

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Patogen *Colletotrichum gloeosporioides*

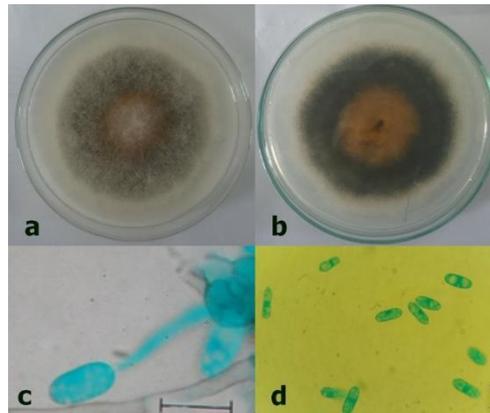
a. Klasifikasi dan morfologi

Colletotrichum gloeosporioides merupakan salah satu jamur yang termasuk dalam patogen penyebab penyakit tanaman. Menurut Alexopoulos (1996 dalam Faidah, Puspita, dan Ali, 2017) klasifikasi *C. gloeosporioides*, sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Eumycophyta
Kelas	: Deteromycetes
Ordo	: Melaconiales
Famili	: Melaconiaceae
Genus	: Colletotrichum
Spesies	: <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>

C. gloeosporioides secara mikroskopis memiliki bentuk koloni tidak beraturan, hifa bersekat, konidia tumbuh dari konidifor. Konidia berbentuk batang dengan ujung tumpul atau membulat, pangkalnya sempit terpancung, hialin, tidak bersekat, bersel 1, membentuk gelembung minyak dan berukuran 9-24 μm x 3-6 μm . Konidifor berbentuk tabung, tidak bersekat, hialin atau coklat pucat (Semangun, 2007; Rangkuti, Wiyono dan Widodo, 2017; Arneti, Liswarni, dan Edriwilya, 2020; Mariana dkk., 2021).

Morfologi jamur *C. gloeosporioides* secara makroskopis pada media PDA memiliki miselium berwarna putih saat berumur muda, kemudian berangsur-angsur berubah menjadi oranye dan keabu-abuan saat sudah tua. Terbentuknya aservelus dengan masa konidia berwarna oranye. Bentuk koloni seperti kapas, arah penyebaran melingkar secara konsentris dan arah pertumbuhannya menyebar ke segala arah (Aini dkk., 2013; Rangkuti dkk., 2017; Arneti dkk., 2020).



Gambar 1. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *C. gloeosporioides*
(Sumber: Bagherabadi dkk., 2018)

Keterangan: a) koloni tampak atas, b) koloni tampak bawah, c) konidifor, d) konidia

b. Gejala serangan

Jamur *Colletotrichum* sp. merupakan patogen penyebab penyakit antraknosa pada cabai. Pertumbuhan jamur ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, jarak tanam dan kebersihan di sekitar pertanaman. Serangan jamur berpotensi tinggi menyerang pada musim hujan dengan kondisi lingkungan yang memiliki kelembaban tinggi dan basah. Jamur dapat menginfeksi pada seluruh bagian tanaman seperti batang, tangkai, daun dan buah (Supriadi, 2019).



Gambar 2. Gejala serangan antraknosa pada buah cabai
(Sumber: metek.me dan suarabali.com)

Organ tanaman pada cabai yang sering diserang adalah bagian buah. Jamur dapat menginfeksi buah matang maupun buah muda. Jamur dapat menginfeksi buah melalui dua cara yaitu luka dan secara langsung. Gejala awal antraknosa pada buah yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides* ditandai dengan bercak oval, sedikit berair, membentuk lesio cekung pada permukaan buah yang akan

berkembang menjadi nekrosis, dan kematian pada jaringan (Patel dkk., 2005). Bercak antraknosa pada buah umumnya berwarna pucat dengan margin berwarna pucat. Daerah yang terkena serangan akan melebar menjadi cekung dan akan bergabung menjadi bercak yang besar. Pada proses pematangan buah, penyakit ini memiliki gejala dengan menunjukkan bercak kecil yang banyak, berwarna gelap, membentuk lingkaran yang membesar dan menjadi cekung (Taiwal, 2008 dalam Harahap, Lubis, dan Hasanuddin, 2013). Ketika serangan parah buah akan mengkerut, kering, membusuk, dan akhirnya jatuh dari pohonnya (Nurjasmi dan Suryani, 2020)

