

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lobak singgalang (*Brassica oleracea L.*) merupakan kubis lokal dari famili *Brassicaceae* yang dibudidayakan di Gunung Singgalang, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat, Indonesia. Lobak singgalang mempunyai tiga jenis varian yaitu, varian Biaso, Batang Hitam, dan Senggan (Illahi *et al.*, 2018). Kubis ini memiliki cita rasa yang khas, gurih dan tekstur serat yang kasar sehingga cocok diolah untuk berbagai jenis masakan. Varietas spesies *Brassica oleracea* yang dibudidayakan sering disebut sebagai tanaman kol. Tanaman atau sayuran kol ini terdiri dari kubis, kembang kol, brokoli, brussels sprout, kale dan collards (El-Esawi *et al.*, 2012)

Kubis ini dibudidayakan dan dikonsumsi karena nilai ekonomi dan kandungan nutrisi yang dimilikinya untuk manfaat kesehatan. Sayuran kubis merupakan sumber antioksidan dan anti-inflamasi yang berperan dalam pencegahan penyakit kronis, seperti kanker dan penyakit arteri coroner, serta telah dilaporkan pula tanaman ini dapat berfungsi sebagai antidiabetic (Rokayya *et al.*, 2013; Uuh-Narvaez dan Segura-Campos, 2021). Kubis mempunyai kandungan mineral, gula dan protein terlarut, glukosinolat, karotenoid, vitamin C, antosianin, flavonoid, dan senyawa fenolik (Zhao *et al.*, 2020).

Kelompok fenolik yang paling luas dan beragam dalam spesies *Brassica* adalah asam hidroksisinamat dan flavonoid (Cartea *et al.*, 2011). Flavonoid utama pada tumbuhan yang dapat dikonsumsi diantaranya flavonol, flavon, flavanol, proanthocyanidins dan flavanon (Terahara, 2015). Senyawa fenolik terutama

flavonoid (flavonol, antosianin, flavon) memiliki rentang penyerapan cahaya pada panjang gelombang 280-350 nm, sehingga memberikan perlindungan dengan penyerapan Ultraviolet-B secara langsung, menangkap *reactive oxygen species* (ROS) yang terbentuk karena stres dan mencegah oksidasi biomolekul (Takshak dan Agrawal, 2019). Strategi pertahanan tanaman dalam mengatasi stress oksidatif yang disebabkan radiasi ultraviolet-B (UV-B) adalah dengan memproduksi flavonoid dalam jumlah yang tinggi (Pandey dan Agrawal, 2020). Hal ini menyebabkan peningkatan konsentrasi flavonoid dan senyawa fenolik di bagian tanaman yang terpapar UV-B, yang merupakan respon spesifik terhadap jenis elisitor ini.

Elisitor abiotik seperti radiasi UV-B dapat digunakan sebagai strategi untuk mengoptimalkan produksi senyawa tertentu pada tanaman terutama senyawa flavonoid. Respon tanaman terhadap cekaman dapat menurunkan produktivitas metabolit primer dan meningkatkan produk metabolit sekunder (Perangin-Angin *et al.*, 2019; Rudin, 2020). Peningkatan aktivitas metabolisme sekunder dan senyawa metabolit sekunder pada tanaman bertujuan untuk meningkatkan mutu dan khasiat obat simplisia tanaman (Trisilawati dan Pitono, 2012). Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan produk metabolit sekunder yang lebih tinggi dari kondisi alaminya tanpa menurunkan produktivitas metabolit primer pada tanaman. Selain itu, telah dilaporkan bahwa paparan UV-B dengan intensitas mencapai $3 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ dapat memberikan efek fotomorfogenesis dan cekaman pada tanaman setelah paparan selama 4 jam (Brown *et al.*, 2005; Favory *et al.*, 2009; O'Hara *et al.*, 2019).

Radiasi UV-B dapat merangsang atau memodifikasi jalur biosintesis yang

menghasilkan metabolit sekunder pada tanaman seperti senyawa fenolik dan antosianin, yang meningkatkan kesehatan tanaman dan ketahanan terhadap hama (X. Li *et al.*, 2023; Yavaş *et al.*, 2020), tanpa memerlukan intervensi eksternal yang rumit. Metabolit ini berfungsi sebagai tabir surya alami dan antioksidan, melindungi tanaman dari kerusakan akibat UV. Dengan demikian, paparan UV-B sudah cukup untuk memicu perubahan dalam tanaman yang meningkatkan produksi senyawa penting ini, sehingga menjadikan UV-B sebagai elisitor yang efektif dan sederhana dalam meningkatkan kualitas metabolit sekunder.

