

Penggunaan Jamur (*Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*) Terhadap Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) Pada Fase Vegetatif Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)

Muhammad Faisal Setiawan^{1*}, Wuye Ria Andayanie¹, Ratna Mustika Wardhani¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Madiun, Madiun, 63133

*Penulis Korespondensi, e-mail: faisalsetiawan9139@gmail.com

Abstract

Melon (*Cucumis melo* L.) is a high – value horticultural commodity with increasing demand. One of the main challenges in melon cultivation is infestation by whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) which causes direct damage and acts as a virus vector. This study aimed to evaluate the effect of *Trichoderma* sp. and *Beauveria bassiana* on the vegetative growth of melon and the suppression of whitefly infestation. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments : control (P0), *Trichoderma* sp. (P1), *Beauveria bassiana* (P2), and their combination (P3), each repeated three times with nine plants per replicate. Observed parameters included spore density, spore viability, plant growth (height, stem diameter, number of leaves, and flowers), whitefly population, and leaf damage intensity. The results showed that the combination treatment (P3) produced the best outcome, with plant height of 149,85 cm, stem diameter of 0,68 cm, higher leaf and flower number compared to control, although not statistically significant. More over, the combination effectly reduced whitefly populations from 49,66 to 10,55 insects per plant at 49 days after transplanting, and decreased leaf damage intensity below the control threshold. Both fungi exhibited spore viability above 90%, indicating good inoculum quality. These findings suggest that the combined application of *Trichoderma* sp. and *B. bassiana* has potential as an environmentally friendly integrated pest management (IPM) strategy for melon cultivation under greenhouse conditions.

Keywords: *beauveria bassiana*; biological control; *Trichoderma* sp.; melon; whitefly

Abstrak

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan yang terus meningkat. Salah satu tantangan utama dalam budidaya melon adalah serangan kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) yang menyebabkan kerusakan langsung sekaligus berperan sebagai vektor virus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana* terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman melon dan penekanan infestasi kutu kebul. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan : kontrol (P0), *Trichoderma* sp. (P1), *Beauveria bassiana* (P2), dan kombinasi keduanya (P3), masing – masing diulang tiga kali dengan sembilan tanaman per ulangan. Parameter yang diamati meliputi kerapatan spora, viabilitas spora, pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan jumlah bunga), populasi kutu kebul serta intensitas kerusakan daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan (P3) memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman 149,85 cm, diameter batang 0,68 cm, jumlah daun dan bunga lebih tinggi dibanding kontrol, meskipun tidak berbeda nyata. Perlakuan kombinasi juga efektif menekan populasi kutu kebul dari 49,66 menjadi 10,55 ekor per tanaman pada umur 49 HST serta menurunkan intensitas kerusakan daun dibawah kontrol. Viabilitas spora kedua jamur mencapai lebih dari 90%, menandakan inoculum yang baik. Kesimpulannya, aplikasi kombinasi *Trichoderma* sp. dan *B. bassiana* berpotensi sebagai strategi pengendalian hama terpadu (PHT) ramah lingkungan pada budidaya melon di greenhouse.

Katakunci: *beauveria bassiana*; kutu kebul; melon; pengendalian hayati; *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Tanaman melon (*Cucumis melo* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Buah ini sangat digemari oleh masyarakat karena rasanya yang manis, kandungan air yang tinggi, serta aroma khas yang menyergarkan. Selain itu, melon juga mengandung kaya akan vitamin dan antioksidan, sehingga permintaan pada pasar terhadap buah ini terus meningkat untuk konsumsi domestik maupun ekspor (Setyawan *et al.*, 2021). Oleh karena itu, melon menjadi salah satu tanaman unggulan yang banyak dibudidayakan oleh petani, terutama di daerah beriklim tropis seperti Indonesia.

Secara umum, budidaya melon dilakukan dengan dua sistem utama, yaitu dilahan terbuka (*open field*) dan di dalam *greenhouse*. Penanaman di lahan terbuka masih umum dilakukan oleh petani karena biayanya lebih murah dan tidak memerlukan fasilitas tambahan. Sistem ini mengandalkan faktor alam seperti sinar matahari dan air hujan, namun sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim yang tidak menentu. Curah hujan berlebih, serangan hama dan penyakit, serta fluktuasi suhu sering menjadi kendala utama yang menyebabkan hasil panen tidak terlalu optimal (Prasetyo *et al.*, 2022).

