

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

#### 2.1 Tinjauan pustaka

##### 2.1.1 Tanaman cabai merah

Tanaman cabai merah merupakan tanaman perdu dari famili terong-terongan (*Solanaceae*) yang berasal dari benua Amerika tepatnya dari daerah Peru dan menyebar ke negara-negara benua Ameika, Eropa dan Asia termasuk negara Indonesia (Rosdiana *et al.*, 2011). Cabai merah merupakan salah satu komoditi hortikultura sayuran yang paling banyak ditanam di Indonesia. Peminatnya yang cenderung tinggi membuat para petani banyak membudidayakannya. Klasifikasi tanaman cabai merah menurut Sevirasari (2023) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Solanales

Famili : Solanaceae

Genus : Capsicum

Spesies : *Capsicum annuum*.

Tanaman cabai merah memiliki jenis perakaran yakni akar tunggang dan serabut dengan tumbuh menyebar kesamping, cabai merah sangat cocok tumbuh di tanah yang gembur. Tanaman cabai merah memiliki akar yang agak menyebar dengan panjang akarnya berkisar 35 – 50 cm. Akar ini berfungsi antara lain menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Akar tanaman cabai merah tumbuh tegak lurus ke dalam tanah, berfungsi sebagai penegak pohon yang memiliki kedalaman  $\pm 200$  cm serta berwarna cokelat (Prajnanta, 2017).

Batang tanaman cabai merah memilki struktur yang berkayu, berwarna hijau gelap ketika dalam keadaan produktif dan akan berubah warna menjadi cokelat ketika sudah tua, berbentuk bulat dan memilki cabang banyak. Maksimal tinggi tanaman cabai merah adalah 2,5 m. Sedangkan panjang batang tanaman cabai merah hanya berkisar 20 cm dengan diameter 1,5 – 3 cm (Mitra Agro Sejati, 2015).

Daun cabai merah berbentuk agak bulat oval hingga elips dengan posisi berselang-seling. Menurut Hewindati dan Tri (2016) daun cabai merah berbentuk memanjang oval dengan ujung meruncing atau umumnya disebut oblongus acutus, dengan tulang daun menyirip dilengkapi dengan urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah berwarna hijau muda atau hijau terang. Panjang daun berkisar 5 – 10 cm dengan lebar 2 – 5 cm. Daun cabai merah merupakan daun tunggal yang mempunyai tangkai dengan panjang 2,5 – 4 cm. Ruas pada daun cabai merah berkisar dari 5 – 9 ruas (Herpanas dan Dermawan, 2015).

Bunga tanaman cabai merah umumnya berbentuk terompet kecil atau menyerupai bintang dengan warna putih. Bunga cabai merah disebut juga berkelamin dua atau hermaphrodite karena alat kelamin jantan dan betina terdapat dalam satu bunga. Posisi bungan cabai merah umumnya menggantung dan muncul di dekat daun. Warna mahkota berwarna putih, dengan kuping sebanyak 5-6 helai, panjangnya 1-1,5 cm, lebar 0,5 cm, dan warna kepala putik kuning (Tjandra, 2017). Bunga cabai merah pada umumnya terdapat satu kuntum bunga dalam satu ruas, tetapi terkadang lebih dari satu. Tangkai bunga tegak saat anthesis, tetapi bunganya merunduk, sedangkan tangkai daun pendek (Lelang *et al.*, 2019).

Cabai merah memiliki buah yang masih muda berwarna hijau dan berwarna merah setelah tua, berbentuk kerucut memanjang, lurus dan bengkok serta meruncing pada bagian ujungnya menggantung. Memiliki permukaan licin mengkilap dengan diameter buah 1 – 2 cm, panjang 4 – 17 cm, bertangkai pendek dan memiliki rasa pedas. Umumnya daging buah lunak (Ali, 2015). Warna pada buah matang merupakan akibat dari reduksi klorofil, pigmentasi antosianin dan akumulasi pigmen karotenoid. Capsanthin dan Capsorubin adalah pigmen terbanyak pada buah matang yang berwarna merah. Buah cabai merah saat panen berbentuk Hornshaped atau berbentuk tanduk, ujung buahnya berbentuk tumpul. Cabai merah memiliki bentuk kaliks membungkus atau *enveloping* (Rahmadini *et al.*, 2020).