Tanaman menggunakan reseptor UVR8 untuk mendeteksi radiasi UV-B, yang kemudian mengaktifkan enzim-enzim kunci dalam jalur biosintesis fenilpropanoid, seperti *Phenylalanine Ammonia-Lyase* (PAL), *Chalcone Synthase* (CHS), dan *Chalcone Isomerase* (CHI). Interaksi UVR8 dengan faktor transkripsi seperti HY5 selanjutnya mendorong ekspresi enzim ini, menghubungkan persepsi UV-B dengan respons metabolik (Chen *et al.*, 2022). Aktivasi ini terjadi dengan cepat karena UV-B adalah sinyal lingkungan yang segera direspons oleh tanaman. Enzim CHS mengkatalisis produksi *naringenin chalcone* pada tahap awal, yang berfungsi sebagai prekursor untuk biosintesis flavonoid (Roslan *et al.*, 2013).

Selain meningkatkan produksi metabolit sekunder, UV-B juga dapat mempengaruhi morfologi tanaman, seperti ketebalan daun, ukuran stomata, dan peningkatan kutikula. UV-B tidak hanya berfungsi sebagai elisitor untuk metabolit sekunder, tetapi juga memicu perubahan dalam struktur tanaman yang membantu dalam perlindungan fisik terhadap stres lingkungan lainnya (Kokilavani dan Rajendiran, 2015; Jansen *et al.*, 1998; Mörsky *et al.*, 2013). Efek fotomorfogenesis ini unik dan memberikan manfaat ganda yang tidak selalu dapat dicapai dengan

elisitor lainnya yang lebih bersifat kimiawi atau molekuler.

Penelitian menggunakan UV-B telah digunakan pada berbagai tanaman untuk meningkatkan akumulasi metabolit sekunder, diantaranya mampu meningkatkan akumulasi tokoferol pada *Arabidopsis thaliana* (Badmus *et al.*, 2022), flavonoid pada *Asparagus officinalis* (Eichholz *et al.*, 2012), glukosinolat dan flavonoid pada kecambah brokoli (*Brassica*) (Mewis *et al.*, 2012), serta mampu meningkatkan konsentrasi total fenolik dan flavonoid pada tanaman *Linum usitatissimum* masing-masing sebesar 47% dan 35% (Santin *et al.*, 2022). Pada tanaman kubis khususnya genus *Brassica* telah dilakukan beberapa penelitian terkait radiasi UV-B, seperti efek radiasi pada *Brassica oleracea* (Italica Group) (Aiamla-or *et al.*, 2009), efek radiasi UV-B terhadap pertumbuhan dan peningkatan antioksidan pada spesies *Brassica rapa* (Begum *et al.*, 2021; dan Hao *et al.*, 2022).

Radiasi UV-B memiliki keunggulan dalam induksi metabolit sekunder, efisiensi dan kesederhanaan penggunaannya, serta efek adaptif tambahan pada morfologi dan ketahanan tanaman. Keunggulan ini menjadikan UV-B sebagai salah satu elisitor yang sangat efektif dan serbaguna dalam penelitian tanaman dan aplikasi pertanian. Pada penelitian ini digunakan lobak singgalang sebagai tanaman uji, tanaman empat musim yang adaptif terhadap kondisi tropis di daerah Sumatera Barat. Berdasarkan uraian terkait efek UV-B pada tanaman khususnya genus *Brassica* diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengamati respon fisiologis, anatomis (stomata), akumulasi metabolit sekunder dan ekspresi gen CHS pada lobak singgalang terhadap beberapa intensitas paparan UV-B.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang ingin dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah respon fisiologis lobak singgalang terhadap pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol?
2. Bagaimanakah respon anatomis (stomata) lobak singgalang terhadap pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol?
3. Bagaimanakah akumulasi metabolit sekunder pada lobak singgalang setelah pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol?
4. Bagaimanakah ekspresi gen CHS setelah pemberian beberapa intensitas UV-B di lingkungan terkontrol?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui respon fisiologi lobak singgalang terhadap pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol.
2. Untuk mengetahui respon anatomis (stomata) lobak singgalang terhadap pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol.
3. Untuk mengetahui adanya peningkatan atau penurunan akumulasi metabolit sekunder pada lobak singgalang terhadap pemberian beberapa intensitas paparan UV-B di lingkungan terkontrol.
4. Untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan ekspresi gen CHS setelah pemberian beberapa intensitas UV-B di lingkungan terkontrol.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai sumber referensi mengenai efek cekaman UV-B terhadap respon fisiologis, anatomi daun (stomata) dan peningkatan akumulasi senyawa metabolit sekunder pada lobak singgalang yang bisa diaplikasikan pada jenis sayuran lainnya. Selain itu, dengan diketahuinya efek UV-B terhadap ekspresi gen CHS, upaya peningkatan metabolit sekunder yang penting pada tanaman sayuran yang dihasilkan pada jalur fenilpropanoid dan terkait jalur ini dapat dilakukan melalui paparan UV-B.

