Aplikasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* yang Ditambahkan Silika Gel untuk Mengendalikan Hama Tanaman Tomat

Added Applications of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Silica Gel to Control Tomato Plant Pests

Siti Maulida*, Muhammad Indar Pramudi
Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian ULM
Coresponden Author: maulidalida096@gmail.com

Received: 20 Juli 2025; Accepted 1 Februari 2026; Published 01 Februari 2026

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effectiveness of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana formulated with silica gel in controlling leaf pests on tomato plants (*Solanum lycopersicum*). The research was carried out using a one-factor Completely Randomized Design (CRD) with nine treatments and three replications. The parameters observed include the number of pest populations and the level of attack intensity. Based on the results of observations, treatment C, namely B. bassiana, with the addition of 7% silica gel and stored for five days showed the highest effectiveness in reducing pest populations and attack intensity, with the lowest attack average of 0.92. The addition of silica gel was proven to be able to increase the stability of the formulation and the effectiveness of B. bassiana infections, although statistically it did not always show a significant difference compared to treatment without silica. The main type of pest that has been successfully controlled is aphids (*Myzus persicae*). This formulation shows great potential as an environmentally friendly biological control alternative in tomato cultivation systems
Keywords: Aphids, attack intensity, Biological control, population abundance

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* yang diformulasikan bersama silika gel dalam pengendalian hama daun pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*). Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi jumlah populasi hama dan tingkat intensitas serangan. Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan C yakni *B. bassiana* dengan penambahan 7% silika gel dan disimpan selama lima hari menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan populasi hama dan intensitas serangan, dengan rata-rata serangan terendah sebesar 0,92. Penambahan silika gel terbukti mampu meningkatkan kestabilan formulasi dan efektivitas infeksi *B. bassiana* meskipun secara statistik tidak selalu menunjukkan perbedaan signifikan dibandingkan perlakuan tanpa silika. Jenis hama utama yang berhasil dikendalikan adalah kutu daun (*Myzus persicae*). Formulasi ini menunjukkan potensi besar sebagai alternatif pengendalian hayati yang ramah lingkungan dalam sistem budidaya tomat
Kata kunci: Intensitas serangan, kelimpahan populasi, kutu daun, pengendalian hayati

Pendahuluan

Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia termasuk Kalimantan Selatan. Namun, produktivitasnya kerap terganggu akibat serangan

hama daun dan buah, seperti lalat buah, ulat buah, serta kutu daun (*Myzus persicae*) yang juga menjadi vektor virus tanaman (Wardana *et al.,* 2021). Hama lain seperti kutu kebul, ulat grayak, dan penggorok daun turut memperparah kerusakan dengan mengurangi luas daun fotosintesis (Kulu *et al.,* 2022).

Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan memunculkan berbagai dampak negatif seperti resistensi hama, pencemaran lingkungan dan gangguan terhadap organisme non-target (Arif, 2015). Sebagai alternatif cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* mulai dikembangkan karena kemampuannya menginfeksi dan membunuh hama melalui toksin dan pertumbuhan miselium (Marhani, 2018).

Namun efektivitas *B. bassiana* sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Untuk meningkatkan stabilitas spora, bahan aditif seperti silika gel telah diteliti karena sifat adsorptifnya yang dapat menjaga viabilitas spora (Sugahara *et al.,* 2014; Hersanti *et al.,* 2020).

Sayangnya, studi mengenai aplikasi *B. bassiana* dengan silika gel pada budidaya tomat masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas formulasi tersebut dalam menekan populasi dan serangan hama daun tomat, guna mendukung pengembangan agens hayati yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Metode Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan sembilan perlakuan termasuk kontrol yang masing-masing diulang tiga kali sehingga menghasilkan total 27 unit percobaan. Adapun perlakuan yang diberikan meliputi:

K : Kontrol tanpa pemberian *B. bassiana* dan Silika
TBA : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* dengan waktu 5 hari
TBB : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* dengan waktu 7 hari
A : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 3% dengan waktu 5 hari
B : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 5% dengan waktu 5 hari
C : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 7% dengan waktu 5 hari
AA : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 3% dengan waktu 7 hari
BB : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 5% dengan waktu 7 hari
C : Perlakuan dengan pemberian *B. bassiana* + Silika 7% dengan waktu 7 hari

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Seluruh peralatan berbahan dasar kaca seperti cawan petri, botol kaca, dan tabung reaksi dicuci bersih dan dikeringkan terlebih dahulu. Bagian mulut tabung reaksi disumbat dengan kapas, kemudian dibungkus rapat menggunakan kertas begitu pula dengan cawan petri. Selanjutnya semua alat disterilisasi dalam oven pada suhu 170°C selama sekitar 1 jam.