Cabai merah dapat tumbuh dengan baik dengan suhu udara berkisar 25 – 32°C. Tanaman cabai merah akan tumbuh dengan baik pada iklim dengan curah hujan

yang berkisar 1.500 - 2.500 mm/tahun. Curah hujan yang terlampau tinggi akan mengakibatkan rontoknya bunga-bunga sehingga memicu gagalnya proses penyerbukan. Suhu paling baik untuk budidaya tanaman cabai merah adalah berkisar 22 – 30°C. Suhu yang terlampau dingin akan memicu pertumbuhan bunga yang tidak sempurna, terhambatnya perkembangan buah, serta waktu pemasakan buah yang relatif lebih lama. Suhu yang dibutuhkan tanaman cabai merah untuk proses perkembangbiakan benih sebesar 25 – 30°C. Tanaman cabai merah memerlukan kelembaban berkisar 80% serta sirkulasi udara yang lancar. Kelembaban yang terlalu rendah dengan suhu udara yang tinggi akan menghambat pertumbuhan tunas, bunga dan buah (Widiyastuti, 2015).

Intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman cabai merah ialah normal seperti tanaman hortikultura lainnya. Cabai merah membutuhkan pencahayaan dari pagi hari hingga sore hari. Menurut Sitompul dan Bambang (2015), tanaman cabai merah akan tumbuh maksimum dibawah cahaya dengan kisaran panjang gelombang 400 – 700 nm. Tanaman cabai merah membutuhkan cahaya sebanyak selama 12 jam/hari. Sinar matahari dibutuhkan tanaman sebagai sumber energi dalam proses asimilasi untuk menghasilkan bagian-bagian vegetatif, seperti daun, buah dan biji. Intensitas penyinaran matahari yang rendah dalam masa pertumbuhan atau pembentukan buah akan menyebabkan rendahnya produksi cabai merah. Gejala yang terlihat pada tanaman yang terindikasi kurangnya penyinaran matahari yakni timbulnya etiolasi atau tanaman tumbuh memanjang, kurus, lemah serta terlihat pucat. Selain itu tanaman juga tidak dapat membentuk masa bunga atau walaupun dapat terbentuk, maka bunga yang dihasilkan kualitasnya kurang baik dan kemungkinan berhasilnya proses penyerbukan juga rendah (Ali, 2015).

Tanaman cabai merah umumnya tumbuh optimum di dataran rendah hingga menengah pada ketinggian 1000 mdpl dan pada ketinggian diatas 1000 mdpl tanaman ini tumbuh lebih lambat dan pembentukan buahnya juga terhambat namun mempunyai umur panen yang lebih panjang. Zulkarnain (2019) menyatakan bahwa tanaman cabai merah memiliki daya adaptasi yang luas. Tanaman cabai merah dapat diusahakan baik di dataran rendah ataupun dataran tinggi. Cabai merah yang ditanam di dataran tinggi akan mengalami umur panen dan masa panen yang lebih

lama, tetapi hasil panennya masih relatif sama dibandingkan dengan jika kultivar yang sama ditanam di dataran rendah.

