

# Evaluasi Sensitivitas *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai di Lampung terhadap beberapa Fungisida

Tri Maryono<sup>1\*</sup>, Rosma Nurzi<sup>2</sup>, Suskandini Ratih<sup>1</sup>, dan Cipta Ginting<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1, Rajabasa, Bandar Lampung, 35141

<sup>2</sup>Alumni Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

\*Alamat korespondensi: tri.maryono@fp.unila.ac.id

| INFO ARTIKEL                                                    | ABSTRACT/ABSTRAK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diterima: 12-06-2025                                            | <b>Evaluation of the sensitivity of <i>Colletotrichum</i> sp. causing anthracnose in chili peppers to some fungicides</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Direvisi: 26-12-2025                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dipublikasi: 31-12-2025                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Keywords:<br>Carbendazim,<br>Mancozeb, Propineb,<br>Resistance  | Anthracnose is a major disease of chili peppers caused by complex of <i>Colletotrichum</i> species. Intensive application of fungicides is the main choice for control anthracnose. This study aimed to evaluate the sensitivity of <i>Colletotrichum</i> sp. to fungicides and determine the effective concentration to control <i>Colletotrichum</i> sp. This study was conducted from March to July 2024 at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Lampung University. Anthracnose pathogens were isolated from four locations (field 1 to 4) at Tegineneng District, Pesawaran Regency, Lampung Province. Sensitivity tests were conducted using the recommended concentration with poisoned food techniques. The effective concentration determination test was carried out only on fungicides that showed a resistance response using the poisoned food technique. The fungicides tested were those used by farmers in the location where the samples were taken. The active ingredients used were mancozeb, propineb, carbendazim, carbendazim+ mancozeb, and trifloxystrobin+tebuconazole. The sensitivity test results showed that the <i>Colletotrichum</i> sp. fungus from the Tegineneng District was resistant to highly resistant to propineb. <i>Colletotrichum</i> sp. from fields 3 and 4 are still sensitive to carbendazim, but <i>Colletotrichum</i> sp. from fields 1 and 2 are resistant. <i>Colletotrichum</i> sp. from fields 2, 3, and 4 were still very sensitive to mancozeb, whereas those from field 1 were moderately resistant. The effective concentration of propineb for fields 1, 3, and 4 was 5x the recommended concentration, and for field 2, it was 4x the recommended concentration. The effective concentration of carbendazim for field 1 was 5x the recommended concentration, and for field 2, it was 2x the recommended concentration. The effective concentration of mancozeb in field 1 was 2x the recommended concentration. |
| Kata Kunci:<br>Karbendazim,<br>Mankozebe, Propineb,<br>Resisten | Antraknosa merupakan penyakit utama cabai yang disebabkan kompleks spesies <i>Colletotrichum</i> . Aplikasi fungisida secara intensif menjadi pilihan utama untuk pengendalian antraknosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sensitivitas <i>Colletotrichum</i> sp. terhadap fungisida dan menentukan konsentrasi efektif untuk mengendalikan <i>Colletotrichum</i> sp. Penelitian dilaksanakan dari Maret sampai Juli 2024 di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Patogen antraknosa diisolasi dari empat lahan (lahan 1 sampai lahan 4) di dua desa pada Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Uji sensitivitas dilakukan menggunakan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

konsentrasi anjuran dengan teknik makanan beracun. Uji penentuan konsentrasi efektif dilakukan hanya pada fungisida yang sudah menunjukkan respon resisten pada *Colletotrichum* sp. menggunakan teknik makanan beracun. Bahan aktif yang digunakan adalah mankozeb, propineb, karbendazim, karbendazim+mankozebe, dan trifloksistrobin+tebukonazol. Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa *Colletotrichum* sp. dari Kecamatan Tegineneng sudah resisten hingga sangat resisten terhadap propineb. *Colletotrichum* sp. dari lahan 3 dan 4 masih sensitif terhadap karbendazim, namun *Colletotrichum* sp. dari lahan 1 dan 2 sudah resisten. *Colletotrichum* sp. dari lahan 2, 3, dan 4 masih sangat sensitif terhadap mankozeb, sedangkan dari lahan 1 resisten sedang. Konsentrasi efektif propineb untuk lahan 1, 3, dan 4 adalah 5x konsentrasi anjuran dan untuk lahan 2 adalah 4x konsentrasi anjuran. Konsentrasi efektif fungisida karbendazim untuk lahan 1 adalah 5x konsentrasi anjuran dan untuk lahan 2 adalah 2x konsentrasi anjuran. Konsentrasi efektif mankozeb pada lahan 1 adalah 2x konsentrasi anjuran.

---

## PENDAHULUAN

Cabai merupakan komoditi hortikultura yang banyak dikonsumsi di Indonesia. Rata-rata konsumsi cabai perkapita di Indonesia tahun 2023 mencapai 1.759 kg (Buletin Konsumsi Pangan, 2024). Buah cabai mengandung beberapa vitamin dan mineral, serta senyawa bioaktif seperti capsaicin, phenolic, dan flavonoid (Azlan *et al.*, 2022). Penyakit antraknosa merupakan kendala utama dalam produksi cabai di seluruh dunia, terutama di daerah tropis dan subtropis (Than *et al.*, 2008) dan dapat menyebabkan kehilangan hasil antara 15-80% (Saini *et al.*, 2025). Penyakit ini, menimbulkan kerugian baik secara kualitas maupun kuantitas pada buah cabai yang dipanen. Penyakit antraknosa dapat terjadi baik pada cabai di lapangan maupun pascapanen. Pada kondisi lingkungan banyak hujan, penyakit dapat menyebabkan kehilangan hasil yang besar (Dowling *et al.*, 2020). Penyakit antraknosa disebabkan oleh kompleks spesies *Colletotrichum* (Mongkolporn & Taylor, 2018; De Silva *et al.*, 2020). *Colletotrichum* merupakan salah satu jamur patogen tanaman yang masuk top 10 karena kerugian yang ditimbulkannya (Dean *et al.*, 2012). Sampai saat ini, 28 spesies *Colletotrichum* telah dilaporkan berasosiasi dengan penyakit antraknosa cabai (De Silva *et al.*, 2020). Sebagian besar spesies *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa pada cabai adalah anggota spesies kompleks *C. acutatum*, *C. gloeosporioides*, dan *C. truncatum* (Mongkolporn & Taylor, 2018; De Silva *et al.*, 2020), tetapi terdapat spesies dari 11 kompleks *Colletotrichum* lainnya yang juga berasosiasi dengan antraknosa cabai (Daio *et al.*, 2017; De Silva *et al.*, 2017).

Pengendalian penyakit antraknosa umumnya sangat bergantung pada aplikasi fungisida (Than *et al.*, 2008; Cortaga *et al.*, 2023) secara intensif terutama pada kondisi hujan. Fungisida kelompok *dithiocarbamate* (mankozebe, propineb, maneb, thiram, zineb) merupakan fungisida yang banyak direkomendasikan untuk mengendalikan penyakit antraknosa (Than *et al.*, 2008). Fungisida kelompok lain yang juga banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit antraknosa adalah kelompok *methyl benzimidazole carbamates* (MBC) (Han *et al.*, 2018), kelompok *sterol demethylation inhibitors* (DMI) (Chen *et al.*, 2022), kelompok *quinone outside inhibitor* (QoI) (Shi *et al.*, 2023), dan kelompok *succinate dehydrogenase inhibitor* (SDHI) (Karim *et al.*, 2024).

