

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Tomat menjadi salah satu komoditas yang banyak diusahakan di berbagai daerah dengan pusat pengembangan di Jawa Barat. Klasifikasi tomat menurut Wiryanta (2002) sebagai berikut:

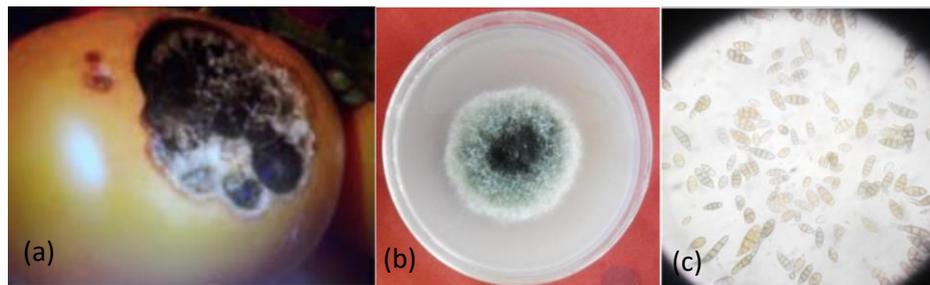
Kingdom	: Plantae – tumbuhan
Divisi	: Spermatophyta – tumbuhan berbiji
Subdivisi	: Angiospermae – berbiji tertutup
Kelas	: Dicotyledonae – biji berkeping satu
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Lycopersicon</i>
Species	: <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.

Tomat memiliki buah berbentuk bulat, bulat pipih, atau seperti buah pir, berongga, berdaging, dan banyak mengandung air dengan diameter buah berkisar 1 cm sampai 12 cm tergantung dari varietasnya (Zulkarnain, 2013). Buah tomat muda biasanya memiliki rasa getir dan berbau tidak enak karena mengandung lycopersicin yang berupa lendir dan dikeluarkan oleh 2 sampai 9 kantung lendir (Tim Penulis Penebar Swadaya, 2009). Buah tomat umumnya berwarna merah pada saat matang, tetapi terdapat juga buah tomat dengan warna kuning, dan jingga bergantung pada sifat genetiknya. Kandungan gizi dalam buah tomat mencakup vitamin C, vitamin A, zat besi, potassium, dan serat (Supriati dan Siregar, 2015).

2.1.2 Patogen *Alternaria solani* pada buah tomat

Cendawan *Alternaria solani* merupakan patogen penyebab penyakit bercak coklat (*early blight/brown spot disease*) pada tanaman tomat. Penyebaran

cendawan *Alternaria solani* melalui konidium yang terbawa oleh angin. Selain itu, penyebaran penyakit dapat juga melalui kumbang-kumbang yang dapat menyebarkan konidium (Semangun, 2004). McGovern (2011) menyatakan *Alternaria solani* juga dapat menyerang tanaman famili solanaceae lainnya seperti kentang dan terong.



Gambar 1. Penyakit bercak coklat oleh *Alternaria solani*

Keterangan: (a) gejala penyakit bercak coklat pada buah jeruk; (b) koloni *Alternaria solani* dalam media PDA; (c) konidia *Alternaria solani*
(Sumber: Kumar, Singh, dan Tyagi. 2017)

Secara makroskopis koloni cendawan *Alternaria solani* awalnya berwarna hijau keabuan dan akan berubah menjadi abu kehitaman seiring berjalannya waktu. Miselium tumbuh secara sirkuler dengan margin yang tidak beraturan. Konidiofor berbentuk lurus, bersekat, dan berwarna coklat pudar atau coklat kekuningan. *Alternaria solani* menghasilkan konidia tunggal dengan bentuk agak lonjong, ujung konidia meruncing seperti paruh, dan berwarna coklat dengan ukuran lebar 12 sampai 20 μm dan panjang 120 sampai 296 μm . Konidia memiliki septa yang khas dengan jumlah pada bagian terluas memiliki 5 sampai 9 septa melingkar dan 0 sampai 4 septa membujur. Miselium dan konidia *Alternaria solani* dapat bertahan dan tetap viabel selama 17 bulan dalam suhu ruang (Roy, Nafiza, dan Sakrar, 2019; Setiawan *et al.*, 2020).

