

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit Bercak Daun *C. canescens*

Penyakit bercak daun pada kacang hijau disebabkan oleh cendawan *C. canescens*. Kacang hijau merupakan tanaman yang tumbuh hampir di seluruh tempat di Indonesia, baik di dataran rendah hingga daerah dengan ketinggian 500 meter dari permukaan laut (mdpl) dengan umur tanam kurang lebih 60 hari (Mursaddat, 2005).

Klasifikasi cendawan *C. canescens* meliputi Kingdom Fungi, Filum Ascomycota, Kelas Dothideomycetes, Ordo Capnodiales, Famili Mycosphaerellaceae, Genus *Cercospora*, dan Spesies *Cercospora canescens* (Ellis and Martin). Penjelasan mengenai penyakit bercak daun *C. canescens* yang meliputi gejala, epidemiologi, karakteristik makroskopis dan mikroskopis diuraikan sebagai berikut.

Gejala Penyakit Bercak Daun *C. canescens*

Bercak daun *C. canescens* merupakan penyakit yang berpengaruh besar terhadap penurunan hasil kacang hijau setelah penyakit embun tepung. Penyakit ini disebabkan oleh dua jenis cendawan yakni *C. canescens* dan *C. cruenta*. Cendawan *C. canescens* lebih banyak ditemukan di lapang (Semangun, 1991).

Gejala awal penyakit *C. canescens* pada mulanya timbul bercak kecil yang berwarna kecoklatan dengan bentuk tidak teratur pada bagian daun yang kemudian melebar. Beberapa bercak dapat menjadi satu, sehingga membentuk bercak yang lebih besar (Gambar 1a). Bagian tengah bercak menjadi berwarna putih yang merupakan kumpulan spora dari cendawan penyebab penyakit. Ukuran bercak 1-1,5 cm berbentuk bulat atau agak bulat tidak beraturan (Gambar 1b). Serangan bercak daun lebih banyak terjadi pada fase generatif (Nuryanto *et al.*, 1993).



Gambar 1. Gejala serangan *C. canescens* pada kacang hijau. a: perkembangan serangan penyakit, b: gejala daun yang terserang (Veena, 2012)

Bagian tanaman yang terinfeksi cendawan *C. canescens* adalah bagian daun yang merupakan pusat terjadinya proses fotosintesis. Daun yang terinfeksi cendawan *C. canescens* akan mengalami kerusakan fisiologis yang menyebabkan terganggunya proses-proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis, respirasi, transpirasi, dan lain sebagainya. Terganggunya proses-proses metabolisme akan menyebabkan terganggunya proses pendistribusian nutrisi ke seluruh bagian tanaman. Hal tersebut menjadi penyebab berkurangnya kemampuan tanaman dalam melakukan proses pengisian polong yang kemudian menjadi indikator rendahnya berat biji kering kacang hijau. Intensitas serangan cendawan *C. canescens* meningkat dengan cepat pada waktu polong mulai berisi (Nuryanto *et al.*, 1993).

Epidemiologi Cendawan *C. canescens*

Perkembangan cendawan *C. canescens* dibantu oleh kelembaban udara, hujan, dan embun. Cendawan *C. canescens* lebih banyak terdapat pada daerah yang sejuk dengan kisaran suhu 20-24°C. Cendawan *C. canescens* mulai muncul pada saat tanaman berumur tiga minggu, kemudian berkembang. Cendawan *C. canescens* menginfeksi tanaman dengan cara penetrasi langsung melalui mulut daun atau sel-sel epidermis (Semangun, 2004).

Pada musim hujan, penyebaran konidium menyebar melalui percikan air, terbawa oleh serangga dan alat-alat pertanian. Konidium juga dapat tersebar melalui angin, dimana jumlah konidium dapat meningkat pada siang hari akan tetapi mulai menurun pada malam hari. Infeksi baru akan tampak pada 4-8 hari kemudian (Quebral dan Cowell, 1978).