c. Daur penyakit

C. gloeosporioides adalah salah satu jenis jamur penyebab antraknosa yang banyak ditemui. Hal ini dikarenakan jamur bersifat polifag atau dapat menyerang bermacam-macam tanaman seperti cabai, bawang, alpukat, mangga, jambu biji dan anggrek. Selain itu *C. gloeosporioides* dapat hidup sebagai saprofit pada bagian-bagian tanaman yang sudah mati dan sisa-sisa tanaman sakit. Pada keadaan cuaca yang sejuk dan lembab akan membantu perkembangan jamur dengan membentuk spora (konidium) dalam jumlah besar. Spora dipencarkan oleh percikan air, terbawa angin dan mungkin juga oleh serangga (Semangun, 2007).

2.1.2 *Bacillus subtilis*

a. Karakteristik *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis merupakan mikroorganisme tanah yang dapat diisolasi dan menjadi agen antagonis yang cukup efisien (Islam dkk., 2012). *Bacillus subtilis* termasuk dalam bakteri gram positif yang ditandai dengan hasil warna ungu saat ditetesi dengan larutan KOH, berbentuk batang, bersel satu, berukuran 0,5 μm x 1,2-10 μm , bereaksi katalase positif, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotrof. Selain itu bakteri ini memiliki sifat fisiologi yang berbeda dengan bakteri non-patogen, yaitu relatif mudah dibiakkan dan mudah dimanipulasi secara genetika sehingga dapat dikembangkan pada skala industri (Soesanto, 2008; Aini dkk., 2013).

Bacillus subtilis dapat bertahan pada kondisi lingkungan dengan suhu -5°C sampai 75°C dengan pH antara 2 sampai 8. Di dalam tanah, bakteri ini

memanfaatkan eksudat akar dan tanaman mati sebagai sumber nutrisinya. Apabila kondisi lingkungan tidak sesuai bagi pertumbuhannya, bakteri akan membentuk endospora. Endospora yang dihasilkan mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap faktor kimia dan fisika (Soesanto, 2008). Endospora dapat dipertahankan viabilitasnya dengan bahan pembawa yang perlu diformulasi secara tepat agar bakteri tetap hidup dan efektif sebagai agen antagonis dalam mengendalikan patogen (Suriani dan Muis, 2016).

b. Mekanisme antagonis *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis memiliki sifat antagonis dengan mekanisme penghambatan melalui antibiosis, persaingan, dan pemacu pertumbuhan (Soesanto, 2008). *B. subtilis* menunjukkan aktivitas antagonis yang luar biasa terhadap patogen tanaman dengan menghasilkan berbagai macam antibiotik seperti *bacillomycin*, *fengycin*, *mycosubtilin*, *zwittermin*, *aterimin* dan *basitrasin* yang sangat beracun bagi patogen (Islam dkk., 2012; Djaenudin dan Muis, 2015). Bakteri ini juga dapat menghasilkan fitohormon atau pemacu pertumbuhan yang secara tidak langsung mampu menghambat aktivitas patogen pada tanaman (Djaenudin dan Muis, 2015). Selain itu, *B. subtilis* mampu menghasilkan zat antimikroba polipeptida atau disebut bakteriosin yang berperan penting dalam kekebalan inang bawaan. Bakteriosin membunuh sel target dengan masuk kedalam membran target sehingga fungsinya menjadi tidak stabil dan sel mengalami lisis (Suriani dan Muis, 2016; Hashem, Tabassum dan Allah, 2019). Kemampuan bakteri ini dalam menunjukkan aktivitas biokontrolnya tergantung pada 3 faktor yaitu kerentanan inang, virulensi patogen dan lingkungan (Hashem dkk., 2019).