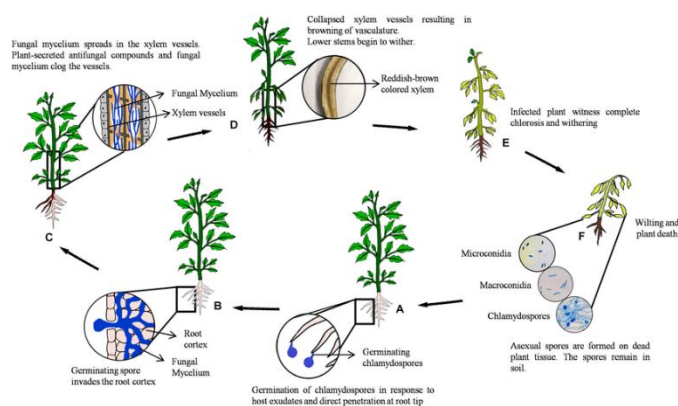
Tanaman cabai merah umumnya hidup pada tanah yang subur, gembur, kaya akan organik, tidak mudah becek (menggenang), bebas cacing (negatif) dan penyakit tular tanah. Tanah-tanah yang becek sering menyebabkan gugur daun dan juga tanaman cabai mudah terserang penyakit layu. Tingkat keasaman yang rendah (dibawah 5,5) akan mengakibatkan pertumbuhan penyakit pada tanaman seperti adanya fungi seperti *Fusarium* sp. (Prajnanta, 2017).

Menurut Tjandra (2017) tanaman cabai merah tidak tumbuh dengan baik dalam tanah yang memiliki struktur padat dan tidak memiliki rongga. Alasannya, tanah seperti ini tidak mudah ditembus dengan air sehingga saat penyiraman berlangsung, air tersebut akan menggenang dan menimbulkan banyak dampak negatif. Menurut Rosdiana *et al.*, (2011) Tanah yang digunakan sebagai media tanam sebaiknya remah atau poros. Tanah yang remah dan berbutir-butir memiliki aerasi dan daya pegang air yang baik. Disamping itu, akar juga akan mudah menembus saat mencari bahan makanan. Tanah remah yang baik adalah Alluvial dan andosol.

### 2.1.2 Penyakit Layu *Fusarium*

Penyakit layu *fusarium* merupakan penyakit yang dapat menyebabkan kerugian signifikan bagi petani karena mampu menginfeksi tanaman cabai di berbagai fase pertumbuhannya (Hodiyah *et al.*, 2024). Fungi *Fusarium* sp. menyerang melalui akar. Gejala serangan yang pertama adalah menguningnya daun bagian bawah, kemudian bagian atas. Selain itu, tulang daun menjadi rapuh, menyebabkan tanaman layu total (Nurkarimah *et al.*, 2025). Cara kerja patogen *Fusarium* dalam menyerang tanaman adalah dengan mengkolonisasi jaringan xilem dan menyebar melalui sistem pembuluh di batang. Perkembangan penyakit dan gejala pada tanaman inang bergantung pada tingkat kolonisasi pembuluh oleh patogen. Hifa dan klamidospora di tanah menyerang akar muda dan masuk ke dalam pembuluh xilem. Kolonisasi dalam tanaman memicu reaksi yang menghasilkan senyawa fenolik berwarna cokelat dan pembentukan tyloses (Shaheen *et al.*, 2021).

Fungi *Fusarium* sp. mengalami dua fase dalam siklus hidupnya, yakni fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis, *Fusarium* sp. hidup sebagai parasit dalam tanaman inang. Jika tidak ada tanaman inang maka patogen akan hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa tanaman dan masuk ke fase saprogenesis. Dalam fase ini, patogen menjadi sumber inokulum yang dapat menginfeksi tanaman lain (Alfizar *et al.*, 2011). Siklus hidup *Fusarium oxysporum* diawali dengan fase dormansi, yaitu pembentukan kladidospora berdinding tebal yang mampu bertahan di tanah dalam waktu lama meskipun tanpa inang. Ketika kondisi lingkungan mendukung, kladidospora berkecambah menjadi hifa yang bergerak menuju akar tanaman cabai melalui kemotropisme. Hifa kemudian menempel dan menembus jaringan akar, terutama melalui luka atau ujung akar muda, dengan bantuan enzim perusak dinding sel. Setelah itu, patogen mengkolonisasi jaringan vaskular, khususnya xilem, dan menghasilkan mikotoksin serta polisakarida yang menyebabkan penyumbatan pembuluh. Respon tanaman berupa pembentukan tylosis justru memperparah hambatan aliran air dan nutrisi, sehingga menimbulkan gejala layu, daun menguning, serta pertumbuhan terhambat. Infeksi dapat menyebar sistemik ke seluruh bagian tanaman melalui jaringan xilem hingga akhirnya patogen memproduksi kembali kladidospora dan konidia pada jaringan tanaman yang mati, sehingga memungkinkan siklus penyakit berlanjut di tanah (Hodiyah *et al.*, 2024).