Pembuatan Media PDA

Kentang dikupas, dicuci bersih lalu dipotong dan ditimbang sebanyak 100 gram. Selanjutnya direbus dalam 400 ml aquades hingga lunak. Rebusan disaring untuk memperoleh ekstraknya kemudian ditambahkan 10 gram dextrose dan 10 gram agar lalu diaduk hingga larut sempurna. Larutan ini ditambah aquades hingga volume total mencapai 500 ml lalu dimasukkan ke dalam botol kaca dan ditutup rapat menggunakan aluminium foil serta cling wrap. Media tersebut kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15–30 menit pada tekanan 15 psi.

Perbanyakan Isolat *Beauveria bassiana*

Isolat *Beauveria bassiana* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil penelitian oleh Nur Khalifah yang mengisolasinya dari perkebunan kelapa sawit di wilayah Kalimantan Tengah.

Pemurnian *Beauveria bassiana* dan Pengamatan Secara Mikroskopis

Pemurnian *Beauveria bassiana* dilakukan pada media PDA dengan cara memisahkan hifa yang diduga berasal dari *B. bassiana* hingga diperoleh isolat murni. Menurut Norhikmah, (2019) pengamatan mikroskopis dilakukan menggunakan metode media kubus, yaitu dengan menempatkan tisu dalam cawan petri, lalu meletakkan tusuk gigi steril di sisi kiri dan kanan di atas tisu sebagai penyangga slide glass. Potongan media PDA berbentuk kubus diletakkan di atas slide, kemudian diinokulasikan isolat *B. bassiana* menggunakan jarum ent steril. Setelah itu, ditutup dengan cover glass dan tisu dibasahi sedikit air steril untuk menjaga kelembapan.

Pembuatan Media Perbanyakan

Media perbanyakan dibuat dengan menimbang dan mencuci beras, lalu dikukus setengah matang selama 30 menit. Setelah didinginkan, beras seberat 100 g dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada 121 °C dan tekanan 15 psi selama 60 menit. Setelah dingin media diinokulasi dengan isolat murni menggunakan pinset steril lalu diinkubasi pada suhu kamar (Nuryanti *et al.,* 2012).

Persiapan Silika gel

Menurut Hersanti *et al.*, (2020) pelarutan silika gel dilakukan dengan menghancurkan Na_2SiO_3 menggunakan mortar dan pestle hingga menjadi partikel halus. Sebanyak 359 ml Na_2SiO_3 dilarutkan dalam 700 ml aquades kemudian ditambahkan 100 ml HCl dan diaduk pada suhu kamar hingga campuran homogen dan bening terbentuk. Larutan kemudian disaring, dicuci dengan aquades untuk menetralkan sisa asam, lalu dikeringkan pada suhu 80 °C selama ±12 jam hingga diperoleh bubuk putih.

Pelaksanaan Penelitian

Media Tanam

Media tanam disiapkan dengan mencampurkan tanah dan pupuk dalam perbandingan 1:1. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam polybag, lalu disusun dengan jarak tanam 80 cm antar tanaman.

Penanaman Bibit

Benih tomat berumur 14 HST dari persemaian dipindahkan ke polybag berisi media tanam (tanah dan pupuk, 1:1). Sebelum tanam dilakukan seleksi bibit dengan memilih yang sehat, seragam, daun tidak rusak dan tumbuh subur. Setiap polybag ditanami satu bibit.