Sebaliknya, sistem penanaman di dalam *greenhouse* semakin banyak diterapkan karena mampu menciptakan lingkungan suhu, kelembapan, pencahayaan, dan sirkulasi udara dapat diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman. Keuntungan lainnya adalah tanaman lebih terlindungi dari hujan, angin kencang, dan kontak langsung dengan organisme pengganggu tanaman (OPT) dari luar. Hal ini memungkinkan produksi melon sepanjang tahun dan meningkatkan kualitas hasil panen (Wijayanti *et al.*, 2022). Namun, kondisi mikroklimat yang lembap dan tertutup dalam *greenhouse* justru dapat menjadi tempat ideal bagi hama berkembang biak, khususnya kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn).

Kutu kebul merupakan hama penting yang sering menyerang tanaman melon, baik di lahan terbuka maupun di dalam *greenhouse*. Hama ini bersifat polifag, berkembang biak dengan sangat cepat, dan menyerang bagian bawah daun dengan cara menghisap cairan tanaman. Mengenal lebih jauh lagi, bahwa *bemisia tabaci* Genn. juga berperan sebagai vektor penyebaran penyakit penting seperti *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV) dan *Tomato Leaf Curl Virus* (TLCV), yang dapat menyebabkan tanaman kerdil, daun keriting, serta juga penurunan kualitas buah secara drastis (Ginting *et al.*, 2021).

Selama ini, pengendalian kutu kebul masih banyak mengandalkan penggunaan pestisida kimia. Meskipun efektif dalam jangka pendek, penggunaan pestisida secara terus-menerus berdampak negatif, seperti terjadinya resistensi hama, pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan manusia, serta penurunan kesuburan tanah akibat kerusakan mikroorganisme menguntungkan (Anindita *et al.*, 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan, berkelanjutan, dan tidak menimbulkan residu kimia pada hasil panen.

Salah satu alternatif yang potensial adalah penggunaan agen hayati sebagai pengendali hayati (*Biological control agent*), seperti *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana*. *Trichoderma* sp. merupakan cendawan antagonis yang berfungsi sebagai pengurai dan pengendali patogen tular tanah, seperti *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, dan *Pythium* spp., melalui kompetisi ruang dan nutrisi, mikoparasitisme, dan produksi metabolit toksik yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh patogen tersebut. Jamur ini juga diketahui dapat mampu menginduksi ketahanan sistemik tanaman serta memperbaiki struktur tanah melalui aktivitas metabolit sekundernya (Wulandari *et al.*, 2021). Di sisi lain, *B. bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang menyerang dan membunuh serangga target seperti kutu kebul melalui infeksi spora yang menembus kutikula serangga, berkembang biak di dalam tubuh inangnya dan menghasilkan racun (*beauvericin*) yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian (Puspita & Hartono, 2020).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 3 Februari hingga 30 Juni 2025. Kegiatan dilakukan di *Greenhouse* dan Laboratorium Pengamatan dan Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan Pertanian Kedungrejo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur, yang beriklim tropis serta memiliki suhu 24 - 32°C dan memiliki ketinggian 60 MDPL.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan benih melon varietas *Action Orange Hibrida F1 (Chia Tai Seed)*, kentang 5 kg, beras jagung 1 kg, gula pasir 360 g, isolat jamur *Trichoderma* sp. hasil *explore* dari tanah, dan isolat *Beauveria bassiana* hasil *explore* dari serangga terinfeksi, alkohol 70%, kapas gulung, media PDA, polybag 0,4 x 0,4 m, mol dari urine sapi, tanah kompos, arang sekam (1:1:1), air bersih, dan populasi kutu kebul.