Salah satu dampak dari penggunaan fungisida untuk mengendalikan jamur patogen adalah munculnya resistensi pada jamur target (Deising *et al.*, 2008; Thind, 2021; Yin *et al.*, 2023). Laporan resistensi *Colletotrichum* terhadap berbagai fungisida sudah banyak dilaporkan. Han *et al.* (2018) melaporkan adanya resistensi pada *C. gloeosporioides* terhadap fungisida kelompok MBC (karbendazim) (FRAC 1). Chu *et al.* (2022) melaporkan *C. gloeosporioides* kompleks resisten terhadap fungisida kelompok MBC (karbendazim, benomyl) (FRAC 1) dan fungisida kelompok QoI (azoxystrobin, trifloxystrobin) (FRAC 11). Karim *et al.* (2024) juga melaporkan *C. fructicola* dan *C. siamense* resisten terhadap fungisida kelompok SDHI (fluopyram) (FRAC 7) dan kelompok MBC (karbendazim, benomyl). Sementara Wei *et al.* (2020) dan Chen *et al.* (2022) melaporkan *C. gloeosporioides* dan *C. siamense* resisten terhadap fungisida kelompok DMI

(tebuconazole) (FRAC 3). Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran merupakan salah satu sentra utama penghasil cabai di Lampung. Pada 2020, Kecamatan Tegineneng, menjadi sentra percontohan budidaya cabai di Provinsi Lampung dengan luas tanaman cabai mencapai 268 ha (Republika, 2020). Petani cabai di daerah tersebut sangat bergantung pada fungisida untuk mengendalikan penyakit antraknosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sensitivitas jamur *Colletotrichum* penyebab penyakit antraknosa pada cabai (rawit jenis caplak) di Kecamatan Tegineneng, terhadap fungisida yang biasa digunakan petani di daerah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah terkait status sensitivitas jamur *Colletotrichum* terhadap fungisida yang biasa digunakan petani. Informasi ini penting sebagai dasar pemilihan jenis fungisida atau konsentrasi yang harus digunakan agar dapat mengendalikan penyakit antraknosa secara efektif dan efisien.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari Maret sampai Juli 2024 di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengambilan sampel buah cabai bergejala antraknosa dan wawancara petani dilakukan di Desa Kejadian dan Desa Trimulyo, Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran, Lampung.

### Pengambilan Sampel Buah Cabai Bergejala Antraknosa

Pengambilan sampel buah cabai bergejala antraknosa dilakukan dengan metode *purposive sampling* di dua lahan tanaman cabai di Desa Kejadian (lahan 1 dan 2) dan dua lahan di Desa Trimulyo (lahan 3 dan 4), Kecamatan Tegineneng, Kabupaten Pesawaran. Daerah ini merupakan salah satu penghasil cabai terbesar di Lampung. Pada saat pengambilan sampel buah cabai bergejala antraknosa, dilakukan wawancara terhadap petani pada lahan tersebut mengenai luas, jenis fungisida yang digunakan, dan frekuensi aplikasi fungisida.

### Isolasi Jamur Penyebab Penyakit Antraknosa

Isolasi penyebab penyakit antraknosa dilakukan dari sampel buah cabai bergejala antraknosa didasarkan pada Photita *et al.* (2005) dengan modifikasi pada media yang digunakan dan lama perendaman dalam klorok hanya 2 menit.

Sampel buah cabai bergejala antraknosa dicuci dengan air mengalir, kemudian dipotong sekitar 5 mm antara bagian sehat dan bergejala dengan perbandingan 3:1. Potongan sampel buah cabai kemudian didisinfeksi dengan merendam dalam klorok 10% (NaOCl 0,5%) selama 2 menit. Setelah itu, potongan sampel buah cabai dibilas dengan aquades, dan dikeringanginkan di atas tisu. Setelah keringangin, potongan sampel buah cabai ditempatkan dalam cawan petri berisi media PSA (*potato sucrose agar*) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari. Jamur yang tumbuh kemudian diambil dan dipindah ke media PSA baru. Jamur yang didapat selanjutnya diidentifikasi berdasar karakter morfologi dan dilakukan pengujian postulat Koch.

### Uji Sensitivitas Jamur *Colletotrichum* sp. terhadap Fungisida dari Lahan Asal Jamur Diisolasi

Pengujian dilakukan menggunakan metode *mycelial growth assays* dengan teknik makanan beracun (Su *et al.*, 2019; Armengol *et al.*, 2021). Jamur *Colletotrichum* sp. dari biakan berumur 7 hari dipotong menggunakan *cork borer* (diameter 5 mm), kemudian di pindahkan ke media PSA mengandung mankozeb, propineb, karbendazim, karbendazim+mankozebe, atau trifloksistrobin+tebukonazol sesuai konsentrasi uji. Konsentrasi yang digunakan didasarkan pada label, yaitu mankozeb 6 g/l (formulasi WP), propineb 2 g/l (formulasi WP), karbendazim 2 g/l (formulasi WP), karbendazim+mankozebe 2,5 g/l (formulasi WP), dan trifloksistrobin+tebukonazol 0,5 g/l (formulasi WG), serta media PSA tanpa fungisida sebagai pembanding. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang dan pengukuran diameter koloni jamur dilakukan pada 8 hari setelah inkubasi. Diameter koloni jamur diukur pada empat arah berbeda dan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida didasarkan pada nilai tingkat hambatan relatif (THR) yang dihitung menggunakan rumus Kumar *et al.* (2007).

$$THR = (D1 - D2)/D1 \times 100\%$$

Keterangan:

D1 = Diameter koloni jamur tanpa fungisida,

D2 = Diameter koloni jamur dengan fungisida.

Kategori nilai THR didasarkan pada Kumar *et al.* (2007) yaitu nilai THR > 90%, sangat sensitif (SS); nilai THR >75%- 90%, sensitif (S); nilai THR > 60%-75%, resisten sedang (RS); nilai THR > 40%- 60%, resisten (R); dan nilai THR ≤ 40%, sangat resisten (SR). Pengujian ini dilakukan dengan 3 ulangan.

**Uji Sensitivitas Jamur *Colletotrichum* sp. terhadap Fungisida bukan dari Lahan Jamur Diisolasi**

Secara prinsip, pengujian ini sama dengan pengujian sensitivitas dari lahan jamur diisolasi, namun fungisida yang diuji adalah fungisida yang tidak digunakan oleh petani pada lahan terkait. Pada lahan 1 Desa Kejadian, fungisida yang diuji adalah karbendazim dan trifloksistrobin+tebukonazol, pada lahan 2 Desa Kejadian fungisida yang diuji adalah propineb, trifloksistrobin+tebukonazol, dan karbendazim, pada lahan 3 Desa Trimulyo fungisida yang diuji adalah propineb, dan pada lahan 4 Desa Trimulyo fungisida yang diuji adalah karbendazim. Pengujian ini dilakukan dengan 3 ulangan.

