

Vol. 12 No. 1, Bulan Maret Tahun 2024

Pengaruh Pemberian Bakteri dan *Trichoderma viride* dari Isolat Usus Larva *Black Soldier Fly* (BSF) terhadap Ketahanan Penyakit Cabai Keriting (*Capsicum annuum*)

Melanie Kristi, Yayan Sanjaya, Kusnadi Kusnadi

Universitas Pendidikan Indonesia

melaniekristi@upi.edu

(Received: Jan-21- 2024; Accepted: Feb-26-2024; Published: March-30- 2024)

ABSTRACT

Capsicum annuum (curly red chili) is an important commodity for the community. The addition of chemical pesticides is used by farmers to increase plant disease resistance. The use of chemical pesticides is harmful to the environment and can have long-term effects if consumed. Therefore, biopesticide innovation is needed. Black Soldier Fly (BSF) is an insect that has bacteria and fungi in its gut. Bacteria and fungi found in BSF intestinal isolates can function as antimicrobials for plants. Because of this, in this study investigated the effect of the bacteria and fungi *Trichoderma viride* in increasing disease resistance in *C. annuum* plants. There were 4 treatments in this study, namely the administration of chemical fungicides, BSF bacterial formula, *T. viride* BSF, and a mixture of bacteria and *T. viride* BSF. The results obtained were analyzed by calculating the Intensity of Attack (IS) score, microscopic observations in the laboratory, and statistical tests. The IS score of the control plants was 75.0%, the fungicide treatment was 37.5%, the bacterial treatment alone was 33.3%, the *T. viride* treatment was 19.4%, and the mixed treatment of bacteria and *T. viride* was 4.2%. All plants were attacked by leaf spot disease by *Cercospora* sp. Control plants were attacked by *Sclerotium rolfsii* fungus wilt and powdery mildew by *Leveillula taurica* and jaundice. Jaundice also attacked plants treated with *T. viride* only and bacteria only. The normality and homogeneity tests show that the data is not normal and not homogeneous but H1 is acceptable based on the Kruskal Wallis test. The conclusion of this study is that bacteria and *T. viride* from BSF are able to increase disease resistance in curly chili plants, but are not yet effective in preventing disease caused by *Cercospora* sp.

Keywords: *Black Soldier Fly*, Biopesticides, *Trichoderma*, Disease Resistance

ABSTRAK

Capsicum annuum (cabai merah keriting) merupakan salah satu komoditas penting bagi masyarakat. Penambahan pestisida kimia digunakan oleh petani untuk meningkatkan ketahanan penyakit tanaman. Penggunaan pestisida kimia berbahaya bagi lingkungan dan menimbulkan efek jangka panjang jika dikonsumsi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi biopestisida. *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan serangga yang pada ususnya terdapat bakteri dan jamur. Bakteri dan jamur yang terdapat pada isolat usus BSF dapat berfungsi sebagai antimikroba bagi tanaman. Oleh karena ini, pada penelitian ini diselidiki terkait pengaruh pemberian bakteri dan jamur *Trichoderma viride* dalam meningkatkan ketahanan penyakit pada tanaman *C. annuum*. Perlakuan pada penelitian ini ada 4 yaitu pemberian fungisida kimia, formula bakteri BSF, *T. viride* BSF, dan campuran bakteri serta *T. viride* BSF. Hasil yang didapatkan dianalisis dengan menghitung skor Intensitas Serangan (IS), pengamatan mikroskopis di laboratorium, dan uji statistika. Skor IS tanaman kontrol yaitu 75,0%, perlakuan fungisida yaitu 37,5%, perlakuan bakteri saja yaitu 33,3%, perlakuan *T. viride* saja yaitu 19,4%, dan perlakuan campuran bakteri serta *T. viride* yaitu 4,2%. Semua tanaman terserang penyakit bercak daun oleh *Cercospora* sp. Tanaman kontrol terserang penyakit layu jamur *Sclerotium rolfsii* dan embun tepung oleh *Leveillula taurica* serta penyakit kuning. Penyakit kuning juga menyerang tanaman dengan perlakuan *T. viride* saja dan bakteri saja. Uji normalitas dan homogenitas menunjukkan data tidak normal dan tidak homogen namun H1 dapat diterima berdasarkan uji Kruskal Wallis. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu bakteri dan *T. viride* dari BSF mampu meningkatkan ketahanan penyakit pada tanaman cabai keriting, namun belum efektif dalam menghindari terjadinya penyakit akibat *Cercospora* sp.

Keywords: *Black Soldier Fly*, Biopestisida, *Trichoderma*, Ketahanan Penyakit



PENDAHULUAN

Capsicum annum atau biasa dikenal dengan nama Cabai Keriting merupakan salah satu komoditas hasil pertanian yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk bahan konsumsi. Berdasarkan data pada Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, rata-rata konsumsi cabai keriting per minggu yaitu sebanyak 35 gram. Hal ini menunjukkan bahwa produksi cabai perlu untuk terus dilakukan dan bahkan ditingkatkan.

