

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas penting yang sering dikonsumsi oleh masyarakat sebagai pelengkap dan penyedap makanan sehingga memiliki nilai ekonomi tinggi. Tanaman cabai juga sering digunakan untuk pembuatan obat-obatan dan kosmetik. Cabai merah juga kaya akan protein, lipid, serat, garam mineral (Ca, P, Fe, K), vitamin (A, D3, E, C, K, B2, dan B12), dan kapsaisin (Badriyah & Manggara, 2015).

Produktivitas dari tanaman cabai masih cukup rendah dibanding dengan potensinya, menurut Badan Pusat Statistik (BPS), 2024. Produktivitas cabai pada tahun 2022 menghasilkan 9,3 ton/ha lalu pada tahun 2023 mengalami penurunan menjadi 8,8 ton/ha dan pada tahun 2024 mengalami penurunan kembali menjadi 8,7 ton/ha. Produksi tersebut dapat ditingkatkan mengingat potensi cabai merah mencapai 15 – 25 ton/ha (Lagiman dan Supriyanta, 2021). Dari potensi dan produktivitas cabai merah yang jauh lebih rendah, sehingga perlu adanya upaya-upaya untuk meningkatkan produksi dari tanaman cabai ini agar dapat memenuhi potensi dan permintaan pasar.

Hasil cabai merah yang masih rendah diantaranya disebabkan oleh gangguan organisme pengganggu tanaman. Salah satu patogen yang sering menyerang cabai merah adalah *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa atau yang dikenal patek. Antraknosa menyerang pada semua bagian tanaman cabai merah dan pada semua fase pertumbuhan (vegetatif maupun generatif). Cabai yang terserang antraknosa akan menunjukkan gejala bintik-bintik kecil berwarna kehitaman dan sedikit melekuk kemudian buah mengkerut, kering, membusuk dan akhirnya jatuh dari tanamannya (Nurjasmi dan Suryani, 2020).

Pengendalian penyakit antraknosa masih mengandalkan fungisida kimia sintetis. Kurangnya pengetahuan petani terhadap dosis fungisida yang tidak sesuai anjuran dalam mengatasi antraknosa cabai merah dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia, menyebabkan resistensi patogen, dan merusak lingkungan

(Jauhari, 2019). Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif pengendalian antraknosa cabai yang tidak hanya efektif, tetapi juga ramah lingkungan.

Salah satu cara alternatif untuk mengendalikan antraknosa cabai yang ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan pestisida nabati berbasis minyak atsiri tumbuhan. Penggunaan pestisida nabati diketahui lebih aman dibandingkan pestisida sintetis, karena aman bagi makluk hidup non target, di alam mudah terurai, serta tidak mencemari lingkungan (Danong, Damanik, dan Billy., 2020).

Senyawa minyak atsiri merupakan senyawa metabolit sekunder golongan terpen yang disintesis melalui jalur asam mevalonat. Salah satu kegunaan dari minyak atsiri ini bersifat antimikroba. Menurut Safaei-Ghom & Ahd (2010) ekstrak tumbuhan dan minyak atsiri memiliki sifat antijamur, antibakteri, dan antivirus yang telah diuji secara global sebagai sumber potensial senyawa antimikroba baru, agen yang mendorong pengawetan makanan dan alternatif untuk mengobati penyakit menular. Senyawa yang terkandung pada minyak atsiri ialah *p*-cymene, limonene, mentol, eugenol, anethole, estragole, geraniol. Timol, *y*-terpinene, dan cinnamyl alkohol merupakan beberapa contoh dari senyawa kandungan minyak atsiri yang dapat menjadi antimikroba (Chouhan, Sharma, dan Guleria., 2017).

