

Aplikasi Metabolit Sekunder *Trichoderma harzianum* T10 dalam Formula Tablet Larut-air terhadap Penyakit Rebah Semai Mentimun

Application of *Trichoderma harzianum* T10 Secondary Metabolites in Effervescent Tablets Formula towards Cucumber Damping-off

Sinta Fajriatul Ismi, Loekas Soesanto*, Endang Mugiastuti
Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto 53123

ABSTRAK

Pembuatan formula metabolit sekunder cendawan antagonis dalam tablet larut-air (TLA) merupakan hal baru. Penelitian ini bertujuan meramu metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* T10 sebagai TLA untuk menekan pertumbuhan *Pythium* sp. secara *in vitro* dan pengendalian penyakit rebah semai mentimun di lapangan terbatas. Penelitian menggunakan kontrol dan 1–3 tablet per 15 mL, serta metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* T10 per 15 mL dengan frekuensi penyiraman dari satu sampai empat kali. Variabel yang diamati ialah penghambatan pertumbuhan, masa inkubasi, insidensi penyakit, *area under the disease progress curve* (AUDPC), tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan kering tanaman, serta senyawa fenol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dalam formula TLA dapat menghambat pertumbuhan *Pythium* sp. secara *in vitro*. Aplikasi metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dalam formula TLA satu kali mampu mengendalikan penyakit rebah semai dengan menunda masa inkubasi sebesar 76.9%, mengurangi insidensi penyakit sebesar 85%, dan menurunkan AUDPC sebesar 85.35%-hari; meningkatkan pertumbuhan dari tinggi tanaman hingga 54.53%, jumlah daun sebesar 51.04%, bobot kering tanaman sebesar 49.46%, serta meningkatkan senyawa metabolit sekunder tanaman (saponin, tanin, dan hidrokuinon).

Kata kunci: AUDPC, insidensi penyakit, masa inkubasi, *Pythium* sp., senyawa fenol

ABSTRACT

Formulation of secondary metabolites of antagonistic fungi in effervescent tablets (water-soluble tablets, TLA) is a novelty. This research aimed to determine the effect of application of *Trichoderma harzianum* T10 secondary metabolites in effervescent tablets formulas on the *in vitro* growth of *Pythium* sp and on controlling damping-off in field pot testing. *In vitro* test consisted of four treatments, i.e. control and 1–3 tablets per 15 mL; while field pot testing consisted of five treatments, i.e. control and watering frequency from one up to four times with five replicates for each treatment. Variables observed were growth inhibition, incubation period, disease incidence, area under the disease progress curve (AUDPC), plant height, number of leaves, weight of fresh and dry plants, weight of fresh and dry roots, and phenolic compound. Data analysis indicated that *T. harzianum* T10 secondary metabolites in effervescent tablets formulas could inhibit the *in vitro* growth of *Pythium* sp.. One time application of *T. harzianum* T10 secondary metabolites in effervescent tablets formulas was able to control damping-off which is shown by delaying incubation period by 76.9%, reduce disease incidence by 85% and AUDPC

*Alamat penulis korespondensi: Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman. Jalan Dr. Soeparno No.63, Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53122.
Tel: (0281) 638791, Surel: lukassusanto26@gmail.com

by 85.35%-day; to increase plant growth by increasing plant height by 54.53%, number of leaves by 51.04%, weight of dry plants by 49.46%; and increase secondary metabolites (saponins, tannins, and hydroquinone) compound of plants.

Keywords: AUDPC, disease incidence, incubation period, phenolic compound, *Pythium* sp.

PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang disukai masyarakat dan memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari (Kumar *et al.* 2020). Tanaman ini banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki daya adaptasi yang cukup luas terhadap lingkungan tumbuhnya dan tidak perlu perawatan khusus. Produksi mentimun di Indonesia sejak tahun 2018 menurun dari 4 539 887 ton menjadi 4 412 858 ton (BPS 2020). Kendala yang dihadapi dalam budi daya mentimun ialah pupuk dan masalah hama penyakit. Salah satu penyakit penting ialah penyakit rebah semai yang disebabkan oleh *Pythium* spp. (Al-Ameiri 2014; Khabbaz dan Abbasi 2014). Rebah semai merupakan penyakit utama tanaman mentimun yang terjadi selama perkecambahan benih hingga bibit muda (Ningtias *et al.* 2020).

