



Cropsaver

Journal of Plant Protection

<https://jurnal.unpad.ac.id/cropsaver>

Telephone : +62 896-9609-4777

The Abilities of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. to Suppress Powdery Mildew Disease on Tomato Leaves

Noor Istifadah^{1*} & Febry Aulia Riski Maharani²

¹Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

²Agrotechnology Program Study, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: n.istifadah@unpad.ac.id

Received August 08, 2023; revised November 29, 2023; accepted November 29, 2023

ABSTRACT

Powdery mildew caused by *Oidium* sp. is an important disease on tomatoes cultivated in the greenhouse. Biological control is an environmentally-friendly method for plant disease control. The objective of this study was to examine the abilities of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp. isolated from compost tea to suppress powdery mildew disease on tomato leaves. The experiments were arranged in randomized complete block design with seven treatments consisting application of *B. subtilis*, *Trichoderma* sp., the combination of both microbes, molasses (1%), water and control (untreated leaves). In the first experiment, the treatments were applied on the infected leaves as curative strategy, while in the second experiment the treatments were applied at 7, 4, and 1 day before and every 3 days after pathogen inoculation. The results showed that *B. subtilis*, *Trichoderma* sp. or combination of both microbes that were applied in the infected leaves only reduced the disease severity by 29–33%. However, the application of *B. subtilis* every three days started at 7 days before pathogen inoculation suppressed powdery mildew by 93.7%, whereas combination of *B. subtilis* and *Trichoderma* sp. reduced the symptom on inoculated leaves by 85.3%. Spraying tomato leaves with 1% molasses reduced the infection rate and suppressed powdery mildew by 78.6%. Mixing the molasses with *Trichoderma* sp. suspension (10%, v/v) did not improve the level of suppression. This study showed that application of *B. subtilis* regularly as preventive measure is very potential for biological control of powdery mildew disease.

Keywords: Biological control, Curative, Compost tea, Molasses, Preventive.

Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma* sp. untuk Menekan Penyakit Embun Tepung (*Oidium* sp.) pada Daun Tomat

ABSTRAK

Penyakit embun tepung merupakan penyakit penting pada pertanaman tomat terutama yang dibudidayakan di rumah kaca. Salah satu cara pengendalian penyakit secara ramah lingkungan adalah pengendalian biologi. Penelitian ini ditujukan untuk menguji kemampuan mikrob asal air rendaman kompos yaitu bakteri isolat KSB4 (*Bacillus subtilis*) dan jamur isolat KDJ1 (*Trichoderma* sp.) untuk menekan penyakit embun tepung pada daun tomat secara kuratif dan preventif. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan perlakuan aplikasi *B. subtilis*, *Trichoderma* sp., kombinasi kedua mikrob, molase 1%, air, dan kontrol (tanpa perlakuan). Pada percobaan efek kuratif, perlakuan diberikan pada daun tomat yang telah bergejala. Pada percobaan kedua, perlakuan diberikan pada 7, 4 dan 1 hari sebelum inokulasi patogen dan setelah inokulasi patogen penyemprotan dilakukan 3 hari sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *B. subtilis*, jamur *Trichoderma* sp. serta kombinasinya yang diaplikasikan setelah kemunculan gejala hanya dapat menekan penyakit sebesar 29–33%. Bakteri *B. subtilis* yang diaplikasikan 3 hari sekali sejak 7 hari sebelum inokulasi *Oidium* sp. dapat menurunkan laju perkembangan penyakit dan menekan gejala embun tepung pada daun tomat sebesar 93,7%, sedangkan kombinasi *B. Subtilis* dan *Trichoderma* sp. hanya dapat menekan gejala sebesar 85,3%. Penyemprotan daun dengan air yang mengandung molase 1% dapat menurunkan laju perkembangan penyakit dan menekan gejala penyakit embun tepung pada daun tomat sebesar 78,6%. Pencampuran molase tersebut dengan suspensi *Trichoderma* sp. (10%, v/v) tidak dapat meningkatkan efek penghambatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi bakteri *B. subtilis* asal air rendaman kompos secara reguler sebelum dan sesudah terjadinya gejala sangat berpotensi untuk pengendalian biologi penyakit embun tepung.

Kata Kunci: Air rendaman kompos, Kombinasi, Kuratif, Larutan molase, Pengendalian biologi, Preventif

PENDAHULUAN

Penyakit embun tepung merupakan salah satu kendala utama pada budidaya tanaman tomat di rumah kaca. Gejala penyakit ini awalnya berupa bercak khlorosis yang kemudian muncul serbuk berwarna putih pada jaringan yang terinfeksi. Pada infeksi lanjut, daun menjadi kering dipenuhi dengan serbuk berwarna putih. Gejala penyakit embun tepung dapat terjadi pada daun dan ranting. Di Indonesia penyakit ini disebabkan oleh jamur *Oidium* sp. (Semangun, 2007) yang merupakan fase aseksual dari *Erysiphae*. Jamur patogen ini bersifat obligat sehingga hanya dapat bertahan pada jaringan inang yang hidup. Serbuk putih yang merupakan kumpulan hifa dan konidia sangat mudah disebarkan oleh angin atau oleh serangga pembawa atau carrier (Agrios, 2005). Penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil 10% - 90% (Gatinet, 2021).

Cara pengendalian penyakit embun tepung yang biasa dilakukan adalah dengan penyemprotan fungisida. Mengingat perkembangannya yang sangat cepat, petani dapat mengaplikasikan fungisida setiap 3 hari sekali. Penggunaan pestisida secara intensif, dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti terjadinya resistensi patogen, polusi dan juga adanya residu pada produk pertanian yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dikembangkan alternatif pengendalian yang ramah lingkungan di antaranya dengan pengendalian biologi.