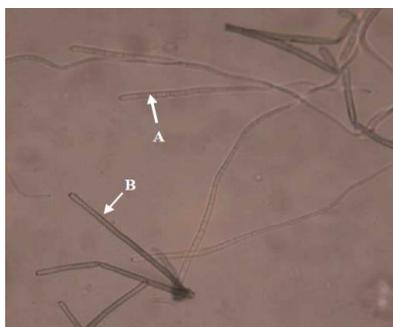
Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Cendawan *C. canescens*

Identifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa biakan cendawan tersebut adalah *C. canescens*. Identifikasi cendawan *C. canescens* dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis diamati bentuk koloni, warna koloni, dan permukaan koloni. Sedangkan secara mikroskopis diamati bentuk, warna, jumlah dan posisi dari konidiofor atau sporangiofor (Ade, 2013). Karakteristik makroskopis koloni cendawan *C. canescens* berwarna abu-abu, kehijauan dan bertekstur halus (Gambar 2) (Sumartini, 2017). Koloni cendawan *C. canescens* tumbuh memenuhi cawan Petri (*full plate*) pada 20 Hari Setelah Inokulasi (HSI) (Veena, 2012).



Gambar 2. Karakteristik makroskopis cendawan *C. canescens* (Ayodele dan Kumar, 2017)

Karakteristik mikroskopis koloni cendawan *C. canescens* memiliki konidium seperti jarum atau gada terbalik, hialin tidak berwarna, berujung runcing, dan terdiri atas banyak sekat. Konidiofor membentuk berkas, kadang-kadang rapat, memencar, kebanyakan lurus, mempunyai bengkokan seperti lutut, jarang bercabang, warnanya merata, coklat pucat, atau agak gelap, bersekat banyak, lebarnya merata (Gambar 3) (Semangun, 2004). Konidiofor berwarna coklat pucat, panjang (20-200 x 3-6.5 μm) dengan beberapa septa, dan konidiana panjang (50-150 x 3-5.5 μm) dengan beberapa septa (Sumartini, 2017).



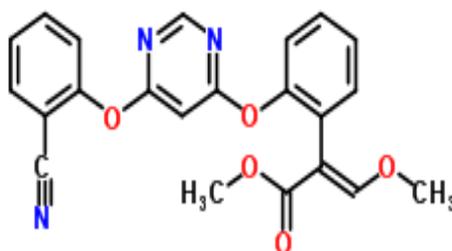
Gambar 3. Karakteristik mikroskopis cendawan *C. canescens* dengan perbesaran 400x. a: konidia, b: konidiofor (Sumartini, 2017)

Fungisida Berbahan Aktif Azoksistrobin dan Difenokonazol

Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia untuk mencegah perkembangan jamur. Seiring dengan berjalannya waktu penggunaan fungisida oleh petani cenderung semakin meningkat walau penggunaannya tidak sebanyak herbisida (Pusposendjojo, 1987).

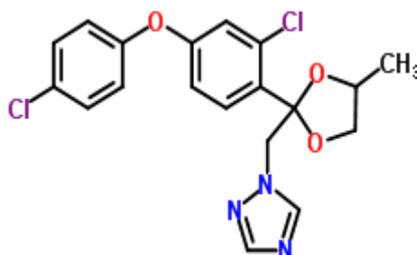
Fungisida berbahan aktif azoksistrobin dikenal sebagai fungisida berspektrum luas (Djojosumarto, 2008). Azoksistrobin merupakan senyawa kimia dengan rumus bangun (Gambar 4) dan rumus empiris $\text{C}_{22}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_5$. Azoksistrobin mulai dipasarkan pada tahun 1996, dan pada aplikasinya sering digunakan

sebagai fungisida protektan, kuratif dan eradikan (Djojsumarto, 2008). Azoksistrobin merupakan anggota fungisida sistemik kelas strobilurin yang mampu menghambat perkecambahan spora cendawan, pertumbuhan miselium, mengganggu beberapa tahap penting perkembangan cendawan (Sundravadana *et al.*, 2006) dan mengendalikan serangan cendawan dengan menghambat respirasi mitokondria (Bertelsen *et al.*, 2001). Azoksistrobin menunjukkan aktivitas sebagai antisporengium, yaitu mampu mencegah terjadinya produksi spora cendawan. Azoksistrobin sangat efektif dalam menekan perkembangan sporangium cendawan (Matheron dan Porchas, 2000; Kanetis *et al.*, 2007).



