

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bawang putih merupakan salah satu rempah yang sering digunakan sebagai bahan masakan oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan bawang putih meningkat setiap tahun seiring dengan tingginya permintaan. Menurut Pusdatin (2020), proyeksi konsumsi bawang putih nasional tahun 2024 mencapai 526.765 ton, sedangkan produksi bawang putih berdasarkan Badan Pusat Statistik (2024) pada tahun 2023 hanya mencapai 39.254 ton. Berdasarkan data tersebut, produksi bawang putih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan konsumsi nasional. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan produksi bawang putih.

Bawang putih merupakan jenis tanaman yang bersifat mdanul jantan, sehingga perbanyakan yang dilakukan adalah dengan cara vegetatif. Namun, perbanyakan vegetatif secara konvensional hanya menghasilkan satu tanaman dari induknya. Selain itu, dormansi umbi bawang putih relatif lama, yaitu 5-6 bulan yang menyebabkan kegiatan budidaya hanya dilakukan satu kali dalam satu tahun, sehingga perlu adanya alternatif perbanyakan tanaman bawang putih (Lestari dkk., 2020). Alternatif yang dapat dilakukan untuk menangani kebutuhan bibit bawang putih dalam jumlah massal salah satunya adalah dengan perbanyakan *in-vitro*. Dalam perbanyakan bawang putih secara *in-vitro*, satu individu (eksplan) bawang putih dapat menghasilkan banyak bibit. Hal ini dicapai dengan somatik embriogenesis melalui induksi kalus, dimana satu *clump* kalus mampu membentuk embrio somatik dalam jumlah banyak yang kemudian akan berdiferensiasi menjadi planlet.

Kendala utama perbanyakan secara *in vitro* yaitu pencoklatan (*browning*) pada eksplan maupun kalus. *Browning* merupakan perubahan warna jaringan pada eksplan maupun pada kalus, yang diakibatkan oleh oksidasi senyawa fenolik menjadi *quinon*, menjadi cokelat yang lama kelamaan akan menghitam dan mampu menghambat pertumbuhan. Beberapa faktor penyebab *browning* adalah kandungan senyawa fenol dalam jaringan, umur eksplan, kepekatan zat pengatur tumbuh, dan terjadinya pelukaan pada eksplan yang kemudian menyebabkan terlepasnya senyawa fenolik. Bawang putih mengandung lebih dari 20 senyawa

fenolik diantaranya *protocatechuic acid*, *pyrogallol*, *quercetin*, *rutin*, *beta-resorcylic acid*, dan *gallic acid*, yang mana lebih banyak dari sayuran pada umumnya. Meskipun bawang putih tidak memiliki kandungan senyawa fenolik sebanyak tanaman berkayu, namun apabila terjadi pelukaan pada eksplan, maka senyawa fenolik pada jaringan akan terakumulasi lebih banyak dari biasanya (Shang dkk., 2019). Senyawa fenolik diisolasi dari daerah luka sebagai bentuk respon pertahanan. Senyawa tersebut dioksidasi oleh enzim *polyfenol-oksidade* (PPO) menjadi turunan *quinon* dan kemudian berpolimerasi menjadi pigmen melanin yang menghasilkan warna coklat pada jaringan eksplan. Meskipun fenol umumnya terdapat pada jaringan tanaman yang sehat, senyawa ini diproduksi dalam jumlah lebih besar ketika terjadi pelukaan (Uchendu dkk., 2010). Contohnya pada penelitian Armila dkk. (2014), dimana eksplan bawang merah yang tidak terkontaminasi mengalami pencoklatan karena adanya pelukaan akibat pemotongan bahan tanam.

Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kejadian *browning* pada induksi kalus adalah dengan pemberian bahan antioksidan. Menurut Helena dkk. (2022), bahan antioksidan mampu mengurangi pembentukan *quinon* secara langsung dengan mereduksi *quinon* kembali menjadi *diphenol* dan secara tidak langsung dengan menyerap senyawa fenol yang dihasilkan oleh eksplan saat terjadi pelukaan. Beberapa bahan antioksidan yang biasa digunakan dalam kultur *in-vitro* untuk menekan pencoklatan adalah asam askorbat, *polyvinylpyrrolidone* (PVP), dan arang aktif. Asam askorbat merupakan antioksidan yang memiliki sifat pereduksi kuat sehingga mampu menetralkan radikal bebas yang dapat menyebabkan pencoklatan pada eksplan (Hancock dan Viola, 2005). *Polyvinylpyrrolidone* dan arang aktif merupakan adsorben yang memiliki sifat sebagai antioksidan tidak langsung yang dapat menyerap senyawa fenolik penyebab *browning*.

Pemberian antioksidan dengan konsentrasi 330 mg/L pada tanaman jati dalam penelitian Widhiastuty dkk. (2022) menghasilkan persentase *browning* yang paling kecil, yaitu 50% tetapi meningkat pada konsentrasi yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi yang optimum mampu menekan kejadian *browning*. Konsentrasi antioksidan yang terlalu rendah menyebabkan penetralan

reactive oxygen species (ROS) tidak seimbang dengan laju pembentukannya. Hal ini mempercepat pelepasan dan oksidasi senyawa fenol. Sedangkan tingginya konsentrasi antioksidan menimbulkan efek fitotoksik seperti ketidakseimbangan redoks, penyerapan nutrisi, dan perubahan pH media (Rao dkk, 2025). Interaksi antara sumber dan konsentrasi antioksidan diduga mampu menekan akumulasi ROS, senyawa fenol dapat diikat, pembentukan *quinon* akan menurun, sehingga kejadian *browning* dapat diminimalisir. Contohnya pada penelitian Helena dkk. (2022), dimana pemberian sumber antioksidan yang sesuai dan konsentrasi yang optimum mampu menekan kejadian *browning*. Dengan meminimalkan resiko *browning*, eksplan akan tumbuh dengan optimal.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dikaji pengaruh berbagai sumber dan variasi konsentrasi antioksidan terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih. Eksplan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah tunas bawang putih. Antioksidan yang akan digunakan adalah asam askorbat, PVP, dan arang aktif. Adapun media yang digunakan adalah modifikasi media Murashige dan Skoog (MS) dengan suplementasi ZPT 2,4-D dan kinetin. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru dalam kultur jaringan, khususnya induksi kalus, tentang penggunaan antioksidan pada kejadian *browning* dan pertumbuhan induksi kalus bawang putih.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat sumber antioksidan yang dapat menekan *browning* dan meningkatkan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*?
2. Apakah terdapat konsentrasi antioksidan yang dapat menekan *browning* dan meningkatkan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*?
3. Apakah terdapat interaksi antara kombinasi sumber antioksidan dan konsentrasinya terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan sumber antioksidan yang dapat menekan *browning* dan meningkatkan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.
2. Mendapatkan konsentrasi antioksidan yang dapat menekan kejadian *browning* dan meningkatkan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.

3. Mengetahui interaksi antara sumber dan konsentrasi antioksidan terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai sumber antioksidan yang dapat digunakan dalam menekan *browning* dan meningkatkan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.
2. Memberikan informasi mengenai konsentrasi antioksidan yang berpengaruh terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh kombinasi sumber antioksidan dan konsentrasinya terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus putih secara *in-vitro*.

1.5. Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara kombinasi sumber antioksidan dan konsentrasi yang tepat terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih secara *in-vitro*.
2. Terdapat sumber antioksidan yang berpengaruh terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih *in-vitro*.
3. Terdapat konsentrasi antioksidan yang berpengaruh terhadap kejadian *browning* dan pertumbuhan kalus bawang putih *in-vitro*.