

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) merupakan tanaman herba dari famili Asteraceae yang dikenal sebagai sumber pemanis alami karena daunnya mengandung steviol glikosida (SG), terutama steviosida dan rebaudiosida A. Senyawa tersebut memiliki tingkat kemanisan sekitar 200–300 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa, tetapi tidak menghasilkan kalori sehingga aman digunakan sebagai pemanis alternatif bagi penderita diabetes. Selain SG, daun stevia juga mengandung berbagai metabolit sekunder lain, seperti senyawa fenolik, flavonoid, dan terpenoid yang berperan sebagai antioksidan alami serta berpotensi dimanfaatkan dalam bidang farmasi, kosmetik, dan pangan fungsional (Simlat *et al.*, 2018; Naz *et al.*, 2024). Kandungan SG dan metabolit sekunder tersebut menjadikan stevia sebagai salah satu tanaman herbal bernilai ekonomi tinggi yang terus dikembangkan di berbagai negara. Namun demikian, akumulasi metabolit sekunder pada stevia sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh (Gasmalla *et al.*, 2014; Semenova *et al.*, 2024).

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk meningkatkan akumulasi metabolit sekunder adalah melalui pemberian cekaman abiotik (*elicitation*). Berbagai bentuk cekaman, seperti kekeringan, salinitas, maupun radiasi ultraviolet-B (UV-B; 280–315 nm), telah dilaporkan mampu merangsang biosintesis metabolit sekunder sebagai bagian dari mekanisme adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Pada stevia, peningkatan metabolit sekunder akibat cekaman salinitas telah dilaporkan oleh Ghasemi-Omran *et al.* (2021), sedangkan peningkatan metabolit sekunder akibat paparan UV-B telah dilaporkan oleh Semenova *et al.* (2024). Meskipun demikian, peningkatan metabolit sekunder akibat cekaman sering kali diikuti oleh penurunan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Upaya peningkatan kualitas stevia melalui pengayaan metabolit sekunder sekaligus mitigasi dampak negatif stres lingkungan masih menjadi tantangan penting dalam penelitian fisiologi tanaman.

Radiasi UV-B merupakan salah satu faktor lingkungan yang memberikan respons fisiologis kompleks pada tanaman. Pada intensitas yang sesuai, UV-B dapat berperan sebagai *eustress* yang mengaktifkan mekanisme pertahanan tanaman melalui peningkatan biosintesis metabolit sekunder, terutama senyawa fenolik dan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan nonenzimatis (Yao *et al.*, 2021). Namun, paparan UV-B juga meningkatkan pembentukan *reactive oxygen species* (ROS), seperti superoksida, hidrogen peroksida, dan radikal hidroksil, yang apabila melebihi kapasitas sistem pertahanan antioksidan akan menyebabkan stres oksidatif. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan kerusakan membran sel, penurunan efisiensi fotosintesis, berkurangnya luas daun, serta perubahan morfologi yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan tanaman (Zhao *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2020).

Pada stevia, Syifa (2025) melaporkan bahwa paparan UV-B dengan intensitas $3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mampu meningkatkan akumulasi metabolit sekunder, namun di sisi lain menyebabkan penurunan luas daun yang nyata. Untuk mengatasi dampak negatif UV-B tanpa mengurangi potensinya dalam meningkatkan metabolit sekunder, salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan penambahan melatonin sebagai agen protektif sekaligus pengatur metabolisme tanaman.