**Uji perkembangan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida**

Secara prinsip, pengujian ini sama dengan pengujian sensitivitas dari lahan jamur diisolasi, namun fungisida yang diuji adalah fungisida yang sudah menunjukkan respon resisten (sangat resisten, resisten sedang, dan resisten) yaitu propineb, mankozeb, dan karbendazim. Pengujian didasarkan

pada Andriani *et al.* (2017) dengan modifikasi pada peningkatan konsentrasi yang digunakan yaitu dinaikkan satu tingkat lebih tinggi dari konsentrasi sesuai anjuran pada label (propineb 2 g/l, mankozeb 6 g/l, dan karbendazim 2 g/l) secara bertahap sampai ditemukan respon sensitif pada jamur uji. Peubah pengamatan adalah diameter koloni jamur yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai THR. Penentuan tingkat sensitivitas didasarkan pada nilai THR. Pengujian ini dilakukan dengan 3 ulangan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil survei di Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran didapatkan informasi bahwa petani cabai rawit menggunakan fungisida berbahan aktif mankozeb, propineb, karbendazim, karbendazim+mankozebe, dan trifloksistrobin+tebukonazol untuk mengendalikan penyebab penyakit antraknosa. Aplikasi fungisida di lahan dilakukan secara intensif yaitu antara 2-3 hari sekali (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis dan intensitas pemakaian fungisida oleh petani cabai di Kecamatan Tegineneng Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung

| Lokasi lahan                              | Luas Lahan         | Fungisida digunakan                                                       | Intensitas aplikasi fungisida (1x) |
|-------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Lahan 1 (Desa Kejadian: Dusun Simpang IV) | 600 m <sup>2</sup> | Mankozebe 80%, propineb 70%, dan karbendazim 12% + mankozeb 63%           | 2-3 hari                           |
| Lahan 2 (Desa Kejadian: Dusun Simpang IV) | 600 m <sup>2</sup> | Mankozebe 80%                                                             | 2-3 hari                           |
| Lahan 3 (Desa Trimulyo: Dusun Wonorejo)   | 3750 <sup>2</sup>  | Mankozebe 80%, trifloksistrobin 25% + tebukonazol 50%, dan karbendzim 50% | 2-3 hari                           |
| Lahan 4 (Desa Trimulyo: Dusun Trimulyo)   | 5000 <sup>2</sup>  | Mankozebe 80%, propineb 70%, dan trifloksistrobin 25% + tebuukonazol 50%  | 2-3 hari                           |

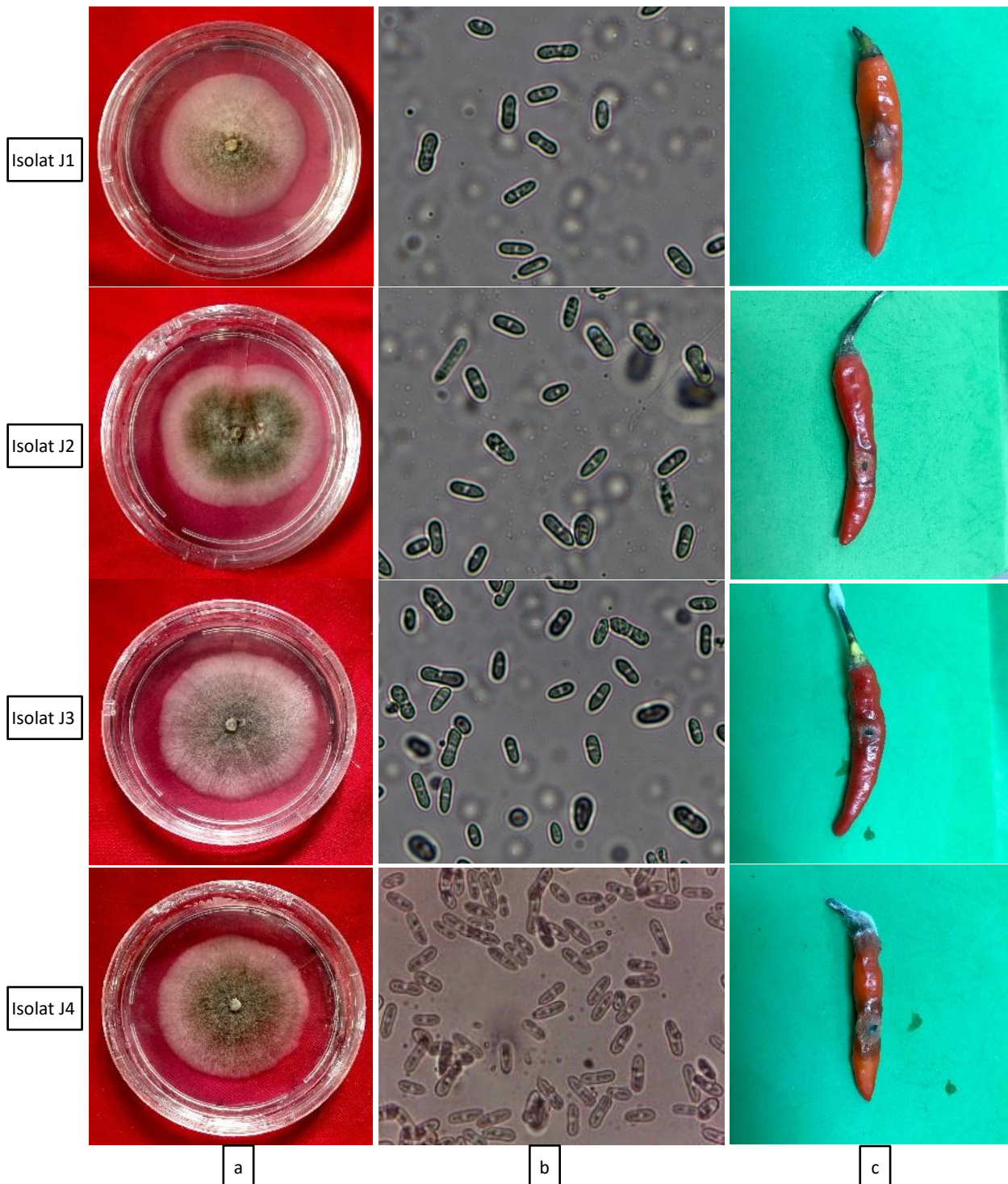
Hasil survei menunjukkan bahwa petani menggunakan fungisida secara intensif dan masing-masing petani memiliki pilihan berbeda terkait fungisida yang digunakan. Jika didasarkan pada cara kerjanya, fungisida yang digunakan oleh petani lebih banyak fungisida kontak (protektan) dibanding fungisida sistemik (kuratif). Hal ini karena jika penyebab antraknosa sudah masuk dalam jaringan cabai akan lebih sulit dikendalikan dibanding sebelum masuk jaringan tanaman. Fungisida kontak seperti mankozeb dan propineb memiliki kemampuan untuk menghambat perkecambahan spora sehingga spora gagal melakukan penetrasi. Penetrasi yang gagal akan menyebabkan penyakit

tidak muncul, sehingga cabai lebih aman dari infeksi patogen dan bisa dipanen. Menurut Baibakova *et al.* (2019) dan Szczygieł *et al.* (2024) fungisida kontak hanya efektif mencegah jamur melakukan infeksi, karena biasanya bekerja dengan membunuh spora jamur atau menghambat perkecambahan spora sebelum jamur melakukan infeksi dan mengkolokasi jaringan tanaman. Sementara itu, menurut Dias *et al.* (2012) fungisida kontak tidak efektif untuk aplikasi kuratif, sehingga harus diaplikasikan sebelum patogen menginfeksi tanaman.

**Isolasi, identifikasi, dan Postulat Koch isolat jamur *Colletotrichum* sp.**

Hasil isolasi penyebab penyakit antraknosa dari buah begejala dari empat lahan yang berbeda didapatkan jamur ciri morfologi yang sama. Jamur

hasil isolasi memiliki koloni berwarna putih *orange* hingga abu-abu kehitaman, konidia agak gelap, berbentuk lonjong dengan ujung agak tumpul pada dua sisinya, dan tempat ada sekat di bagian tengah konidia (Gambar 1).



