

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Antraknosa merupakan salah satu penyakit tanaman yang menyerang berbagai jenis tanaman dan menyebabkan kerusakan hasil dan kerugian ekonomi yang sangat signifikan. Serangan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum sp.* ini telah banyak dilaporkan di seluruh dunia. Genus *Colletotrichum* dikenal sebagai golongan jamur patogen yang memiliki kisaran inang yang sangat luas, terutama yang tumbuh di wilayah tropis (Freeman, Katan, dan Shabi, 1998). Salah satu spesies dari genus ini yang memiliki kisaran inang paling luas adalah *C. gloeosporioides* yang telah banyak menginfeksi tanaman dari famili *Solanaceae* (Cercauskas, 2004) dan sejumlah spesies gulma (Herwidyarti, Ratih, dan Sembodo, 2013).

Gejala penyakit antraknosa ditandai dengan adanya busuk pada bagian buah, terutama buah yang telah matang. Pembusukan ini diawali dengan gejala mengecilnya ukuran buah dan munculnya luka yang berbentuk cekungan melingkar (berdiameter sekitar 30 mm). Seiring pertumbuhannya, pusat luka tersebut menjadi coklat, sementara jaringan di sekitar pusat luka akan berwarna lebih pucat dan membentuk cincin konsentris (Mufidah, 2013). Perkembangan gejala penyakit ini dipicu oleh faktor suhu dan kelembaban (RH). Suhu optimum yang dibutuhkan untuk proses infeksi buah berkisar antara 20-24°C pada permukaan buah yang basah. Semakin lama kebasahan yang terjadi di permukaan buah akan memperparah serangan antraknosa (Cercauskas, 2004). Di daerah tropis seperti Indonesia, dampak terparah akibat infeksi penyakit ini umumnya terjadi pada musim penghujan. Pada kondisi ini, kehilangan hasil dapat mencapai 90% bahkan dapat mengakibatkan gagal panen (Mufidah, 2013).

Antraknosa dikenal sebagai penyakit yang sulit ditangani karena tidak mudah untuk mendeteksi serangannya sejak awal. Hal ini disebabkan oleh lambatnya proses kemunculan gejala, meskipun proses infeksinya telah berlangsung lama. Gejala antraknosa umumnya baru terlihat pada buah cabai yang telah matang. Selain menyerang buah matang, penyakit ini juga dapat menginfeksi

buah muda, batang, daun, dan biji (benih) (Cerkauskas, 2004; Girsang, 2009; Mufidah, 2013). Hingga saat ini, upaya pengendalian penyakit ini telah banyak dikembangkan, namun hasil yang diperoleh belum memuaskan. Mayoritas petani di Indonesia lebih cenderung menggunakan fungisida sintetis secara preventif dan terjadwal untuk mengatasi serangan penyakit ini. Kecenderungan ini dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan.

Alternatif teknik pengendalian lain yang saat ini mulai banyak dikembangkan adalah dengan memanfaatkan agen-agen hayati. Sejumlah studi telah berhasil mengidentifikasi beberapa agen biologis yang menunjukkan kemampuan antagonis terhadap jamur *Colletotrichum sp.* ini, mulai dari bakteri (Lee *et al.*, 2005; Bakthavatchalu, Shivakumar, dan Sullia, 2013; Zhao *et al.*, 2013; Ashwini dan Srividya, 2014; Suryanto *et al.*, 2014; Syafriani *et al.*, 2016), jamur (Prapagdee, Kuekulvong, dan Mongkolsuk, 2008; Shahbazi *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2014), hingga tumbuhan (Rahman *et al.*, 2011). Jika dibandingkan dengan jamur dan tanaman, agen biokontrol dari kelompok bakteri dinilai lebih efisien dalam pengembangannya. Siklus hidup yang relatif singkat dan struktur sel yang sederhana memudahkan kajian terkait kemampuan bakteri tersebut sebagai agen biokontrol terhadap fitopatogen secara menyeluruh. Selain itu, untuk produksinya dalam skala besar dapat menggunakan ruang yang terbatas seperti laboratorium sehingga dapat memperkecil biaya produksi yang dibutuhkan.