Gambar 1. Siklus penyakit layu *Fusarium* (Sumber: Jangir *et al.*, 2021)

Fungi *Fusarium* memiliki kemampuan untuk tumbuh pada berbagai substrat dan memiliki mekanisme penyebaran yang luas. Banyak spesies dari fungi ini yang

bersifat saprofit yang umum ditemukan di tanah, menjajah akar dan batang tanaman hingga sakit, serta memiliki kemampuan tumbuh yang cepat (Martyn, 2014).

Klasifikasi fungi fusarium Soesanto (2019) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Filum : Ascomycota

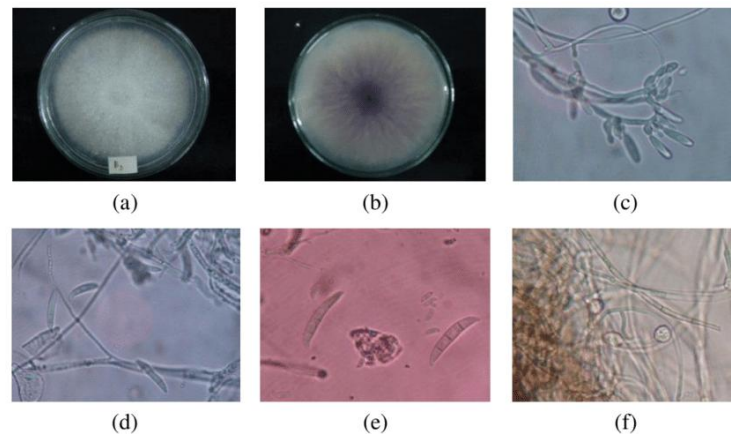
Kelas : Sordariomycetes

Subkelas : Hypocreomycetidae

Ordo : Hypocreales

Genus : *Fusarium*

Spesies : *Fusarium* sp.



Gambar 2. Morfologi fungi *Fusarium* sp.

(Sumber : Dung *et al.*, 2016)

Keterangan : (a) Tampak atas koloni, (b) Tampak bawah koloni, (c) Konidiospora, (d) Makrokonidia, (e) Mikrokonidia dan makrokonia, (f) Klamidiospora.

Morfologi makroskopik dan mikroskopik, seperti warna koloni, panjang dan bentuk makrokonidia, jumlah, bentuk, dan susunan mikrokonidia, serta keberadaan atau ketiadaan klamidospora (Gambar 1), menjadi kunci dalam membedakan spesies fusarium (Bahadur, 2022). Menurut Soesanto (2019) fungi *Fusarium* sp. menghasilkan tiga spora aseksual, yaitu makrokonidium, mikrokonidium, dan klamidospora. Makrokonidium berbentuk fusiform, sedikit melengkung, menunjuk ke ujung, sebagian besar bersekat tiga, sel basal pedicellate, dan berukuran  $(23-54) \times (3-4,5) \mu\text{m}$ . Mikrokonidium berlimpah, tidak pernah dalam rantai, sebagian besar tak bersekat, berbentuk agak lengkung ke silinder, lurus atau sering melengkung, dan berukuran  $(5-12) \times (2,3-3,5) \mu\text{m}$ . Klamidospora berbentuk bulat, berdinding

tebal, terletak di ujung atau di tengah, baik pada miselium yang lebih tua atau pada makrokonidium, tanwarna, berdinding halus atau kasar, versel satu atau dua, dan berukuran 5-13  $\mu\text{m}$ . Klamidospora akan tetap dorman di dalam tanah atau jaringan tanaman terinfeksi sampai lebih dari 30 tahun. *Fusarium* biasanya menghasilkan pigmen berwarna ungu pucat hingga magenta gelap pada media agar.