Cendawan *Alternaria solani* bersifat *airborne* atau patogen yang dapat menular melalui udara yang konidianya mudah lepas dan cepat terbawa oleh angin, sehingga penularannya mudah terjadi dan dapat berpotensi menyerang pada proses pasca panen. Konidia *Alternaria solani* dapat berkecambah antara 6°C sampai 34°C dengan suhu optimum antara 25°C sampai 30°C pada kelembaban 60% sampai 80%. Dalam kondisi lingkungan tersebut, perkecambahan konidia terjadi sekitar 40

menit dan proses infeksi pada tanaman akan lebih cepat dalam kondisi lembab. Cendawan *Alternaria solani* biasanya menginfeksi jaringan daun yang sudah tua dengan langsung menembus kutikula. Pembentukan konidium terjadi pada bercak yang bergaris tengah kurang lebih 3 mm (Kalay, Patty, dan Sinay, 2015). Pada kondisi *in vitro*, cendawan *Alternaria solani* cenderung sulit menghasilkan konidia atau hanya menghasilkan konidia dalam jumlah sedikit.

Gejala serangan patogen *Alternaria solani* berupa busuk pada pangkal buah, busuk buah, dan bercak konsentris pada daun. Patogen ini dapat menyerang bagian daun, batang, bahkan buah serta dapat menyebabkan kerusakan parah pada setiap tanaman. Serangan pada buah sebelum panen menyebabkan buah rontok dan produksi terancam gagal (Suwignyo, Hersanti, dan Widiyanti, 2022). Infeksi pada buah tomat berupa bintik-bintik hitam kecokelatan yang berkembang dari titik penetrasi cendawan dan akan meluas pada sebagian besar permukaan dan daging buah (Pane *et al.*, 2016).

Siklus penyakit bercak cokelat bermula dari konidia yang menempel dan melakukan penetrasi pada permukaan organ tanaman dan menembus jaringan baik secara langsung melalui stomata maupun melalui luka sehingga terjadi infeksi. Biasanya 2 sampai 3 hari setelah infeksi akan muncul lesi atau luka pada bagian yang terinfeksi. Kemudian konidia akan terbentuk 3 sampai 5 hari setelah terbentuknya lesi. Umumnya pembentukan konidia memerlukan periode kondisi basah yang lama, namun pada *Alternaria solani* konidia mampu diproduksi pada kondisi basah dan kering secara bergantian. Konidiofor akan berkembang selama malam hari dalam kondisi lembab kemudian menghasilkan konidia pada kondisi lembab pada malam berikutnya setelah sepanjang hari mengalami kekeringan akibat sinar matahari. Kemudian, konidia dengan cepat tersebar melalui angin dan percikan hujan sehingga siklus penyakit terulang pada bagian tanaman lainnya yang masih sehat (Adhikari, Oh, dan Panthee, 2017).

2.1.3 Asap cair dan peranannya sebagai pestisida nabati

Asap cair dalam bahasa Inggris disebut sebagai *smoke liquid*, *wood vinegar*, *bio-oil*, atau *pyroligneous acid*. Asap cair merupakan produk hasil kondensasi asap

hasil pembakaran biomassa yang mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa karbon lainnya di dalam wadah kedap udara atau oksigen yang terbatas (Aisyah, 2019). Proses tersebut dikenal dengan istilah pirolisis. Menurut Utomo, Wibowo, dan Widiyanto (2012) apabila pembakaran dilakukan dalam kondisi cukup oksigen maka akan menghasilkan uap air, gas asam arang, dan abu sehingga tidak terbentuk asap.

Proses pirolisis menghasilkan arang (*biochar*), asap cair, dan gas lainnya. Pirolisis dilakukan pada suhu tinggi berkisar pada 250°C sampai 450°C. Grewal *et al.* (2018) menyatakan suhu optimum dalam proses pirolisis berkisar antara 300°C sampai 500°C. Suhu tinggi menyebabkan pemecahan molekul besar dari cairan dan padatan biomassa menjadi molekul yang lebih kecil yang kaya akan fraksi gas. Penggunaan suhu rendah dalam waktu yang lama akan menghasilkan arang yang tinggi, sedangkan penggunaan suhu tinggi dalam waktu singkat dapat menghasilkan asap cair yang lebih banyak. Akan tetapi, pembakaran pada suhu yang terlalu tinggi dalam pirolisis dapat meningkatkan zat terdekomposisi menjadi gas tak terkondensasi seperti CO, CO₂, CH₄ (Ridhuan *et al.*, 2019). Umumnya alat yang digunakan untuk pirolisis yaitu kiln atau tanur pirolisis.