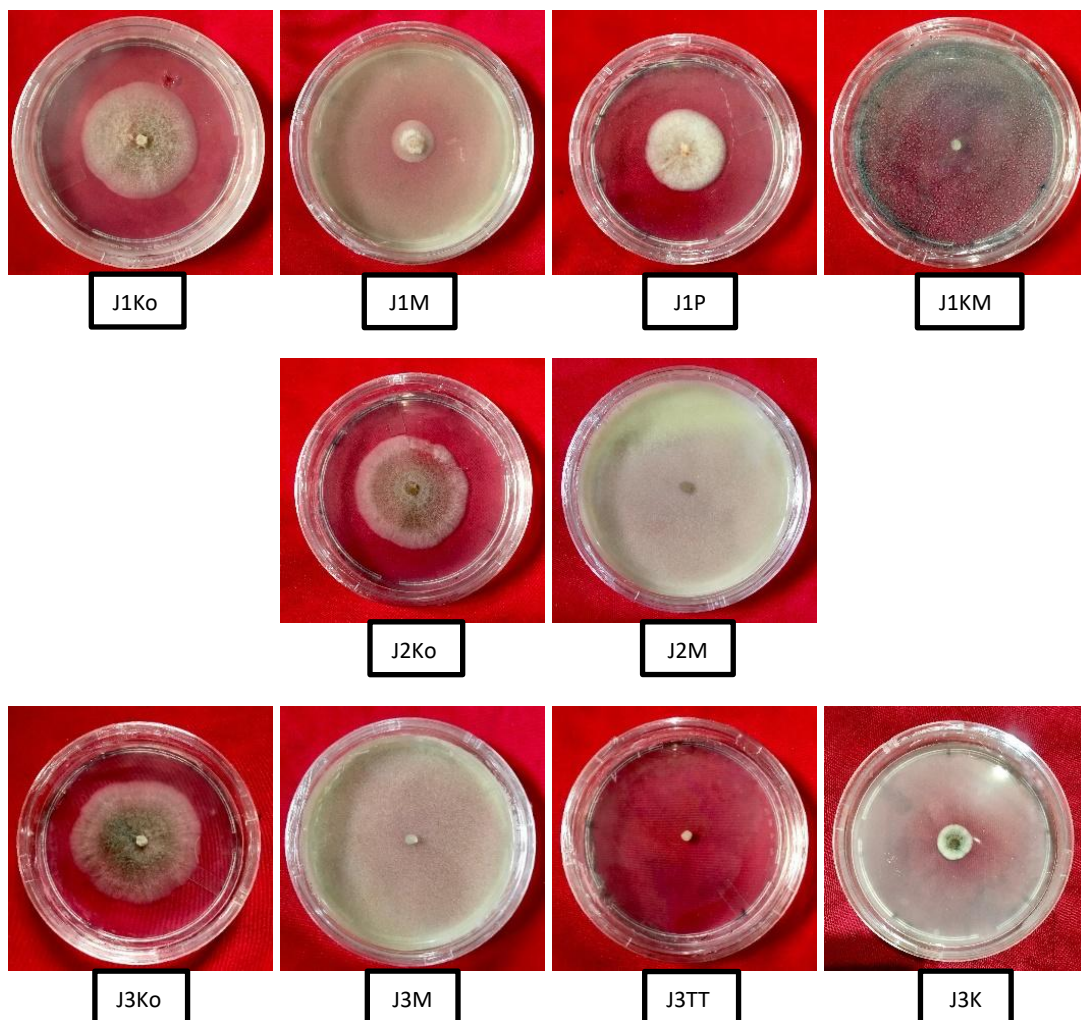
Gambar 1. Hasil isolasi dan uji postulat Koch jamur penyebab antraknosa cabai. Koloni jamur hasil isolasi (a), konidia jamur dari koloni hasil isolasi (bar = 10  $\mu$ m) (b), dan gejala antraknosa hasil uji potulat Koch (c).

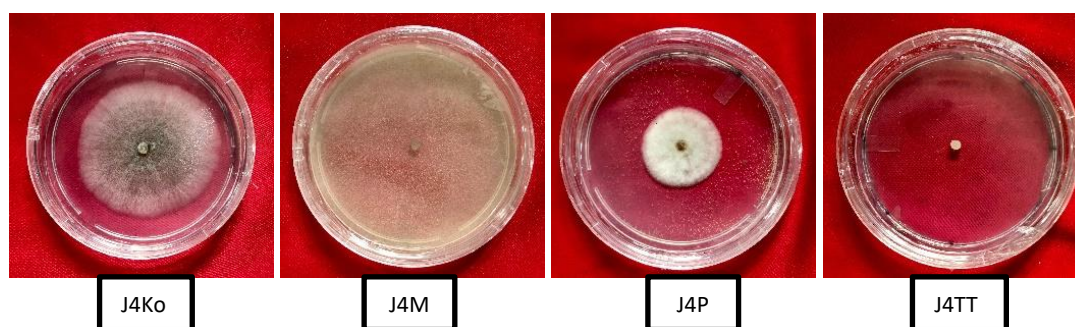
Hasil uji postulat Koch menunjukkan semua jamur hasil isolasi dari empat lahan dapat menimbulkan gejala antraknosa mulai dari 3 hari setelah inokulasi. Gejala diawali dengan adanya bercak kebasahan cekung dimulai dari titik inokulasi, kemudian semakin melebar dan akhirnya terdapat masa spora berwarna abu-abu (Gambar 1).

Berdasarkan ciri-ciri morfologinya jamur hasil isolasi adalah jamur *Colletotrichum* sp. Hasil postulat Koch membuktikan bahwa jamur *Colletotrichum* sp. mampu menginfeksi dan menimbulkan gejala penyakit antraknosa pada cabai rawit. Sampai saat ini terdapat 26 spesies jamur *Colletotrichum* sp. yang berasosiasi dengan gejala antraknosa pada cabai (Mongkolporn and Taylor, 2018) dan sebagai patogen utama, di antaranya ialah *C. scovillei*, *C. truncatum*, dan *C. siamensis* (Diao *et al.*, 2017).

#### Uji Sensitivitas Jamur *Colletotrichum* sp. terhadap Fungisida yang Digunakan pada Lahan Asal Sampel

Hasil uji sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida yang umum digunakan pada lahan terkait (lahan asal isolat jamur diisolasi) menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* sp. isolat J1 (lahan 1 Dusun Simpang IV) masih tumbuh baik pada media yang diberi propineb, mankozeb, namun sangat terhambat pertumbuhannya pada media yang mengandung kabendazim+mankozebe. Jamur *Colletotrichum* sp. isolat J2 (lahan 2 Dusun Simpang IV), jamur *Colletotrichum* sp. isolat J3 (lahan 3 Dusun Wonorejo), dan isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo) tidak tumbuh pada media yang diberi mankozeb dan trifloksistrobin+tebukonazol. Jamur *Colletotrichum* sp. isolat J3 (lahan 3 Dusun Wonorejo) tumbuh baik pada media yang diberi karbendazim dan Jamur *Colletotrichum* sp. isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo) tumbuh baik pada media yang diberi propineb (Gambar 2).





Gambar 2. Pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada media mengandung fungisida 8 hari setelah inokulasi. (J) Lokasi lahan jamur diisolasi (1. Desa Kejadian lahan 1; 2. Desa Kejadian lahan 2; 3. Desa Trimulyo lahan 3; dan 4. Desa Trimulyo lahan 4), (Ko) kontrol, (M) mankozeb, (P) propineb, (K) karbendazim, (KM) karbendazim+mankozebe, (TT) trifloksistrobin+tebukonazol.

Hasil penilaian uji sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida yang umum digunakan di lahan terkait (lahan asal isolat jamur diisolasi) menunjukkan hasil bervariasi, mulai dari sangat sensitif (SS) sampai sangat resisten (SR). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida mankozeb mulai dari sangat sensitif (isolat J2 (lahan 2 Dusun Simpang IV), isolat J3 (lahan 3 Dusun Wonorejo), dan isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo)) sampai resisten sedang (isolat J1 (lahan 1 Dusun

Simpang IV)). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida propineb yaitu resisten (isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo)) dan sangat resisten (isolat J1 (lahan 1 Dusun Simpang IV)). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida karbendazim, karbendazim+mankozebe, dan trifloksistrobin+tebukonazol, yaitu sensitif dan sangat sensitif (isolat J1 (lahan 1 Dusun Simpang IV, isolat J3 (lahan 3 Dusun Wonorejo), dan isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo)) (Tabel 2).

