosintesis yang mana faktor tersebut menjadikan ekstraksi dari tanaman tersebut kurang efisien (Espinosa-Leal dkk., 2018; Fejér dkk., 2018). Menurut Ningsih (2014) dalam penggunaan tanaman secara langsung atau konvensional diperlukan budidaya tanaman dalam skala besar, serta melibatkan proses ekstraksi dengan biaya yang diperlukan cukup besar.

Kebutuhan akan budidaya dalam skala yang besar dapat diatasi melalui penerapan teknik kultur jaringan. Teknik kultur jaringan ini juga merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk memproduksi metabolit tumbuhan. Kultur jaringan merupakan metode yang aman dan terukur untuk perbanyakan tanaman dan produksi metabolit (Valenzuela-Atondo dkk., 2020). Pada masa kini, tujuan industri farmasi dan industri pangan adalah pengembangan teknologi yang memungkinkan untuk memperoleh hasil metabolit yang tinggi dengan penggunaan teknik kultur jaringan (Smetanska, 2018). Kultur jaringan adalah alternatif bioteknologi untuk konservasi plasma nutfah spesies yang hampir punah, sebagai tempat perbanyakan yang efektif karena mengandung informasi genetik yang lengkap dari seluruh tanaman, dan memiliki totipotensi untuk biosintesis metabolit dengan aktivitas biologis (Efferth, 2019). Dalam mempelajari sintesis metabolit yang biasa digunakan adalah kultur kalus karena proliferasi yang tinggi atau dengan kata lain sel kalus dapat diinduksi dan dipisahkan untuk berdiferensiasi menjadi embrio somatik sehingga perbanyakan menjadi mudah dan sifat yang dihasilkan sama dengan induknya (Junairiah dkk., 2019).

Metabolit yang diproduksi dari kultur kalus memiliki bermacam keuntungan, diantaranya adalah kuantitas yang banyak diperoleh dari hasil manipulasi biosintesis senyawa bioaktif, musim panen dan potensi kontaminasi silang pada kultur *in vitro* tidak berpengaruh terhadap tingginya kadar produktivitas metabolit

apabila dibandingkan dengan tanaman *in vivo* (Murch & Saxena, 2006; Dias dkk., 2016). Menurut Setiawati dkk. (2020), beberapa penelitian telah membuktikan bahwa kandungan metabolit pada kultur *in vitro* lebih banyak atau mendekati tanaman yang ditumbuhkan secara *in vivo*. Penelitian Setiawati dkk. (2020) melaporkan bahwa senyawa yang teridentifikasi pada kalus tanaman krisan yang ditumbuhkan pada media MS dengan penambahan 4 ppm 2,4-D adalah sebanyak 9 senyawa, sedangkan pada tanaman krisan yang dibudidayakan di lapangan hanya teridentifikasi 5 senyawa dari berbagai golongan. Penelitian Nugroho dkk. (2007) melaporkan bahwa hasil analisis metabolit sekunder pada kalus temulawak menunjukkan persentase kesamaan 83% dengan senyawa yang terkandung pada tanaman induknya. Induksi kalus merupakan hal yang sangat penting untuk modifikasi genetik. Pentingnya induksi kalus dan regenerasi yang dimediasi kalus dapat mengoptimalkan protokol kultur jaringan tanaman yang lengkap yakni kalus, regenerasi planlet, dan tanaman aklimatisasi (Rao, 2015). Menurut Zamir dkk. (2012), planlet regenerasi *in vitro* dapat mengakumulasi metabolit serupa dengan yang ditemukan pada tanaman induk.

Pada beberapa metabolit terdapat aktivitas antioksidan yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas. Zamir dkk. (2012) menyebutkan bahwa tanaman tebu yang ditumbuhkan secara *in vitro* memiliki potensi antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang ditumbuhkan secara *in vivo*. Hasil penelitian Zamir dkk. (2012) melaporkan bahwa tebu yang diregenerasi secara *in vitro* memiliki kapasitas lebih tinggi dalam mendetoksifikasi radikal bebas sebesar 60% dibandingkan dengan tanaman yang diregenerasi secara *in vivo*. Penelitian Ahmad dkk. (2010) juga melaporkan bahwa terdapat aktivitas antioksidan yang tinggi pada tanaman *Piper nigrum* L. yang diregenerasi secara *in vitro*.