Salah satu tanaman yang memiliki minyak atsiri adalah kelor (*Moringa oleifera* L.). Menurut penelitian (Puspita, 2023) ekstrak daun kelor memiliki daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aures*, konsentrasi yang digunakan ialah 5%, 10%, 15% berturut-turut $9,83 \pm 1,15\text{mm}$ (resistensi), $12,80 \pm 2,07\text{mm}$ (resistensi), dan $14,0 \pm 2,29\text{mm}$ (intermediate). Dari penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa kelor ini berpotensi untuk menjadi bahan pestisida nabati. Dengan menggunakan minyak atsiri yang berasal dari kelor ini jarang digunakan untuk penggunaan pestisida nabati, namun minyak atsiri sering digunakan dalam bidang kesehatan seperti obat herbal dan sabun cuci. Penggunaan pestisida sintesis dapat mengakibatkan kerusakan bagi lingkungan maupun kesehatan masyarakat. Karena hal tersebut perlu adanya penggunaan pestisida nabati yang tidak merusak lingkungan maupun kesehatan masyarakat. Mengingat bahwa *Colletotrichum* sp. ini banyak dijumpai dan pengendaliannya menggunakan pestisida kimia sintetis.

Namun hingga saat ini, belum ada studi komprehensif yang menganalisis terkait penggunaan minyak atisiri biji kelor terhadap penyakit antraknosa (*Colletotrichum sp*). Untuk mengidentifikasi potensi senyawa secara efisien, pendekatan *in silico* berbasis komputasi menjadi instrumen strategis. Metode ini, khususnya melalui *molecular docking* menawarkan keuntungan biaya dan kemampuan memvisualisasikan interaksi molekul serta memprediksi dampak senyawa terhadap material biologis atau nonbiologis.

Pendekatan dengan metode *in silico* yang berbasis komputasi telah berkembang menjadi instrumen strategis dalam eksplorasi senyawa kandidat pestisida, mengingat biaya dan kemampuan dalam memvisualisasikan interaksi molekul, terkhusus melalui teknik *molecular docking* dengan bantuan skrining toksiksitas terlebih dahulu. Dengan pengujian toksiksitas untuk memperkirakan tingkat kerusakan yang diakibatkan suatu senyawa terhadap material biologis maupun nonbiologis, skrining toksiksitas ini untuk mengetahui efek yang tidak dikehendaki oleh suatu produk calon pestisida.

Andarini & Rosanti (2018) melaporkan bahwa efek pestisida kimia dapat mempengaruhi kesehatan petani yang dapat menimbulkan gejala muntah, diare, dyspnea, penglihatan kabur, paresthesia, bicara cadel dan nyeri dada. Dalam teknik *molecular docking* memungkinkan memfasilitasi analisis komprehensif interaksi antara molekul ligan dengan reseptor target, memiliki relevan untuk aplikasi di bidang pertanian seperti perlindungan tanaman transgenik dan pengendalian organisme pengganggu tanaman. Dalam konteks *Colletotrichum sp.*, metode *in silico* dapat mengidentifikasi senyawa bioaktif pada tanaman kelor sebagai kandidat pestisida potensial, dengan dukungan dari kemampuannya dalam mengidentifikasi berbagai parameter molekular seperti energi ikatan dan stabilitas kompleks antara ligan dan reseptor.

Selain pengujian secara *in silico* yang menggunakan dasar komputasi, perlu adanya validasi dari pengujian lainnya yaitu *in vitro* dan *in vivo*. *In vitro* memungkinkan pengujian secara langsung pada media mikroba, namun pada pengujian *in vitro* ini tidak bisa merefleksikan bagaimana senyawa bioaktif minyak atsiri kelor ini bekerja bersamaan dengan faktor lingkungan. Dengan demikian