Tabel 2. Sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. dari empat lahan di Kecamatan Tegineneng terhadap bahan aktif fungisida yang digunakan di lahan terkait pada 8 HSI

| isolat<br><i>Colletotrichum</i><br>(asal isolat) | Bahan aktif fungisida<br>(konsentrasi uji) | Diameter koloni<br>jamur pada 8 HSI<br>(mm) | Nilai tingkat<br>hambatan<br>relatif (%) | Kriteria sensitivitas |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Isolat J1: (Lahan 1:<br>Dusun Simpang IV)        | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 46,9                                        | -                                        | -                     |
|                                                  | Mankozebe (6 g/l)                          | 15,1                                        | 67,85                                    | Resisten sedang (RS)  |
|                                                  | Propineb (2 g/l)                           | 30,6                                        | 34,81                                    | Sangat resisten (SR)  |
|                                                  | Karbendazim+mankozebe<br>(2,5 g/l)         | 0,3                                         | 99,29                                    | Sangat sensitif (SS)  |
| Isolat J2: (Lahan 2:<br>Dusun Simpang IV)        | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 48,7                                        | -                                        | -                     |
|                                                  | Mankozebe (6 g/l)                          | 0,0                                         | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
| Isolat J3: (Lahan 3:<br>Dusun Wonorejo)          | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 52,5                                        | -                                        | -                     |
|                                                  | Mankozebe (6 g/l)                          | 0,0                                         | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
|                                                  | Trifloksistrobin+tebukonazol<br>(0,5 g/l)  | 0,0                                         | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
|                                                  | Karbendazim (2 g/l)                        | 8,3                                         | 84,29                                    | Sensitif (S)          |
| Isolat J4: (Lahan 4:<br>Dusun Trimulyo)          | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 55,6                                        | -                                        | -                     |
|                                                  | Mankozebe (6 g/l)                          | 0,0                                         | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
|                                                  | Propineb (2 g/l)                           | 29,8                                        | 46,33                                    | Resisten (R)          |
|                                                  | Trifloksistrobin+tebukonazol<br>(0,5 g/l)  | 0,0                                         | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |

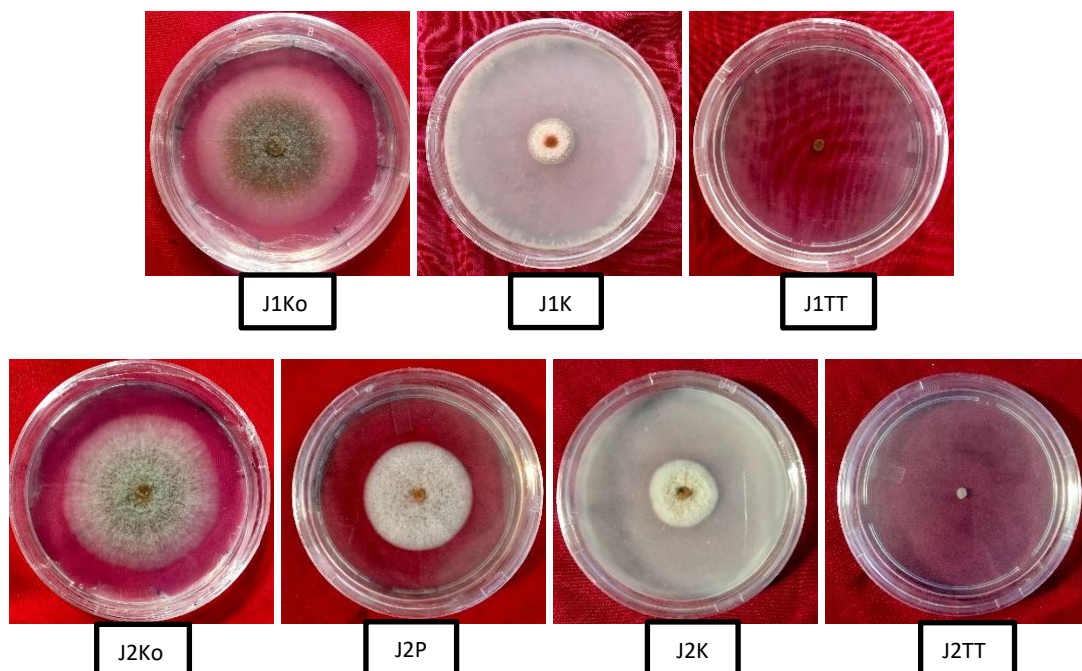
Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* sp. cenderung resisten terhadap fungisida kontak dibanding dengan fungisida sistemik. Hal ini berbanding terbalik dengan informasi dari FRAC terkait risiko resistensi bahan aktif fungisida. Propineb dan mankozeb merupakan fungisida kontak kelompok *dithiocarbamates* dengan kode grup FRAC M 03. Fungisida ini dilaporkan memiliki risiko rendah untuk menimbulkan resistensi (FRAC, 2025). Karbendazim adalah fungisida sistemik kelompok MBC dengan kode grup FRAC 1 yang memiliki risiko tinggi untuk menimbulkan resistensi (FRAC, 2025). Trifloksistrobin adalah fungisida sistemik kelompok QoI dengan kode grup FRAC 11 yang memiliki risiko tinggi untuk menimbulkan resistensi (FRAC, 2025). Tebukonazol adalah fungisida sistemik kelompok DMI dengan kode grup FRAC 3 yang memiliki risiko sedang untuk menimbulkan resistensi (FRAC, 2025).

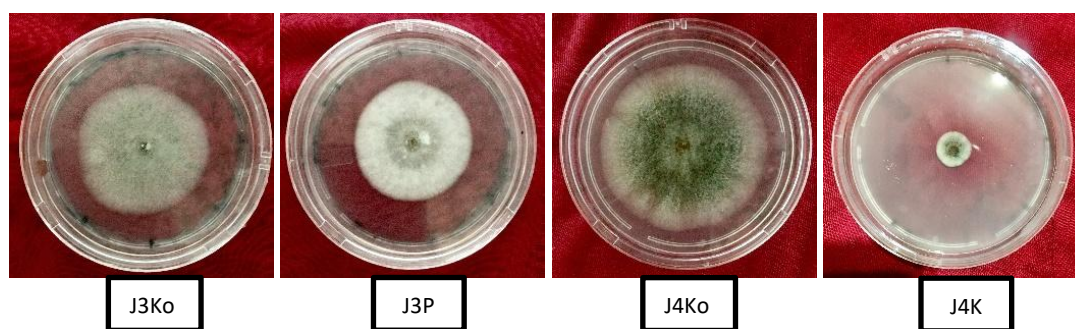
Kondisi ini terjadi diduga karena penggunaan fungisida kontak untuk mengendalikan penyebab antraknosa cabai lebih sering dibandingkan dengan penggunaan fungisida sistemik (Tabel 1). Oleh karena itu, resistensi jamur *Colletotrichum* sp. lebih cepat terbentuk terhadap fungisida kontak dibanding dengan fungisida sistemik karena tingkat atau frekuensi paparannya lebih tinggi. Menurut Kumar *et al.* (2007) dan Joshi *et al.* (2013) perbedaan frekuensi

aplikasi fungisida berpengaruh pada kecepatan dan tingkat resistensi suatu jamur terhadap fungisida. Lebih lanjut, simulasi yang dilakukan van den Berg *et al.* (2016) menunjukkan bahwa program aplikasi fungisida sebanyak 3 kali menimbulkan tekanan resistensi lebih tinggi di banding 1 dan 2 aplikasi pada jamur *Zymoseptoria tritici*. Adanya resistensi jamur *Colletotrichum* sp. penyebab antraknosa terhadap fungisida kontak juga telah dilaporkan yaitu fungisida klorotalonil (Hajjah dkk., 2022), fungisida klorotalonil, mankozeb, dan propineb (Andriani dkk., 2017), dan fungisida mankozeb (Kongtragoul *et al.*, 2022 dan Moreira *et al.*, 2019).