Namun, cabai yang diproduksi juga perlu diperhatikan kesehatannya. Berdasarkan pemaparan Direktur Sayuran dan Tanaman Obat, Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian (Kementan) Tommy Nugraha, menyatakan bahwa terjadinya penurunan hasil panen cabai yang disebabkan oleh hama yang meningkat di musim penghujan. Pada kondisi normal, jumlah cabai yang diproduksi yaitu mencapai satu kuintal sedangkan saat musim penghujan jumlah cabai yang diproduksi hanya 20 kilogram.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghindari tanaman cabai dari serangan patogen yaitu dengan menggunakan pestisida dan fungisida. Sejauh ini, para petani cabai banyak yang masih menggunakan pestisida dan fungisida dari bahan kimia untuk tanamannya. Penggunaan fungisida dan pestisida kimia secara terus menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan berdampak negatif bagi konsumen.

Oleh karena itu diperlukan bahan alami yang dapat mengganti pestisida dan fungisida kimia agar tidak berbahaya bagi lingkungan dan konsumen. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Periwi (2021), isolat usus *Black Soldier Fly* (BSF) dapat digunakan sebagai bahan pembuatan biopestisida dan biofungisida karena memiliki sejumlah bakteri dan jamur yang baik untuk pertumbuhan dan meningkatkan ketahanan penyakit pada tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka pada penelitian ini akan dilihat bagaimana

pengaruh dari pemberian bakteri dan *Trichoderma viride* yang berasal dari isolat usus BSF dalam menjaga ketahanan tanaman cabai keriting (*Capsicum annum*) dari serangan penyakit.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan yaitu dari Bulan September sampai Bulan November 2022. Lokasi Penelitian ini yaitu di lahan pertanian PT. Bandung Inovasi Organik (BIO) yang bertempat di Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *autoclave*, kertas saring, pengaduk, *beaker glass*, *hot plate*, pisau, timbangan digital, cawan petri, alat tulis, kertas, plastik diamond, cangkul, gelas ukur, ember, patok, *sprayer*, dan plastik mulsa. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media *Natrium Broth* (NB), media *Natrium Agar* (NA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), isolat usus *Black Soldier Fly* (BSF), alkohol 70%, air, bibit *Capsicum annum*, fungisida kimia (dhiten).

Sterilisasi alat dan media yang digunakan dilakukan pada *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm. Isolat usus BSF didapatkan dari Balai Penelitian Sayuran Lab Bakteriologi. BSF yang telah didapatkan disterilkan terlebih dahulu. Setelah itu, ditanam pada media NA dan PDA untuk mendapatkan biakkan bakteri dan *Trichoderma viride*. Pembuatan biakkan murni jamur mengacu pada Cappuccino dan Welsh (2019) yang dilakukan dengan cara menginokulasikan jamur *T. viride* yang telah teridentifikasi (koloni berwarna hijau kebiruan) ke medium PDA pada cawan petri secara zig-zag. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang atau 25°C selama 5-7 x 24 jam.

Pembiakkan bakteri dilakukan dengan meletakkan sayatan usus pada media NA kemudian diinkubasi pada suhu ruang atau 25°C selama 5-7 x 24 jam. Koloni bakteri yang berwarna putih kekuningan diambil dan dibiakkan kembali pada media NB. Setelah itu,

bakteri diinkubasi kembali pada suhu ruang atau 25°C selama 1 x 24 jam.

Bakteri dan *T. viride* yang telah tumbuh diambil dengan menggunakan jarum inokulasi. Formula campuran bakteri dan *T. viride* masing-masing dibuat dengan melarutkan 2 gram bakteri atau jamur pada 10 liter akuades. Selanjutnya, tabung erlenmeyer berisi bakteri dan jamur ini dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama 2 jam agar bakteri dan jamur homogen (Utami dkk., 2018). Setelah itu, formula dari BSF ini siap untuk diaplikasikan pada tanaman.

Benih tanaman cabai keriting mula-mula ditanam dalam tray. Setelah berusia \pm 2 minggu, kecambah dipindahkan ke tanah pada lahan penelitian. Penyiraman dilakukan dua kali sehari yaitu setiap pagi dan sore. Penyemprotan formula dilakukan setiap dua minggu sekali sedangkan pengamatan dilakukan selama satu minggu sekali.

Selain pengambilan data penyakit tanaman, dilakukan pula pengambilan data faktor abiotik meliputi intensitas cahaya, suhu, kelembaban, kecepatan angin, pH, kelembaban, dan suhu tanah. Pengambilan data faktor abiotik dilakukan sebanyak satu minggu sekali dan dilakukan tiga kali sehari yaitu pada pagi, siang, dan sore hari.