Pestisida kimia sintesis banyak diaplikasikan untuk mengendalikan penyakit rebah semai, tetapi memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian patogen tular-tanah dengan penambahan mikroba antagonis pada tanah merupakan cara efektif. *Trichoderma* merupakan antagonis yang efisien memarasit cendawan patogen dan mengendalikan patogen tular-tanah (Mudyiwa *et al.* 2016; Adnan *et al.* 2019). Namun aplikasi antagonis di alam berbasis spora menemui beberapa kendala seperti faktor abiotik (Bardin *et al.* 2015; Abd-Elgawad dan Askary 2020) sehingga dikembangkan pemanfaatan metabolit sekundernya. Pemformulaan *Trichoderma* dan aplikasinya dalam mengendalikan penyakit telah dikembangkan seperti bentuk pelet dan formula cair (Fazil *et al.* 2018), tepung atau debu, biomassa (*pyrex*), *pellet alginate*, kaolin/pati/selulosa, dan butiran (Balakrishnan *et al.* 2017).

Pemformulaan biopestisida dengan bahan pembantu dapat meningkatkan aktivitas kemempunannya dan pemilihan formula yang tepat dapat meningkatkan kestabilan produk, memperluas aktivitas, dan mengurangi ketidakkonsistenan kinerja lapang agens hayati (Gašić dan Tanović 2013). Formula tablet diterapkan secara individu dan langsung di lapangan dengan air dan tanpa persiapan larutan semprot, salah satunya ialah tablet larut-air (TLA). Tablet ini memiliki kelebihan mampu larut sempurna dan merata, serta konsentrasi bahan aktif yang terkandung juga dapat terdispersi lebih merata (Patel and Siddaiah 2018). Pemformulaan metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* dalam TLA belum pernah dilakukan. Penelitian bertujuan menentukan pengaruh aplikasi metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dalam formula TLA terhadap *Pythium* sp. *in vitro* dan mendapatkan frekuensi penyiraman terbaik dalam pengendalian penyakit rebah semai di lapang terbatas.

BAHAN DAN METODE

Cendawan Penyebab Rebah Semai dan *Trichoderma harzianum* T10

Cendawan penyebab rebah semai diisolasi dari tanaman mentimun yang sakit menggunakan medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK). Biakan murni diidentifikasi menggunakan Patil dan Rathore (2018) dan galur ini digunakan sebagai patogen pada penelitian ini. Tanaman mentimun yang memiliki ciri-ciri terkena rebah semai, dicabut dari pertanaman kemudian dibersihkan. Bagian tanaman bergejala dipotong menggunakan pisau dan disterilkan dengan cara dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 3 menit, lalu dibilas menggunakan air steril sebanyak dua kali masing-masing 3 menit,

lalu dikeringanginkan. Setelah itu potongan bagian tanaman dibiakkan pada medium ADK dan diinkubasi selama 5–7 hari (Papias *et al.* 2016).

Isolat *T. harzianum* T10 yang digunakan merupakan isolat dari perakaran tanaman jahe yang berasal dari koleksi penelitian dalam tanah steril (Soesanto *et al.* 2005). Cendawan *T. harzianum* T10 diperbanyak dalam medium jagung pecah. Jagung pecah dicuci hingga bersih, ditiriskan, dimasukkan ke dalam plastik dan disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 30 menit. Jagung steril yang sudah dingin diinokulasi dengan dua bor gabus *T. harzianum* T10 (diameter 1 cm) pada suhu kamar selama 7 hari (Panahian *et al.* 2012). Cendawan ini diremajakan pada medium ADK pada suhu ruang dan diinkubasi selama 7 hari.

Produksi Metabolit Sekunder

Sebanyak 50 g medium jagung yang telah diinokulasi *T. harzianum* T10 umur 7 hari ditambahi 100 mL dekstrosa kentang cair, diaduk supaya massa *T. harzianum* T10 tercampur, selanjutnya disaring ke dalam labu Erlenmeyer, dan kemudian dikocok menggunakan alat kocok edar (*orbital shaker*) dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang selama 7 hari (Soesanto *et al.* 2020). Selanjutnya sentrifugasi dilakukan dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit untuk memisahkan massa *T. harzianum* T10 dan metabolit sekundernya. Filtratnya disaring dua kali lagi dengan kertas saring Wattman No. 1 (Rauf *et al.* 2018). Supernatan yang diperoleh merupakan metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dan siap digunakan.

Pembuatan Tablet Larut-Air yang mengandung Metabolit Sekunder *Trichoderma harzianum* T10

Tablet larut-air yang mengandung metabolit sekunder *T. harzianum* T10 disiapkan dengan membuat serbuk bahan aktif terlebih dahulu. Sebanyak 100 mL supernatan metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dicampur dengan 50 g gom xantan hingga adonan metabolit sekunder *T. harzianum* T10 menjadi kental.

Adonan ini ditambahi bedak talk steril sedikit demi sedikit hingga kalis, lalu adonan diratakan tipis pada permukaan loyang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50–60 °C, setelah itu adonan dihaluskan menggunakan blender. Serbuk halus ini merupakan bahan aktif metabolit sekunder *T. harzianum* T10.