Gambar 4. Rumus bangun azoksistrobin (Cloyd, 2011)

Senyawa difenokonazol ditemukan pada tahun 1988. Difenokonazol merupakan senyawa kimia dengan rumus bangun (Gambar 5) dan rumus empiris $C_{19}H_{17}Cl_2N_3O_3$. Fungisida berbahan aktif difenokonazol bekerja secara sistemik, yaitu dengan cara ditranslokasikan ke seluruh jaringan tanaman melalui pembuluh kayu (xylem). Difenokonazol mempunyai spektrum yang luas dan dapat mengendalikan cendawan dari kelas Ascomycetes dan Basidiomycetes seperti cendawan *Altenaria*, *Rhizoctonia*, dan *Septoria*. Difenokonazol banyak digunakan untuk mengendalikan berbagai penyakit pada tanaman buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian (Djojsumarto, 2008). Difenokonazol merupakan bahan aktif fungisida dari golongan triazol yang bekerja dengan cara merusak enzim penting dalam pembentukan membran sel, menghambat pertumbuhan miselium dan fase biosintesis pada saat konversi lanosterol menjadi ergosterol yang merupakan produk akhir dari sintesis cendawan (Koller dan Scheinpflug, 1987).



Gambar 5. Rumus bangun difenokonazol (Cloyd, 2011)

Semakin spesifik suatu fungisida maka semakin mudah terbentuk resistensi pada patogen. Resistensi merupakan hasil dari proses seleksi mutasi patogen. Terdapat dua macam resistensi pada patogen yaitu resistensi yang disebabkan oleh adaptasi fisiologis dan resistensi yang disebabkan oleh mutasi genetik. Resistensi yang disebabkan oleh adaptasi fisiologis umumnya tidak stabil dan akan pulih kembali jika paparan terhadap fungisida tersebut dihentikan. Sedangkan resistensi yang disebabkan oleh mutasi genetik umumnya stabil dan sulit dihentikan (Brent dan Hollomon, 2007).

Faktor-faktor penyebab timbulnya resistensi adalah produksi spora melimpah, kemudahan perubahan sifat genetik patogen, pertanaman monokultur, dan aplikasi fungisida yang sudah cukup lama (Slawson, 1999). Struktur sel memegang peranan penting dalam mekanisme kerja fungisida. Untuk dapat menghambat perkembangan cendawan fungisida harus dapat menembus dinding sel dan membran sel jamur, masuk ke dalam sitoplasma dan merusak sel tersebut (Sumardiyono, 2008).

Mekanisme resistensi patogen terhadap fungisida disebabkan oleh berkurangnya permeabilitas membran sel, meningkatnya kemampuan patogen mendetoksifikasi fungisida, patogen mengubah proses metabolisme sebagai reaksi terhadap fungisida, dan patogen memproduksi lebih banyak enzim yang dihambat oleh fungisida. Tingkat resistensi sedang dapat menyebabkan peningkatan dosis atau frekuensi penyemprotan fungisida. Pada tingkat resistensi yang sangat tinggi, fungisida yang dipakai harus diganti dengan fungisida lain (Brent dan Hollomon, 2007).

Pencampuran Bahan Aktif Fungisida

Hampir semua petani mengenal dan menggunakan fungisida sintetik. Penggunaan fungisida saat ini merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan budidaya pertanian. Penggunaan fungisida yang tepat akan meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil pertanian. Namun tidak semua petani mengetahui serta memahami bagaimana cara kerja fungisida agar dapat efektif dan efisien (Supriadi, 2013).

Pencampuran fungisida atau kombinasi fungisida merupakan penggabungan dua bahan aktif atau lebih yang bertujuan untuk memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan fungisida bahan aktif tunggal. Tujuan dari pencampuran bahan aktif fungisida adalah sebagai upaya pengendalian penyakit pada tanaman dapat efektif dan efisien. Efektif adalah

tepat sasaran, sedangkan efisien yaitu hemat biaya tenaga kerja, hemat waktu. Selain itu, tujuan dilakukan pencampuran bahan aktif fungisida adalah untuk memperluas spektrum dari fungisida, menciptakan interaksi sinergisme antar fungisida yang dicampurkan, dan menunda terjadinya resistensi (Kosman dan Cohen, 1996).