Kondisi kesehatan pada tanaman yang diamati meliputi ada tidaknya kebusukan, kekeringan, bercak-bercak, perubahan warna seperti menguning, layu, dan mati. Tanaman sehat diberi skor 0 dan tanaman sakit diberi skor 1. Tingkat ketahanan penyakit pada tanaman dapat ditentukan dengan menggunakan rumus Intensitas Serangan (IS) yaitu sebagai berikut (Azwin dkk., 2022).

$$IS = \frac{x}{y} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: X = Jumlah tanaman yang menunjukkan tanda terserang penyakit (busuk, kekeringan, bercak, perubahan warna, layu, mati). Y = Jumlah tanaman yang diamati

Tabel 1. Cara Menentukan Tingkat Ketahanan Penyakit Tanaman

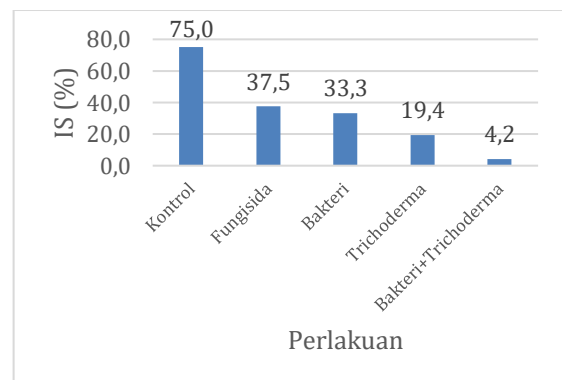
Intensitas Serangan	Kondisi Tanaman
0,0 – 10,00	Sangat tahan
10,01 – 20,00	Tahan
20,01 – 40,00	Relatif tahan
40,01 – 60,00	Tidak tahan
60,01 – 100	Sangat tidak tahan

Analisis data dilakukan dengan membandingkan persentase Intensitas Serangan (IS) pada masing-masing perlakuan dan pada tanaman kontrol. Jenis penyakit yang menyerang tanaman diidentifikasi dengan menggunakan studi literatur. Mikroorganisme penyebab timbulnya penyakit akan diidentifikasi dengan uji laboratorium. Selain itu, dilakukan pula analisis statistik dengan menggunakan software IBM SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan Penyakit

Ketahanan penyakit pada tanaman dapat ditentukan berdasarkan skor intensitas serangan. Berdasarkan hasil yang didapatkan, skor IS tanaman kontrol paling tinggi dan skor IS tanaman dengan perlakuan bakteri + *T. viride* paling rendah (Gambar 1).



Gambar 1. Skor Intensitas Serangan

Tanaman kontrol memiliki skor IS 75,0%. Menurut Azwin dkk. (2022), skor IS sebesar 75,0% menandakan tanaman sangat tidak tahan terhadap serangan penyakit. Tanaman yang diberikan fungisida kimia menunjukkan hasil skor IS 37,5%. Menurut Azwin dkk. (2022),

skor IS 37,5% menandakan tanaman relatif tahan terhadap serangan penyakit.

Tanaman yang diberikan formula bakteri menunjukkan hasil skor IS yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang diberikan *T. viride* saja. Hal ini dikarenakan pada tanaman yang diberikan *T. viride* saja sudah dilindungi oleh antibakteri yang berasal dari bibit tanaman yang digunakan sedangkan penyakit yang menyerang tanaman adalah penyakit yang disebabkan oleh jamur sehingga tidak bisa ditangani oleh antibakteri dari BSF. Skor IS tanaman yang diberikan formula bakteri yaitu sebesar 33,3%. Menurut Azwin dkk. (2022), tanaman dengan skor IS 33,3% menandakan tanaman relatif tahan terhadap serangan penyakit.

Bakteri yang terdapat pada isolat usus BSF yang digunakan pada penelitian ini yaitu bakteri dari genus *Neisseria*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Paracolobactrum*, dan *Aerobacter*. Bakteri yang dapat meningkatkan ketahanan penyakit pada tanaman yaitu bakteri dari genus *Bacillus*, *Micrococcus*, dan *Paracolobactrum*. Menurut Istiqomah dkk. (2009), bakteri dari genus *Bacillus* mampu memproduksi senyawa yang menghambat penyakit pada akar. Bakteri dari genus *Micrococcus* memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat dan menghasilkan enzim protease yang mampu merusak sel bakteri patogen. Bakteri dari genus *Paracolobactrum* memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim protease seperti bakteri *Micrococcus* sehingga mampu membunuh bakteri patogen pada tanaman.

Selain adanya campuran bakteri baik pada BSF, terdapat pula jamur *T. viride*. Skor Intensitas Serangan (IS) tanaman yang diberikan *T. viride* yaitu sebesar 19,4%. Menurut Azwin dkk. (2022), tanaman yang memiliki skor IS 19,4% menandakan bahwa tanaman tahan terhadap serangan penyakit.