Aplikasi *Beuveria bassiana*

Aplikasi *Beauveria bassiana* dilakukan pada tanaman tomat sebagai satuan percobaan, sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan, yaitu dengan penambahan aquades dan silika gel sebanyak 3%, 5%, dan 7% serta waktu penyimpanan 5 dan 7 hari. Aplikasi dilakukan lima kali, dimulai pada umur 14 HST, kemudian dilanjutkan pada 21, 31, 41, 51 dan 61 HST. Penyemprotan dilakukan pada sore hari karena menurut Isrin, (2018) kelembapan udara saat sore lebih tinggi dibanding pagi, sehingga mendukung perkecambahan spora dan infeksi terhadap serangga inang. Suspensi diaplikasikan dengan menyemprotkan ke seluruh bagian tanaman menggunakan sprayer.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi berbagai kegiatan, yaitu seperti penyiraman, penyulaman dan penyiangan.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan satu hari sebelum pengaplikasian dan satu minggu setelah aplikasi, yaitu pada hari ke 20, 28, 38, 48, 58 dan 68. Bagian tanaman yang akan diamati adalah intensitas serangan hama daun pada tanaman dan kelimpahan populasi hama penghisap daun.

1. **Intensitas Serangan Hama pada Tanaman Tomat**

Menurut Gunawan (2006), Perhitungan besarnya intensitas serangan, yaitu menggunakan rumus seperti berikut:

$$P = \frac{\Sigma\,(ni \times vi)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:
P = Tingkat kerusakan
ni = Jumlah bagian tanaman yang diamati dari setiap kategori serangan
vi = Nilai skala tiap kategori serangan
Z = Skala kategori serangan tertinggi
N = Jumlah tanaman atau bagian tanaman yang diamati

Menurut Minarno & Khoiriyah (2011), skala kerusakan daun pada tanaman dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai kategori kerusakan daun

Skor	Keterangan	Tingkat Serangan
0	0% Luas Daun Terserang	Tidak Ada Kerusakan
1	≤ 25% Luas Daun Terserang	Ringan
2	≥ 25% - 50% Luas Daun Terserang	Sedang
3	≥ 50% - 75% Luas Daun Terserang	Berat
4	≥ 75% - 100% Luas Daun Terserang	Sangat Berat

2. **Kelimpahan Populasi Hama Daun**

Menurut Shinta (2014), untuk mengetahui kelimpahan hama daun, yaitu menggunakan rumus seperti berikut:

$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\Sigma\ \text{Individu Satu Spesies}}{\Sigma\ \text{Total Individu Seluruh Spesies}} \times 100\%$$

Perhitungan ini dilakukan langsung pada tanaman yang telah ditandai sebagai sampel.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis terlebih dahulu menggunakan uji homogenitas ragam Bartlett. Jika data tidak homogen, dilakukan transformasi hingga memenuhi asumsi homogenitas. Selanjutnya, dilakukan analisis varians (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjutan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Hasil dan Pembahasan

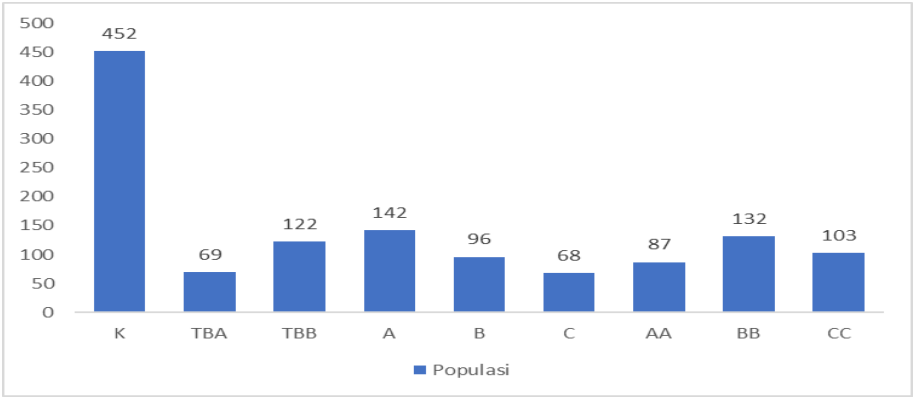
Penelitian ini menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* yang diformulasikan dengan silika gel untuk mengendalikan hama pada tanaman tomat. Dua variabel yang diamati adalah kelimpahan populasi hama dan intensitas serangan. Berdasarkan enam kali pengamatan, ditemukan beberapa jenis hama pada seluruh perlakuan, yaitu kutu daun (*Myzus persicae*), kutu kebul (*Bemisia tabaci*), belalang (*Atractomorpha crenulata*), ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan penggorok daun (*Liriomyza* sp.).