Pembuatan TLA yang mengandung metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dilakukan dengan membuat massa asam dan massa basa dahulu. Sebanyak 210 g serbuk halus yang mengandung metabolit sekunder *T. harzianum* T10 ditambahi massa asam 7.2% asam sitrat dan 11.2% g asam tartrat. Selanjutnya massa basa disiapkan dengan mencampurkan 210 g serbuk halus yang mengandung metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dan 25.6 % natrium bikarbonat. Dua macam massa bahan asam dan basa tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 50–60 °C selama 24 jam, kemudian diayak dan dikempa dengan mesin kempa tablet pada kelembapan relatif 40% (Tanjung dan Puspitasari 2019).

Uji *in vitro*

Uji *in vitro* dilakukan mengikuti metode Passera *et al.* (2019). Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan TLA: 0, 1, 3, dan 5 TLA dalam 15 mL air steril, (bobot 1 TLA = 1.5 g). Empat perlakuan ini dilawankan dengan patogen rebah semai dan diulang enam kali.

Uji di Lapangan Terbatas

Pengujian dilakukan pada bibit mentimun yang disiapkan pada pot plastik berisi 3 kg medium tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang matang (1:1). Inokulasi patogen dilakukan dengan meletakkan 2 bor gabus biakan *Pythium* sp. ke dalam lubang tanam, kemudian setiap pot plastik ditanami 3 benih mentimun pada kedalaman 1.5 cm dan ditutup dengan selapis medium tanam. Benih mentimun direndam dalam air steril untuk kontrol, sedangkan benih untuk semua perlakuan direndam dalam larutan TLA konsentrasi 3 TLA per liter air selama 30 menit. Perlakuan berupa frekuensi penyiraman dengan TLA disiapkan dari

3 TLA 100 mL⁻¹ dan air untuk kontrol, yang dilakukan sesuai perlakuan.

Penelitian ini disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 5 perlakuan masing-masing sebanyak 5 ulangan. Perlakuan terdiri atas perlakuan kontrol (penyiraman benih di medium pot plastik menggunakan air steril), dan frekuensi penyiraman sebanyak 1, 2, 3, dan 4 kali.

Pengamatan

Komponen Patoisistem. Peubah yang diamati pada uji *in vitro* ialah daya hambat terhadap patogen, insidensi penyakit, dan AUDPC. Daya hambat dihitung dengan rumus:

$$DH = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%, \text{ dengan}$$

R1, jari-jari koloni patogen menuju kontrol; dan R2, jari-jari koloni patogen menuju perlakuan.

Pada uji lapangan terbatas, masa inkubasi dihitung sejak hari inokulasi patogen sampai waktu pertama kali munculnya gejala awal penyakit, dengan satuan hari setelah inokulasi (HSI). Insidensi penyakit (IP) dihitung dengan rumus:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n, jumlah tanaman terserang; dan N, jumlah tanaman yang diamati. Kurva perkembangan penyakit atau *area of under the disease progress curve* (AUDPC) dihitung dengan rumus:

$$AUDPC = \sum_i^{N_{ti}} \left[\frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} \times (t_{i+1} - t_i) \right], \text{ dengan}$$

Y_i , data pengamatan ke- i ; Y_{i+1} , data pengamatan pada $i + 1$; t_i , waktu (hari) pengamatan ke- i ; dan N , jumlah total pengamatan.

Komponen Pertumbuhan. Tinggi tanaman diukur mulai hari ke-3 setelah penanaman benih. Jumlah daun diamati setiap 3 hari sekali setelah penanaman benih. Bobot tanaman dan akar dikeringkan dalam oven pada suhu 70 °C selama 48 jam.

Analisis Jaringan Tanaman. Senyawa fenol berupa saponin, tanin, dan hidrokuinon tanaman dianalisis secara kualitatif. Analisis kandungan saponin mengikuti Fahrurnida dan Pratiwi (2015), tanin dan hidrokuinon (Syafitri *et al.* 2014).