Menurut Tyskiewicz dkk. (2022), mekanisme *Trichoderma* untuk menghancurkan organisme patogen pada tanaman disebut dengan *mycoparasitism*. *T. viride* akan melakukan penetrasi pada dinding

sel patogen dengan membentuk struktur seperti *hook* pada hifa patogen. Bersamaan dengan penetrasi tersebut, *T. viride* akan menghasilkan senyawa penghancur dinding sel patogen.

Tanaman yang diberi formula campuran bakteri dan *T. viride* dari BSF memiliki hasil yang paling baik dibandingkan tanaman lainnya. Skor IS pada tanaman yang diberikan campuran bakteri dan *T. viride* dari BSF yaitu sebesar 4,2%. Menurut Azwin dkk. (2022), tanaman yang memiliki skor IS 4,2% menandakan bahwa tanaman sangat tahan terhadap serangan penyakit.

Serangan Penyakit

Berdasarkan hasil identifikasi jenis penyakit yang menyerang tanaman, didapatkan adanya empat jenis penyakit yaitu bercak daun karena *Cercospora*, layu jamur *Sclerotium rolfsii*, penyakit kuning karena *Begomovirus*, dan embun tepung karena *Leveillula taurica*. *Cercospora*, *S. rolfsii*, dan *L. taurica* merupakan jenis jamur sedangkan *Begomovirus* merupakan jenis virus (Tabel 2).

1. Bercak Daun *Cercospora*

Penyakit bercak daun *Cercospora* terjadi pada semua tanaman, baik tanaman kontrol maupun tanaman dengan perlakuan. Penyakit bercak daun terjadi dari minggu pertama pengamatan. Pada minggu pertama pengamatan, penyakit bercak daun terjadi pada tanaman yang diberi fungisida ulang 4 dan 5 serta pada tanaman yang diberi formula *T. viride* BSF ulangan 2. Selanjutnya, pada minggu kedua hingga minggu ke-12, penyakit bercak daun ini menginfeksi tanaman kontrol, fungisida, tanaman yang diberi formula bakteri, tanaman yang diberi formula *T. viride*, maupun tanaman yang diberi bakteri dan *T. viride* BSF. Namun, pada tanaman yang diberi formula bakteri, *T. viride*, maupun campuran bakteri dan *T. viride* BSF menunjukkan bahwa tanaman sempat mengalami kondisi sembuh dari penyakit bercak daun. Hal ini menunjukkan bahwa formula BSF tersebut bisa digunakan untuk melawan penyakit bercak daun namun belum cukup efektif.

Selain itu, terjadinya penyakit bercak daun pada kontrol, fungisida, tanaman yang diberi formula bakteri, tanaman yang diberi formula *T. viride*, maupun tanaman yang diberi bakteri dan *T. viride* BSF bisa jadi disebabkan oleh cuaca saat pengambilan data kesehatan tanaman yang dilakukan saat musim penghujan dan area penanaman di lahan terbuka sehingga suhu udara rendah sedangkan kelembaban tanah tinggi. Menurut Suwardani dkk. (2014), suhu yang sesuai untuk perkembangan *Cercospora* yaitu 28-32°C. Suhu rata-rata di tempat penelitian yaitu 28°C sehingga sangat mendukung untuk terjadinya infeksi *Cercospora* pada tanaman. Kelembaban tanah di tempat penelitian memiliki rata-rata 57,2%. Hal ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Suwardani dkk. (2014) yang menemukan banyak penyakit karena infeksi *Cercospora* pada tanaman ketika lokasi penelitiannya memiliki kelembaban tanah 60%.

Ciri penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Cercospora* adanya bercak berwarna putih dengan pinggiran bercak berwarna coklat pada daun (Gambar 2). Gejala yang terlihat ini sesuai dengan teori menurut Korwa dkk. (2009), gejala bercak daun karena *Cercospora* yaitu adanya bintik kecil berwarna coklat disertai dengan warna kekuningan di sekeliling bercak dan pada bagian tengah bercak berkembang menjadi warna putih dan coklat kelabu.

Menurut Surendra dkk. (2015), ciri koloni *Cercospora* sp. Saat di media biakkan yaitu berwarna coklat muda sampai hitam, miselium tipis, berwarna kuning muda dan pertumbuhan hifa sejajar satu sama lain. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang didapatkan yaitu koloni jamur berwarna kekuningan dengan miselium yang tipis dan arah pertumbuhan hifa yang sejajar (Gambar 6)

Hasil pengamatan jamur *Cercospora* melalui mikroskop dilakukan untuk memperkuat hasil yang didapatkan. Berdasarkan hasil pengamatan pada mikroskop, terlihat adanya spora berbentuk oval (Gambar 8) dan hifa bersekat (Gambar 7). Menurut Suwardani dkk. (2014), jamur *Cercospora* sp. memiliki spora berwarna abu-abu, spora

berbentuk oval dengan panjang 40-60 µm dan lebar 6-8 µm, miselium bersekat dan berwarna hialin.

