

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1. Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Cabai rawit merupakan salah satu komoditas hortikultura yang termasuk ke dalam famili Solanaceae dan memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia karena keberadaannya tidak dapat ditinggalkan oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Cabai rawit memiliki berbagai kegunaan, mulai dari sebagai bahan utama bumbu dapur hingga menjadi bahan baku dalam industri, seperti pembuatan saus, bubuk cabai, mie instan, dan produk farmasi. Secara umum buah cabai rawit mengandung zat gizi antara lain lemak, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, B2, C dan senyawa alkaloid seperti capsaicin, oleoresin, flavonoid dan minyak esensial. Permintaan akan tanaman cabai rawit di Indonesia tidak hanya dalam skala rumah tangga, tetapi juga dalam skala industri, dan dieksport ke luar negeri (Simanjuntak dkk., 2017).

Di Indonesia tersebar berbagai macam jenis cabai mulai dari varietas lokal dan varietas unggul yang ada di masyarakat. Spesies cabai rawit yang banyak dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia yaitu *Capsicum frutescens*, *Capsicum annuum*, dan *Capsicum eximium* (Ramadhanti dan Waluyo, 2021).

Menurut Alif (2017) cabai rawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Solanales

Famili : Solanaceae

Genus : Capsicum

Spesies : *Capsicum frutescens* L.

Tanaman cabai rawit merupakan jenis tanaman perdu yang memiliki kayu, bercabang dan tumbuh dengan tegak. Tanaman cabai rawit memiliki organ-organ utuh seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Berikut ciri-ciri morfologi cabai rawit:

a. Akar

Akar tanaman cabai rawit termasuk ke dalam kategori akar serabut. Pada tanaman cabai banyak terdapat bintil-bintil kecil yang berfungsi untuk mencari sumber makanan dengan menyerap unsur hara. Sedangkan pada bagian ujung akar terdapat akar semu yang berfungsi untuk menyerap nutrisi dari dalam tanah. Akar tanaman cabai rawit terdiri atas akar utama (primer) dan lateral (sekunder). Akar tersier berupa serabut-serabut akar yang keluar dari akar lateral. Panjang akar primer sekitar 35-50 cm, dan akar lateral sekitar 35-45 (Alif, 2017).

b. Batang

Batang tanaman cabai rawit berwarna hijau tua dan berkayu. Panjang batang berkisar 30-37,5 cm dan berdiameter 1,5-3 cm. Jumlah cabangnya yakni antara 7-15 per tanaman. Panjang cabangnya sekitar 5-7 cm dengan diameter sekitar 0,5-1 cm. Di daerah percabangan terdapat tangkai dan daun. Tangkai daun berfungsi untuk menopang daun. Ukuran tangkai daun sangat pendek, yakni hanya 2-5 cm (Alif, 2017).

c. Daun

Daun cabai rawit umumnya berwarna hijau muda, dengan panjang sekitar 3-4 cm dan lebar daun berkisar 1-2 cm. Termasuk ke dalam kategori daun tunggal, dengan bentuk bulat dan agak lebar dengan ujung meruncing, pangkal menyempit, tepi rata, serta bentuk pertulangannya merata (Alif, 2017).

d. Bunga

Bunga tanaman cabai rawit bersifat tunggal dan tumbuh di ujung ruas tunas. Mahkotanya berwarna putih, kuning muda, kuning, ungu dengan dasar putih tergantung dari varietas tanaman itu sendiri. Alat kelamin jantan dan betina terletak di satu bunga sehingga termasuk bunga sempurna. Putik bunga berukuran panjang

0,5 cm berwarna putih dengan kepala berwarna hijau. Posisi bunga cabai rawit ada yang menggantung, horizontal dan tegak (Alif, 2017).

e. Buah dan Biji

Buah cabai rawit memiliki tekstur daging buah yang renyah dan lunak, serta memiliki ukuran yang beragam. Bentuk buah cabai rawit tegak, kadang-kadang merunduk, berbentuk bulat telur, lurus atau bengkok dengan ujung meruncing. Buah menempel pada tangkai yang panjang dan berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan jenis cabai lainnya, namun memiliki rasa yang lebih pedas.

Buah cabai rawit memiliki biji dengan jumlah yang banyak di dalamnya. Biji cabai rawit berbentuk bulat pipih berdiameter 2-2,5 cm. Biji cabai rawit terdapat di dalam buah dan menempel di sepanjang plasenta. Warna biji beragam, mulai dari putih hingga kuning jerami. Bagian terluarnya terdapat lapisan keras (Alif, 2017).