Asap cair hasil pirolisis mengandung senyawa yang dapat dikelompokkan ke dalam senyawa fenol, asam, dan kelompok karbonil yang berperan sebagai antimikroba, antioksidan, pemberi rasa dan pemberi warna (Pamori *et al.*, 2015). Menurut Benzon dan Lee (2016) asap cair umumnya tersusun dari 80% sampai 90% air, dan 10% sampai 20% senyawa organik dalam jumlah yang cukup termasuk 200 jenis senyawa kimia dengan asam asetat sebagai komponen utamanya. Karakteristik senyawa asap cair bergantung pada jenis bahan yang digunakan. Berdasarkan analisis GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrophotometry*) asap cair kayu kakao mengandung 31,81% asam asetat, 13,72% asam lainnya, 22,85% fenol, 5,92% fenol lain, dan 25,72% senyawa organik lainnya. Asap cair kayu alpukat mengandung 2,2% asam asetat, 11,3% asam lainnya, 41,92% fenol, 14,94% fenol lain, dan senyawa organik lainnya sebanyak 28,54% (Saputra, Komarayanti, dan Gusmailina, 2021). Kandungan pada asap cair yang berperan sebagai antijamur yaitu senyawa asam dan fenol. Semakin tinggi kadar asam dan

fenol dalam asap cair, maka kemampuan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme semakin tinggi.

Fenol merupakan senyawa yang terdiri dari cincin aromatik dengan satu atau lebih golongan hidroksil dan senyawa turunannya (Martinez, 2012). Senyawa fenol dihasilkan dari perombakan lignin yang terkandung dalam biomassa. Aisyah (2019) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar lignin dalam biomassa, maka semakin tinggi juga kandungan fenol dalam asap cair yang dihasilkan. Senyawa fenol mampu melindungi inang dari penetrasi patogen dan enzim pengurai dinding sel yang dihasilkan oleh patogen, sehingga asap cair dapat menjadi alternatif pengendalian penyakit pada komoditas pertanian.

2.2 Kerangka berpikir

Tomat adalah salah satu jenis sayuran yang memiliki banyak kandungan air yaitu sekitar 95% dan komponen lainnya berupa bahan organik. Hal tersebut dapat menjadi faktor pendukung tumbuhnya mikroba pada tomat. Tomat menjadi salah satu komoditas yang rentan mengalami kerusakan patologis. Kerusakan patologis pada tomat salah satunya diakibatkan oleh cendawan *Alternaria solani*.

Alternaria solani merupakan salah satu patogen penyebab penyakit utama pada buah tomat yang menyebabkan kehilangan hasil mencapai 80% (Xie, Tan, dan Yu, 2012). Patogen ini memiliki tanaman inang lain dari famili Solanaceae seperti kentang, dan terong. *Alternaria solani* dapat menyerang pada proses budidaya, transportasi, dan penyimpanan. Buah tomat matang berwarna merah lebih rentan terserang *Alternaria solani* dibandingkan tomat yang belum matang, hal ini terjadi karena adanya perubahan aktivitas enzimatis 1,3-glukanase dan kitinase sebagai respons terhadap infeksi jamur (Adss *et al.*, 2017).

Gejala serangan pada buah matang berupa bercak cokelat kehitaman dan menyebabkan buah menjadi busuk. *Alternaria solani* masuk ke dalam kategori patogen nekrotrof yang menyebabkan klorosis pada daun dan nekrosis pada jaringan (Zheng *et al.*, 2022). Menurut Sopialena (2017), patogen nekrotrof biasanya masuk ke dalam tanaman melalui luka dan menyebabkan gejala langsung dengan cara mengeluarkan racun dan menyebabkan sel mengalami kematian.