Di antara beragam jenis bakteri, golongan bakteri rhizosfer merupakan golongan yang banyak dimanfaatkan sebagai agen hayati pengendali patogen tanaman. Bakteri rhizosfer (rhizobakteri) adalah bakteri yang hidup di daerah perakaran tanaman. Pada daerah rhizosfer ini, bakteri adalah mikroorganisme yang paling banyak jumlahnya dengan tingkat keragaman yang tinggi. Sekitar 15% area permukaan akar dilapisi oleh beragam strain bakteri (Van Loon, 2007). Variasi spesies dan strain bakteri ini dapat memberikan pengaruh yang negatif dan positif bagi tanaman. Sejumlah spesies bakteri diketahui bersifat patogen bagi tanaman dengan menularkan berbagai penyakit tular tanah melalui kontak dengan akar atau benih. Namun demikian, tidak sedikit juga spesies bakteri rhizosfer yang mampu mendorong pertumbuhan tanaman atau yang dikenal sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR). Dalam mendukung pertumbuhan tanaman,

rhizobakteri berperan dalam membantu penyerapan nutrisi dari tanah oleh akar tanaman dan membantu mengurangi atau mencegah infeksi patogen tanaman yang berada di dalam tanah (Prashar, Kapoor, dan Sachdeva, 2014).

Sebagai agen biokontrol, penekanan terhadap patogen tanaman dapat dihasilkan dari berbagai mekanisme, di antaranya melalui produksi senyawa metabolit, induksi mekanisme resistensi tanaman (Prashar *et al.*, 2014), dan kompetisi sumber nutrisi dan ruang (Elad dan Chet, 1987). Berlimpahnya keragaman rhizobakteri memberi peluang besar bagi pengembangan agen biokontrol terhadap berbagai jenis penyakit tanaman. Tidak hanya berbentuk aplikasi sel hidup, pemanfaatan rhizobakteri juga dapat dibuat dalam bentuk produk bebas sel hidup (*cell-free*), misalnya sebagai biofungisida.

Dalam mengembangkan sebuah biofungisida yang efektif, perlu diketahui dengan jelas bagaimana aktivitas penekanan patogen tersebut diregulasi oleh sel rhizobakteri. Dengan basis informasi ini, maka biofungisida yang dihasilkan dapat memberikan efek serupa dengan proses alamiahnya sehingga dampak yang diberikan dapat lebih tepat sasaran. Upaya untuk mengkaji mekanisme yang meregulasi suatu karakter dapat merujuk pada sistem biologis dari organisme tersebut. Kajian terhadap suatu proses biologis di dalam sel dapat ditelusuri dari berbagai sudut pandang, salah satunya melalui protein atau yang dikenal dengan istilah studi proteomik. Pendekatan proteomik dinilai lebih representatif dalam menggambarkan suatu proses biologis tertentu karena protein merupakan produk akhir gen yang menentukan kemunculan suatu fenotipe. Dengan memanfaatkan studi proteomik, suatu proses biologis tertentu dapat dikaji dengan menyelidiki sejumlah protein yang terlibat di dalamnya. Dengan latar belakang inilah, maka telah dilakukan penelitian mengenai **Studi Proteomik Bakteri Penghasil Senyawa Antiantraknosa selama Proses Produksi Metabolitnya**.

B. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Antraknosa adalah salah satu penyakit utama dan paling merusak yang menyerang berbagai jenis tanaman di seluruh dunia. Penyakit ini tergolong sebagai penyakit penting yang sulit ditangani. Karakteristik patogennya yang bersifat patogen tular benih dan proses kemunculan gejala dalam waktu yang

relatif lama menyebabkan penyakit ini sulit untuk diidentifikasi sejak dini. Adanya struktur pertahanan yang bersifat dorman ini memungkinkan jamur patogen ini untuk bertahan dalam waktu yang sangat lama hingga menemukan kondisi lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhannya. Selain itu, Mufidah (2013) melaporkan bahwa karena gejalanya yang baru terlihat pada buah yang matang, antraknosa berpotensi mengakibatkan penurunan hasil hingga 90%, terutama pada saat musim penghujan.

