

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai besar (*Capsicum annuum* L.) menjadi salah satu rempah populer yang dibudidayakan dan dimanfaatkan di berbagai penjuru dunia. Permintaan akan buah cabai besar diperkirakan akan semakin tinggi per hari-nya, karena kebutuhan industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Hossain *et al.* (2025);(Wittmann *et al.*(2025))). Kepopuleran efek farmakologis cabai besar tidak lepas dari senyawa metabolit yang terkandung di dalamnya yaitu capsaicin. Capsaicin merupakan senyawa alkaloid yang menyebabkan rasa pedas pada cabai. Senyawa capsaicin secara alami berperan sebagai metabolit sekunder yang melindungi tanaman dari cekaman biotik seperti hama serangga. Senyawa ini juga berperan sebagai antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antikanker, dan antiobesitas, menjadikannya banyak dimanfaatkan untuk bahan baku industri obat-obatan (Maharjan *et al.*(2020); (Wittmann *et al.*(2025))). Pemanfaatan senyawa capsaicin di bidang industri dilakukan dengan cara mengekstraksi senyawa tersebut dari buah cabai.

Proses ekstraksi senyawa capsaicin dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kultivar dan kualitas buah saat dipanen (Waqas *et al.* (2022); Wittmann *et al.* (2022))). Cabai besar tergolong ke dalam jenis cabai dengan tingkat kepedasan yang relatif rendah, disebabkan karena kandungan capsaicin di dalam buahnya

juga rendah (Khasan, 2019). Kandungan capsaicin yang rendah mengakibatkan proses ekstraksi capsaicin dari buah memerlukan biomassa yang besar dan proses yang panjang (Waqas *et al.*, 2022). Kelemahan tersebut menjadikan proses produksi dan ekstraksi capsaicin dengan menggunakan metode konvensional menjadi tidak efektif. Teknologi kultur jaringan seperti kultur kalus menjadi alternatif solusi dalam permasalahan ini.

Kultur kalus menjadi metode yang dapat digunakan untuk memproduksi senyawa capsaicin dalam skala besar. Hal ini dikarenakan kalus merupakan sel-sel dengan daya proliferasi yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan biomassa besar dalam waktu yang singkat. Kalus juga memiliki karakteristik genetik yang identik dengan tanaman indukannya (Junairiah *et al.*, 2021). Kalus dapat dimanfaatkan untuk produksi senyawa metabolit sekunder secara *in vitro*, dengan modifikasi medium dan kontrol lingkungan tumbuhnya. Proses ini bertujuan untuk mengarahkan jaringan agar membentuk metabolit tertentu sesuai dengan yang diinginkan, salah satunya dengan mengatur komposisi nutrisi dan hormon dalam medium pertumbuhan. Konsentrasi metabolit dalam kultur kalus dapat ditingkatkan melalui proses elisitasi dengan elisitor (Selwal *et al.*, 2023). Menurut Ramirez-estrada *et al.* (2016), metode elisitasi efektif digunakan untuk meningkatkan metabolit sekunder pada tanaman.

Elisitor dapat berperan sebagai stimulator atau *trigger* baik secara fisik maupun kimiawi, yang berfungsi untuk mengaktifkan sistem proteksi tanaman, dengan memproduksi metabolit sekunder tertentu. Beberapa elisitor yang

merupakan senyawa kimia seperti asam salisilat, metil jasmonat, kitosan, CaCl_2 , KCl dan NaCl seringkali ditambahkan ke dalam medium kultur (Ramirez-estrada *et al.*, 2016). Gammoudi *et al.* (2019), mengelompokan senyawa NaCl sebagai salah satu elisitor yang dapat membantu meningkatkan akumulasi senyawa alkaloid dalam kalus cabai besar varietas baklouti medenine.

Senyawa NaCl pada konsentrasi tinggi bersifat sitotoksik, karena dapat mengganggu berbagai jalur metabolisme dalam sel tumbuhan. Elisitor tersebut menyebabkan stress osmotik, sehingga meningkatkan pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang dapat mengoksidasi berbagai molekul organik seperti karbohidrat, lipid, dan protein yang menyusun sel tumbuhan. Untuk mengurangi kerusakan sel akibat ROS, tumbuhan merespon dengan meningkatkan akumulasi metabolit sekunder seperti capsaicin dalam sel (Zamljen *et al.*, 2022). Senyawa NaCl tersebut mempengaruhi sintesis capsaicin melalui jalur fenilpropanoid dengan meningkatkan kandungan senyawa fenol dan fenilpropanoid dalam sel (Mardhiana dkk., 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Al-Hattab *et al.* (2015), menyatakan bahwa senyawa NaCl yang ditambahkan ke dalam medium MS dengan konsentrasi sekitar 9 dsm^{-1} atau 5000 ppm mampu meningkatkan kandungan capsaicin pada kalus cabai besar lokal dari Irak. Garam tersebut terbukti meningkatkan kandungan asam amino prolin dan fenilalanin yang berfungsi sebagai proteksi sel terhadap cekaman osmotik. Kabby *et al.* (2017), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa pemberian NaCl dengan konsentrasi 8 dsm^{-1} atau sekitar

4500 ppm menyebabkan penurunan berat basah dan kering kalus cabai besar varietas ampala yang diinduksi dari plasenta. Metabolisme kalus dialihkan untuk proses pembentukan metabolit sekunder, sehingga pada kalus yang mengalami stress osmotik, sehingga aktivitas enzim *Phenylalanine Amonyalyse* (PAL) dan *Peroxidase* (POX) meningkat.

Penelitian sebelumnya oleh Gammoudi *et al.* (2019), menunjukan bahwa pemberian NaCl dengan konsentrasi di atas 17 mM atau setara dengan 1000 ppm menyebabkan penurunan kandungan capsaicin yang diakumulasi oleh kalus cabai besar varietas baklouti medenine' yang diinduksi dari plasenta. Hasil tersebut memberikan informasi bahwa konsentrasi NaCl yang diberikan pada medium belum mampu meningkatkan kandungan capsaicin pada kalus. Berbagai penelitian menunjukan bahwa varietas cabai, eksplan yang digunakan, dan konsentrasi NaCl yang berbeda memberikan efek yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan dan kandungan capsaicin kalus. Penelitian ini penting dilakukan untuk menguji kalus dengan eksplan kotiledon yang diberi elisitor NaCl terhadap kandungan capsaicin yang disintetis.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana pengaruh penambahan NaCl dengan konsentrasi berbeda pada media MS terhadap pertumbuhan dan perkembangan kalus cabai besar ?
- 1.2.2 Berapakah konsentrasi NaCl yang dapat menghasilkan kandungan

capsaicin tertinggi pada kalus cabai besar ?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Menganalisis pengaruh penambahan NaCl dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan capsaicin pada kalus cabai besar.
- 1.3.2 Menentukan konsentrasi NaCl yang dapat menghasilkan kandungan capsaicin tertinggi pada kalus cabai besar.

1.4 Manfaat

Penelitian ini memberikan manfaat berupa rekomendasi teknologi kultur jaringan tanaman dalam memproduksi senyawa capsaicin melalui metode elisitasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan referensi terkait konsentrasi NaCl yang sesuai untuk produksi senyawa capsaicin skala industri. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar teori dalam proses skrining clone pada tanaman di lahan-lahan tinggi salinitas.