Dalam rangka pengembangan pengendalian biologi penyakit tular udara, Istifadah dkk. (2020) telah mengisolasi dan mendapatkan isolat bakteri dari air rendaman kompos yang dapat menghambat pertumbuhan *Alternaria solani* secara *in vitro*. Salah satu isolat bakterinya yaitu isolat bakteri KSB 4 (*Bacillus subtilis*) dapat mengeluarkan metabolit sekunder yang terdifusi ke dalam medium tumbuhnya sehingga filtratnya dapat menghambat *A. solani* sebesar 87,46% (Istifadah dkk., 2022). Isolat bakteri tersebut juga dapat menekan perkembangan penyakit bercak cokelat pada tanaman tomat sebesar 98,2% (Istifadah dkk., 2020). Selain itu, isolasi dari air rendaman kompos juga ditemukan isolat KDJ1 (*Trichoderma* sp.) yang dapat juga menghambat pertumbuhan *A. solani in vitro* sebesar 98,8% dan menekan penyakit bercak cokelat pada tanaman tomat sebesar 86,7% (Istifadah *et al.*, 2019).

Agens antagonis dapat diaplikasikan secara tunggal maupun kombinasi dari beberapa jenis mikroba yang kompatibel. Penggabungan beberapa jenis atau species dari agens biokontrol yang mempunyai sifat dan mekanisme yang berbeda merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efek pengendalian yang dihasilkan (Guetsky *et al.*, 2002; Meyer & Roberts, 2002; Bonaterra *et al.*, 2022). Kombinasi beberapa mikroba antagonis ada yang menghasilkan efek pengendalian yang lebih baik (Meyer & Roberts, 2002; Yigit & Dikilitas, 2007; Yendiyo *et al.*, 2018; Poveda & Eugui, 2022). Namun demikian, ada juga kombinasi yang menghasilkan efek pengendalian yang lebih kecil

daripada efek mikroba secara tunggal (Meyer *et al.*, 2001; Meyer & Roberts, 2002; Yigit & Dikilitas, 2007; Poromarto *et al.*, 2021; Poveda & Eugui, 2022). Oleh karena itu efek pengendalian dari kombinasi beberapa mikroba antagonis perlu dikaji terlebih dahulu sebelum dikembangkan lebih lanjut ke tahap formulasi.

Dalam aplikasinya, mikroba agens biokontrol dapat diaplikasikan sebelum adanya patogen sebagai upaya preventif atau sebagai tindakan kuratif apabila telah terjadi gejala. Tindakan kuratif biasanya ditujukan untuk mengurangi jumlah inokulum sekunder dan penyebaran inokulumnya (Moragrega *et al.*, 2021). Kombinasi aplikasi sebelum adanya patogen dan pengulangan aplikasi setelah adanya gejala dapat memberikan efek yang lebih baik (Yendiyo *et al.*, 2018; Istifadah *et al.*, 2018). Penelitian yang dibahas dalam paper ini ditujukan untuk menguji kemampuan *B. subtilis* dan *Trichoderma* sp. serta kombinasinya yang diaplikasikan sebagai tindakan preventif dan kuratif untuk menekan penyakit embun tepung pada tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Perbanyakkan masal agens antagonis

Jamur *Trichoderma* diperbanyak secara masal dengan menggunakan media jagung pecah. Jagung pecah dikukus selama 15 menit kemudian setelah dingin sebanyak 50 g dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan disterilkan dengan *autoclave* (121 °C dan tekanan 1 atm) selama 20 menit. Setelah media dingin, potongan biakan *Trichoderma* sp. pada media *Potato Dextrose Agar* (diameter 0,8 cm) sebanyak tiga buah dimasukkan ke dalam media jagung pecah kemudian diinkubasikan selama 14 hari. Suspensi konidia *Trichoderma* sp. dibuat dengan mencampurkan biakan masal dengan akuades steril yang telah mengandung molase 1% dengan perbandingan 1:1 (w/v). Campuran tersebut diaduk agar konidia jamur terlepas kemudian suspensi disaring. Kerapatan konidia pada suspensi dihitung dengan hematisometer, dan diatur agar mendapatkan konsentrasi konidia sebanyak 10⁸ konidia/ml dengan cara menambahkan biakan masal apabila kerapatannya kurang atau menambahkan air steril apabila kerapatan terlalu tinggi.

Biakan bakteri *B. subtilis* pada media *Nutrient Agar* dalam tabung reaksi (berumur 48 jam) ditambah dengan 10 ml akuades steril kemudian biakan bakteri dilepaskan dengan menggunakan jarum ose. Suspensi diambil dengan pipet dimasukkan ke tabung reaksi yang kemudian dihomogenkan dengan *vortex stirrer*. Suspensi kemudian dimasukkan ke dalam 125 ml media *Nutrient Broth* steril. Medium kemudian diinkubasikan di atas orbital shaker (125 rpm) selama 72 jam, kemudian biakan bakteri diencerkan dengan air steril yang mengandung molase 1% sebanyak 10% (v/v). Suspensi *B. subtilis* dicek kerapatannya agar mencapai 10⁸ cfu/ml.

Perlakuan kombinasi dilakukan dengan mencampurkan suspensi sel bakteri *B. subtilis* dan

suspensi konidia *Trichoderma* sp. dengan perbandingan 1:1 (v/v). Perlakuan dengan molase menggunakan campuran air steril dengan molase dengan konsentrasi 1%. Perlakuan kontrol dilakukan dengan menyemprot daun tanaman tomat dengan air biasa, sedangkan perlakuan dengan fungisida menggunakan fungisida berbahan aktif propineb 70% dengan konsentrasi 0,15%. Penyemprotan daun dengan berbagai bahan yang diuji dilakukan 3 hari sekali.