Pengendalian menggunakan pestisida sintetik umumnya dilakukan untuk menurunkan perkembangan patogen. Akan tetapi, pengendalian tersebut dapat menimbulkan kerugian pada buah akibat residu bahan kimia dan resistensi patogen. Derpman dan Mehl (2019) menyebutkan patogen *Alternaria solani* telah menunjukkan resistensi silang terhadap fungisida berbahan aktif Qoi (*quinone outside inhibitor*) dan SDHI (*succinate dehydrogenase inhibitor*). Alternatif pengendalian perlu digunakan untuk meminimalisir kerugian yang disebabkan oleh penggunaan pestisida sintetik. Sehingga penggunaan asap cair sebagai pestisida nabati dapat diterapkan sebagai alternatif pengendalian *Alternaria solani*.

Asap cair merupakan hasil kondensasi uap hasil pembakaran dari bahan-bahan yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Menurut Diatmika, Kencana, dan Arda (2019), asap cair dapat digunakan sebagai pestisida, bioinsektisida, dan desinfektan karena mengandung senyawa-senyawa yang bersifat antimikroba dan antioksidan seperti senyawa fenol dan senyawa asam. Mekanisme kerja asap cair sebagai antijamur yaitu dengan cara menghambat kerja enzim yang dibutuhkan untuk menginfeksi tanaman. Mahmud, Hidayat, dan Aulawi (2020) menyatakan senyawa fenol juga dapat mempengaruhi pengaturan metabolisme jamur.

Penelitian asap cair sebagai pestisida nabati telah banyak dilakukan pada bidang pertanian, baik sebagai zat pengatur tumbuh, antioksidan, pestisida nabati, pupuk, dan antimikroba (Grewal *et al.*, 2018). Penelitian Bouket *et al.* (2022) menunjukkan asap cair dari enam jenis bahan yaitu kayu pinus, delima, pistachio, almond, kenari, dan cemara dapat menghambat pertumbuhan miselium *Phytophthora* sp. dari pertanaman tomat secara signifikan. Selain itu, asap cair pada konsentrasi 8% dan 10% terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* F. pada tanaman tomat hingga 90% sampai hari ke-10 secara *in vitro* (Chairudin *et al.*, 2022). Asap cair tempurung kelapa terbukti dapat menghambat pertumbuhan *Phytophthora palmivora* pada buah kakao pada konsentrasi 5% dan 10% (Yunita, Suswanto, dan Sarbino, 2018).

Penelitian Rahmat, Natawijaya, dan Setiawan (2016) menunjukkan konsentrasi asap cair tempurung kelapa 6% paling efektif dalam menghambat

infeksi patogen *Rhizopus stolonifer* pada buah stroberi dengan persentase buah terinfeksi terendah sebesar 16,67% pada hari ke-7. Pada penghambatan infeksi cendawan *Penicillium italicum* pada buah jeruk, konsentrasi asap cair cangkang kelapa yang paling efektif yaitu 100% (Rahmat dan Albaki, 2021). Hal tersebut menunjukkan asap cair memiliki potensi yang tinggi untuk digunakan sebagai alternatif pengganti pestisida sintetik yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan manusia. Akan tetapi, konsentrasi asap cair yang terlalu pekat dapat mengakibatkan buah mengalami kerusakan sehingga tidak dapat dipasarkan (Rahmat dan Albaki, 2021).

Bahan yang sering digunakan dalam pembuatan asap cair yaitu tempurung kelapa. Selain itu, sabut kelapa juga diketahui dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair tetapi memiliki kualitas yang lebih rendah dengan karakteristik nilai pH 2,6, total asam, 5,2%, dan kadar fenol 0,66% (Pamori *et al.*, 2015). Cangkang kelapa muda yang terdiri dari sabut dan tempurung kelapa berpotensi dikembangkan sebagai bahan utama dalam pembuatan asap cair. Sehingga cangkang kelapa muda yang belum banyak dimanfaatkan dan memiliki karakteristik sulit terdekomposisi dapat berperan dalam pemecahan masalah pengendalian penyakit pada tanaman khususnya terhadap cendawan *Alternaria solani* penyebab bercak cokelat pada buah tomat.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian pada kerangka berpikir di atas, maka dirumuskan hipotesis berikut:

- 1) Konsentrasi asap cair cangkang kelapa muda dapat menghambat pertumbuhan patogen *Alternaria solani* pada buah tomat.
- 2) Diketahui konsentrasi asap cair paling optimal untuk menghambat infeksi dan pertumbuhan patogen *Alternaria solani* pada buah tomat.