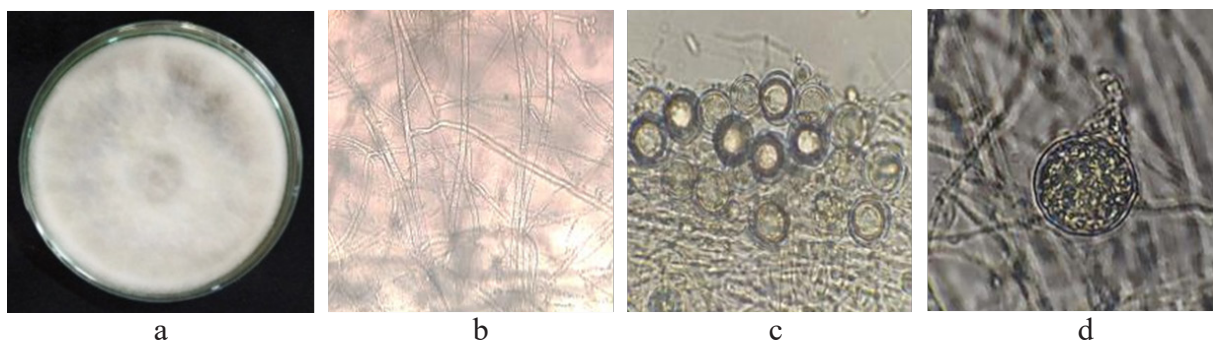
Analisis Data

Data dianalisis dengan uji F pada α 5%. Hasil analisis yang nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada α 5%.

HASIL

Patogen Tanaman Mentimun

Biakan murni hasil isolasi tanaman mentimun yang terserang penyakit rebah semai secara makroskopis dan mikroskopis diidentifikasi sebagai *Pythium* sp. (Gambar 1). Cendawan yang didapat sesuai dengan ciri *Pythium* sp. yang diuraikan oleh Paul *et al.* (2008) dan Ashwathi *et al.* (2017), yaitu hifa berwarna putih dan tumbuh merata di cawan, hifa tidak bersekat, bercabang, dan oospora berbentuk bulat.



Gambar 1 Morfologi *Pythium* sp. a, koloni pada medium agar-agar dekstrosa kentang; b, hifa; c, oospora; dan d, sporangium.

Uji in Vitro

Perlakuan TLA yang mengandung metabolit sekunder *T. harzianum* T10 mampu menghambat pertumbuhan *Pythium* sp. dengan daya hambat antara 20.60% dan 31.88% (Tabel 1). Hal ini ditunjukkan dari pertumbuhan *Pythium* sp. yang tidak melewati kertas yang diberi perlakuan TLA, tetapi tumbuh menjauhi perlakuan dan menuju bagian medium yang kosong.

Uji di Lapangan Terbatas

Komponen patosistem, baik masa inkubasi, maupun insidensi penyakit dan AUDPC berbeda nyata terhadap kontrol, tetapi antarperlakuan frekuensi penyiraman tidak berbeda (Tabel 2).

Hasil pengamatan pada masa inkubasi secara keseluruhan paling cepat ialah pada perlakuan kontrol (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh infeksi *Pythium* sp. pada benih mentimun. Jumlah benih yang gagal berkecambah pada kontrol lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan frekuensi penyiraman yang diberikan.

Insidensi penyakit rebah semai pada kontrol paling tinggi dan dapat dibedakan dengan perlakuan penyiraman metabolit

sekunder *T. harzianum* T10. Frekuensi penyiraman mampu menurunkan insidensi penyakit (Tabel 2).

Nilai AUDPC pada kontrol berbeda dengan semua perlakuan frekuensi penyiraman serta memiliki luas paling tinggi (Tabel 2). Hal ini selaras dengan masa inkubasi dan insidensi penyakitnya. *Pythium* sp. menginfeksi benih tanaman lebih cepat pada perlakuan kontrol daripada penyiraman dengan larutan TLA. Akan tetapi, empat perlakuan frekuensi penyiraman larutan TLA tidak berbeda nyata. Secara keseluruhan frekuensi penyiraman dengan larutan TLA meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering tanaman dan akar dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3).

Kandungan senyawa fenol tanaman, yaitu saponin dan tanin, secara kualitatif umumnya meningkat pada perlakuan penyiraman dengan larutan TLA dan lebih tinggi daripada kontrol. Kandungan hidrokuinon tidak berbeda pada kontrol dan penyiraman dengan larutan TLA (Tabel 4).

Pengamatan uji saponin secara kualitatif menunjukkan hasil yang berbeda antara kontrol dan perlakuan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya busa yang dihasilkan pada frekuensi penyiraman tiga kali. Hasil uji tanin secara kualitatif menunjukkan bahwa hasil yang berbeda antara kontrol dan perlakuan. Perlakuan kontrol dan frekuensi penyiraman empat kali menunjukkan hasil yang cenderung sama atau paling sedikit mengandung tanin. Perlakuan frekuensi satu dan tiga kali penyiraman menunjukkan hasil tertinggi, dikelompokkan dengan kandungan tanin banyak. Hasil uji hidrokuinon secara kualitatif menunjukkan bahwa hasil yang cenderung

Tabel 1 Daya hambat *Pythium* sp. pada perlakuan tablet larut-air yang mengandung metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* T10

Jumlah tablet larut-air	Daya hambat (%)
1	20.60 a
3	24.95 a
5	31.88 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada α 5%.