Pengujian secara kuratif

Pengujian efek kuratif dilakukan pada tanaman tomat yang telah terkena penyakit embun tepung. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan isolat *Trichoderma* sp., *B. subtilis*, kombinasi kedua mikroba, air gula, air biasa, kontrol tanpa perlakuan dan fungisida sebagai pembanding. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Sebelum dilakukan aplikasi dilakukan skoring terlebih dahulu pada daun tanaman tomat. Pemberian perlakuan dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi pada daun yang terkena embun tepung yang dilakukan selama 3 hari sekali sampai intensitas penyakit pada daun kontrol yang tidak diberi perlakuan apapun mencapai lebih dari 80% (Istifadah *et al.*, 2018).

Pengujian efek preventif dan kuratif

Percobaan efek preventif menggunakan RAK dengan perlakuan yang sama dengan percobaan efek kuratif dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Penyemprotan bahan pada tanaman sehat sesuai perlakuan dilakukan pada 7, 4, dan 1 hari sebelum inokulasi patogen. Penyemprotan secara reguler 3 hari sekali dilakukan lagi mulai 3 hari setelah inokulasi patogen.

Daun bergejala penyakit embun tepung yang digunakan sebagai sumber inokulum diambil dari tanaman tomat di rumah kaca Bale Tatanen, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Inokulasi dilakukan pada tanaman tomat 3 minggu setelah pindah tanam. Inokulasi patogen dilakukan pada daun paling ujung dari daun majemuk tomat. Potongan daun bergejala berukuran 1 cm² diletakkan di atas daun yang diinokulasi (permukaan daun yang bergejala menempel pada daun sehat), kemudian direkatkan dengan plastik *clingwrap*. Plastik dibuka pada 3 hari setelah inokulasi dan dilakukan pengamatan terhadap kemunculan dan perkembangan gejala penyakit.

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan perkembangan gejala penyakit pada daun yang telah diinokulasi diamati 3 hari sekali menggunakan skoring. Nilai skor yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 0 : tidak ada gejala
- 1 : persentase daun bergejala $0 < x < 12\%$
- 2 : persentase daun bergejala $12\% < x < 25\%$
- 3 : persentase daun bergejala $25\% < x < 50\%$
- 4 : persentase daun bergejala $50\% < x < 75\%$
- 5 : persentase daun bergejala $75\% < x < 100\%$

Skor tersebut digunakan untuk menghitung intensitas penyakit yaitu (Abadi, 2003):

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\% \quad \dots (1)$$

yang mana n : jumlah daun dengan skor tertentu; v : nilai skor; Z : nilai skor tertinggi yang digunakan; N : jumlah daun yang diamati. Gejala penyakit diamati 3 hari sekali sejak kemunculan gejala pertama kali sampai intensitas penyakit pada kontrol bergejala 80%. Data intensitas penyakit digunakan untuk perhitungan Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) yang dihitung dengan rumus Campbell & Madden (2003):

$$AUDPC = \sum_i^{n-1} \left\{ \left(\frac{Y_t + Y_{t+1}}{2} \right) \right\} (t_{i+1} + t_i) \quad \dots (2)$$

Keterangan: Y_t : intensitas pada pengamatan ke t ; Y_{t+1} : intensitas pada pengamatan ke $t+1$; t_i : waktu pengamatan ke i ; t_{i+1} : waktu pengamatan ke $i+1$. Selain itu dihitung juga laju perkembangan penyakit (r) yang dihitung dengan mentransformasi data intensitas dengan rumus $\ln\{x/(1-x)\}$ kemudian memplotkannya dengan waktu (t) dengan metode regresi sehingga didapatkan persamaan garis lurus yang slopenya merupakan nilai “ r ” (Abadi, 2003).

Data AUDPC yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis of Varians (Anova) dengan bantuan aplikasi SPSS 26 pada taraf 5%. Apabila hasil Anova menunjukkan adanya perbedaan secara nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

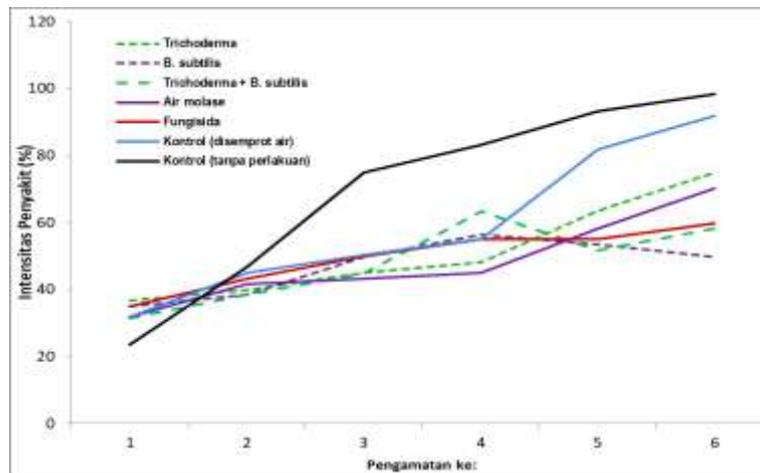
Hasil pengujian efek kuratif

Pada percobaan ini, perlakuan diaplikasikan pada daun tomat yang telah bergejala dengan keparahan rata-rata antara 23%–36% yang terdistribusi secara merata pada setiap perlakuan. Setelah daun yang bergejala disemprot dengan suspensi bakteri *B. subtilis*, jamur *Trichoderma* atau kombinasinya setiap 3 hari sekali, perkembangan penyakit embun tepung tampak lebih rendah daripada kontrol yang tidak diberi perlakuan apapun. Penyemprotan daun dengan menggunakan air saja pada awalnya juga dapat menekan penyakit, namun setelah beberapa kali pengamatan, gejala penyakit tetap berkembang sehingga intensitasnya semakin meningkat mendekati kontrol. Penyemprotan air yang mengandung molase 1% ternyata juga dapat menghambat perkembangan penyakit embun tepung sehingga dari awal sampai akhir intensitasnya lebih rendah daripada kontrol, bahkan tidak jauh berbeda dengan intensitas penyakit yang ada pada perlakuan dengan mikroba antagonis (Gambar 1).