2.1.3 *Pseudomonas fluorescens*

a. Karakteristik *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas fluorescens merupakan saprofit nonpatogen yang berada di tanah, air dan lingkungan permukaan tanaman. Bakteri ini merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang, mengeluarkan pigmen fluoresen kehijauan yang disebut *fluorescein*, aerob obligat serta motil melalui beberapa flagella kutub (Ganeshan dan Kumar, 2005). Bakteri *P. fluorescens* secara individu memiliki ukuran $(0,5-1,0) \mu\text{m} - (1,5-4,0) \mu\text{m}$ (Arwiyanto, Maryudani dan Azizah, 2007).

Karakteristik bakteri *P. fluorescens* yang telah dimurnikan memiliki tepi koloni yang halus, berlendir dan permukaan koloni cembung (Mukaromah, 2014 dalam Kiriho, Mariay dan Meliala, 2017).

Pseudomonas dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung ataupun tidak langsung. Secara langsung bakteri mampu menyediakan senyawa pemacu pertumbuhan yang dibutuhkan tanaman. Secara tidak langsung, dapat meningkatkan permukaan serap akar tanaman untuk penyerapan air dan nutrisi (Marwan dkk., 2020). Selain itu *P. fluorescens* termasuk dalam mikroorganisme antagonis yang mampu menekan penyakit tanaman dan berfungsi sebagai antagonis pada beberapa patogen di dalam rizosfer tanaman (Induek dkk., 2020).

b. Mekanisme antagonis *Pseudomonas fluorescens*

Kemampuan bakteri *Pseudomonas* sp. sebagai agen hayati berkaitan dengan kemampuannya bersaing untuk mendapatkan zat makanan, senyawa metabolit sekunder seperti antibiotik, siderofor, dan enzim ekstraseluler yang sifatnya racun (Habazar dan Yaherwandi, 2006; Saylendra, Rusbana dan Herdiani, 2015). Senyawa antibiotik yang dapat dihasilkan *P. fluorescens* adalah *pyoluteorin*, *pyrrolnitrin*, *pyocyanine*, *phenazines*, *hidrogencyanida*, *viscosnamide*, *oomycin*, *agrocine*, *herbicolin* yang bersifat toksik dan mampu menekan pertumbuhan jamur patogen. Senyawa antibiotik lain yaitu *phenazine-1-carboxylic acid* dan *2,4-diacetylphloroglucinol* yang telah dikarakterisasi dan digunakan sebagai agen biokontrol (Latupapua dan Nurhidayat, 2003 dan Nurcahyati dkk., 2013 dan Induek dkk., 2020). Mekanisme lain dari bakteri *P. fluorescens* ditunjukkan dengan mensekresikan *siderofore pseudobactin* yang diproduksi dalam keadaan ion besi terbatas. Ion besi ini akan membatasi pertumbuhan dari jamur patogen (Latupapua dan Nurhidayat, 2003).

2.2 Kerangka berpikir

Pengendalian penyakit tanaman umumnya dilakukan dengan penggunaan pestisida kimia secara masif karena terbukti efektif. Namun, kondisi seperti ini cukup memprihatinkan karena pestisida kimia mengandung bahan yang dapat merusak lingkungan dan mengancam kelestarian produksi yang dihasilkan

(Sutarman, 2017). Penggunaan bahan kimia secara terus-menerus cenderung dapat menjadikan patogen sasaran menjadi resisten, musuh alami ikut mati dan residu yang sulit terurai akan menyebabkan lingkungan tercemar serta membahayakan bagi kesehatan (Sastrahidayat, 2010). Untuk itu diperlukan alternatif pengendalian yang tidak hanya memperhatikan efektivitas, tetapi juga mempertimbangkan keamanan dan kelestarian jangka panjang.