Tabel 2 Komponen patosistem tanaman mentimun pada uji frekuensi penyiraman menggunakan tablet larut-air yang mengandung metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* T10

Frekuensi penyiraman (kali)	Masa inkubasi (hsi)	Insidensi penyakit (%)	AUDPC (% hari)
Kontrol	8.14 a	57.14 b	224.28 b
1	14.40 b	8.57 a	32.86 a
2	13.37 b	17.14 a	58.57 a
3	13.03 b	17.14 a	68.57 a
4	12.09 b	25.71 a	98.57 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak ada berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada α 5%.

Tabel 3 Komponen pertumbuhan tanaman mentimun pada uji frekuensi penyiraman perlakuan tablet larut-air yang mengandung metabolit sekunder *Trichoderma harzianum* T10

Frekuensi penyiraman (kali)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Bobot tanaman kering (g)	Bobot akar kering (g)
Kontrol	3.68 a	1.34 a	0.19 a	0.02 a
1	8.09 b	2.74 b	0.37 b	0.03 ab
2	7.39 b	2.40 b	0.33 b	0.04 b
3	8.05 b	2.46 b	0.35 b	0.03 ab
4	6.40 b	2.20 b	0.29 ab	0.03 ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak ada berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada α 5%.

Tabel 4 Komponen metabolit sekunder jaringan tanaman mentimun secara kualitatif

Frekuensi penyiraman (kali)	Saponin	Tanin	Hidrokuinon
Kontrol	+	+	+
1	++	+++	+
2	++	++	++
3	+++	+++	+
4	++	+	++

Keterangan: -, tidak ada; +, sedikit; ++, sedang; dan +++, banyak.

sama, baik kontrol maupun perlakuan. Perlakuan frekuensi penyiraman dua dan empat kali menunjukkan hasil yang cenderung sama dan dikelompokkan kandungan tanin cukup banyak.

PEMBAHASAN

Pemberian metabolit sekunder *T. harzianum* T10 pada uji *in vitro* menunjukkan penghambatan terhadap *Pythium* sp. Sesuai dengan penelitian Ningtias *et al.* (2020) bahwa *Pythium* sp. pada kontrol memiliki masa inkubasi lebih cepat, yaitu 15 dan 43 hari, setelah inokulasi dibandingkan dengan perlakuan uji. Metabolit sekunder *T. harzianum* T10 dapat memperpanjang masa inkubasi selama 15 hari dibandingkan dengan kontrol (Soesanto *et al.* 2019). Hal ini menunjukkan bahwa *T. harzianum* menghasilkan senyawa penghambat pertumbuhan patogen. *Trichoderma* sp. mempunyai mekanisme antagonisme terhadap cendawan patogen, yaitu kompetisi, mikoparasit, dan antibiosis. Mekanisme antibiosis ditunjukkan dengan dihasilkannya senyawa metabolit sekunder, seperti peptiabol, piron, viridian, koningin,

gliotoksin, gliovirin, dan viriodol (Singh *et al.* 2018). Kondisi ini mendukung aplikasi *T. harzianum* T10 pada bibit mentimun, yang ditunjukkan dengan penundaan masa inkubasi. Senyawa tidak menguap dari *T. harzianum*—asam harzianat dan harzianolid—juga mampu menghambat bermacam cendawan patogen tanaman, seperti *P. irregulare*, *Sclerotinia sclerotium*, dan *Rhizoctonia solani* (Alfiky dan Weiskopf 2021).

Meskipun demikian, tampak fenomena menarik bahwa semakin banyak aplikasi penyiraman metabolit sekunder *T. harzianum* T10, tampak semakin mengecil angka penundaan masa inkubasi. Hal ini kemungkinan diduga pada penyiraman pertama, metabolit sekunder sudah mampu menghambat perkembangan *Pythium* sp. Selang waktu antara penyiraman metabolit sekunder dipergunakan oleh *Pythium* sp. untuk tumbuh kembali, yang didukung oleh tersedianya nutrisi di dalam medium tanam. Hal ini didukung hasil penelitian Manici *et al.* (2004), bahwa adanya pupuk kandang di dalam medium tanam akan meningkatkan populasi *Pythium* sp. bersamaan dengan peningkatan populasi mikrob tanah, dan tidak

mengakibatkan penekanan patogen. Kondisi ini akan selaras dan berdampak pada intensitas penyakit dan nilai AUDPC.