Total perkembangan penyakit selama pengamatan dapat dikuantifikasi dengan menghitung area di bawah kurvanya yang ditunjukkan dengan nilai

AUDPC. Berdasarkan analisis AUDPC diketahui bahwa walaupun intensitas penyakitnya secara nyata lebih rendah daripada kontrol, namun perlakuan dengan mikrob antagonis, air molase maupun fungisida

apabila diaplikasikan setelah kemunculan gejala hanya dapat menekan perkembangan gejala pada daun yang diinokulasi sebesar 29–33% (Tabel 1).



Gambar 1. Perkembangan penyakit embun tepung pada berbagai perlakuan yang diaplikasikan setelah ada gejala (efek kuratif).

Tabel 1. Perkembangan Penyakit Embun Tepung pada Tanaman Tomat di Berbagai Perlakuan pada Percobaan Aplikasi secara Kuratif (21 HSI).

Perlakuan	Rata-rata laju perkembangan penyakit (unit/hari)	AUDPC	Penghambatan (%)
<i>Trichoderma</i> sp.	0,3205 ± 0,0570 a	757,9 ± 45,6 a	29,6
<i>Bacillus subtilis</i>	0,1469 ± 0,0508 a	721,9 ± 109,7 a	33,0
<i>Trichoderma</i> sp.+ <i>B. Subtilis</i>	0,2262 ± 0,0970 a	729,4 ± 25,6 a	32,3
Air molase	0,2912 ± 0,1049 a	717,9 ± 83,4 a	33,3
Fungisida	0,1911 ± 0,0388 a	751,9 ± 101,7 a	30,2
Kontrol (Air)	0,6064 ± 0,1334 a	881,3 ± 82,6 ab	18,2
Kontrol (tanpa perlakuan)	0,9947 ± 0,1451 b	1077,4 ± 30,8 b	

Keterangan: Angka pada satu kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Nilai penghambatan dihitung berdasarkan nilai AUDPC yang dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan apapun.

Pada percobaan ini, semua perlakuan yang diuji masih kurang efektif atau efek penekanannya terhadap penyakit embun tepung masih di bawah 50%. Hal ini karena perkembangan penyakit embun tepungnya memang sangat cepat. Padahal, mikrob yang diaplikasikan setelah kemunculan gejala masih perlu beradaptasi dan berkembang sehingga belum dapat mengendalikan perkembangan penyakitnya secara optimal. Hasil penelitian Bovolini *et al.* (2018) juga menunjukkan bahwa pestisida mikrob yang berbahan aktif *Trichoderma* spp. tidak efektif dalam mengendalikan embun tepung (*Oidium eucalypti*) secara kuratif pada bibit *Eucalyptus* sp. Walaupun demikian, pada penelitian mereka pestisida mikrob berbahan aktif *Bacillus* spp. dapat menekan perkembangan penyakit tersebut sebesar 50,1%. Pada penelitian ini, efek kuratif *B. subtilis* dalam menekan

gejala embun tepung masih relatif rendah (penghambatan intensitas penyakit sebesar 33%). Perbedaan kemampuan *Bacillus* ini kemungkinan karena perbedaan pathosystem (spesies dari patogen dan juga tanaman inang), maupun spesies dari agens antagonisnya.

Walaupun kemampuan untuk menekan intensitas penyakit masih kurang efektif, namun demikian sebenarnya laju perkembangan penyakit embun tepung pada perlakuan dengan mikrob antagonis secara nyata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol yang tanpa perlakuan. Laju perkembangan penyakit antara perlakuan dengan mikrob antagonis, fungisida dan penyemprotan dengan air saja tidak berbeda nyata (Tabel 1).

Hasil percobaan efek kuratif ini menunjukkan bahwa walaupun sebenarnya terjadi penghambatan

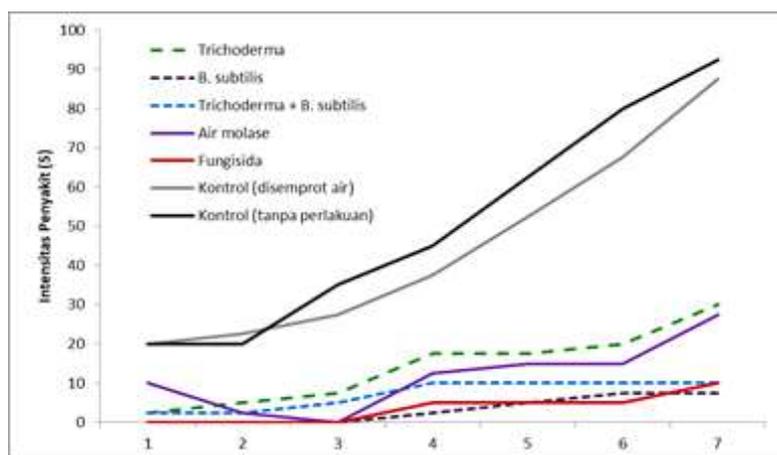
terhadap laju perkembangan penyakit, namun ternyata intensitas penyakit embun tepung yang ada sudah cukup tinggi sehingga perlakuan yang diuji masih belum efektif menurunkan intensitasnya. Penyebaran penyakit embun tepung yang begitu cepat belum dapat dikendalikan bahkan dengan penggunaan fungisida. Hal ini kemungkinan karena mikroba antagonis yang diaplikasikan masih perlu beradaptasi dan berkembang pada habitat sasaran sebelum dapat aktif mengendalikan patogennya. Ketika patogennya sudah ada pada jaringan, maka efek pengendalian dari mikroba yang diaplikasikan juga akan terlambat. Hal ini menunjukkan bahwa mikroba antagonis maupun fungisida lebih baik diaplikasikan sebelum adanya patogen atau bersifat protektan.