Pengendalian yang aman bagi lingkungan maupun kesehatan yaitu pengendalian penyakit secara hayati. Pengendalian hayati menjadi cara yang ditujukan untuk mempertahankan musuh alami dan kondisi ekosistem tetap sehat. Jika dibandingkan dengan pengendalian secara kimia, pengendalian hayati memiliki tiga keunggulan utama yaitu permanen, aman, dan ekonomis (Sopialena, 2018). Menurut Sastrahidayat (2010), konsep pengendalian hayati ditujukan untuk memanipulasi mikroorganisme kompetitif atau bersifat antagonis terhadap patogen tanaman yang interaksinya di alam mampu menurunkan dan mencegah terjadinya penyakit pada tanaman. Salah satu jenis mikroorganisme yang mempunyai sifat menguntungkan sebagai pengendali hayati yaitu bakteri yang berada di sekitar perakaran tanaman atau rizobakteri.

Rizobakteri merupakan kelompok bakteri bermanfaat yang hidup di ekosistem perakaran tanaman, baik di sekitar perakaran ataupun tanah yang masih terpengaruh oleh aktifitas perakaran. Bakteri ini hidup dengan memanfaatkan eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman yang bersangkutan, namun tidak mengganggu kehidupan tanaman melainkan memberikan manfaat. Mikroorganisme yang hidup di perakaran tanaman ini memiliki 3 peranan yaitu pemacu pertumbuhan (*biostimulant*), penyedia hara (*biofertilizer*), dan pengendali patogen (*bioprotectant*) (Widodo, 2016 dan Kalay dkk., 2020).

Rizobakteri yang sering digunakan sebagai pengendali hayati yaitu *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. Bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* diketahui memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati beberapa patogen. Hal ini dikarenakan kedua bakteri mampu bersaing dalam mendapatkan nutrisi serta menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti senyawa antibiotik. Selain senyawa tersebut *B. subtilis* dapat menghasilkan senyawa fitohormon dan

antimikroba (Djaenudin dan Muis, 2015; Suriani dan Muis, 2016), begitu pula *P. fluorescens* menghasilkan siderofor yang dapat membatasi pertumbuhan dari jamur patogen (Latupapua dan Nurhidayat, 2003).

Sastrahidayat (2010) menyebutkan dari hasil beberapa penelitian bahwa *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dapat melindungi tanaman dari *Sclerotium cepivorum*, *Rhizoctonia solani* dan *Pythium ultimum*. Menurut hasil penelitian Diarta, Javandira dan Widnyana (2016), *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* spp. mampu memberikan kemampuan penghambatan terhadap patogen *Fusarium oxysporum*. Ramdan dkk. (2021), melaporkan bahwa beberapa agens hayati seperti *P. fluorescens* dan *B. subtilis* dapat menekan pertumbuhan *Colletotrichum* sp. pada skala *in vitro*. Penggunaan bakteri *P. fluorescens* P8 menjadi bakteri antagonis terbaik dengan menekan intensitas penyakit layu tomat sebesar 69,95% (Mugiastuti, Rahayuniati dan Sulistyanto, 2012). Bakteri *B. subtilis* B298 menjadi isolat terbaik terhadap *C. gloeosporioides* dan *R. solanacearum* pada terung (Prihatiningsih, Djatmiko dan Iestari, 2017). Selain itu, aplikasi kombinasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* mampu menekan 67,30% serangan penyakit *Ralstonia solanacearum* (Murtadho, Setyobudi dan Aini, 2016).

Aplikasi *B. subtilis* dan *P. fluorescens* dapat dikatakan berperan sebagai agens hayati yang berpotensi menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit dengan penghambatan yang berbeda-beda. Hal tersebut tergantung pada komoditas dan penyakit yang menyerang pada tanaman. Berdasarkan uraian diatas, bakteri *B. subtilis* dan *P. fluorescens* memiliki potensi antagonis yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen *Colletotrichum gloeosporioides* pada buah cabai merah (*Capsicum annum* L.).

2.3 Hipotesis

Berdasarkan uraian kerangka pemikiran di atas, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Bakteri *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* atau kombinasinya mampu menghambat pertumbuhan patogen *Colletotrichum gloeosporioides* pada buah cabai merah (*Capsicum annum* L.).

2. Didapat bakteri yang paling baik dalam menghambat pertumbuhan patogen *Colletotrichum gloeosporioides* pada buah cabai merah (*Capsicum annum* L.).