Penekanan insidensi penyakit dan nilai AUDPC diduga disebabkan oleh peran metabolit sekunder *T. harzianum* T10. Hal ini didukung hasil penelitian Amaria *et al.* (2018), bahwa biofungisida *T. virens* dan *T. amazonicum* cukup efektif memperpanjang masa inkubasi dan menekan laju keparahan penyakit oleh *Rigidiporus microporus* dalam satu kali aplikasi (dosis 50 g per tanaman). Biofungisida *T. harzianum* memengaruhi perkembangan patogen, yang ditunjukkan dengan penghambatan pertumbuhan miselium *Septobasidium* spp. dan mengelupasnya miselium cendawan di ranting dan cabang tanaman lada (Suswanto 2015). Selain itu, aplikasi metabolit sekunder *T. harzianum* T10 mampu meningkatkan kandungan senyawa fenol di dalam jaringan tanaman. Kandungan fenol yang tinggi menunjukkan tanaman tahan, serta adanya peningkatan sintesis fenol setelah infeksi dapat mencegah perkembangan penyakit (Gogoi *et al.* 2001; Wallis dan Galarneau 2020).

Masa inkubasi yang cepat dan insidensi penyakit yang tinggi menyebabkan pesatnya laju perkembangan penyakit sehingga berpengaruh pada besarnya nilai AUDPC. *Trichoderma* spp. dapat mengurangi keparahan layu *Fusarium* pada buncis dengan aktivitas anticendawan yang dimilikinya (Moutassem *et al.* 2020). Hal ini ditunjukkan dengan pengurangan populasi cendawan tanah dan mengimbas pada ketahanan tanaman inang. Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. menyebabkan pengaruh antimikrob baik langsung maupun tidak langsung dengan merangsang tanaman inang. Metabolit sekunder *Trichoderma* berupa 6PP dan asam harzianat dapat mengendalikan penyakit embun tepung pada tanaman anggur yang ditunjukkan dengan berkurangnya penyakit di sepanjang daun dan gejala yang ada (Pascale *et al.* 2017).

Ketidakberhasilan penetrasi *Pythium* sp. pada jaringan tanaman terhambat oleh kandungan metabolit sekunder *T. harzianum*

T10 sehingga berpengaruh terhadap jumlah tanaman sehat dan frekuensi penyiraman juga memengaruhi pertumbuhan tanaman. Metabolit sekunder *T. harzianum* T10 meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot akar kering, dan panjang akar pada tanamankakao (Soesanto *et al.* 2019). Metabolit sekunder *T. harzianum* juga berperan memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti merangsang pembuahan tanaman karena adanya interaksi dengan tanaman dalam memacu hormon pertumbuhan (Kalay *et al.* 2019) dan menghasilkan enzim pemacu pertumbuhan tanaman dan akar (Taribuka *et al.* 2017).