Pertumbuhan tanaman kultur jaringan diketahui sangat sensitif terhadap beberapa faktor diantaranya zat pengatur tumbuh (ZPT) dan media kultur (Chanchula dkk., 2014). Media dan nutrisi yang digunakan dalam kultur jaringan ini diberikan dalam jumlah yang terbatas. Pemberian ZPT pada media kultur selain mempengaruhi pertumbuhan tanaman juga dapat mempengaruhi produksi metabolit tertentu (Wardani dkk., 2004). Pertumbuhan dapat terjadi dengan lebih cepat karena nutrisi pada medium diserap dengan baik oleh eksplan (Teresia dkk.,

2024). Dalam memenuhi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan maka diperlukan teknik subkultur. Subkultur ini bertujuan untuk mendapatkan pertumbuhan dan perkembangan baru dari eksplan yang ditanam pada media kultur (Mulyani dkk. 2024). Penelitian Ikhtimami (2012) melaporkan bahwa kalus *Talinum paniculatum* Gaertn. tanpa subkultur memiliki biomassa yang lebih rendah, akan tetapi memiliki kadar saponin yang lebih tinggi dibandingkan dengan kalus *Talinum paniculatum* Gaertn yang disubkultur dengan periode 2 minggu. Penelitian Trejo-Tapia dkk. (2008) melaporkan bahwa akumulasi senyawa betaxanthin pada kalus *Beta vulgaris* L. pada subkultur ke-1 lebih rendah dibandingkan dengan subkultur ke-48.

Penelitian mengenai analisis metabolit pada tanaman tebu telah banyak dilakukan. Pada penelitian Roeswitawati dkk. (2022) menunjukkan rizosfer tebu mengandung senyawa alelokimia asam oktadekanoat dan metil ester. Penelitian Lathifah (2020), melaporkan bahwa senyawa yang terkandung pada daun tebu diantaranya adalah naringenin, kaempferol, kuersetin, asam galat, isoeugenol, asam kafeat, asam ferulat, stigmasterol, dan giberelin. Adapun aktivitas antioksidan tebu pada penelitian Wibawa dkk. (2021) diduga diakibatkan oleh kandungan senyawa yang merupakan sub tipe senyawa organik flavonoid. Belum ditemukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kandungan metabolit serta aktivitas antioksidan tanaman tebu yang dipengaruhi oleh perbedaan frekuensi subkultur dari kalus tebu dengan media yang sama dan planlet tebu dengan media yang berbeda. Informasi mengenai kandungan metabolit serta aktivitas antioksidan tebu kultur jaringan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan kalus dan planlet tanaman tebu yang dipengaruhi oleh perbedaan frekuensi subkultur dan media kultur.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang dapat ditentukan dari penelitian ini, yaitu bagaimana kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada kalus tebu yang dikultur pada media yang sama dan pada planlet tebu yang dikultur pada media berbeda dengan frekuensi subkultur yang berbeda?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah :

- 1) Jenis dan golongan metabolit apa saja yang terkandung pada kalus tebu dengan media kultur yang sama dan pada planlet tebu dengan media kultur yang berbeda dengan frekuensi subkultur yang berbeda?
- 2) Bagaimana kandungan metabolit pada kalus tebu dengan frekuensi subkultur berbeda dengan media kultur yang sama, dan pada planlet tebu dengan frekuensi subkultur dan media kultur yang berbeda?
- 3) Bagaimana aktivitas antioksidan pada kalus tebu dengan frekuensi subkultur berbeda dengan media kultur yang sama, dan pada planlet tebu dengan frekuensi subkultur dan media kultur yang berbeda?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan dari rumusan masalah dan pertanyaan penelitian yang telah ditentukan adalah untuk mendapatkan informasi mengenai kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada kalus tebu dengan frekuensi subkultur berbeda dengan media kultur yang sama, dan pada planlet tebu dengan frekuensi subkultur dan media kultur yang berbeda.