Selain mikroba, ternyata fungisida sintetik berbahan aktif propineb juga kurang efektif dalam menekan penyakit embun tepung secara kuratif. Fungisida propineb merupakan fungisida yang bersifat kontak yang memang lebih efektif apabila diaplikasikan sebagai protektan. Keinath dan DuBose (2004) menyatakan bahwa aplikasi fungisida secara protektif sebelum muncul gejala penyakit lebih efektif daripada ketika sudah terdapat gejala.

Efek *B. subtilis* dan *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan sebelum dan sesudah inokulasi patogen terhadap penyakit embun tepung

Pada percobaan kedua, mikroba diaplikasikan tiga kali yaitu pada 7, 4, dan 1 hari sebelum inokulasi patogen sehingga memberikan kesempatan bagi mikroba untuk berkembang sebelum adanya patogen. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perlakuan dengan mikroba antagonis baik secara tunggal dan kombinasinya serta perlakuan dengan fungisida dapat menekan intensitas penyakit embun tepung. Perlakuan dengan air molase 1% ternyata juga dapat menekan intensitas penyakit.

Aplikasi suspensi bakteri *B. subtilis* sebelum inokulasi patogen ternyata dapat memperlambat kemunculan gejala penyakit embun tepung selama 9 hari. Pada perlakuan tersebut, gejala baru muncul 12 hari setelah inokulasi (HSI). Lambatnya kemunculan gejala ini juga terjadi pada perlakuan fungisida di mana gejala juga mulai muncul pada 12 HSI. Kemunculan gejala pada perlakuan yang lain sama dengan kontrol yaitu mulai 3 HSI (Tabel 2).



Gambar 2. Perkembangan penyakit embun tepung pada berbagai perlakuan yang diaplikasikan sejak sebelum inokulasi patogen

Tabel 2. Perkembangan penyakit embun tepung pada tanaman tomat di berbagai perlakuan (pada 21 HSI).

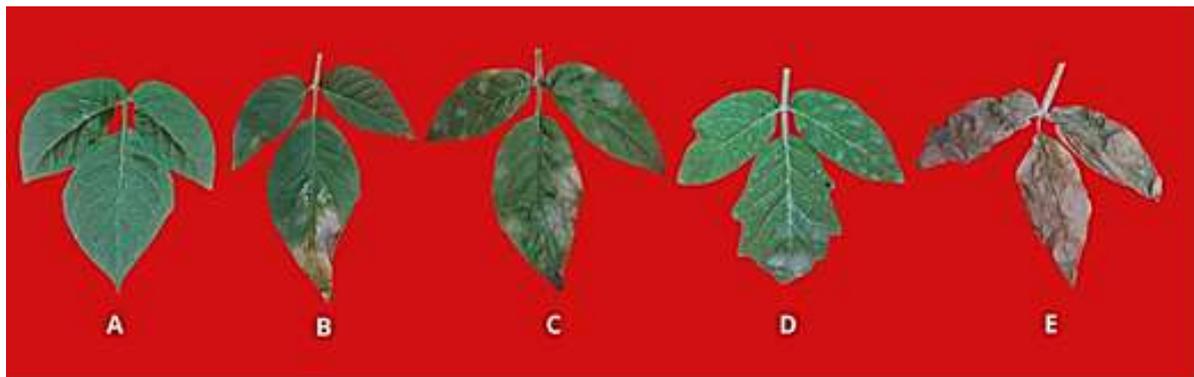
Perlakuan	Masa inkubasi (HSI)	Laju perkembangan penyakit (Unit/hari)	AUDPC	Persentase penghambatan (%)
<i>Trichoderma</i>	3	0,470 ± 0,1433ab	251,25 ± 67,22 b	71,9
<i>Bacillus subtilis</i>	12	0.388 ± 0.1126 a	56,25 ± 22,40 a	93,7
<i>Trichoderma</i> + <i>B. Subtilis</i>	3	0.315 ± 0.1109 a	131,25 ± 23,32 ab	85,3
Air molase	3	0.181 ± 0.1191 b	191.25 ± 51.74 ab	78,6
Fungisida	12	0.224 ± 0.0680 a	60,00 ± 25,98 a	93,3
Kontrol (Air)	3	0.549 ± 0.8433 c	783,75 ± 34,91 c	12,5
Kontrol	3	0.656 ± 0.6356 c	896,25 ± 60,74 c	

Keterangan: Angka pada satu kolom yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata menurut uji lanjut Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%. Nilai persentase penghambatan dihitung berdasarkan nilai AUDPC yang dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan apapun.

Aplikasi mikroba antagonis baik secara tunggal maupun kombinasi juga dapat menurunkan laju perkembangan penyakit secara nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Laju perkembangan penyakit pada perlakuan dengan *B. subtilis* dan kombinasinya dengan *Trichoderma* sp. tidak berbeda nyata dengan laju perkembangan penyakit pada kontrol.

Berdasarkan analisis total perkembangan penyakit yang ditunjukkan dengan nilai AUDPC, diketahui aplikasi mikroba antagonis juga dapat menekan total perkembangan gejala penyakit (nilai AUDPC) dengan tingkat penghambatan sebesar 71,9%–93,7% (Tabel 2). Penghambatan gejala

penyakit terbesar (93,7%) terdapat pada perlakuan dengan *B. subtilis*. Secara visual, pada perlakuan dengan *B. subtilis* gejala penyakit embun tepung pada daun tomat yang diinokulasi patogen masih sangat sedikit, padahal daun pada kontrol (tanpa perlakuan) sudah mengering (Gambar 3). Kemampuan pestisida mikroba ini setara dengan kemampuan pestisida sintetik berbahan aktif propineb 70%. Pada daun tomat dengan perlakuan kombinasi *B. subtilis* dan *Trichoderma* sp, tampak masih terdapat gejala walaupun intensitasnya lebih kecil daripada aplikasi *Trichoderma* sp. secara tunggal.