Alat yang digunakan yaitu *erlen meyer*, tabung reaksi, cawan petri, *autoklaf*, *laminar air flow*, mikroskop, *haemocytometer* tipe *Neubauer Improved*, *cover glass*, gelas ukur, jarum ose, pipet, *magnetic stirrer*, *hand counter*, gelas benda, *beaker glass*, skalpel, lampu spiritus, *syringe*, bor gabus, sendok sampel, botol kosong 600 mL, galon 19 L, sprayer, timbangan analitik, aluminium foil, alat tulis, dan alat dokumentasi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu jenis perlakuan jamur entomopatogen. Perlakuan terdiri atas empat kelompok yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Jenis Perlakuan

Kode Perlakuan	Jenis Perlakuan
P0	Kontrol
P1	<i>Trichoderma</i> sp. 150 ml dan air 15 liter
P2	<i>Beauveria bassiana</i> 150 ml dan air 15 liter
P3	Kombinasi <i>Trichoderma</i> sp. 75 ml dan <i>B. bassiana</i> 75 ml + air 15 liter

Setiap perlakuan diulang tiga kali, dan setiap ulangan terdiri dari 9 tanaman, sehingga total terdapat 108 tanaman. Penanaman dilakukan dalam polybag ukuran 0,4 x 0,4 m, dengan media tanam tanah, kompos, dan arang sekam (1:1:1). Pengacakan dilakukan penuh untuk menghindari bias lokasi.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan lahan dilakukan dengan membersihkan *greenhouse* dari gulma, sisa tanaman, dan benda asing lainnya yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Pembersihan dilakukan secara manual untuk menghindari residu kimia. Setelah itu dilakukan penyusunan petak percobaan.

Perbanyakan isolat jamur dilakukan secara terpisah karena *Trichoderma* sp. dan *B. bassiana* memerlukan media yang berbeda.

Perbanyakan menggunakan media beras jagung kukus. Jagung dicuci, kemudian dikukus selama ± 20 menit hingga setengah matang. Setelah dingin, media dimasukkan ke dalam kantong plastik dan

diinokulasikan dengan isolat jamur menggunakan jarum ose. Kantong plastik dilipat dan disterilkan, kemudian diinkubasi selama ± 5 hari hingga tampak miselium berwarna hijau menyebar secara merata. Perbanyak sampel *Trichoderma* sp dan yang digunakan di peroleh dari hasil eksplorasi dari tanah untuk yang *Trichoderma* sp.

Perbanyak dilakukan dengan menggunakan ekstrak kentang. Sebanyak 5 kg kentang dipotong kecil, direbus dalam 19 liter air hingga berubah warna menjadi kekuningan. Air rebusan disaring dan ditambahkan 360 g gula, kemudian didiamkan selama 1 hari. Larutan ini digunakan sebagai media cair untuk fermentasi. Inokulasi dilakukan ke dalam galon steril berisi media cair, kemudian disambungkan ke aerator untuk menjaga suplai oksigen. Fermentasi berlangsung selama ± 14 hari. Perbanyak sampel *B. bassiana* dan yang digunakan di peroleh dari hasil eksplorasi dari serangga yang terjangkit penyakit yang dihasilkan dari *B. bassiana* dan dikembangkan jamurnya di Laboratorium Pengamatan dan Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan Pertanian Kedungrejo, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur.

Larutan spora ditetaskan ke media PDA steril dan diamati setelah 8, 16, 24 jam masa inkubasi. Viabilitas dihitung berdasarkan jumlah konidia yang berkecambah dibanding total konidia yang diamati, dengan menggunakan mikroskop pembesaran 400x. Pengujian dilakukan dengan bentuk cair dengan pengenceran sebesar 10^6 dan 10^9 . Dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{X}{L(mm^2) \times t(mm) \times d} \times 10^3$$

Keterangan:

S : Kerapatan konidium / ml

X : Jumlah konidium pada kotak a,b,c,d,e

L : Luas kotak hitung $0,04 \text{ mm}^2$

T : Kedalamam bidang hitung $0,1 \text{ mm}$

d : Faktor pengenceran

10^3 : Volume suspense yang dihitung ($1 \text{ ml} = 10^3 \text{ mm}^3$)

Larutan spora ditetaskan ke media PDA steril dan diamati setelah 8, 16, 24 jam masa inkubasi. Viabilitas dihitung berdasarkan jumlah konidia yang berkecambah dibanding total konidia yang diamati, dengan menggunakan mikroskop pembesaran 400x. Pengujian dilakukan dengan bentuk cair dengan pengenceran sebesar 10^6 dan 10^9 . dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$VK = \frac{\sum KB}{\sum KB \times KTB} \times 100\%$$