perlu adanya pengujian selanjutnya yaitu *in vivo* memungkinkan observasi interaksi senyawa bioaktif dan organisme secara keseluruhan dengan dipengaruhi faktor eksternal. Penggunaan ekstrak biji kelor terhadap *alternaia* sp. pernah dilakukan penelitian pada pengujian *in vitro* dan *in vivo*, pada pengujian *in vitro* ekstrak biji kelor dapat menghambat 53,2% dan pada pengujian *in vivo* sebesar 49% (Yahya dkk., 2021). Dari penelitian tersebut hanya mengemukakan dalam bentuk ekstrak dan bukan dalam bentuk minyak atsiri. Saat ini, penelitian terkait penggunaan senyawa bioaktif minyak atsiri kelor masih terbatas, sehingga penelitian ini masih terbatas pada eksplorasi awal tanpa integrasi optimal dari ketiga metode tersebut untuk mendesain pestisida nabati berbasis kelor secara menyeluruh. Dari gap tersebut menunjukkan perlu adanya studi terpadu untuk memahami efektivitas dan aplikabilitas senyawa bioaktif minyak atsiri kelor dalam pengendalian *Colletotrichum* sp.

Berdasarkan uraian di atas, menggambarkan bahwa kelor memiliki beberapa senyawa yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati. Oleh karena itu, perlu diteliti bagaimana senyawa – senyawa kandidat pestisida dari minyak atsiri biji kelor ini dapat digunakan dalam pengendalian *Colletotrichum* sp., interaksi ligan dan protein pada cendawan *Colletotrichum* sp. serta bagaimana toksisitas dari penggunaan pestisida nabati yang berasal dari tanaman kelor. Pemanfaatan minyak atsiri biji kelor melalui penelitian yang menggunakan metode *in silico*, *in vitro*, dan *in vivo*, dengan menggunakan ketiga metode ini dapat mengetahui bagaimana interaksi antara kandidat senyawa bioaktif terhadap protein reseptor. Alternatif ini dapat mengefisiensikan waktu dan keefektifan pengujian. Selain efektif mengendalikan *Colletotrichum* sp. juga penggunaan pestisida nabati dapat mengendalikan *Colletotrichum* sp. ini dengan ramah lingkungan tanpa adanya residu pestisida yang terdapat pada buah maupun lingkungan sekitarnya. Dalam upaya mengstabilkan produksi cabai merah dengan cara berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dikemukakan masalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana interaksi antara senyawa-senyawa aktif minyak atsiri biji kelor dengan salah satu protein pada cendawan *Colletotrichum* sp.?
- b. Apakah Minyak Atsiri Biji Kelor dapat mengendalikan penyakit antrknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman Cabai (*Capsicum annum L.*)?
- c. Berapa konsentrasi minyak atsiri biji kelor yang dapat mengendalikan penyakit antrknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum L.*)

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji bagaimana minyak atsiri biji kelor terhadap pertumbuhan cendawan *Colletotrichum* sp. dengan metode *in silico*, *in vitro*, dan *in vivio*. Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

- a. Bertujuan untuk mengetahui bagaimana interaksi antara senyawa – senyawa yang menjadi kandidat untuk menjadi pestisida nabati terhadap cendawan *Colletotrichum* sp. pada penyakit antrknosa cabai (*Capsicum annum L.*).
- b. Bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari minyak atsiri biji kelor ini terhadap cendawan *Colletotrichum* sp. pada cabai (*Capsicum annum L.*).

1.4 Kegunaan Peneltian

Kegunaan dari penelitian ini sebagai berikut :

- a. Berguna untuk mengembangkan ilmu pengetahuan terkhusus pada teknik screening senyawa kandidat untuk suatu penyakit tanaman agar lebih efektif, efisien dan terbarukan.
- b. Berguna untuk informasi kepada kalangan akademisi dan masyarakat mengenai kandungan kelor (*Moringa oleifera*) terhadap penyakit antrknosa atau cendawa *Colletotrichum* sp. pada tanaman cabai (*Capsicum annum L.*).
- c. Berguna untuk memberikan inovasi solutif mengenai perkembangan pertanian di Indonesia terkhusus pada penanganan penyakit tanaman dengan mempergunakan ilmu teknologi.