Gambar 3. Gejala embun tepung pada daun tanaman tomat percobaan preventif di berbagai perlakuan pada 21 HSI: a) *Bacillus subtilis*; b) *B. subtilis* & *Trichoderma*; c) *Trichoderma*; d) Fungisida; e) Kontrol.

Kemampuan *Bacillus* untuk mengendalikan penyakit embun tepung pada berbagai jenis tanaman telah banyak dilaporkan (Panstruga & Kuhn, 2019). Misalnya, Gilardi *et al.* (2008) yang melaporkan bahwa *B. subtilis* dapat menekan penyakit embun tepung pada zucchini yang disebabkan oleh *Podosphaera xanthii*. Aplikasi *B. subtilis* juga dapat mengendalikan penyakit embun tepung (*Blumeria graminis*) pada gandum (Gao *et al.*, 2015).

Kemampuan *B. subtilis* dalam menghambat penyakit embun tepung dapat melalui beberapa mekanisme. Bakteri *B. subtilis* dapat menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antimikrob. Istifadah dkk. (2022) menemukan bahwa filtrat biakan dari isolat *B. subtilis* yang digunakan pada percobaan ini dapat menghambat pertumbuhan *A. solani* secara *in vitro* sebesar 87,46%. Isolat tersebut juga dapat menghasilkan senyawa volatil yang juga dapat menghambat pertumbuhan *A. solani* sebesar 62,67%. Bettiol *et al.* (1997) juga telah melaporkan keefektifan filtrat *B. subtilis* dalam menekan penyakit embun tepung pada mentimun dan Zucchini yang disebabkan *Sphaerotheca fuliginea*. Pada percobaan tersebut, aplikasi filtrat dari *B. subtilis* setiap 2, 4, 6 hari dapat menekan penyakit embun tepung sebesar 94,7%–100%. Kim *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa filtrat biakan *Bacillus* sp. dapat menekan penyakit embun tepung pada mentimun.

Pada penelitian ini, kemampuan *Trichoderma* sp. yang diaplikasikan dalam bentuk suspensi

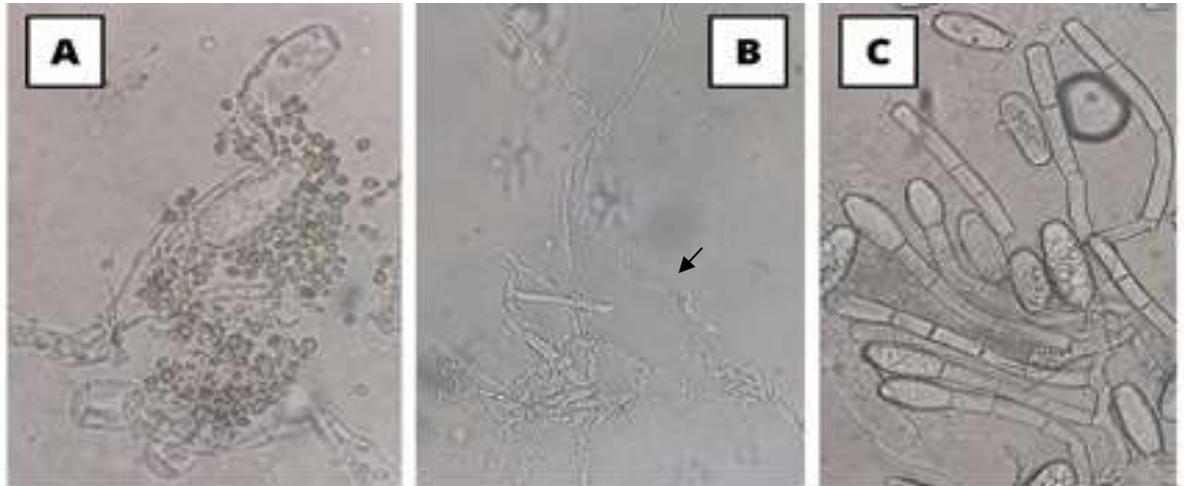
konidianya dalam air molase ternyata menghasilkan penekanan yang relatif lebih kecil daripada kemampuan air molase itu sendiri. Hal ini mengindikasikan bahwa efek jamur *Trichoderma* sp. itu sendiri masih kurang optimal, kemungkinan karena suspensi konidia yang disemprotkan ke daun masih belum berkecambah dan berkembang dengan baik. Pada pengamatan secara mikroskopis dari daun yang diberi perlakuan *Trichoderma* sp. ditemukan banyak konidia yang masih belum berkecambah (Gambar 4).

Hasil pengamatan mikroskopis dari daun yang diberi perlakuan *B. subtilis* banyak ditemukan hifa jamur *Oidium* sp. yang lisis (Gambar 4B). Bakteri *B. subtilis* diaplikasikan dalam bentuk biakan cair yang dicampur dengan molase 1%. Kemungkinan biakan cair tersebut selain berisi sel bakteri juga mengandung metabolit sekunder sehingga langsung dapat berefek terhadap hifa dari jamur *Oidium* sp. Kemampuan metabolit sekunder dari *B. subtilis* untuk membuat lisis hifa jamur penyebab embun tepung pada mentimun juga telah dilaporkan (Kim *et al.*, 2013).