Keuntungan penggunaan bahan aktif fungisida yang berlainan cara kerjanya adalah dapat meningkatkan efektivitas, mengurangi jumlah fungisida, dan menekan potensi timbulnya resistensi. Sebaliknya, risiko penggunaan fungisida campuran dapat menimbulkan keracunan pada tanaman dan menurunkan efektivitas apabila jenis fungisida yang digunakan bersifat antagonis (Cloyd, 2011).

Tidak semua fungisida dapat digabungkan, karena penggabungan dua bahan aktif atau lebih dapat menimbulkan penurunan daya racun apabila jenis fungisida tersebut tidak kompatibel. Syarat untuk mencampurkan fungisida adalah fungisida yang dicampurkan tidak menimbulkan efek gumpalan atau endapan. Pencampuran fungisida dilakukan untuk menimbulkan sinergisme atau memperkuat efikasi fungisida tersebut (Djojsumarto, 2008).

Praktik pencampuran fungisida dapat dilakukan melalui dua langkah sebagai berikut: a) Mencampurkan masing-masing produk pada suatu wadah, kemudian diaduk dan diamati penampilannya secara visual. Apabila tercampur, maka tidak membentuk gumpalan, dan tidak terpisah (homogen), maka fungisida yang dicampurkan dapat digunakan bersamaan. Sebaliknya, apabila tidak tercampur dan membentuk gumpalan atau endapan, maka fungisida tidak boleh digunakan bersamaan dalam satu tangki semprot; b) Jumlah campuran fungisida tidak boleh melebihi konsentrasi anjuran. Apabila akan mencampurkan dua jenis produk fungisida, dengan konsentrasi anjuran 6 ml/liter dan 8 ml/liter rasio campurannya 1:1, maka jumlah fungisida pertama adalah 3 ml/liter dan jumlah yang kedua 4 ml/liter. Dengan cara ini maka jumlah fungisida dapat dihemat masing-masing 50% (Supriadi, 2013).

Teori Sinergisme dan Antagonisme

Suatu fungisida bersifat sinergis atau kompatibel apabila dua atau lebih fungisida yang berbeda dapat meningkatkan efektivitas pengendalian penyakit tanaman. Sebaliknya, apabila aplikasi fungisida menurunkan efektivitas, maka dikategorikan bersifat antagonis atau tidak kompatibel (Cloyd, 2011).

Sinergis didefinisikan ketika efek pencampuran dua bahan aktif atau lebih memiliki dampak yang lebih kuat daripada bahan aktif tunggal. Sedangkan antagonis didefinisikan ketika dua bahan aktif apabila dicampurkan secara bersamaan akan menimbulkan keadaan yang saling berlawanan, sehingga penggunaan bahan aktif secara tunggal akan lebih efisien dan efektif dalam mengendalikan penyakit (Gisi *et al.*, 1996).

Sinergis memberi arti bahwa kedua senyawa tersebut dapat meningkatkan daya toksisitas yang ditandai dengan semakin kecil nilai konsentrasi yang diperlukan untuk menghambat pertumbuhan cendawan, sedangkan antagonis memberi arti bahwa kedua senyawa tidak dapat meningkatkan daya toksisitas (Loren, 2016).

Sinergis atau antagonis bahan aktif fungisida yang berlainan cara kerjanya dapat dibuktikan dengan mengaplikasikan langsung pada skala lapang atau pada skala laboratorium (secara *in vitro*). Informasi tentang efektivitas bahan aktif fungisida berlainan jenis sudah dipublikasi, walaupun masih sangat terbatas (Supriadi, 2013).

Pengalaman di lapang mengenai efektivitas penggunaan beberapa jenis fungisida dapat menjadi masukan bagi formulator fungisida. Beberapa jenis bahan aktif fungisida yang berlainan cara kerjanya dan bersifat sinergis dapat digabung menjadi formula tunggal. Penggabungan tersebut (rasio dan jumlah bahan aktif, jenis bahan pembawa, jenis pengemulsi) hanya dapat dilakukan oleh tenaga profesional (Supriadi, 2013).

Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, hipotesis yang diajukan dalam penelitian adalah campuran fungisida azoksistrobin dan difenokonazol bersifat sinergis terhadap *C. canescens* secara *in vitro*.