Vipul *et al.* (2014) menyatakan bahwa pengimbasan pada tanaman dengan merangsang tanaman untuk menghasilkan beberapa senyawa metabolit sekunder. Hal ini menyebabkan tanaman memiliki ketahanan terhadap mikroba patogen, hama, dan cekaman abiotik. Soesanto *et al.* (2019) menyatakan bahwa penambahan metabolit sekunder *T. harzianum* pada bibit kakao dapat meningkatkan kandungan fenol tanaman yang berimbas pada ketahanan tanaman. Uji saponin pada daun, buah, dan tangkai daun belimbing wuluh menunjukkan terbentuknya busa stabil selama 30 detik setinggi 1–3 cm (Fahrunnida dan Pratiwi 2015). Hasil positif pada uji tanin ditandai dengan perubahan hijau kehitaman saat penambahan FeCl_3 1% (Manongkoa *et al.* 2020). Warna hijau atau kebiruan yang dihasilkan dari uji tanin karena reaksi dengan garam besi (Wirdayanti dan Sofyanti 2019).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa TLA dapat menghambat pertumbuhan *Pythium* sp. secara *in vitro*, yaitu dengan menunda masa inkubasi, menurunkan insidensi penyakit, dan menurunkan AUPDC, serta meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, bobot tanaman kering, dan meningkatkan kandungan fenol tanaman, yaitu saponin, tanin, dan hidrokuinon secara kualitatif. Tablet larut-air merupakan bentuk formula untuk metabolit sekunder agens hayati yang tepat dan dapat mengatasi hambatan transportasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Elgawad MMM, Askary TH. 2020. Factors affecting success of biological agents used in controlling the plant-parasitic nematodes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 30(1):1–11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00215-2>.
- Adnan M, Islam W, Shabbir A, Khang KA, Ghramh HA, Huang Z, Chen HYH, Lu G. 2019. Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Microbial Pathogenesis*. 129:7–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.01.042>.
- Alfiky A, Weisskopf L. 2021. Review: deciphering *Trichoderma*-plant-pathogen interactions for better development of biocontrol applications. *Journal of Fungi*. 7(61):1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof7010061>.
- Al-Ameiri NS. 2014. Control of cucumber damping-off in the field by the bio-agent *Trichoderma harzianum*. *International Journal of Agriculture and Forestry*. 4(2):112–117.
- Amaria W, Harni R, Wardiana E. 2018. Pengaruh dosis dan frekuensi aplikasi biofungisida *Trichoderma* terhadap infeksi *Rigidiporus microporus* pada benih karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 5(2):49–58. DOI: <https://doi.org/10.21082/jtidp.v5n2.2018.p49-58>.
- Ashwathi S, Ushamalini C, Parthasarathy S, Nakkeeran S. 2017. Morphological, pathogenic and molecular characterisation of *Pythium aphanidermatum*: a causal pathogen of coriander damping-off in India. *The Pharma Innovation*. 6(11):44–48.
- Balakrishnan S, Parthasarathy S, Kamalakannan A, Kuppusamy KS, Gopalakrishnan C. 2017. A novel method to develop paste formulation of *Trichoderma harzianum*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 6(11):3286–3293. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2017.611.385>.
- Bardin M, Ajouz S, Comby M, Lopez-Ferber M, Graillot B, Siegwart M, Nicot PC. 2015. Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides? *Frontiers in Plant Science*. 27(6):566. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00566>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Hortikultura 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Fahrnunnida, Pratiwi. 2015. Kandungan saponin buah, daun dan tangkai daun belimbing wuluh. *Prosiding Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*; 2015 Jan 13; Surakarta (ID): UNS Surakarta. hlm 220–224. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/kpsda/article/view/5378>.
- Fazil M, Sriwati R, Chamzurni T. 2018. Aplikasi beberapa bentuk formulasi *Trichoderma* spp. dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 2(3):20–30. DOI: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v3i2.7478>.
- Gašić, S. and Tanović, B., 2013. Biopesticide formulations, possibility of application and future trends. *Pesticidi i Fitomedicina*. 28(2):97–102. DOI: <https://doi.org/10.2298/PIF1302097G>.
- Gogoi R, Singh DV, Srivastava KD. 2001. Phenols as a biochemical basis of resistance in wheat against Karnal bunt. *Plant Pathology* 50(4): 470–476. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2001.00583.x>.
- Kalay AM, Tuhumury GNC, Pesireron N, Talaharurason A. 2019. Control of damping off and increased growth of tomato seeds by utilizing *trichoderma harzianum* based on solid organic materials. 8(1):12–20. DOI: <https://doi.org/10.30598/a.v8i1.873>.
- Khabbaz SE, Abbasi PA. 2014. Isolation, characterization, and formulation of antagonistic bacteria for the management of seedlings damping-off and root rot disease of cucumber. *Canadian Journal of Microbiology*. 60(1):25–33. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjm-2013-0675>.
- Kumar H, Bhardwaj K, Sharma R, Nepovimova E, Kuča K, Dhanjal DS,