Fungi penyebab penyakit layu *Fusarium* dapat tersebar pada jarak dekat melalui air, alat pertanian, dan tanah, sedangkan pada jarak jauh oleh bagian tanaman terinfeksi atau tanah yang terbawa oleh alat pertanian atau oleh manusia. Penyakit layu *Fusarium* dapat tersebar di semua daerah dengan beragam kisaran suhu dengan kelembapan tanah yang tinggi dan pH rendah. Suhu optimum untuk pertumbuhan fungi adalah 27-31°C, yang kemungkinan tergantung pada asal geografi isolat, dan tumbuh baik juga pada suhu 37°C. Kandungan karbon dan nitrogen yang tinggi di dalam tanah mendukung keberadaan dan Kepadatan populasi fungi (Soesanto, 2019).

### 2.1.3 Asap cair

Asap cair merupakan kondensat atau produk berupa cairan berwarna cokelat yang diperoleh dari hasil pemanasan suhu tinggi tanpa udara. Asap cair selama ini sudah mulai banyak digunakan untuk berbagai keperluan baik dalam bidang pertanian, kehutanan maupun pangan. Pemanfaatan asap cair dapat digunakan sebagai bahan antirayap, antifungi, antibakteri, anti serangga dan antioksidan (Oramahi, 2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi asap cair antara lain (1) jenis bahan baku (biomassa), (2) ukuran partikel biomassa, (3) suhu pirolisis, (4) waktu pirolisis, dan (5) kadar air bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asap cair (Akhtar dan Amin, 2012).

Pembuatan asap cair dengan cara pirolisis dilakukan dengan beberapa metode antara lain metode *slow pyrolysis* (pirolisis secara lambat) dan *fast pyrolysis* (pirolisis secara cepat). Pembuatan asap cair dengan pirolisis lambat biasanya dilakukan secara tradisional dalam rangka pembuatan arang (pengarangan) dengan suhu sekitar 300° untuk dekomposisi biomassa. Waktu pirolisis juga relatif lebih lama dari pada pirolisis cepat. Proporsi hasil pirolisis terdiri atas arang sebesar 35%, cairan (asap cair dan tar) sebesar 30 % dan gas sebesar 35 %. Pirolisis secara cepat

merupakan proses pembakaran biomassa pada suhu tinggi yang lebih efisien karena biomassa dipanaskan secara cepat untuk dijadikan *bio oil*. Proses pirolisis biomassa menggunakan suhu tinggi mencapai (500 °C). Proses kondensasi dilakukan untuk mengubah asap berupa uap menjadi cairan (asap cair). Secara umum produk hasil pirolisis secara cepat menghasilkan 60-75 % berat bio oil (asap cair), arang sebesar 15-25 %, dan gas sebesar 10-20 % (Grewal *et al.*, 2018).

Menurut Aisyah (2019), karakteristik dan pemanfaatan asap cair dibedakan berdasarkan *grade*, yaitu *grade premium*, *grade 1*, *grade 2*, dan *grade 3*. *Grade premium* dihasilkan melalui proses redistilasi dari asap cair *grade 1*. Memiliki warna yang sangat bening hampir mirip dengan air yang biasa kita minum. Umumnya asap cair *Grade premium* digunakan untuk merendam makanan seperti ikan. Keunggulan dari asap cair premium diantaranya tidak mempengaruhi warna masakan/ikan, higienis, dapat dicampurkan langsung pada makanan, tidak menghasilkan zat karsinogenik yang dapat memicu tumbuhnya kanker. Asap cair *grade 1* dihasilkan melalui proses redistilasi dari asap cair *grade 2*. Berwarna jernih, dan memiliki aroma netral, dapat digunakan untuk mengawetkan makanan siap saji karena tidak merusak aroma makanan. Asap cair *grade 2* dihasilkan melalui destilasi asap cair *grade 3*. Memiliki awarna kecokelatan transparan, rasa asam sedang dan aroma asap yang lemah. Umumnya digunakann dalam proses pengawetan ikan yang akan diolah menjadi ikan asap. Asap cair *grade 3* belum melalui destilasi sehingga asap cair *grade* ini tidak dapat digunakan untuk pengawetan pangan/makanan. Asap cair ini memiliki sifat fisik berwarna hitam, banyak mengandung tar dan aroma asap yang sangat kuat. Kandungan tar bersifat karsinogenik atau pemicu kanker bisa membahayakan bagi kesehatan.