Kelimpahan Populasi Hama pada Tanaman Tomat

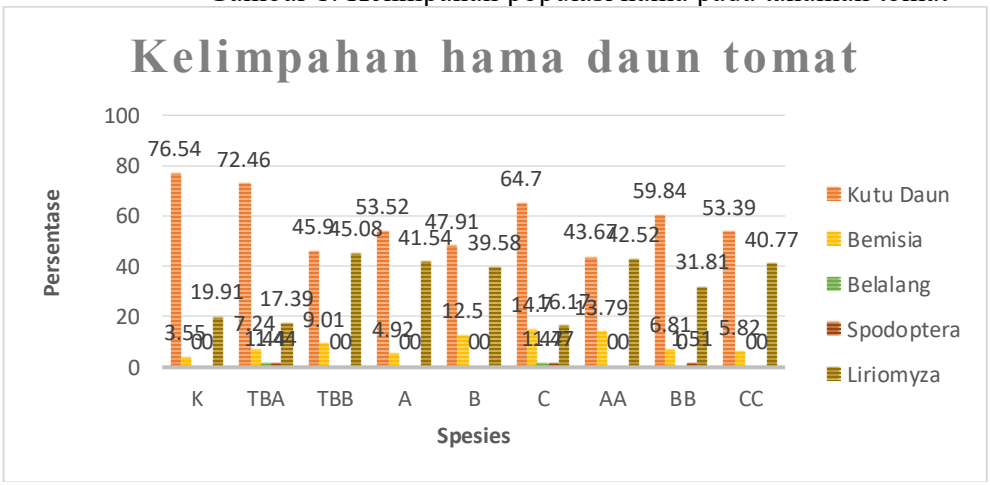
Hasil pengamatan kelimpahan populasi hama selama enam kali menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan, baik terhadap kontrol maupun antar perlakuan (Gambar 1). Perlakuan kontrol (K) menghasilkan jumlah populasi hama tertinggi, yaitu 452 individu, sedangkan perlakuan C (*B. bassiana* + silika 7%, disimpan 5 hari) menunjukkan populasi terendah, yakni 68 individu.

Berdasarkan Gambar 2 jenis hama yang paling mendominasi pada seluruh perlakuan adalah kutu daun (*Myzus persicae*) sementara belalang (*Atractomorpha crenulata*) memiliki kelimpahan terendah. Pada kontrol, tiga jenis hama utama ditemukan: kutu daun (76,54%), *Liriomyza* sp. (19,91%), dan kutu kebul (*Bemisia tabaci*) (3,55%).

Perlakuan lain menunjukkan variasi jenis dan dominasi hama. Misalnya, TBA didominasi kutu daun (72,46%) disusul *Liriomyza* sp. (17,39%), kutu kebul (7,24%), serta belalang dan *Spodoptera litura* masing-masing 1,44%. Sementara perlakuan C memperlihatkan keberadaan lima jenis hama dengan kutu daun sebagai yang dominan (64,7%). Sebagian besar perlakuan lainnya juga menunjukkan pola serupa dengan dominasi *Myzus persicae*, disertai keberadaan *Liriomyza* sp. dan kutu kebul serta sedikit proporsi belalang dan *S. litura*.



Gambar 1. Kelimpahan populasi hama pada tanaman tomat



Gambar 2. Persentase kelimpahan populasi hama pada tanaman tomat

Berdasarkan data pada Gambar 1, perlakuan C (*B. bassiana* + silika 7% dengan penyimpanan 5 hari) menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menekan populasi hama dibanding perlakuan lainnya. Namun penambahan silika pada *B. bassiana* tidak menunjukkan perbedaan signifikan dalam efektivitas infeksi terhadap hama, karena hasilnya

relatif setara dengan perlakuan tanpa silika. Kelimpahan populasi hama dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik, terutama pada lingkungan tropis dengan kondisi yang khas. Hasil analisis ragam menunjukkan nilai Koefisien Keragaman sebesar 15,40%. Uji DMRT menunjukkan semua perlakuan berbeda nyata kecuali antara perlakuan TBA dan C yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan.