#### Uji Sensitivitas Jamur *Colletotrichum* sp. terhadap Fungisida yang tidak Digunakan pada Lahan Asal Sampel

Hasil uji sensitivitas menunjukkan bahwa jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 2 Dusun Simpang IV dan Dusun Wonorejo masih tumbuh pada media yang diberi propineb. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 1 dan lahan 2 Dusun Simpang IV, dan Dusun Trimulyo masih tumbuh pada media yang diberi karbendazim. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan dan lahan 2 Dusun Simpang IV tidak tumbuh pada media yang diberi mankozeb dan trifloksistrobin+tebukonazol (Gambar 3).





Gambar 3. Pertumbuhan koloni jamur hasil uji sensitivitas silang pada 8 HSI: (J) Lahan jamur diisolasi (1. Desa Kejadian lahan 1; 2. Desa Kejadian lahan 2; 3. Desa Trimulyo lahan 3; dan 4. Desa Trimulyo lahan 4), (Ko) kontrol, (P) propineb, (K) karbendazim, dan (TT) trifloksistrobin+tebukonazol.

Hasil penilaian uji sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida yang oleh petani dilaporkan tidak digunakan pada lahan jamur diisolasi juga menunjukkan hasil bervariasi, mulai dari sangat sensitif (SS) sampai sangat resisten (SR). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida karbendazim mulai dari sensitif (isolat J4 (lahan 4 Dusun Trimulyo)) sampai resisten sedang (isolat J1

dan J2 (lahan 1 dan lahan 2 Dusun Simpang IV)). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida propineb yaitu sangat resisten (isolat J2 lahan 2 Dusun Simpang IV) dan isolat J3 (lahan 3 Dusun Wonorejo). Respon jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida trifloksistrobin+tebukonazol, yaitu sensitif dan sangat sensitif (isolat J1 dan J2 (lahan 1 dan lahan 2 Dusun Simpang IV)) (Tabel 3).

Tabel 3. Sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. dari empat lahan di Kecamatan Tegineneng terhadap bahan aktif fungisida yang tidak digunakan di lahan terkait pada 8 HSI

| Asal isolat<br><i>Colletotrichum</i>      | Bahan aktif fungisida<br>(konsentrasi uji) | Diameter koloni<br>jamur pada 8 hsi<br>(mm) | Nilai tingkat<br>hambatan<br>relatif (%) | Kriteria sensitivitas |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Isolat J1: (Lahan 1:<br>Dusun Simpang IV) | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 44,50                                       | -                                        | -                     |
|                                           | Karbendazim ( 2 g/l)                       | 14,42                                       | 67,60                                    | Resisten sedang (RS)  |
|                                           | Trifloksistrobin+tebukonazol<br>(0,5 g/l)  | 0,00                                        | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
| Isolat J2: Lahan 2<br>Dusun Simpang IV    | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 48,83                                       | -                                        | -                     |
|                                           | Propineb (2 g/l)                           | 36,42                                       | 25,43                                    | Sangat resisten (SR)  |
|                                           | Karbendazim ( 2 g/l)                       | 18,17                                       | 62,80                                    | Resisten sedang (RS)  |
|                                           | Trifloksistrobin+tebukonazol<br>(0,5 g/l)  | 0,00                                        | 100,00                                   | Sangat sensitif (SS)  |
| Isolat J3: (Lahan 3:<br>Dusun Wonorejo)   | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 53,08                                       | -                                        | -                     |
|                                           | Propineb (2 g/l)                           | 39,25                                       | 26,06                                    | Sangat resisten (SR)  |
| Isolat J4: (Lahan 4:<br>Dusun Trimulyo)   | Tanpa fungisida (0 g/l)                    | 53,42                                       | -                                        | -                     |
|                                           | Karbendazim ( 2 g/l)                       | 9,25                                        | 82,68                                    | Sensitif (S)          |

Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun fungisida propineb tidak digunakan oleh petani di lahan 2 Dusun Simpang IV dan lahan 3 Dusun Wonorejo, serta fungisida karbendazim tidak digunakan oleh petani di lahan 1 dan lahan 2 Dusun Simpang IV, tetapi jamur *Colletotrichum* sp. dari masing-masing lahan tersebut menunjukkan respon resisten (sangat resisten dan resisten sedang) terhadap

kedua fungisida uji. Hal ini diduga bahwa fungisida propineb dan karbendazim digunakan di lahan tersebut pada masa lampau tetapi tidak pada saat dilakukan survei. Propineb dan karbendazim merupakan fungisida yang umum digunakan oleh petani cabai untuk mengendalikan penyebab penyakit antraknosa (Andriani dkk., 2017; Hajijah dkk., 2022). Suatu fungisida tidak lagi digunakan oleh

petani umumnya dikarenakan fungisida tersebut sudah tidak efektif lagi sehingga diganti dengan fungisida lain. Turunnya efektivitas (tidak efektif) suatu fungisida dalam mengendalikan jamur adalah indikasi bahwa sudah terjadi resistensi terhadap fungisida tersebut. Adanya resistensi jamur *Colletotrichum* terhadap fungisida karbendazim telah dilaporkan di antaranya pada *C. gloeosporioides* (Han *et al.*, 2018) dan pada *C. fruticola* dan *C. siamense* (Karim *et al.* 2024).

**Uji perkembangan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. terhadap fungisida**

Hasil uji perkembangan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. didapatkan bahwa jamur

*Colletotrichum* sp. dari lahan 1 Dusun Simpang IV menjadi sensitif terhadap fungisida mankozeb pada 2x konsentrasi anjuran, terhadap fungisida propineb pada 5x konsentrasi anjuran, dan terhadap fungisida karbendazim pada 6x konsentrasi anjuran. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 2 Dusun Simpang IV menjadi sensitif terhadap fungisida propineb pada 4x konsentrasi anjuran dan terhadap fungisida karbendazim pada 2x konsentrasi anjuran. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 3 Dusun Wonorejo menjadi sensitif terhadap fungisida propineb pada 5x konsentrasi anjuran. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 4 Dusun Trimulyo menjadi sensitif terhadap fungisida propineb pada 4x konsentrasi anjuran (Tabel 4).

Tabel 4. Perkembangan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. dari beberapa lahan di Tegineneng terhadap bahan aktif fungisida pada 8 HSI

| Fungisida   | Perkemabangan sensitivitas jamur <i>Colletotrichum</i> sp. ( x konsentrasi anjuran) |         |         |         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
|             | Lahan 1                                                                             | Lahan 2 | Lahan 3 | Lahan 4 |
| Mankozebe   | 2x (S)                                                                              | -       | -       | -       |
| Propineb    | 5x (S)                                                                              | 4x (S)  | 5x (S)  | 4x (S)  |
| Karbendazim | 6x (S)                                                                              | 2x (S)  | -       | -       |

Keterangan: S (sensitif), 2x, 4x, 5x, 6x (kenaikan dari konsentrasi anjuran), dan – (tidak dilakukan pengujian). Konsentrasi anjuran pada label yaitu: propineb 2 g/l, mankozeb 6 g/l, dan karbendazim 2 g/l.