Mekanisme pengendalian fungi dari asap cair karena asap cair memiliki bahan bioaktif yang dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar yaitu alkohol, fenol dan asam. Bahan bioaktif dalam asap cair bekerja dengan baik secara bersama-sama (sinergis), sehingga memiliki kemampuan penghambatan yang tinggi dan mampu mengganggu proses fisiologis organisme atau mikroorganisme. Terhadap fungi, asap cair ini memiliki kemampuan mencegah germinasi spora



kapang (germisidal), menghambat pertumbuhan dan perpanjangan hifa kapang (fungistatik) dan bahkan mematikan (fungisidal) (Aisyah, 2019).

Asam asetat dalam asap cair bersifat antibakteri dan antifungi, karena mampu bereaksi dengan protein. Asam asetat dapat mendenaturasi protein penyusun dinding sel, membran sitoplasma, dan membran konidia fungi, selain itu dapat menghambat pembentukan dinding sel hifa fungi (Semangun, 1996). Senyawa alkohol banyak digunakan sebagai bahan disinfektan (Girrard, 1992). Senyawa alkohol akan bereaksi dengan protein dan lipid. Senyawa alkohol dapat mendenaturasi protein penyusun dinding sel dan membran sitoplasma, mendenaturasi protein dan lipid penyusun dinding sel dan membran konidia fungi, melarutkan lipid penyusun dinding sel dan membran sitoplasma sel hifa, bersifat germisidal dan menghambat pembentukan ergosterol pada dinding sel hifa fungi (Fardiaz, 1992).

## 2.2 Kerangka berpikir

Kendala utama yang dihadapi dalam pertumbuhan dan produksi cabai adalah adanya gangguan dari organisme pengganggu tanaman (OPT), salah satu yang umumnya menyerang adalah penyakit layu yang disebabkan oleh fungi *Fusarium* sp., fungi ini menyerang tanaman muda pada jaringan empulur batang melalui akar yang luka dan terinfeksi, namun dalam pengendalian penyakit tersebut sering menggunakan pestisida kimia sintetis yang dapat menimbulkan dampak negatif seperti kerusakan lingkungan serta penurunan daya dukung ekosistem berkelanjutan (Purba *et al.*, 2023).

Diperlukan alternatif pengendalian penyakit tersebut dengan bahan yang lebih ramah lingkungan untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan. Asap cair merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai biofungisida. Asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah tempurung kelapa, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan biomassa lainnya (Slamet dan Hidayat, 2015). Menurut Nugroho dan Aisyah (2013), asap cair mengandung berbagai komponen

kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester. Senyawa fenol, asam organik dan alkohol dapat berperan sebagai antifungi dan antibakteri. Asap cair juga memiliki komponen utama yaitu asam, derivat fenol, dan karbonil yang berperan sebagai pemberi rasa, pembentuk warna, antibakteri, dan antioksidan (Ayudiarti dan Sari, 2010).