Pencampuran *B. subtilis* dengan *Trichoderma* sp. menghasilkan penekanan yang lebih kecil daripada *B. subtilis* secara tunggal. Hal ini diduga karena pada perlakuan pencampuran mikroba berarti konsentrasi *B. subtilis* juga hanya separuhnya, sementara efek *Trichoderma* sp. sendiri juga masih kurang terlihat. Pencampuran dua mikroba antagonis memang tidak selalu menghasilkan efek pengendalian yang lebih baik (Meyer & Roberts, 2002). Meyer *et al.* (2001)

melaporkan bahwa kombinasi *Trichoderma virens* dan *Burkholderia cepacia* menghasilkan efek penekanan terhadap *Meloidogyne incognita* pada cabai yang lebih kecil daripada efek dari masing-masing jenis mikroba. Hasil penelitian Poromarto *et al.* (2021) juga

menunjukkan bahwa kombinasi *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. hanya menekan penyakit layu *Fusarium* sebesar 24,76%, sedangkan aplikasi *Bacillus* sp. secara tunggal dapat menekan penyakit layu sebesar 34,42%.



Gambar 4. Morfologi hifa embun tepung di berbagai perlakuan: a) *Trichoderma* sp.; b) *B. subtilis*; c) Kontrol.

Pada penelitian ini, aplikasi air molase (1%) saja ternyata dapat menghambat penyakit embun tepung. Hal ini diduga karena molase dapat menjadi sumber nutrisi bagi mikroba filoplan yang ada pada daun tomat. Aktivitas mikroba filoplan tersebut dapat menghambat perkembangan *Oidium* sp. yang memang kolonisasinya terdapat pada permukaan daun. Expósito *et al.* (2022) juga menemukan bahwa aplikasi molase pada tanah 10 ml per m² ternyata dapat menekan populasi nematoda *Meloidogyne* spp. Pemberian tambahan molase pada mikroba antagonis juga dapat menjadi nutrisi sehingga meningkatkan jumlah sel mikroba (Yendyo, *et al.*, 2018).

Walaupun tidak berbeda secara nyata, gejala penyakit embun tepung pada daun tomat yang disemprot dengan air biasa cenderung lebih kecil daripada kontrol (tanpa perlakuan apapun). Pada beberapa jenis patogen penyebab embun tepung, penyemprotan air dapat menghambat perkembangan gejalanya. Asalf *et al.* (2020) melaporkan bahwa pengabutan daun stroberi dengan air selama 1 menit sebanyak 4 kali sehari dapat mengurangi keparahan penyakit embun tepung hingga mencapai 4,5%. Sivapalan (1993) juga melaporkan pertumbuhan koloni patogen penyebab embun tepung *Erysiphe graminis* pada tanaman jelai dan *E. pisi* pada tanaman kacang polong yang disemprot dengan air lebih lambat daripada pertumbuhannya di atas daun yang tidak diberi perlakuan apapun.

Berdasarkan hasil secara keseluruhan diketahui bahwa *B. subtilis* yang diaplikasikan sebelum adanya patogen dapat mengendalikan penyakit embun tepung pada tanaman tomat seefektif fungisida sintetik. Aplikasi sebelum adanya patogen memberikan kesempatan bagi mikroba antagonis untuk berkembang pada habitat sasaran. Efek protektif dari bakteri *B.*

subtilis jauh lebih baik daripada efek kuratifnya. Ketika diaplikasikan pada saat gejala telah muncul bakteri antagonis tersebut hanya dapat menekan sebesar 33%, namun ketika diaplikasikan sebelum ada patogen *B. subtilis* dapat menekan penyakit sampai sebesar 93,7%. Bovolini *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa aplikasi formulasi pestisida mikroba berbahan aktif *Bacillus* spp. sebelum munculnya gejala menghasilkan penekanan terhadap penyakit embun tepung pada bibit *Eucalyptus* lebih baik daripada efek kuratifnya.

Penggunaan *B. subtilis* untuk pengendalian embun tepung yang merupakan kendala utama pada pertanaman tomat di rumah kaca mempunyai prospek yang sangat baik. Kondisi rumah kaca terutama kelembaban dan suhunya yang lebih terkontrol sangat mendukung perkembangan agens antagonis tersebut di daerah filoplan. Aplikasi mikroba antagonis dapat dimulai sejak 1-2 minggu setelah pindah tanam secara regular agar dapat meningkatkan efek protektifnya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Bakteri *B. subtilis*, jamur *Trichoderma* sp. serta kombinasinya yang diaplikasikan setelah kemunculan gejala hanya dapat menekan gejala embun tepung sebesar 29% - 33%.
- 2) Aplikasi suspensi bakteri *B. subtilis* tiga hari sekali mulai 7 hari sebelum inokulasi *Oidium* sp. dapat menurunkan laju perkembangan penyakit dan menekan gejala embun tepung pada daun tomat sebesar 93,7%. Efek penekanan pada perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan fungisida (propineb 70%).