Hasil pengujian perkembangan sensitivitas jamur *Colletotrichum* sp. resisten terhadap fungisida terlihat bahwa konsentrasi fungisida harus dinaikan 2x sampai 6x dari anjuran. Hal serupa dilaporkan oleh Andriani dkk. (2017) yang menyatakan bahwa supaya *Colletotrichum* dapat efektif dikendalikan, konsentrasi fungisida propineb harus dinaikkan 10x konsentrasi anjuran dan konsentrasi fungisida mankozeb harus dinaikan di atas 10x konsentrasi anjuran. Fungisida propineb dan mankozeb merupakan fungisida kelompok *multi-site contact activity* dengan FRAC grup M 03 dan memiliki risiko resistensi rendah (FRAC, 2025). Namun demikian, paparan yang intensif juga mengakibatkan munculnya respon resisten pada jamur target. Sementara itu, karbendazim adalah kelompok fungisida MBC yang bekerja dengan menghambat polimerasi  $\beta$ -tubulin untuk membentuk mikrotubulus dalam pembelahan sel (mitosis), sehingga jamur gagal melakukan mitosis, perkecambahan spora maupun pemanjangan tabung kecambah, dan akhirnya mati (Cortaga *et al.*, 2023; Karim *et al.*, 2024). Resistensi jamur *Colletotrichum* terhadap karbendazim biasanya ditandai dengan mutasi E198A/K atau substitusi asam glutamat (E)

dengan alanin (A) atau lisin (K) pada kodon 198 (GAG menjadi GCG atau AAG) (Cortaga *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini, semua isolat jamur *Colletotrichum* sp. dari empat lahan sudah resisten terhadap propineb dan konsentrasinya harus dinaikan sampai 5x anjuran. Konsekuensinya, bahan aktif ini harus diganti dengan bahan aktif lain agar penggunaan fungisida lebih sedikit sehingga residu pada cabai dan biaya yang dikeluarkan rendah. Resistensi terhadap fungisida mankozeb dan karbendazim terjadi di beberapa lahan, sedangkan pada fungisida karbendazim+mankozebe dan trifloksistrobin+tebukonazol semua isolat jamur *Colletotrichum* sp. dari empat lahan masih menunjukkan reaksi sangat sensitif. Meskipun demikian penggunaan fungisida-fungisida tersebut tetap harus diwaspadai agar munculnya resistensi dapat ditunda untuk beberapa waktu. Hal ini karena sudah banyak laporan tentang resistensi jamur *Colletotrichum* terhadap fungisida-fungisida tersebut. Selain itu, fungisida karbendazim, trifloksistrobin, dan tebukonazol merupakan fungisida dengan cara kerja *single site action* sehingga risiko munculnya resistensi tinggi.

Aplikasi fungisida dapat memberikan tekanan kepada jamur yang dapat memicu munculnya resistensi. Aplikasi fungisida dengan bahan aktif sama secara berulang atau terus menerus memberikan tekanan besar kepada jamur. Akibatnya, kasus resistensi pada jamur muncul lebih cepat. van den Berg *et al.* (2016) melaporkan bahwa program aplikasi fungisida sebanyak 3 kali menimbulkan tekanan resistensi lebih tinggi di banding 1 dan 2 aplikasi pada jamur *Z. tritici*, meskipun memberikan efek pengendalian yang lebih baik. Sementara itu, menurut van den Bosh *et al.* (2011), frekuensi yang lebih tinggi diperkirakan meningkatkan laju seleksi terhadap resistensi fungisida. Untuk itu, dalam panduan umum FRAC, merekomendasikan untuk menghindari penggunaan satu bahan aktif secara berulang-ulang serta membatasi jumlah aplikasinya (Brent & Hollomon, 2007).

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semua isolat *Colletotrichum* sp. asal empat lokasi di Kecamatan Tegineneng sudah resisten hingga sangat resisten terhadap fungisida propineb. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 3 Dusun Wonorejo dan lahan 4 Dusun Trimulyo masih sensitif terhadap fungisida karbendazim, namun jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 1 dan lahan 2 Dusun Simpang IV sudah resisten. Jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 2, 3, dan 4 masih sangat sensitif terhadap fungisida mankozeb, namun jamur *Colletotrichum* sp. dari lahan 1 Dusun Simpang IV sudah resisten sedang. Konsentrasi efektif fungisida propineb untuk lahan 1 Dusun Simpang IV, lahan 3 Dusun Wonorejo, dan lahan 4 Dusun Trimulyo adalah 5x konsentrasi anjuran, sedangkan untuk lahan 2 Dusun Simpang IV adalah 4x konsentrasi anjuran. Konsentrasi efektif fungisida karbendazim untuk lahan 1 Dusun Simpang IV adalah 5x konsentrasi anjuran, sedangkan untuk lahan 2 Dusun Simpang IV adalah 2x konsentrasi anjuran. Konsentrasi efektif fungisida mankozeb pada lahan 1 Dusun Simpang IV adalah 2x konsentrasi anjuran.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada petani di Desa Kejadian dan Desa Trimulyo yang sudah bersedia menjadi responden dan mengizinkan mengambil sampel buah cabai pada lahan pertaniannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D, S Wiyono, dan Widodo. 2017. Sensitivitas *Colletotrichum* sp. pada cabai terhadap benomil, klorotalonil, mankozeb, dan propineb. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 13(4): 119-126. DOI: 10.14692/jfi.13.4.119.
- Armengol, ES, M Harmanci, and F Laffleur. 2021. Current strategies to determine antifungal and antimicrobial activity of natural compounds. Microbiological Research. 252:126867. DOI: 10.1016/j.micres.2021.126867.
- Azlan, A, S Sultana, CS Huei, and MR Razman. 2022. Antioxidant, anti-obesity, nutritional and other beneficial effects of different chili pepper: A review. Molecules. 27(3): 898. DOI: 10.3390/molecules27030898.
- Baibakova, EV, EE Nefedjeva, M Suska-Malawska, M Wilk, and VF Zheltobriukhov. 2019. Modern fungicides: Mechanisms of action, fungal resistance and phytotoxic effects. Annual Research & Review in Biology. 1–16. DOI: 10.9734/arrb/2019/v32i330083.
- Brent KJ and DW Hollomon. 2007. Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can it be Managed? Bristol, UK: Fungicide Resistance Action Committee.
- Buletin Konsumsi Pangan. 2024. Tersedia online pada: [https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buletin\\_Konsumsi\\_Pangan\\_Semester\\_I\\_2024.pdf](https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Buletin_Konsumsi_Pangan_Semester_I_2024.pdf) (diakses pada 7 Mei 2025).
- Chu, SC, KH Lin, TC Lin, C Thanarut, and WH Chung. 2022. Sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* species complex (CGSC) isolated from strawberry in Taiwan to benzimidazole and strobilurin. Journal of pesticide science. 47(4): 172–183. DOI: 10.1584/jpestics.D22-030.
- Dean, R, JA Van Kan, ZA Pretorius, KE Hammond-Kosack, A Di Pietro, PD Spanu, JJ Rudd, M Dickman, R Kahmann, J Ellis, and GD Foster. 2012. The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Molecular plant pathology. 13(4): 414–430. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2011.00783.x.
- Deising, HB, S Reimann, and SF Pascholati. 2008. Mechanisms and significance of fungicide resistance. Brazilian journal of microbiology 39(2): 286–295. DOI: 10.1590/S1517-838220080002000017.