Pengendalian terhadap antraknosa telah dikembangkan sejak lama melalui berbagai teknik, namun hasilnya masih belum memuaskan. Sejauh ini, sebagian besar petani cenderung menggunakan fungisida sintetis untuk mengatasi serangan penyakit ini karena dinilai lebih responsif. Namun, aplikasi fungisida sintetis dalam skala besar dapat membahayakan kesehatan manusia, menyebabkan kerusakan lingkungan, dan resiko meningkatnya resistensi patogen. Alternatif teknik pengendalian lain yang mulai dikembangkan, di antaranya pemanfaatan agen hayati yang bersifat antagonis terhadap patogen. Salah satu agen hayati yang telah banyak dikaji untuk kebutuhan ini adalah bakteri rhizosfer. Rhizobakteri mampu menekan pertumbuhan jamur fitopatogen melalui berbagai mekanisme. Pemanfaatan bakteri ini sebagai agen biokontrol dapat dilakukan, baik secara langsung (melalui aplikasi sel hidup) maupun secara tidak langsung (melalui aplikasi senyawa yang dihasilkan). Aplikasi senyawa antijamur yang dihasilkan oleh bakteri ini dapat dijadikan sebagai alternatif fungisida biologis (biofungisida) bagi pengendalian jamur antraknosa.

Dibandingkan dengan organisme tingkat tinggi, pemanfaatan bakteri sebagai penghasil biofungisida merupakan opsi yang lebih potensial dan ekonomis. Struktur sel yang sederhana, siklus hidup yang pendek, kemudahan penanganan, dan kebutuhan ruang yang relatif sedikit adalah sejumlah keuntungan pemanfaatan bakteri untuk tujuan kajian dan pengembangan biofungisida. Efektivitas sebuah biofungisida akan sangat tergantung pada metode pengembangan yang digunakan. Karena dihasilkan dari organisme hidup, maka pertimbangan mendasar yang digunakan dalam proses pengembangannya harus didasarkan pada mekanisme alami yang berlangsung antara agen hayati dan

fitopatogen targetnya. Dengan demikian, efektivitas penekanan yang dihasilkan oleh biofungisida tersebut dapat lebih maksimal.

Menurut dogma sentral biologi molekuler, semua fenotipe di suatu organisme, termasuk produksi senyawa metabolit tertentu, diinisiasi oleh proses sintesis protein. Proses ini merupakan instruksi awal yang menentukan diproduksi atau tidaknya suatu senyawa metabolit oleh sel. Proses sintesis protein ini bersifat dinamis dan sangat tergantung pada kondisi lingkungan sekitar yang diterima oleh organisme tersebut. Perubahan kondisi lingkungan, meskipun hanya sedikit, dapat dengan mudah merubah hasil dari proses ini sesuai dengan respon organismenya. Bentuk perubahan tersebut dapat berupa penurunan atau peningkatan kecepatan sintesis protein, penghentian proses sintesis protein, dan perubahan lintasan biokimia yang memungkinkan perubahan produk akhir yang dihasilkan.

Berkaitan dengan upaya pengembangan biofungisida bagi pengendalian penyakit antraknosa, interaksi antara rhizobakteri dan jamur antraknosa pasti akan saling mempengaruhi sistem metabolisme kedua organisme tersebut. Bagi rhizobakteri, keberadaan jamur antraknosa akan mendorong terjadinya perubahan sistem metabolisme basal bakteri agar dapat beradaptasi. Perubahan ini yang diduga menjadi penyebab munculnya karakteristik antagonis rhizobakteri sehingga mampu menekan pertumbuhan fitopatogen tersebut. Proses inilah yang harus dipahami dan dijadikan dasar dalam pengembangan biofungisida yang efisien dan efektif.

Berdasarkan masalah yang telah dijabarkan di atas, maka rumusan masalah yang telah diteliti dalam penelitian ini dapat dirangkumkan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik aktivitas antiantraknosa yang dihasilkan oleh bakteri rhizosfer strain UBCR_12.
- 2) Bagaimana pengaruh interaksi antara jamur antraknosa dan bakteri UBCR_12 terhadap perubahan ekspresi protein bakteri.
- 3) Mekanisme molekuler seperti apa yang meregulasi munculnya kemampuan antiantraknosa bakteri UBCR_12.