Aisyah (2017) dalam hasil penelitiannya melaporkan bahwa tempurung kelapa mengandung sekitar 29,52% senyawa lignin, 41,11% senyawa selulosa dan 20,19% senyawa hemiselulosa. Komponen penyusun tempurung kelapa hampir sama dengan tipe biomassa kayu keras, sehingga limbah biomassa tempurung kelapa layak dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair. Selama proses pirolisis senyawa selulosa dapat membentuk senyawa furan, fenol serta asam asetat dan derivatnya. Hemiselulosa dapat membentuk senyawa furfural, furan dan derivat asam karboksilat, sedangkan lignin dapat juga membentuk senyawa fenol dan derivatnya. Senyawa asam asetat dan alkohol yang terkandung dalam asap cair tempurung kelapa memiliki peran besar dalam aktivitas antifungi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa asap cair berpotensi sebagai biofungisida dan biofungistatis (Silitonga, *et al.*, 2023). Potensi tersebut diduga berasal dari sinergi antar senyawa di dalamnya. Senyawa asam asetat dapat merusak protein dinding sel, menyebabkan lisis pada sel fungi. Senyawa asam organik dan karbonil kuat mampu merusak gugus  $\text{NH}_2$ , sehingga mempermudah penetrasi senyawa lain ke dalam sel fungi. Jayanuddin *et al.* (2012) menyatakan bahwa fenol, asam organik, dan karbonil bersifat toksik dan dapat menghambat pertumbuhan fungi.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aisyah *et al.* (2013) melaporkan bahwa asap cair tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan pertumbuhan koloni *Colletotrichum gleosporiodes* dan *Fusarium oxysporum* dengan daya hambat 5,59-97,85% dan 6,06-94,97% dalam rentang konsentrasi 0,25-6,0% pada uji *in vitro*, serta Asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1% dan 5%, efektif menghambat perkembangan penyakit antraknosa dan layu fusarium pada tanaman inang ketimun, dengan daya hambat masing-masing tanaman inang 100%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Purwantisari *et al.*, (2023), penggunaan asap cair dari tempurung kelapa dapat menghambat fungi patogen *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici*, dengan konsentrasi terbaik pada 30 % dan nilai rerata zona hambat sebesar 8,75 mm (*F. foetens*), 11,4 mm (*F. moniliforme*), dan 7,72 mm (*C. capsici*). Berdasarkan hasil penelitian Suyanto dkk. (2021) disimpulkan bahwa pemberian asap cair yang paling baik untuk menekan diameter koloni fungi *Colletotrichum* sp. adalah pada konsentrasi 0,32% dengan penghambatan pertumbuhan fungi 29,13%.

Tingkat konsentrasi asap cair yang digunakan dapat menentukan tingkat kandungan bahan aktif yang berperan sebagai antifungi, yang kemudian berpengaruh terhadap tingkat kemampuan asap cair tersebut untuk mencegah pertumbuhan fungi (Purwantisari *et al.*, 2023). Semakin tinggi konsentrasi yang dipalikasikan, maka akan semakin besar pula kerusakan yang timbulkan pada sel target, namun terdapat hal yang perlu diperhatikan yaitu resiko fitotoksisitas jika diaplikasikan pada tanaman dalam konsentrasi yang terlalu tinggi. Menurut Aisyah *et al.* (2013) Penggunaan asap cair konsentrasi 5% menyebabkan nekrosis pada daun tanaman. Maka dari itu, penelitian ini akan menganalisis konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang paling efektif sebagai biofungisida terhadap *Fusarium* sp. dengan melakukan uji pengaruh penghambatannya secara *in vitro* dengan konsentrasi perlakuan asap cair yaitu sebesar 0,2%, 0,4%, 0,8%, 1,6% dan 3,2%. Setelah didapatkan satu perlakuan terbaik pada uji *in vitro*, dilanjutkan dengan pengujian *in vivo* di lapangan.

### 2.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian dan kerangka pemikiran di atas, maka hipotesis yang dikemukakan oleh peneliti adalah :

- 1) Asap cair tempurung kelapa efektif dalam menekan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum*).
- 2) Terdapat konsentrasi asap cair tempurung kelapa yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium* sp. secara *in vitro* serta menekan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum*) secara *in vivo*.