2. Layu Jamur *Sclerotium rolfsii*

Penyakit layu jamur yang disebabkan oleh *S. rolfsii* terjadi pada tanaman kontrol ulangan 5 saja sejak minggu pertama pengambilan data hingga minggu ke-12. Tanaman yang diberikan formula *T. viride* saja, bakteri saja, ataupun campuran *T. viride* dan bakteri tidak terserang penyakit layu jamur. Hal ini menunjukkan bahwa formula *T. viride* dan bakteri dari BSF efektif dalam melindungi tanaman terhadap serangan *S. rolfsii*.

Ciri yang terlihat pada tanaman yang terserang layu jamur ini adalah tanaman layu dan daun yang berada di pangkal batang mengalami klorosis (Gambar 3). Menurut Semangun (1993), Tanaman yang terkena penyakit layu jamur *S. rolfsii* akan menjadi layu dan menguning secara perlahan. Menurut Yang dkk. (2007), tanaman yang terinfeksi *S. rolfsii* menunjukkan gejala klorosis.

Menurut Magenda dkk. (2011), ciri jamur *S. rolfsii* yang ditumbuhkan pada media yaitu membentuk koloni dengan miselium berwarna putih seperti kapas kompak dan padat. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan yang dilakukan. Saat sampel daun yang dicurigai terkena penyakit layu jamur ditumbuhkan pada media, terlihat adanya pertumbuhan koloni jamur yang berwarna putih kompak dan padat (Gambar 9).

Menurut Sektiono dkk. (2019), jamur *S. rolfsii* memiliki ciri mikroskopis yaitu hifa bercabang, bersekat, dan bersambungan apit sedangkan konidiumnya tidak ditemukan. Menurut Martinius dkk. (2019), ciri khas jamur *S. rolfsii* jika diamati pada mikroskop yaitu memiliki hifa yang bercabang dengan percabangan hifa < 90° dan memiliki *clamp connection*. Menurut Wibowo dan Damanhuri (2019), sambungan apit (*clamp connection*) adalah suatu sel penghubung pada dinding dua sel yang berdekatan, berbentuk setengah lingkaran diatas septum (dinding persilangan) kedua sel yang akan bersatu. Pada hasil pengamatan mikroskopis koloni jamur yang

dicurigai sebagai *S. rolfii* menunjukkan adanya hifa bersekat dengan percabangan kurang dari 90° dan terdapat *clamp connection* (Gambar 10) seperti teori yang diungkapkan sebelumnya.

3. Embun Tepung *Leveillula taurica*

Selain terserang penyakit bercak daun dan layu jamur, tanaman kontrol juga terserang penyakit embun tepung. Embun tepung terjadi pada tanaman kontrol ulangan 4 dari minggu ke-8 sampai minggu ke-12 pengambilan data. Hal ini dikarenakan pada tanaman kontrol tidak dilindungi dengan formula antifungi. Tanaman yang diberikan formula *T. viride* saja, bakteri saja, dan campuran *T. viride* serta bakteri mampu melindungi tanaman dari serangan penyakit embun tepung yang disebabkan oleh *L. taurica*.

Tanaman yang diamati menunjukkan ciri penyakit embun tepung, yaitu adanya bercak putih pada bagian bawah daun (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Sumartini dan Rahayu (2017) bahwa gejala penyakit embun tepung diawali dengan adanya bercak putih pada bagian bawah daun.

Berdasarkan hasil pengamatan spesies penyebab timbulnya penyakit embun tepung pada mikroskop, dapat dilihat bahwa ciri mikroorganisme tersebut yaitu memiliki bentuk seperti kapsul dengan salah satu ujungnya yang lancip (Gambar 11). Hasil ini diperkuat oleh teori He dkk. (2012) yang mengungkapkan ciri-ciri *L. taurica* yaitu konidia primer berbentuk lanset atau klavat dengan ujung runcing dan dasar bulat serta konidia sekunder berbentuk silinder dengan ujung membulat.

4. Penyakit Kuning

Penyakit virus *Pepper Yellow Leaf Curl Virus* (PYLCV) atau yang lebih dikenal dengan nama virus kuning cabai disebabkan oleh virus Gemini (Ariyanti, 2011). Terdapat tanaman yang terkena penyakit kuning, yaitu tanaman kontrol (tanpa perlakuan), tanaman dengan perlakuan *T. viride* saja, dan tanaman dengan perlakuan bakteri saja. Tanaman kontrol terserang penyakit kuning pada minggu ke-7,

tanaman dengan perlakuan *T. viride* saja terserang penyakit kuning pada minggu ke-8, dan tanaman dengan perlakuan bakteri saja terserang penyakit kuning pada minggu ke-8.