- De Silva, DD, PK Ades, PW Crous, and PWJ Taylor. 2017. *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Australia. *Plant Pathology*. 66: 254–267. DOI: 10.1111/ppa.12572.
- De Silva, DD, PK Ades, and PWJ Taylor. 2020. Pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of Capsicum in Asia. *Plant Pathology*. 70: 875–884. DOI: 10.1186/s43008-019-0001-y.
- Diao, YZ, C Zhang, F Liu, WZ Wang, L Liu, L Cai, and XL Liu. 2017. *Colletotrichum* species causing anthracnose disease of chili in China. *Persoonia*. 38: 20–37. DOI: 10.3767/003158517X692788.
- Dias, M. 2012. Phytotoxicity: An overview of the physiological responses of plants exposed to fungicides. *Journal of Botany*. 135479. DOI: 10.1155/2012/135479.
- Dowling, M, N Peres, S Villani, and G Schnabel. 2020. Managing *Colletotrichum* on fruit crops: A "complex" challenge. *Plant disease*, 104(9): 2301–2316. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2378-FE.
- Chen, W, L Wei, R Hou, Yy Zhao, Y Zhao, and F Liu. 2022. Sterol demethylation inhibitor fungicide resistance in *Colletotrichum siamense* from chili is caused by mutations in CYP51A and CYP51B. *Phytopathol Research*. 4: 41. DOI: 10.1186/s42483-022-00146-w.
- Cortaga, CQ, BWP Cordez, LS Dacones, MAU Balendres, and FM Dela Cueva. 2023. Mutations associated with fungicide resistance in *Colletotrichum* species: A review. *Phytoparasitica* 51: 569–592. DOI: 10.1007/s12600-023-01063-0m
- FRAC. 2025. FRAC Code List©\* 2025: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). Tersedia online pada: <https://www.frac.info/media/ljsi3qrv/frac-code-list-2025.pdf> (diakses pada 5 Januari 2025).
- Han, YC, XG Zeng, FY Xiang, QH Zhang, C Guo, FY Chen, and YC Gu. 2018. Carbendazim sensitivity in populations of *Colletotrichum gloeosporioides* complex infecting strawberry and yams in Hubei Province of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(6): 1391–1400. DOI: 10.1016/S2095-3119(17)61854-9.
- Hajijah, Mariana, dan MI Pramudi. 2022. Uji Resistensi *Colletotrichum* sp. asal cabai hiyung terhadap fungisida berbahan aktif klorotalonil dan mankozeb. *Proteksi Tanaman Tropika* 5(02): 455–465.
- Joshi, MS, DM Sawant, and AP Gaikwad. 2013. Variation in fungi toxicant sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates infecting fruit crops. *Journal Food and Agriculture Science*. 3(1):6–8. DOI: 10.5897/ISABB-JFAS11.042.
- Karim, MM, HM Usman, Q Tan, JJ Hu, F Fan, R Hussain, and CX Luo. 2024. Fungicide resistance in *Colletotrichum fructicola* and *Colletotrichum siamense* causing peach anthracnose in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 203. DOI: 10.1016/j.pestbp.2024.106006.
- Kongtragoul, P, S Somnuek, M Udompongsuk, P Prasom, and T Jaenaksorn. 2022. Cross-Resistance to Benzimidazole Group and Mancozeb Fungicides in *Colletotrichum* sp. Causing Anthracnose Disease. *Science & Technology Asia*, 27(4), 400–408. DOI: 10.14456/scitechasia.2022.95.
- Kumar, AS, NPR Eswara, KR Hariprasad, and MC Devi. 2007. Evaluation of fungicidal resistance among *Colletotrichum gloeosporioides* isolates causing mango anthracnose in agri export zone of Andhra Pradesh India. *Plant Pathology Bulletin*. 6(3): 157–160.
- Mongkolporn, O, and PWJ Taylor. 2018. Chili anthracnose: *Colletotrichum* taxonomy and pathogenicity. *Plant Pathology*, 67: 1255–1263. DOI: 10.1111/ppa.12850.
- Moreira, RR, NA Hamada, NA Peres, and LLM De Mio. 2019. Sensitivity of the *Colletotrichum acutatum* species complex from apple trees in Brazil to dithiocarbamates, methyl benzimidazole carbamates, and quinone outside inhibitor fungicides. *Plant disease*. 103(10): 2569–2576. DOI: 10.1094/PDIS-07-18-1144-RE.
- Photita, W., Taylor, P.W.J., Ford, R., Hyde, K.D. and Lumyong, S. (2005). Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from herbaceous plants in Thailand. *Fungal Diversity* 18: 117–133.
- Republika, 2020. Tersedia online pada: <https://news.republika.co.id/berita/q5wb9u36>

- 8/hama-meny Serang-tanaman-cabai-petani-di-lampung (diakses tanggal 5 Januari 2025).
- Saini, TJ, G Bhat, A Tiwari, S Gupta, and R Anandalakshmi. 2025. Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with chilli anthracnose in India. *Journal of Plant Pathology*. 107:3–22 DOI: 10.1007/s42161-023-01558-z.
- Shi, N, D Zhao, D Qiu, H Wang, L Wu, F Chen, Q Chen, and Y Du. 2023. Resistance risk and resistance-related point mutations in cytochrome b of florylpicoxamid in *Colletotrichum scovillei*. *Pesticide biochemistry and physiology*. 196: 105617. DOI: 10.1016/j.pestbp.2023.105617.
- Su, Z, X Zhang, J Zhao, W Wang, L Shang, S Ma, YM Adzavon, F Lu, M Weng, X Han, L Yang, Q Zhao, P Zhao, F Xie, and X Ma. 2019. Combination of suspension array and mycelial growth assay for detecting multiple-fungicide resistance in *Botrytis cinerea* in Hebei Province in China. *Plant disease*. 103(6): 1213–1219. DOI: 10.1094/PDIS-07-18-1269-RE.
- Szczygieł, T, A Koziróg, and A Otlewska. 2024. Synthetic and natural antifungal substances in cereal grain protection: A review of bright and dark sides. *Molecules*. 29(16): 3780. DOI: 10.3390/molecules29163780.
- Than, PP, R Jeewon, KD Hyde, S Pongsupasamit, O Mongkolporn, and PWJ Taylor. 2008. Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose on chilli (*Capsicum* sp.) in Thailand. *Plant Pathology*. 57: 562–72. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2007.01782.x.
- Thind, TS. 2021. Changing trends in discovery of new fungicides: a perspective. *Indian Phytopathology* 74:875–883. DOI: 10.1007/s42360-021-00411-6.
- van den Berg, F, ND Paveley, and F van den Bosch. 2016. Dose and number of applications that maximize fungicide effective life exemplified by *Zymoseptoria tritici* on wheat– a model analysis. *Plant Pathology* 65:1380–1389. DOI: 10.1111/ppa.12558.
- van den Bosch F, N Paveley, M Shaw, P Hobbelen, and Oliver R. 2011. The dose rate debate: does the risk of fungicide resistance increase or decrease with dose? *Plant Pathology* 60: 597–606. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2011.02439.x
- Yin, Y, J Miao, W Shao, X Liu, Y Zhao, Z Ma. 2023. Fungicide resistance: Progress in understanding mechanism, monitoring, and management. *Phytopathology*. 113(4): 707–718. DOI: 10.1094/PHYTO-10-22-0370-KD.
- Wei, LL, WC Chen, WC Zhao, J Wang, BR Wang, FJ Li, MD Wei, J Guo, CJ Chen, JQ Zheng, and K Wang. 2020. Mutations and overexpression of *CYP51* associated with DMI-resistance in *Colletotrichum gloeosporioides* from Chili. *Plant disease*. 104(3), 668–676. DOI: 10.1094/PDIS-08-19-1628-RE