- 3) Aplikasi air yang mengandung molase 1% juga dapat menurunkan laju perkembangan penyakit dan menekan gejala penyakit embun tepung pada daun tomat sebesar 78,6%. Pencampuran larutan molase tersebut dengan suspensi *Trichoderma* sp. (10%) tidak meningkatkan efek penghambatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi AL. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan III. Bayumedia Publishing. Malang.
- Agrios N. 2005. Plant Pathology 5th Edition. Academic Press.
- Asalf B, Onefre RB, Gadoury DM, Peres NA, & Stensvand A. 2021. Pulsed water mists for suppression of strawberry powdery mildew. *Plant Disease*, 105: 71–77.
- Bettiol W, Garibaldi A, & Migheli Q. 1997. *Bacillus subtilis* for the control of powdery mildew on cucumber and zucchini squash. *Bragantia*, 56(2): 281–287. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051997000200007>
- Bonaterrea A, Badosa E, Daranas N, Francés J, Roselló G, & Montesinos E. 2022. Bacteria as biological control agents of plant diseases. *Microorganisms*, 10(9): 1759. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms10091759>
- Bovolini MP, Lazarotto M, Gonzatto MP, de Sá, LC & Junior NB. 2018. Preventive and curative control of *Oidium Eucalypti* in *Eucalyptus Benthamii* Clonal seedlings. *Revista Árvore*, 42(5): 420504. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000500004>
- Campbell CL & Madden VL. 2003. Introduction to Plant Disease Epidemiology. Wiley, New York, USA. 532 PP.
- Expósito A, García S, Giné A, Escudero N, Herranz S, Pocurull M, Lacunza A, & Sorribas FJ. 2022. Effect of molasses application alone or combined with *Trichoderma asperellum* T-34 on *Meloidogyne* spp. management and soil microbial activity in organic production systems. *Agronomy*, 12(7): 1508. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071508>
- Gao X, Gong Y, Huo Y, Han Q, Kang Z, & Huang L. 2015 Endophytic *Bacillus subtilis* strain E1R-J is a promising biocontrol agent for wheat powdery mildew. *Biomed Res Int.*: 462645. <https://doi.org/10.1155/2015/462645>
- Gatinet, A. 2021. Powdery mildew of tomato and its management: A review. *International Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 1(2): 01-04
- Gilardi G, Manker DC, Garibaldi A, & Gullino ML. 2008. Efficacy of the biocontrol agents *Bacillus subtilis* and *Ampelomyces quisqualis* applied in combination with fungicides against powdery mildew of zucchini. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115 (5): 208–213. <https://doi.org/10.1007/bf03356265>
- Guetsky R, Shtienberg D, Elad Y, Fischer E, & Dinor A. 2002. Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathology*. 92: 976–985. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.9.976>
- Hadiwiyono, Widyantoro A, & Widono S. 2013. Antagonisme *Bacillus* terhadap infeksi layu Fusarium pada bibit pisang hasil kultur jaringan. *Agrosains*, 15(1): 21-26.
- Istifadah N, Ihsani N, & Hartati S. 2018. The potential and application frequency of yeast from tomato and cogon grass leaves to suppress powdery mildew disease in tomato. *Jurnal Cropsaver*, 1(2): 104-110.
- Istifadah N, Fatiyah N, Fitriatin BN, & Djaya L. 2019. Effects of dosage and application frequency of microbial consortium mixed with animal manure on bacterial wilt and late blight diseases of potato. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 334(1): 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012038>
- Istifadah N, Novilaresa PG, Widiatini F, & Hartati, S. 2020. Keefektifan bakteri dan khamir asal air rendaman kompos dalam menekan perkembangan penyakit bercak coklat (*Alternaria solani* Sor.) pada tomat. *Jurnal Agrikultura*, 31(1): 52-60.
- Istifadah N, Septiandini A, Hartati S, dan Widiatini F. 2022 Inhibition effects of culture filtrates and volatile compounds of antagonistic microbes isolated from vermicompost and compost teas on the growth of *Alternaria solani* Sor. in vitro. *Jurnal Cropsaver*, 5(2): 98-105.
- Keinath A, & DuBose V. 2004. Evolution of fungicides for prevention and management of powdery mildew on watermelon. *Crop Protection*, 23: 35-42. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00165-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00165-0)
- Kim YS, Song JG, Lee IK, Yeo WH, & Yun BS. 2013. *Bacillus* sp. BS061 Suppresses Powdery Mildew and Gray Mold. *Mycobiology*, 41(2): 108-11. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2013.41.2.108>
- Meyer SLF, Roberts DP, Chitwood DJ, Carta LK, Lumsden RD, & Mao, W. 2001. Application of *Burkholderia cepacia* & *Trichoderma virens*, alone and in combinations, against *Meloidogyne incognita* on bell pepper. *Nematropica*, 31: 75-86.
- Meyer S. & Roberts D. 2002. Combinations of biocontrol agents for management of plant-parasitic nematodes and soilborne plant-pathogenic fungi. *Journal of nematology*, 34: 1-8.
- Moragrega C, Carmona A, & Llorente I. 2021. Biocontrol of *Stemphylium vesicarium* and *Pleospora allii* on pear by *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* spp.: preventative and curative

- effects on inoculum production. *Agronomy*, 11(8): 1455. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081455>
- Panstruga R, & Kuhn H. 2019. Mutual interplay between phytopathogenic powdery mildew fungi and other microorganisms. *Mol Plant Pathol*. 20(4): 463-470. <https://doi.org/10.1111/mpp.12771>
- Poromarto SH, Supyani, Supriyadi, Indriani SA, & Hadiwiyono. 2021. *Trichoderma* and *Bacillus* as combined biocontrol agent of moler disease on shallots. *Advances in Biological Sciences Research*, 13: 92-94.
- Poveda J, & Eugui D. 2022. Combined use of *Trichoderma* and beneficial bacteria (mainly *Bacillus* and *Pseudomonas*): Development of microbial synergistic bio-inoculants in sustainable agriculture. *Biological Control*, 176. 105100.10.1016/j.biocontrol.2022.105100.
- Semangun H. 2007. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia (Edisi kedua), Gajah Mada University Press.
- Sivapalan A. 1993. Effect of water on germination of powdery mildew conidia. *Mycological Research*, 97(1): 71–76.
- Yendyo S, Ramesh GC, & Binayak RP. 2018. Evaluation of *Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* for biological control of *Ralstonia wilt* of tomato. *F100Research*. 6: 2028. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12448.1>
- Yigit F, & Dikilitas M. 2007. Control of Fusarium wilt of tomato by combination of *Fluorescent Pseudomonas* non-pathogen fusarium and *Trichoderma harzianum* T-22 in greenhouse conditions. *Plant Pathology Journal*, 6 (2): 159-163. <https://doi.org/10.3923/ppj.2007.159.163>