Tanaman kontrol adalah tanaman yang pertama kali terserang penyakit kuning. Kemudian penyakit kuning menyebar ke tanaman dengan perlakuan *T. viride* saja dan bakteri saja. Hal ini dikarenakan pada tanaman kontrol maupun tanaman dengan perlakuan, tidak ada perlindungan terhadap virus yang dicurigai menjadi penyebab penyakit kuning. Namun, tanaman yang lebih rentan terserang virus kuning yaitu tanaman kontrol. Kemudian penyakit kuning ini menyebar ke tanaman yang diberi perlakuan melalui perantara serangga. Menurut Eastop (1977), faktor yang berperan penting dalam persebaran penyakit kuning yaitu adanya keberadaan serangga vektor berupa kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Penyebaran penyakit dapat terjadi karena kutu kebul menghisap makanan dari tanaman yang terserang penyakit kuning. Pada saat menghisap makanan tersebut, virus pada tanaman yang terserang penyakit kuning ikut terbawa dan beredar pada saluran pencernaan kutu kebul. Selanjutnya, virus akan menembus dinding usus, bersirkulasi pada cairan tubuh kutu kebul (*Haemolymph*) dan menginfeksi kelenjar saliva kutu kebul. Selanjutnya kutu kebul akan membawa virus kuning ketika menghisap makanan dari tanaman sehat dan virus tersebut ikut masuk ke tubuh tanaman sehat bersamaan dengan cairan dari mulut kutu kebul.

Gejala yang terlihat pada tanaman yang terserang penyakit kuning yaitu adanya perubahan warna daun terutama pada bagian pucuk menjadi warna kuning (Gambar 5). Tanaman yang terserang penyakit ini juga memperlihatkan tidak adanya pertumbuhan bunga dan buah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Septariani dkk. (2020) yang mengungkapkan bahwa tanaman cabai yang terserang virus kuning menunjukkan gejala awal berupa perubahan warna daun menjadi kuning, dimulai dari bagian pucuk tanaman atau bagian jaringan daun muda.





Tanaman yang dicurigai terserang virus kuning ditinjau lebih lanjut dengan uji plak. Prinsip dari uji ini menurut Black (2012) yaitu dengan menyebarkan sampel uji di media pertumbuhan (NA) kemudian dilihat ada tidaknya plak pada media tersebut karena ketika bakteriofag (virus yang menginfeksi bakteri) bereplikasi dan menghancurkan sel bakteri, fag akan meninggalkan tempat yang disebut dengan plak.

Menurut Damayanti dkk. (2016), virus dapat diisolasi dengan membentuk zona bening (plak) pada lapisan sel inangnya. Plak juga dapat dibentuk oleh fag pada pertumbuhan bakteri. Menurut Carter dan Saunders (2007), plak merupakan hasil dari infeksi sel oleh virion tunggal.







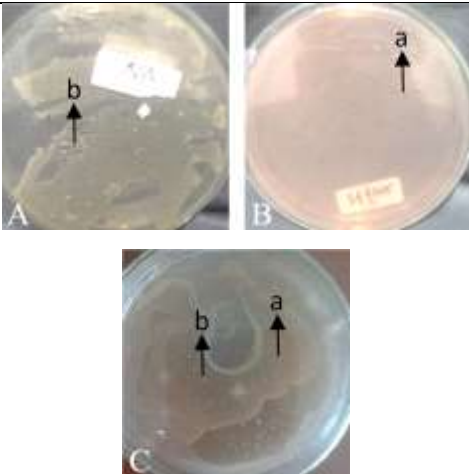
Berdasarkan hasil uji plak yang dilakukan tersebut, didapatkan adanya area plak pada tanaman yang dicurigai terkena virus dan tidak adanya plak pada tanaman kontrol (Gambar 12). Artinya, dugaan penyebab terjadinya penyakit kuning pada tanaman tersebut benar adalah virus.

Zona bening terbentuk karena virus menginjeksikan materi genetiknya (DNA atau RNA) untuk bereplikasi dan berkembang menggunakan sel bakteri. Setelah itu, virus akan menyebar dengan melisis sel bakteri tersebut. Bakteriofag yang telah menginfeksi sel inang akan menyebabkan sel inang mengalami lisis sel sehingga akan tampak zona bening yang disebut plak (Rahaju, 2014).