Melatonin (*N*-acetyl-5-methoxytryptamine) merupakan molekul sinyal multifungsi yang berperan sebagai regulator pertumbuhan, antioksidan, dan pengatur respons tanaman terhadap berbagai cekaman abiotik (Arnao & Hernández-Ruiz, 2019). Pada kondisi stres, melatonin berfungsi menjaga homeostasis redoks melalui peningkatan aktivitas sistem antioksidan enzimatik maupun nonenzimatik, sehingga mampu menekan akumulasi ROS dan mengurangi kerusakan oksidatif pada sel tanaman (Arnao & Hernández-Ruiz, 2019; Yao *et al.*, 2021). Selain itu, melatonin juga berperan dalam mempertahankan efisiensi fotosintesis, menjaga stabilitas membran sel, meningkatkan pembelahan dan pembesaran sel, serta mengatur ekspresi gen yang berkaitan dengan respons cekaman. Oleh karena itu, aplikasi melatonin eksogen telah banyak dimanfaatkan sebagai agen protektif untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap berbagai cekaman lingkungan, termasuk kekeringan, salinitas, suhu ekstrem, logam berat, dan radiasi UV-B (Zhao *et al.*, 2023; Arnao & Hernández-Ruiz, 2019).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa aplikasi melatonin eksogen mampu meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman sekaligus mengoptimalkan pertumbuhan dan akumulasi metabolit sekunder. Pada stevia, Naz *et al.* (2024) melaporkan bahwa pemberian melatonin $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ ($\pm 12,5 \text{ }\mu\text{M}$) yang dikombinasikan dengan NAA mampu meningkatkan biomassa serta kandungan steviosida, fenolik, dan flavonoid pada kultur *in vitro*. Simlat *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa melatonin $20 \text{ }\mu\text{M}$ meningkatkan perkecambahan benih, biomassa, dan akumulasi steviol glikosida, terutama pada kondisi cekaman salinitas. Hasil yang sejalan dilaporkan oleh Sardar *et al.* (2023), yang menemukan bahwa pemberian melatonin $50 \text{ }\mu\text{M}$ mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, menjaga keseimbangan ionik, serta mengurangi dampak negatif cekaman salinitas. Selain pada stevia, Mahmood *et al.* (2025) melaporkan bahwa pemberian melatonin $25 \text{ }\mu\text{M}$ pada kultur kalus *Echinacea purpurea* meningkatkan biomassa, kandungan fenolik total, flavonoid total, aktivitas antioksidan, serta kapasitas antioksidan total. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa melatonin berpotensi meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman melalui perlindungan terhadap stres oksidatif sekaligus mendukung biosintesis berbagai senyawa bioaktif.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian mengenai melatonin masih berfokus pada cekaman salinitas, kekeringan, maupun suhu ekstrem, sedangkan informasi mengenai efektivitas pengayaan media kultur dengan melatonin dalam memitigasi dampak paparan UV-B pada stevia yang dikultur secara *in vitro* masih sangat terbatas. Selain itu, penelitian yang secara simultan mengevaluasi respons morfofisiologis dan perubahan metabolit sekunder akibat interaksi antara paparan UV-B dan pemberian melatonin juga masih sedikit dilaporkan. Keterbatasan informasi tersebut menunjukkan bahwa mekanisme perlindungan melatonin terhadap cekaman UV-B pada stevia belum sepenuhnya dipahami, khususnya dalam kaitannya dengan keseimbangan antara pertumbuhan tanaman dan akumulasi metabolit sekunder.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian melatonin terhadap respons morfofisiologis, kandungan fenolik total, flavonoid total, dan aktivitas antioksidan stevia yang dipaparkan radiasi UV-B secara *in vitro*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah

mengenai potensi melatonin sebagai agen mitigasi cekaman UV-B sekaligus sebagai strategi untuk mempertahankan pertumbuhan dan meningkatkan kualitas metabolit sekunder pada tanaman stevia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana respons morfofisiologis tunas stevia terhadap paparan UV-B secara *in vitro*?
2. Bagaimana respons morfofisiologis tunas stevia terhadap pemberian beberapa konsentrasi melatonin secara *in vitro*?
3. Bagaimana interaksi antara paparan UV-B dan pemberian beberapa konsentrasi melatonin terhadap respons morfofisiologis tunas stevia secara *in vitro*?
4. Bagaimana pengaruh pemberian melatonin terhadap akumulasi metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan tunas stevia akibat paparan UV-B secara *in vitro*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui respons morfofisiologis tunas stevia terhadap paparan UV-B secara *in vitro*.
2. Mengetahui respons morfofisiologis tunas stevia terhadap pemberian beberapa konsentrasi melatonin secara *in vitro*.
3. Mengetahui interaksi antara paparan UV-B dan pemberian beberapa konsentrasi melatonin terhadap respons morfofisiologis tunas stevia secara *in vitro*.
4. Mengetahui akumulasi metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan tunas stevia setelah pemberian konsentrasi melatonin terpilih setelah paparan UV-B secara *in vitro*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami potensi penggunaan melatonin dalam memitigasi efek paparan ultraviolet-B (UV-B) terhadap pertumbuhan, metabolit sekunder, dan aktivitas antioksidan tunas stevia

secara *in vitro*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan penggunaan melatonin sebagai agen mitigasi cekaman UV-B serta mendukung pengembangan teknik kultur *in vitro* untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan, metabolit sekunder, dan aktivitas antioksidan tanaman stevia.