Keterangan :

VK : Viabilitas konidium

KB : Konidium yang berkecambah

KTB : Konidium yang tidak berkecambah

Perendaman menggunakan pada standar pengenceran 10^6 konidia/ ml, benih melon direndam selama ± 2 jam dalam larutan sesuai perlakuan

Setelah direndam, benih disemaikan pada media tray semai selama 5 hari, hingga muncul bibit. Persemaian disimpan ditempat teduh yang tidak terkena sinar matahari. Pertumbuhan bibit dipantau dan diberikan perawatan yang diperlukan selama periode penyemaian untuk memastikan bibit melon tumbuh dengan sehat dan kuat hingga siap dipindahkan.

Seleksi bibit dipilih berdasarkan kriteria , yang memiliki ukuran seragam, warna daun hijau segar, tidak layu atau rusak, bebas dari penyakit dan luka. Bibit yang memenuhi syarat dipindahkan ke media tanam polybag. Seleksi bibit sangatlah penting dengan tujuan tanaman yang akan diteliti dapat mencapai pertumbuhan maksimal. Selain itu bibit yang digunakan harus dipastikan bibit yang berkualitas.

Media tanam berupa campuran tanah, kompos, dan arang sekam, dengan perbandingan 1:1:1 (5 kg + 0,75 kg + pupuk kompos 2 kg) dimasukkan ke dalam polybag 0,4 x 0,4 m. Media tanam disiram terlebih dahulu hingga lembab, kemudian dibuat lubang tanam sedalam ± 3 cm. Bibit ditanam dengan posisi tegak, dan bagian daun tidak menyentuh tanah. Penanaman dilakukan pada pagi hari atau sore hari agar tanaman tidak mengalami stres akibat suhu yang tinggi.

Aplikasi dilakukan satu minggu setelah pindah tanam. Jamur dilarutkan dalam 15 liter air bersih sesuai dosis perlakuan. Aplikasi dilakukan pada sore hari dengan cara penyemprotan langsung ke seluruh bagian tanaman atau melalui penyiraman. Aplikasi dilakukan dengan interval 1 minggu sekali, disesuaikan dengan hasil pengamatan terhadap populasi kutu kebul.

Infestasi kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) didapatkan dari beberapa tanaman yang terserang oleh kutu kebul. Daun yang mengandung telur kutu kebul, nimfa, dan beberapa kutu kebul kecil, Daun tersebut ditempelkan pada tanaman mentimun yang kemudian ditutup jaring serangga (*Insect net*) untuk mencegah kutu kebul menyebar. Setelah jumlah kutu kebul mencapai rata – rata yang sesuai dengan ambang batas populasi dari total jumlah tanaman penelitian dan umur tanaman sudah memasuki 28 hst. Kutu kebul dilepaskan ke tanaman melon di dalam *greenhouse*.

Pemeliharaan tanaman melon meliputi pemasangan ajir, penyiraman, pemupukan, penyerbukan buatan, monitoring hama dan penyakit terutama pada hama kutu kebul, berikut penjelasan dari beberapa pemeliharaan tanaman melon pada fase vegetatif :

Agar dapat menghasilkan buah dan tanaman yang bagus, tanaman melon harus ditopang dengan ajir atau tongkat dari bilah bambu. Agar berfungsi sebagai penopang untuk menjalarnya tumbuh kembang tanaman dan sulur dari tanaman melon.

Penyiraman dilakukan dengan lembut atau kucuran air yang tidak terlalu deras agar tanaman dan media tanam tidak rusak. Penyiraman dilakukan 2 hari sekali pada pagi hari dan sore hari, apabila dirasa kebutuhan air untuk tanaman telah tercukup maka tidak dilakukan penyiraman.

Pemupukan dilakukan mulai tanaman berumur satu minggu setelah pindah tanam ke media tanam. Jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk organik cair (MOL) yang berasal dari fermentasi urine sapi.