C. Tujuan Penelitian

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah mengkaji regulasi aktivitas antiantraknosa dari rhizobakteri strain UBCR_12 berdasarkan ekspresi protein yang dihasilkan selama interaksi bakteri-jamur. Adapun tujuan khusus selama tiga tahun (2014-2017) yang telah dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1) Mengkarakterisasi aktivitas antiantraknosa dari rhizobakteri UBCR_12 dalam menekan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*.
- 2) Mengidentifikasi profil protein rhizobakteri UBCR_12 selama interaksi antagonisnya dengan jamur *C. gloeosporioides*.
- 3) Memprediksi mekanisme (*pathway*) molekuler yang berkaitan dengan regulasi aktivitas antiantraknosa rhizobakteri UBCR_12 terhadap jamur *C. gloeosporioides*.

Untuk mencapai ketiga tujuan tersebut, maka penelitian ini dirancang ke dalam tiga tahapan kegiatan dimana masing-masing tahapan kegiatan memiliki tujuan sebagai berikut:

Tahap I (2014-2015): Optimasi aktivitas antiantraknosa dari rhizobakteri UBCR_12. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pengaruh kondisi lingkungan (baik abiotik dan biotik) terhadap efektivitas penekanan jamur *C. gloeosporioides* yang dihasilkan.

Tahap II (2015-2016): Analisis proteomik komparatif. Tujuannya adalah untuk menganalisis perubahan profil ekspresi protein rhizobakteri UBCR_12 selama interaksinya dengan jamur *C. gloeosporioides* di berbagai kondisi lingkungan.

Tahap III (2016-2017): Prediksi protein dan lintasan (*pathway*) spesifik yang berkaitan dengan regulasi aktivitas antiantraknosa. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kemungkinan mekanisme molekuler yang mendasari munculnya kemampuan antiantraknosa pada rhizobakteri UBCR_12.

D. Manfaat Penelitian

Dari segi aplikasi, penelitian ini dirancang untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik terkait mekanisme biologis yang mendasari kemampuan bakteri biokontrol dalam menekan pertumbuhan jamur patogen tanaman. Dalam upaya

pengembangan biofungisida, pemanfaatan basis informasi jalur metabolisme alamiah ini diharapkan mampu menghasilkan efek penekanan yang lebih tepat sasaran dan efektif. Selain itu, pemanfaatan bakteri sebagai agen antagonis memberikan kemudahan dalam hal pengembangannya secara massal yang dapat dilakukan meski dengan keterbatasan lahan dan ruang. Jalur metabolisme bakteri yang lebih sederhana akan memudahkan proses pengkajian yang lebih rinci hingga ke aspek molekulernya.

Dari segi sosial ekonominya, luaran dari studi ini tidak secara langsung berkontribusi ke aspek sosial ekonomi masyarakat (dalam hal ini petani). Luaran dari studi ini akan menjadi acuan dalam pengembangan biofungisida yang dapat digunakan untuk menekan serangan penyakit antraknosa. Keberhasilan pengembangan biofungisida ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi pengendalian penyakit tanaman yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Selain itu, kehadiran biofungisida ini juga diharapkan dapat mengurangi kecenderungan aplikasi fungisida sintetik yang berlebihan pada tanaman. Dengan demikian, efisiensi produksi usaha tani dari segi biaya dapat ditingkatkan. Selain itu, petani juga turut menyediakan sumber pangan berkualitas tinggi dengan residu kimiawi yang lebih rendah sehingga nilai jualnya pun dapat ditingkatkan.

Dari segi akademisnya, studi ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi bagi pemanfaatan studi proteomik dalam pengembangan produk-produk tertentu untuk bidang pertanian. Basis proteomik yang didasarkan pada apa yang terjadi di level protein dalam sel dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengingat semua reaksi di dalam sistem metabolisme setiap organisme diatur oleh protein. Dengan memahami bagaimana suatu mekanisme biologis itu terjadi secara alamiahnya, maka pengembangan suatu produk dapat diarahkan agar lebih tepat sasaran.