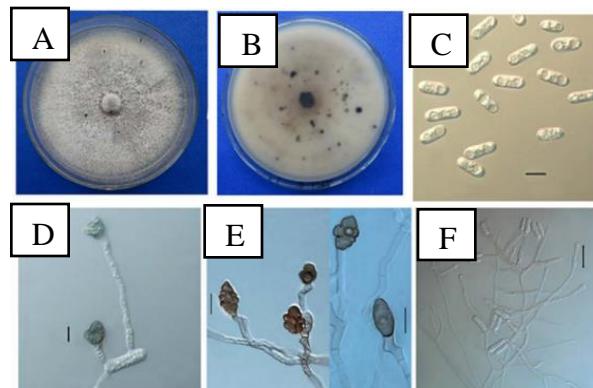
Secara umum, cabai rawit memiliki syarat tumbuh yang sama dengan tanaman cabai jenis lainnya. Cabai rawit dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah dengan ketinggian 1-1.500 mdpl. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh di daerah kering, tetapi akan menghasilkan produktivitas yang optimal jika ditanam pada lahan yang subur banyak mengandung unsur hara, gembur, cukup air serta mengandung banyak humus. Cabai rawit dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki surab hujan rendah maupun tinggi sekitar 1.000-3.000 mm setiap tahunnya, dengan suhu udara berkisar 25-32°C (Alif, 2017).

2.1.2. Penyakit antraknosa

Penyakit antraknosa disebut juga dengan penyakit pathek (Herwidayarti dkk., 2013). Kerugian hasil karena penyakit antraknosa dapat mencapai 80% apabila kondisi mendukung untuk perkembangan patogen (Than dkk., 2008). Konidium *Colletotrichum* dapat terpencar oleh angin sehingga penularannya sangat cepat bahkan dapat merata pada lahan cabai. Serangan patogen *Colletotrichum* sp. dapat terjadi pada tanaman cabai fase vegetatif sampai menjelang panen

(Machenahalli dkk., 2014; Saxena dkk., 2016). Spesies jamur *Colletotrichum* yang umum ditemukan di Indonesia diantaranya *C. fructicola*, *C. acutatum*, *C. capsici*, dan *C. gloeosporioides* (Syukur, 2007; Sharma dan Shenoy, 2013).

Colletotrichum sp. memiliki aservulus dan stroma pada batang berbentuk hemispirakel dan ukuran 70-120 μm . Seta menyebar, berwarna coklat gelap sampai coklat muda. Seta terdiri atas beberapa septa dan ukuran +150 μm . Konidium berbentuk hialin, uniseluler, berukuran 17-18 x 3-4 μm . Konidium dapat berkecambah pada permukaan buah yang hijau atau merah tua. Miselium berwarna putih hingga abu-abu. Warna koloni oranye hingga merah muda pada medium biakan (Prihatiningsih dkk, 2020).



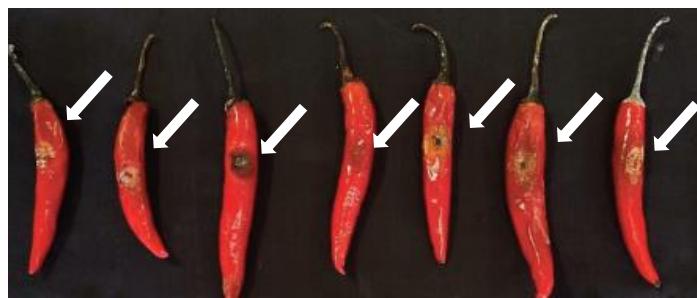
Gambar 1. Morfologi *Colletotrichum* sp. (Sumber: Liu, dkk 2016)

Keterangan: (A) koloni tampak atas dalam media PDA; (B) koloni tampak bawah dalam media PDA; (C) konidia; (D) konidium; (E) miselium; (F) konidiofor.

Klasifikasi jamur *Colletotrichum* sp. menurut Alexopoulos, Mims, dan Blackwell (1996), yaitu: Kingdom : Fungi, : Filum : Ascomycota, Divisi : Ascomycotina, Kelas : Pyrenomycetes, Ordo : Sphaeriales, Famili : Polystigmataceae, Genus : *Colletotrichum*, Spesies : *Colletotrichum* sp.