Tabel 2. Jenis Penyakit yang Menyerang

No.	Perlakuan	Ciri Penyakit	Nama Penyakit	Dokumentasi Penyakit
1	K, B, T, TB, F	Bercak berwarna putih dengan pinggiran cokelat dan sekelilingnya menguning	Bercak Daun	 Gambar 2. Bercak Daun
2	K	Tanaman layu, daun yang berada di pangkal batang mengalami klorosis	Layu Jamur	 Gambar 3. Layu Jamur
3	K	Bagian bawah daun terdapat bercak putih	Embun tepung	 Gambar 4. Embun Tepung
4	K, T, B	Pucuk menguning dan menjalar sampai ke daun dekat pucuk	Penyakit Kuning	 Gambar 5. Penyakit Kuning

Tabel 3. Jenis Penyakit yang Menyerang

No.	Perlakuan	Ciri-Ciri	Dokumentasi	
			Koloni	Hifa
1	<i>Cercospora</i> sp. – K, B, T, TB, F	<p>Koloni: Berwarna putih kekuningan, miselium tipis, arah tumbuh hifa sejajar.</p> <p>Sel: Miselium bersekat, spora berbentuk oval.</p>	 <p>Gambar 6. Koloni <i>Cercospora</i> sp.</p>	 <p>Gambar 7. <i>Cercospora</i> sp.</p>  <p>Gambar 8. Spora <i>Cercospora</i> sp.</p>
2	<i>Sclerotium rolfsii</i> – K	<p>Koloni: Berwarna putih kompak dan padat.</p> <p>Sel: Hifa bersekat, terdapat clamp connection.</p>	 <p>Gambar 9. Koloni jamur <i>S. rolfsii</i></p>	 <p>Gambar 10. <i>S. rolfsii</i></p>
3	<i>Leveillula taurica</i> – K	Sel: Seperti kapsul dengan ujung lancip.	Tidak terdokumentasikan	
				 <p>Gambar 11. <i>L. taurica</i></p>
4	Virus – K, T, B	Terdapat plak		
			<p>Gambar 12. (A) Uji Plak Tanaman Kontrol; (B) Uji Plak Tanaman yang Terserang Virus Ulangan 1; (C) Uji Plak Tanaman yang Terserang Virus Ulangan 2; (a) Plak; (b) Koloni Bakteri</p>	

Uji statistika juga dilakukan pada penelitian ini untuk menguji hipotesis dan data yang didapatkan. Berdasarkan hasil uji normalitas (Tabel 4), didapatkan adanya nilai signifikansi yang lebih dari 0,05 namun terdapat pula nilai signifikansi yang kurang dari 0,05 sehingga dapat dinyatakan bahwa data tidak terdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji homogenitas (Tabel 5) terhadap data yang didapatkan dapat diketahui bahwa nilai signifikansi kurang dari 0,05 yang artinya sebaran data tidak homogen. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas yang dilakukan, maka uji statistik yang dilakukan berikutnya adalah uji non parametrik. Uji non parametrik yang dilakukan yaitu uji Kruskal Wallis. Berdasarkan hasil uji Kruskal Wallis (Tabel 6) didapatkan Asymp. Sig. kurang dari 0,05 yaitu sebesar 0,000 yang artinya H0 ditolak dan H1 diterima karena terdapat perbedaan pada data sampel yang diuji.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Tests of Normality	
Perlakuan Pada Tanaman	Kolmogorov-Smirnov Sig.
Kontrol	0.000
Fungisida	0.200
Bakteri	0.130
<i>T. viride</i>	0.061
Bakteri+ <i>T. viride</i>	0.000

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances	
Based on	Sig.
Mean	0.000
Median	0.000
Median and with adjusted df	0.001
trimmed mean	0.000

Tabel 6. Hasil Uji Kruskal Wallis

Test Statistik Kruskal Wallis	
Df	4
Asymp. Sig.	0.000

Tabel 7. Hasil Mean Rank

Perlakuan	Mean Rank
Kontrol	40.88
Fungisida	54.08
Bakteri	25.08
<i>T. viride</i>	21.08
Bakteri + <i>T. viride</i>	11.38

Berdasarkan hasil uji statistika tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa H1 diterima. H1 pada penelitian ini yaitu pemberian campuran bakteri dan *T. viride* berpengaruh terhadap ketahanan penyakit pada tanaman cabai keriting (*C. annuum*). Selain itu, berdasarkan nilai mean rank (Tabel 7) didapatkan bahwa perlakuan Bakteri + *T. viride* (TB) memiliki nilai yang paling rendah dan berbeda jauh dengan mean rank kontrol serta fungisida. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang paling berpengaruh adalah perlakuan TB. Hal ini dikarenakan perlakuan TB memiliki angka intensitas serangan yang berbeda jauh dengan kontrol karena tanaman TB paling tahan terhadap serangan penyakit sehingga skor mean rank paling rendah dibandingkan perlakuan lain.