1.5 Batasan Penelitian

- 1) Tebu varietas PSJT 941 dengan eksplan bagian batang.
- 2) Kalus dan planlet tebu yang digunakan yaitu kalus subkultur ke-3 dan ke-4 yang dikultur pada media MS+2,4-D, planlet subkultur ke-10 yang dikultur pada media MS+Kinetin+Air kelapa, dan planlet subkultur ke-11 yang dikultur pada media MS+Kinetin+Tidiazuron.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

- 1) Melengkapi informasi ilmiah mengenai kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada kalus dan planlet tebu dengan frekuensi subkultur yang berbeda.
- 2) Mendorong pengembangan budidaya tebu dalam membantu masyarakat untuk mendapatkan lebih banyak informasi ilmiah mengenai berbagai potensi tebu sehingga pemanfaatannya dapat dikembangkan secara luas.

- 3) Sebagai bahan kajian untuk mengembangkan atau melakukan penelitian yang serupa sehingga dapat memberikan penelitian baru yang dapat mendukung pengembangan informasi.

1.7 Struktur Organisasi Penelitian

Struktur organisasi penelitian merupakan gambaran umum dari masing-masing bab dalam penelitian ini. Struktur organisasi penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

1) Bab I Pendahuluan

Pada Bab I dijelaskan latar belakang penelitian meliputi tanaman tebu sebagai salah satu tanaman perkebunan penting, pemanfaatan tanaman tebu, penelitian terdahulu mengenai potensi dan kandungan metabolit pada tebu, kultur jaringan sebagai media alternatif untuk produksi metabolit, faktor-faktor yang mempengaruhi produksi metabolit pada tanaman kultur jaringan, serta pentingnya analisis kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan untuk mengetahui kandungan dan potensi dengan adanya perbedaan frekuensi subkultur pada kalus tebu yang dikultur pada media yang sama dan planlet tebu yang dikultur pada media berbeda. Rumusan masalah penelitian memuat masalah dalam penelitian yang diteliti. Pertanyaan penelitian memuat beberapa pertanyaan yang jawabannya akan dicari dalam penelitian. Tujuan penelitian memuat hal yang akan dicapai dalam penelitian. Batasan penelitian berisikan cakupan hal yang ditentukan untuk membatasi fokus penelitian. Manfaat penelitian memuat kontribusi dari hasil penelitian. Struktur organisasi penelitian merupakan gambaran isi pada setiap bab penelitian.

2) Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab II menjelaskan tentang teori-teori yang relevan dengan penelitian. Teori tersebut berisikan tentang deskripsi tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.), deskripsi terkait kultur jaringan tanaman, dan faktor-faktor yang berpengaruh dalam produksi metabolit. Kemudian dilakukan tinjauan mengenai metabolit, jalur biosintesis metabolit, pengelompokkan metabolit, penjelasan mengenai ekstraksi dan jenis ekstraksi, analisis menggunakan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Selanjutnya

tinjauan mengenai aktivitas antioksidan dan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH).

3) Bab III Metode Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan secara rinci tahapan-tahapan yang digunakan dalam penelitian. Bab ini berisikan tentang jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, dan prosedur penelitian yang mencakup subjek bahan penelitian yang digunakan, persiapan bahan, metode ekstraksi maserasi, analisis metabolit menggunakan instrumen GC-MS, uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, dan analisis data hasil yang diperoleh.

4) Bab IV Temuan dan Pembahasan

Pada Bab IV ini dijelaskan secara rinci hasil analisis kandungan metabolit pada kalus yang dikultur pada media sama dengan frekuensi subkultur berbeda, planlet yang dikultur pada media berbeda dengan subkultur yang berbeda, dan perbandingan kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada kalus dengan media kultur sama dan planlet tebu dengan media kultur yang berbeda dengan frekuensi subkultur yang berbeda

5) Bab V Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi

Bab terakhir ini memuat simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dan memuat implikasi hasil penelitian dan rekomendasi untuk penelitian-penelitian berikutnya.