Serangan *Colletotrichum* sp. pada pertanaman cabai umumnya terjadi pada buah. Penetrasi cendawan pada jaringan tanaman dapat melalui lentisel (pori-pori pada buah) atau karena pelukaan. Gejala serangan *Colletotrichum* sp. pada buah

ditandai dengan munculnya gejala nekrosis berwarna kehitaman, berlekuk, dan di bagian tengahnya terdapat kumpulan konidia (Liu dkk., 2016). Selanjutnya buah yang terinfeksi mengerut, membusuk dan rontok/gugur. Bercak berbentuk bundar cekung dengan berbagai ukuran dan berkembang pada buah muda. Pada serangan parah, bercak akan bersatu dan merata hampir di seluruh permukaan kulit buah (Than dkk., 2008).



Gambar 2. Gejala penyakit antraknosa pada cabai rawit

(Sumber: Anggrahini, dkk (2020)

Faktor yang mempengaruhi penyakit dapat dilihat dari komponen epidemi adalah dari tiga faktor utama yaitu patogen, inang dan lingkungan. Pada tahap awal infeksi konidia *Colletotrichum* sp. yang berada di permukaan kulit buah cabai akan berkecambah dan membentuk tabung perkecambahan. Tabung kecambah akan segera membentuk apresorium sebagai bantalan infeksi ketika jamur akan melakukan penetrasi ke jaringan tanaman inang (Saxena dkk., 2016). Setelah tabung perkecambahan berpenetrasi ke lapisan epidermis kulit buah cabai maka akan terbentuk jaringan hifa. Kemudian hifa intra dan interseluler menyebar ke seluruh jaringan dari buah cabai (Photita dkk., 2005). Jamur bereproduksi dengan membentuk masa konidium dalam aservulus yang tersusun di bawah epidermis tanaman inang (Kommula dkk., 2017). Konidia menembus jaringan sehat secara langsung kemudian akan tumbuh miselium diantara sel. Miselium kemudian menghasilkan acervuli dibawah kutikula yang akan semakin merusak jaringan

kutikula. Konidia akan dibentuk semakin banyak, sehingga dapat menyebabkan infeksi yang semakin parah (Agrios, 2005). Konidia yang bertahan pada jaringan tanaman akan melakukan infeksi ketika suhu dan kelembaban mendukung. Suhu optimum 27°C dan kelembapan udara 80% merupakan kondisi optimum untuk perkembangan penyakit antraknosa cabai (Than dkk., 2008; Kommula dkk., 2017).

2.1.3. Asap cair

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan bahan aktif yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur yang diperoleh dari hasil kondensasi fraksi uap atau gas yang terbentuk selama proses pirolisis dari bahan yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa (Sarwendah dkk., 2019). Menurut Hambali (2007) asap cair merupakan salah satu bahan bakar cair berwarna kehitaman yang berasal dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, dan limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran pirolisis. Menurut Ridhuan dkk, (2019) pirolisis merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen. Selama pirolisis berlangsung komponen kimia bahan organik tersebut akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pirolisis menyebabkan terjadinya karbonisasi. Hal ini akan terjadi pada pirolisis ekskrim yang hanya meninggalkan karbon (arang) sebagai residu. Asap cair akan diperoleh jika dalam polisator dilengkapi dengan pipa kondensor, sehingga fase gas yang terkondensasi akan berubah wujud menjadi cair.

Asap cair hasil pirolisis perlu dilakukan proses pemurnian untuk menentukan jenis asap cair yang dihasilkan. Proses pemurnian yang dilakukan yaitu distilasi. Distilasi asap cair merupakan salah satu metode pemisahan asap cair berdasarkan perbedaan titik didihnya. Menurut Yaman (2004) distilasi adalah suatu cara pemisahan larutan dengan menggunakan panas sebagai pemisah atau *separating agent*. Distilasi ini bertujuan untuk mendapatkan sifat fungsional dari asap cair, serta menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan seperti tar dan benzopiren. Distilasi ulang atau redestilasi merupakan cara untuk mendapatkan

hasil kualitas asap cair yang lebih baik dari asap cair sebelumnya. Proses distilasi asap cair juga dapat menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan yaitu senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatik.