Pemberian pupuk dilakukan dengan melarutkan 250 mL MOL ke dalam 15 liter air bersih, kemudian diaplikasikan melalui penyiraman ke pangkal tanaman sebanyak satu kali dalam seminggu. Pemupukan dilakukan secara rutin untuk memastikan tanaman mendapatkan cukup nutrisi selama masa pertumbuhan vegetatif.

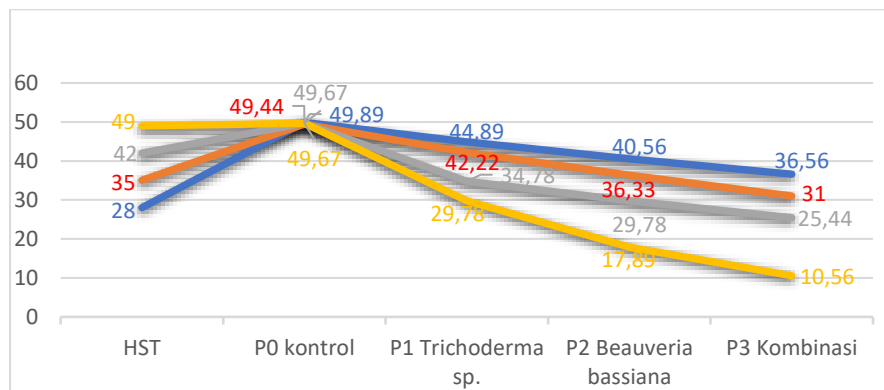
Sebarkan jerami kuning disekitar pangkal tanaman secara merata dengan ketebalah 3 – 5 cm, dan jangan menutup batang utama untuk mencegah pembusukan. Penggunaan jerami kuning dapat mengurangi penguapan air dari media tanam, menghambat pertumbuhan gulma di sekitar tanaman, dan dapat menstabilkan suhu tanah yang bertujuan melindungi akar tanaman dari suhu yang ekstrem.

Melakukan perawatan dengan melakukan pemangkasan sulur yang bertujuan untuk mengatur pertumbuhan tanaman agar lebih berfokus pada pembentukan batang dan pembesaran buah. Dan melakukan penyiangan yang dilakukan secara rutin untuk mencegah persaingan hara antara melon dan gulma.

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan aplikasi *B. bassiana* menggunakan konsentrasi 1×10^6 konidia/ mL. Penyemprotan dilakukan pada sore hari, 1 minggu setelah tanam, dan diulang setiap 5-7 hari tergantung tingkat serangan. Larutan disemprotkan ke seluruh bagian tanaman, terutama bagian bawah daun. Aplikasi dilakukan 4-6 kali selama fase vegetatif. Jamur ini bekerja dengan menginfeksi serangga melalui spora yang menembus kutikula dan menyebabkan kematian tanpa meninggalkan residu berbahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan menunjukkan bahwa populasi kutu kebul menurun seiring bertambahnya umur tanaman dan aplikasi agen hayati pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Penurunan Infestasi Kutu Kebul

Pada 28 HST populasi kutu kebul relatif seragam di semua perlakuan antara 49,67a – 49,89a ekor, karena infeksi jamur belum optimal. Mulai 35 HST terlihat penurunan populasi pada perlakuan *Beauveria bassiana* 34,78b ekor dan kombinasi *Trichoderma* sp. + *B.bassiana* 29,78c ekor, dibandingkan dengan kontrol 44,89d ekor

Tabel 2 Persentase Penekanan Infestasi Kutu Kebul terhadap kontrol

Perlakuan	Persentase Penekanan %			
	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
P1 (<i>Trichoderma</i>)	0,90a	5,94c	10,42c	15,20c
P2 (<i>Beauveria</i>)	0,45a	22,52b	26,57b	30,40b
P3 (Kombinasi)	0,45a	33,66a	55,89a	71,11a

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada 42 HST, penurunan semakin nyata terutama pada kombinasi 17,89a ekor dengan persentase penekanan mencapai 55,89a % (Tabel 1), sedangkan perlakuan tunggal *Trichoderma* sp. hanya menurunkan sekitar 10,42c %. Puncak efektivitas terjadi pada 49 HST, dimana kombinasi perlakuan menunjukkan hasil paling rendah yaitu 10,56a ekor/tanaman dengan penekanan 71,11a %, diikuti *B.bassiana* 25,44b ekor dengan persentase penurunan 30,40b%, dan *Trichoderma* sp. 31,00c % ekor dan persentase penurunan 15,20c %, sedangkan kontrol tetap tinggi sebesar 36,56d ekor/tanaman.

Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi *Trichoderma* sp. dan *B.bassiana* lebih efektif menekan populasi kutu kebul secara progresif tiap minggu. Efektivitas ini terkait dengan peran *Trichoderma* sp. dalam meningkatkan kesehatan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan, sedangkan *B.bassiana* bekerja langsung sebagai entomopatogen yang menginfeksi dan membunuh hama.

Pembahasan

Aplikasi *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana* baik secara tunggal maupun kombinasi memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman melon, infestasi kutu kebul, serta kerusakan daun akibat serangan hama. Secara umum, kombinasi keduanya cenderung lebih efektif dibandingkan perlakuan tunggal, meskipun tidak semua variabel menunjukkan perbedaan nyata secara statistik.

Perlakuan *Trichoderma* sp. terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman melalui mekanisme perbaikan sistem perakaran, peningkatan ketersediaan nutrisi, serta stimulasi hormon tumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sari *et al.*, (2019). Dan Herlina *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dengan memperbaiki fisiologi akar dan meningkatkan penyerapan unsur hara.

Sementara itu, *B.bassiana* bekerja sebagai jamur entomopatogen yang dapat menekan populasi hama melalui infeksi langsung pada tubuh serangga dengan bantuan enzim kitinase, protease, dan lipase. Serangga yang terinfeksi akan mengalami gangguan fisiologi hingga akhirnya mati. Temuan ini sesuai dengan laporan Faria & Wraight (2007) yang menjelaskan mekanisme *B.bassiana* dalam mengendalikan

serangga pengisap, serta penelitian Wahyudi *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa aplikasi *B.bassiana* efektif dalam menekan populasi hama secara berkelanjutan.

Kombinasi *Trichoderma* sp. dan *B.bassiana* menunjukkan efek sinergis, dimana *B.bassiana* menekan populasi hama secara langsung, sedangkan *Trichoderma* sp. meningkatkan ketahanan sistemik tanaman (*Induced Systemic Resistance*/SR), sehingga tanaman lebih tahan terhadap serangan. Hal ini sejalan dengan temuan Yuliani *et al.*, (2021) bahwa penggunaan agen hayati kombinasi mampu memberikan perlindungan ganda terhadap tanaman sehingga lebih efektif dibandingkan aplikasi tunggal.

Meskipun pada beberapa parameter perbedaan yang dihasilkan tidak signifikan secara statistik, secara biologis kombinasi kedua agen hayati tetap menunjukkan potensi yang baik. Alves *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa efektivitas jamur entomopatogen sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya, sehingga hasil pengendalian di lapangan dapat bervariasi. Oleh karena itu, penerapan *Trichoderma* sp. dan *B.bassiana* lebih tepat bila dipadukan dalam kerangka pengendalian hama terpadu (PHT).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi kombinasi *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana* memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman melon serta mampu menekan populasi hama kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.). Perlakuan kombinasi kedua agen hayati (P3) menunjukkan hasil terbaik dibandingkan perlakuan tunggal dan kontrol, yang ditunjukkan oleh peningkatan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, dan jumlah bunga, serta kemampuan menekan populasi *B. tabaci* hingga 71,11%. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan kombinasi *Trichoderma* sp. dan *B. bassiana* lebih efektif dibandingkan aplikasi tunggal dan berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai strategi pengendalian hama terpadu (PHT) yang ramah lingkungan dalam budidaya melon di greenhouse.