KESIMPULAN

Bakteri dan *T. viride* dari usus BSF mampu meningkatkan ketahanan penyakit pada tanaman *Capsicum annuum*. Hasil paling baik ditunjukkan oleh tanaman yang diberikan campuran bakteri dan *T. viride*. Tanaman yang diberikan formula bakteri dan *T. viride* tahan terhadap penyakit layu jamur *S. rolfsii* dan embun tepung *L. taurica*. Namun tanaman tidak tahan terhadap serangan penyakit bercak daun akibat *Cercospora* sp. dan penyakit kuning akibat serangan virus. Uji statistika menunjukkan H1 diterima yaitu pemberian campuran bakteri dan *T. viride* berpengaruh terhadap ketahanan penyakit pada tanaman cabai keriting (*C. annuum*).

SARAN DAN UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian selanjutnya mungkin perlu untuk membandingkan konsentrasi formula yang paling optimal dalam meningkatkan ketahanan penyakit tanaman. Ucapan terimakasih kepada Prof. Yayan Sanjaya, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu, Dr. Kusnadi, M.Si. selaku dosen pembimbing dua, dan Ibu Yanti Rohmayanti dari Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) yang telah bersedia untuk membimbing penelitian yang dilakukan. Terimakasih pula kepada PT. Bandung Inovasi Organik selaku mitra dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENCES

- Ariyanti, N. A. (2011). Mekanisme infeksi virus kuning cabai (*pepper yellow leaf curl virus*) dan pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman cabai. *Proceeding Biology Education Conference*, 8(1): 467-471.
- Azwin, E. Suhesti, dan Ervayenri. (2022). Analisis tingkat kerusakan serangan hama dan penyakit dipersemaian BPDASHL Indragiri Rokan Pekanbaru. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 17(1): 88-101.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting 2007-2021. [Online]. Diakses dari: <https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html> (25 September 2022).
- Cappuccino, J. G., dan C. Welsh. (2019). *Microbiology: A laboratory manual*. New York: Pearson.
- He, G., B. Xu, L. L. Zhang, Z. Y. Zhao, dan G. Wang. (2012). First report of powdery mildew caused by *Leveillula taurica* on *Cynanchum kashgaricum* in China. *Plant Dis.*, 96(9): 1373.
- Istiqomah, L. Q. Aini, dan A. L. Abadi. (2009). Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dalam melarutkan fosfat dan memproduksi hormone IAA (*Indole Acetic Acid*) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. *Buana Sains*, 17(1): 75-84.
- Korwa, A., E. A. Martanto, dan H. S. Pribadi. (2009). Intensitas penyakit bercak daun *Cercospora* pada kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) di Kampung Aimasi Prafi. *Agrotek*, 1(5): 9-13.
- Magenda, S., F. E. F. Kandou, dan S. D. Umboh. (2011). Karakteristik isolat jamur *Sclerotium rolfsii* dari tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* Linn.). *Jurnal Bioslogos*, 1(1): 1-7.
- Martinius, S. Gani, dan J. W. Ningsih. (2019). Aktivitas air rebusan daun dari beberapa tumbuhan dalam menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* sacc. penyebab busuk batang pada tanaman kacang tanah secara in vitro. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 3(1):47-55.
- Pertiwi, Y. M. (2021). Pengaruh pemberian mikroflora campuran bakteri yang berasal dari usus larva *black soldier fly* (*Hermetia illucens* Linn.) terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Skripsi*, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sektiono, A. W., S. Djauhari, dan P. D. Pertiwi. (2019). *Sclerotium rolfsii*, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada *Hippeastrum* sp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(2): 53-58.
- Semangun, H. (2004). *Pengantar ilmu penyakit tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sumartini dan M. Rahayu. (2017). Penyakit embun tepung dan cara pengendaliannya pada tanaman kedelai dan kacang hijau. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2): 59-66.
- Surendra, V., S. Zacharia, K. R. Reddy, N. P. E. Reddy, dan P. Chowdappa. (2015). Effect of different media on growth and sporulation of *Cercospora arachidicola* causing early leaf spot of ground nut. *The Bioscan*, 10(4): 1825-1828.
- Suwardani, N. W., Purnomowati, dan E. T. Suciarto. (2014). Kajian penyakit yang disebabkan oleh jamur pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) di pertanaman rakyat Kabupaten Brebes. *Scripta Biologica*, 1(3): 223-226.
- Tyskiewicz, R., A. Nowak, E. Ozimek, dan J. J. Scisel. (2022). *Trichoderma*: the current status of its application in agriculture for the biocontrol of fungal phytopathogens

- and stimulation of plant growth. *Int. J. Mol. Sci.*, 23(4): 2329.
- Utami, U., L. Harianie, N. Kusmiyati, dan P. D. Fitriasari. (2018). *Buku panduan praktikum mikrobiologi umum*. Malang: Jurusan Biologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Wibowo, T. N. C., dan Damanhuri. (2019). Studi perbandingan kualitas bibit F1 beberapa jenis jamur tiram (*Pleurotus* spp.) melalui metode persilangan fusi miselium monokaryon dan metode pembibitan spora. *Plantropica Journal of Agricultural Science*, 4(2): 132-140.