- Verma R, Bhardwaj P, Sharma S, Kumar D. 2020. Fruit and vegetable peels: utilization of high value horticultural waste in novel industrial applications. *Molecules*. 25(12):2812. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25122812>.
- Manici LM, Caputo F, Babini V. 2004. Effect of green manure on *Pythium* spp. population and microbial communities in intensive cropping systems. *Plant and Soil* 263(1): 133–142. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:PLSO.0000047720.40918.29>.
- Manongkoa PS, Sangia MS, Momuata LI. 2020. Uji senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli L.*). *Jurnal Mipa*. 9(2):64–69. DOI: <https://doi.org/10.35799/jmuo.9.2.2020.28725>.
- Moutassem D, Belabid L, Bellik Y. 2020. Efficiency of secondary metabolites produced by *Trichoderma* spp. in the biological control of *Fusarium* wilt in chickpea. *Journal of Crop Protection*. 9(2):217–231.
- Mudyiwa RM, Chaibva P, Takawira M, Njeni P. 2016. Evaluation of *Trichoderma harzianum* in controlling damping-off (*Pythium* spp.) on tomato (*Solanum lycopersicum*) seedling varieties. *Annals of Biological Research*. 7(6):6–11.
- Ningtias W, Mugiastuti E, Rahayuniati RF, Soesanto L. 2020. Penggunaan formula cair *Trichoderma harzianum* T10 berbahan tepung jagung terhadap rebah semai (*Pythium* sp.) bibit mentimun. *Jurnal Agronida*. 6(2):73–82. DOI: <https://doi.org/10.30997/jag.v6i2.2823>.
- Panahian GH, Rahnama K, Jafari M. 2012. Mass production of *Trichoderma* spp. and application. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 3:292–298.
- Papias HB, Conrad KB, Susan NM, Inocent IR. 2016. Morphological and molecular identification of *Pythium* spp. isolated from common beans (*Phaseolus vulgaris*) infected with root rot disease. *African Journal of Plant Science*. 10(1):1–9. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJPS2015.1359>.
- Pascale A, Vinale F, Manganiello G, Nigro M, Lanzuise S, Ruocco M, Marra R, Lombardi N, Woo SL, Lorito M. 2017. *Trichoderma* and its secondary metabolites improve yield and quality of grapes. *Crop Protection*. 92:176–181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.010>.
- Passera A, Compant S, Casati P, Maturo MG, Battelli G, Quaglino F, Antonielli L, Salerno D, Brasca M, Toffolatti SL, Mantegazza F. 2019. Not just a pathogen? Description of a plant-beneficial *Pseudomonas syringae* strain. *Frontiers in microbiology*. 2019:1409. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01409>.
- Patel SG, Siddaiah M. 2018. Formulation and evaluation of effervescent tablets: a review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*. 8(6):296–303. DOI: <https://doi.org/10.22270/jddt.v8i6.2021>.
- Patil AD, Rathore MS. 2018. Isolation of pythium species from damping off affected onion rhizospheric soil, using baiting technique. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(4):12–3.
- Paul B, Mathew R, Kanak B, Paul A, Henry M, Lefort F, Belbahri L. 2008. Morphology, taxonomy, and phylogenetic analysis of a new species of *Pythium* isolated from France. *Fungal Diversity*. 28:55–63.
- Rauf S, Ali Y, Hussain S, Ullah F, Hayat A. 2018. Design of a novel filter paper based construct for rapid analysis of acetone. *Plos One*. 13(7):e0199978. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199978>.
- Singh A, Shukla N, Kabadwal BC, Tewari AK, Kumar J. 2018. Review on Plant-*Trichoderma*-pathogen interaction. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(2):2382–2397. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.702.291>.
- Soesanto L, Soedharmono, Prihatiningsih N, Manan A, Iriani E, Pramono J. 2005. Potensi agensia hayati dan nabati dalam mengendalikan penyakit busuk rimpang jahe. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 5(1):50–57. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.1550-57>.

- Soesanto L, Mugiastuti E, Manan A. 2019. Raw secondary metabolites application of two *Trichoderma harzianum* isolates towards vascular streak dieback on cocoa seedlings. *Pelita Perkebunan*. 35(1):22–32. DOI: <https://doi.org/10.22302/iccricri.jur.pelitaperkebunan.v35i1.346>.
- Soesanto L, Solikhah AN, Mugiastuti E, Suharti WS. 2020. Application of *Trichoderma harzianum* T10 liquid formula based on soybean flour against cucumber seedlings damping-off (*Pythium* sp.). *Akta Agrosia*. 23(1):11–18. DOI: <https://doi.org/10.31186/aa.23.1.11-18>.
- Suswanto I. 2015. Kajian formulasi mutan *Trichoderma* sebagai kandidat agens pengendali hayati hawar beludru *Septobasidium* pada lada. *Perkebunan dan Lahan Tropika*. 4(2):22–29. DOI: <https://doi.org/10.26418/plt.v4i2.9373>.
- Syafitri NE, Bintang M, Falah S. 2014. Kandungan fitokimia, total fenol, dan total flavonoid ekstrak buah harendong (*Melastoma affine* D. Don). *Current Biochemical*. 1(3):105–115.
- Tanjung YP, Puspitasari I. 2019. Formulasi dan evaluasi fisik tablet *effervescent* ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.). *Farmaka*. 17(1):1–14. DOI: <https://doi.org/10.35814/jifi.v17i2.564>.
- Taribuka J, Wibowo A, Widyastuti SM, Sumardiyono C. 2017. Potency of six isolates of biocontrol agents endophytic *Trichoderma* against fusarium wilt on banana. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 4(2):723–731. DOI: <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2017.042.723>.
- Vipul K, Mohammad S, Muksesh S, Sonika P, Anuradha S, Sharma A. Role of secondary metabolites produced by commercial *Trichoderma* species and their effect against soil borne pathogens. *Biosensors Journal*. 3(1):1–5.
- Wallis CM, Galarneau ERA. 2020. Phenolic compound induction in plant-microbe and plant-insect interactions: a meta-analysis. *Frontiers in Plant Science* 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580753>.
- Wirdayanti, Sofiyanti N. 2019. Skrining fitokimia lima jenis tumbuhan paku Polypodiaceae dari Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 4(2):40–49. DOI: <https://doi.org/10.24002/biota.v4i2.2470>.