Berdasarkan temuan tersebut, penggunaan *Trichoderma* sp. dan *Beauveria bassiana* secara kombinasi disarankan untuk diterapkan dalam sistem budidaya melon guna mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia dan menjaga keseimbangan agroekosistem. Untuk meningkatkan efektivitas dan konsistensi hasil di lapangan, diperlukan penelitian lanjutan guna menentukan dosis optimum, interval aplikasi yang tepat, serta waktu aplikasi terbaik sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman dan tingkat serangan hama. Selain itu, pengujian pada skala lapang terbuka juga perlu dilakukan untuk mengetahui kestabilan kinerja kedua agen hayati tersebut pada kondisi lingkungan yang lebih bervariasi. Evaluasi terhadap pengaruh aplikasi kombinasi jamur terhadap hasil dan kualitas buah melon serta kelayakan ekonominya juga penting agar teknologi ini dapat diadopsi secara luas oleh petani. Integrasi penggunaan *Trichoderma* sp. dan *B. bassiana* dengan komponen PHT lainnya seperti perangkap kuning, sanitasi kebun, dan penggunaan varietas toleran sangat dianjurkan agar sistem pengendalian hama menjadi lebih efektif, stabil, dan berkelanjutan. Dengan demikian, penerapan teknologi pengendalian

hayati ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas melon sekaligus mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa Syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak. Ir. Djoko Setyo Martono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun; Ibu Prof. Dr. Ir. Wuyue Ria Andayanie, M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama; serta Ibu Ir. Ratna Mustika Wardhani, M.P. selaku Dosen pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan dalam penyusunan penelitian ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Wuryaning Handayani, S.P., Puspita Werdi Lestari, A.Md.P., dan Wijieh Mawar Ayuni, A.Md.P. atas bimbingan teknis selama penelitian, serta segenap dosen dan staf Fakultas Pertanian Universitas Merdeka Madiun atas dukungan yang diberikan.

Tidak lupa, penulis menyampaikan terimakasih kepada Alm. Orang Tua saya yang sangat saya banggakan, pasangan saya yang bernama Afni Zannuba Nada Zakiyah, rekan – rekan mahasiswa, dan semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta semangat sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alves, S. B., Lopes, R. B., Vieira, S. A., & Tamai, M. A. (2020). *Control of insect pests with entomopathogenic fungi in integrated pest management. Agricultural and Forest Entomology*, 22(3), 145–157.
- Anindita, R., Utami, S., & Nuraini, Y. (2020). Dampak penggunaan pestisida terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 8(2), 45–53.
- Faria, M., & Wraight, S. P. (2007). *Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biological Control*, 43(3), 237–256.
- Ginting, D. R., Manurung, B., & Simanjuntak, P. (2021). Peran *Bemisia tabaci* sebagai vektor penyebaran virus pada tanaman hortikultura. *Jurnal Fitopatologi Tropika*, 11(1), 15–22.
- Herlina, L., Sari, A. P., & Nugroho, W. (2020). Pengaruh aplikasi *Trichoderma* terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 5(1), 23–31.
- Prasetyo, R., Santosa, H., & Lestari, D. (2022). Budidaya melon di lahan terbuka dan *greenhouse*: perbandingan hasil dan kualitas. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(2), 101–110.
- Puspita, A., & Hartono, A. (2020). Potensi *Beauveria bassiana* sebagai agens hayati untuk mengendalikan hama pada tanaman hortikultura. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 24(1), 12–21.
- Sari, A. P., Yuliani, R., & Hidayat, N. (2019). Pemanfaatan *Trichoderma* sp. untuk meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap penyakit. *Jurnal Biologi Tropika*, 19(2), 67–74.
- Setyawan, A., Lestari, E., & Wulandari, D. (2021). Analisis permintaan melon di pasar domestik dan ekspor. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 9(3), 77–86.
- Wahyudi, B., Kusuma, I., & Widodo, S. (2020). Efektivitas *Beauveria bassiana* dalam menekan populasi serangga hama pada tanaman sayuran. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 18(2), 89–97.
- Wijayanti, A., Prabowo, H., & Nuraini, Y. (2022). Keunggulan budidaya melon di *greenhouse* terhadap hasil produksi dan kualitas buah. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 7(1), 33–41.
- Wulandari, D., Santoso, E., & Anwar, T. (2021). Mekanisme *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan patogen tular tanah dan meningkatkan kesuburan tanah. *Jurnal Mikrobiologi Pertanian*, 6(2), 55–64.
- Yuliani, R., Sari, A. P., & Hidayat, N. (2021). Efektivitas penggunaan kombinasi agens hayati terhadap ketahanan tanaman hortikultura. *Jurnal Pengendalian Hama Terpadu*, 4(1), 20–28.