Ukuran kualitas asap cair dapat dikelompokan menjadi 3 yaitu *Grade 1*, merupakan kualitas terbaik dengan warna putih bening. *Grade 2* merupakan kualitas sedang dengan warna kekuning-kuningan, dan *Grade 3* dengan warna kehitam-hitaman. Asap cair *Grade 3* didapat dari proses pirolisat asap cair dengan bau yang sangat menyengat dan masih banyak mengandung tar atau bahan berbahaya lainnya. Dengan demikian, asap cair *Grade 3* tersebut harus difraksinasi dengan distilasi. Untuk mendapatkan asap cair *Grade 2* atau *1* maka perlu dilakukan distilasi dari asap cair *Grade 3* di dalam sebuah destilator (Ridhuan dkk., 2021).

Asap cair *grade 3* digunakan pada pengolahan karet dan pengawet kayu agar tahan terhadap rayap, asap cair *grade 2* ditujukan sebagai pengawet makanan dengan *taste* asap dan asap cair *grade 1* digunakan sebagai pengawet makanan dengan kualitas yang paling baik. Kandungan-kandungan pada asap cair *grade 1* dan *2* bisa digunakan sebagai pengawet dan antimikroba yang mengandung senyawa-senyawa yaitu asam dan turunannya (format, asetat, butirat, propionat, metil ester); alkohol (metil, etil, propil, alkil dan isobutil alkohol); aldehid (formaldehyda, asetaldehyda, furfural, dan metil furfural); hidrokarbon (silene, kumene dan simene); keton (aseton, metil etil keton, metil propil keton dan etil propil keton); fenol serta piridin dan metil piridin. (Fauzan dan Ikhwanus, 2017).

Asap cair *grade 1* dapat digunakan sebagai pestisida karena mengandung senyawa fenol yang berperan sebagai antioksidan yang dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan dan mampu menghambat pertumbuhan suatu mikroba pada bahan pangan tersebut (Assidiq dkk., 2018). Dengan demikian, asap cair *grade 1* dapat digunakan sebagai fungisida untuk penanggulangan serangan patogen penyebab penyakit pasca panen hortikultura yang berperan sebagai disinfektan (Fauzan dan Ikhwanus, 2017).

Menurut Wagiman dkk, (2014) penyusun asap cair adalah fenol 4,13%, asam 10,2%, dan karbonil 11,3%. Kandungan asam dalam asap cair mampu menghambat perkembangan mikroorganisme termasuk jamur, merusak tegangan permukaan membran dan hilangnya transport aktif makanan melalui membran sehingga mengganggu berbagai fungsi dan struktur komponen sel. Sedangkan kandungan alkohol pada asap cair mampu merusak membran sel dari mikroorganisme yang berupa lignin dan selulosa. Sementara fenol adalah senyawa desinfektan yang dapat menghambat aktivitas enzim.

Mekanisme kerja senyawa yang terkandung pada asap cair yaitu dengan penghancuran dinding sel dan presipitasi (pengendapan) protein sel dari mikroorganisme sehingga terjadi kegagalan fungsi pada mikroorganisme tersebut. Penghambatan pertumbuhan jamur terjadi karena asap cair mengandung fenol dan asam organik sehingga adanya kombinasi antara komponen fungsional fenol dan kandungan asam organik yang cukup tinggi, efektif untuk mencegah dan mengontrol pertumbuhan jamur (Saputra, 2022).

2.1.4. Potensi asap cair tempurung kelapa

Kelapa terdiri dari beberapa lapisan antara lain exocarp (kulit luar), mesocarp (sabut), endocarp (tempurung), testa (kulit daging buah), endosperm/kernel (daging buah) dan air kelapa. Tempurung kelapa adalah komponen buah kelapa yang terletak di permukaan bagian dalam bagian serabut dengan ketebalan berkisar 3 sampai 5 mm dan memiliki fungsi untuk melindungi inti buah. Dari berat total buah kelapa, antara 15% sampai 19% merupakan berat tempurungnya (Siregar dan Nurmaidah, 2017). Bagian tersebut memiliki kandungan lignin yang tinggi dan kandungan selulosa yang rendah dengan kadar air sekitar 6 sampai 9% (dihitung berdasarkan berat kering) (Cantika, 2023).

Tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan baku asap cair karena mengandung berbagai senyawa yang dikelompokkan ke dalam kelompok fenol, asam, dan karbonil yang berperan sebagai antimikroba. Menurut penelitian Putri

dan Diana (2015), senyawa yang teridentifikasi di dalam asap cair tempurung kelapa yang berasal dari degradasi termal karbohidrat kayu seperti keton, karbonil, asam, furan dan turunan pyran dan juga yang berasal dari degradasi termal lignin seperti fenol, guaiakol dan siringol. Senyawa-senyawa yang bersifat antimikroba dan mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen yaitu fenol (2-ethylphenol, 3-Methylphenol, 2,6-Dimethylphenol, 2,4-Dimethylphenol, dan 3-hylphenol) serta senyawa asam (2,3 dihydroxybenzoic acid, 3-methoxybenzoic acid methyl ester, dan 4-Hydroxy-benzoic acid methyl ester) (Agustina, 2020).

Senyawa antijamur bekerja dengan menghambat sistem enzim jamur, mencegah pertumbuhan ujung hifa, menetralkan enzim yang terlibat dalam invasi jamur, merusak membran sel jamur, dan mengganggu produksi asam nukleat (Alfiah dkk., 2015). Fenol dan asam organik akan bekerja untuk mengganggu membran patogen sehingga menyebabkan terganggunya metabolisme sel dan enzim di dalamnya, serta mendenaturasi protein pada membran fungi patogen tersebut.

2.2 Kerangka berpikir

Budidaya tanaman cabai rawit sering kali dihadapkan pada kendala serangan penyakit, terutama penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. yang menyerang pada buah cabai baik sebelum maupun setelah panen dan dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 90% pada musim hujan (Wakhidah dkk., 2021). Penyakit ini dapat menyerang buah matang atau memiliki warna agak merah, pada kelembaban dan temperatur udara yang tinggi (Suwandi dkk., 2018). Gejala penyakit yang ditimbulkan yaitu terdapat bercak coklat kehitaman berlekuk pada permukaan buah cabai (Widodo dan Hidayat 2018).

Untuk mengendalikan penyakit tersebut, diperlukan pengendalian alternatif yaitu penggunaan pestisida yang mengandung bahan bioaktif yang berasal dari tumbuhan, salah satunya yaitu penggunaan asap cair (Aisyah dkk., 2013). Asap cair merupakan degradasi termal terdiri dari komponen selulosa, hemiselulosa dan

lignin yang menghasilkan cairan kondensat uap yang mengandung senyawa penyusun utama berupa asam, fenol dan karbonil (Pangestu dkk., 2014). Asap cair diperoleh dari hasil kondensasi uap/gas yang terbentuk selama proses distilasi kering dari kayu atau bahan berserat berlignin dan selulosa. Kandungan senyawa asap cair seperti asam dan fenol memiliki sifat antimikroba yang efektif dalam membunuh dan menghambat pertumbuhan mikroba.

Yunita dkk, (2018) melaporkan bahwa asap cair tempurung kelapa dapat menghambat pertumbuhan jamur *P. palmivora* pada kakao secara *in vivo* pada konsentrasi 5% dan 10%. Berdasarkan hasil penelitian Zuanif dan Despita (2019), asap cair pada konsentrasi 3, 5 dan 7% yang berasal dari tempurung kelapa dan sekam dapat menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa pada tanaman cabai merah dengan daya hambat 100%. Berdasarkan hasil penelitian Agustina (2020), asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 5% mempunyai kemampuan yang baik dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* pada kelapa sawit dengan daya hambat 100%. Berdasarkan hasil penelitian Purwantisari dkk, (2023), pemberian asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 30% memiliki kemampuan menurunkan intensitas serangan jamur *Fusarium foetens*, *Fusarium moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici* dengan nilai rerata zona hambat sebesar 8,75 mm (*F. foetens*), 11,4 mm (*F. moniliforme*), dan 7,72 mm (*C. capsici*) pada tanaman kentang dan cabai.

Limbah tempurung kelapa dapat dimanfaatkan untuk pembuatan asap cair karena mengandung komponen-komponen serat seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Ketiga komponen ini apabila mengalami kondensasi dari pirolisanya akan menghasilkan asap cair yang mengandung senyawa-senyawa fenol, karbonil, dan asam. Ketiga senyawa tersebut mempunyai sifat fungsional sebagai antijamur, antibakteri, dan antioksidan. Berdasarkan hal tersebut, tempurung kelapa memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif fungisida alami terhadap pertumbuhan jamur penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai rawit.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian pada kerangka berpikir, maka dirumuskan hipotesis berikut:

- 1) Asap cair tempurung kelapa efektif dalam menghambat *Colletorichum* sp. patogen antraknosa pada cabai rawit.
- 2) Diketahui konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang paling efektif dalam menghambat *Colletotrichum* sp. patogen antraknosa pada cabai rawit.