Tabel 2. Uji DMRT kelimpahan populasi hama tanaman tomat

Kode	Nilai Tengah
C	22,33[a]
TBA	22,67[a]
AA	29[b]
B	32[c]
CC	34,33[d]
TBB	40,67[e]
Bb	44[f]
A	47,33[g]
K	175,67[h]

Tabel 2 menunjukkan hasil uji DMRT terhadap kelimpahan hama pada tanaman tomat di mana perlakuan TBA dan C menghasilkan nilai terendah dan tidak berbeda nyata satu sama lain. Sebaliknya perlakuan kontrol (K) menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai tertinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa formulasi *Beauveria bassiana*, khususnya pada perlakuan TBA dan C efektif dalam menekan populasi hama pada tanaman tomat.

Intensitas Serangan Hama pada Tanaman Tomat

Tingkat intensitas serangan dipengaruhi oleh kelimpahan populasi hama di lapangan serta metode pengendalian yang diterapkan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (K) memiliki populasi hama dan intensitas serangan tertinggi (Gambar 1 dan Tabel 3) pada setiap waktu pengamatan. Penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* terbukti mampu menekan tingkat kerusakan yang disebabkan oleh hama pada tanaman tomat.

Tabel 3. Data intensitas serangan pengamatan ke-1 hingga ke-6 pada tanaman tomat

Perlakuan		Pengamatan						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
K	Kontrol air	**1,58**	**3**	**3,86**	**8,74**	**13,06**	**1,82**	**5.34**
TBA	BB 5 hari	**0,27**	0,77	2,34	1,09	2,24	1,24	1,32
TBB	BB 7 hari	1,47	1,27	2,20	2,43	2,47	0,97	1,67
A	BB+Si 3% 5 hari	0,72	0,76	**1,22**	1,10	1,43	0,97	1,02
B	BB+Si 5% 5 hari	1,36	1,88	1,70	1,85	2	0,99	1,58
C	BB+Si 7% 5 hari	1,47	**0,23**	1,48	**0,88**	0,78	**0,68**	**0,92**
AA	BB+Si 3% 7 hari	**0,27**	0,27	3,27	1,41	**0,74**	0,85	1,08
BB	BB+Si 5% 7 hari	0,64	0,52	1,99	1,32	1,3	0,92	1,07
CC	BB+Si 7% 7 hari	1,48	1,15	**1,7**	2,09	2,55	0,87	1,55

Gambar 3. Hama kutu daun terinfeksi *Beauveria bassiana* (ditunjukan dalam lingkaran hitam)

Beauveria bassiana menginfeksi serangga inang melalui permukaan tubuh, saluran pencernaan, spirakel, atau celah tubuh lainnya. Spora yang menempel akan berkecambah, membentuk tabung kecambah lalu menembus kutikula serangga. Menurut Sopialena *et al.,* (2022) cendawan ini menghasilkan enzim beauvarin yang merusak jaringan internal serangga. Infeksi ditandai dengan kematian inang dan pertumbuhan miselium di seluruh tubuh. Serangga yang terinfeksi umumnya mati dalam kondisi kaku seperti mumi, tertutup hifa putih (Gambar 3).

Pada (Gambar 3) menunjukkan kutu daun yang terinfeksi *Beauveria bassiana* langsung di lapangan, ditandai dengan munculnya miselium putih pada permukaan tubuh serangga. Dibandingkan dengan *B. bassiana* tunggal, perlakuan yang mengombinasikan *B. bassiana* dengan silika menunjukkan infeksi yang lebih menyeluruh dan padat. Data pada Tabel 3 memperkuat temuan ini di mana rata-rata intensitas serangan pada perlakuan dengan penambahan silika lebih rendah dibandingkan perlakuan tanpa silika.

Efektivitas *B. bassiana* dalam mengendalikan hama sangat bergantung pada spesies target. Pada penelitian ini, kutu daun (*Myzus persicae*) merupakan hama dominan dan paling rentan terhadap infeksi karena kutikula yang tipis dan ukuran tubuh kecil (Marhani, 2018). Sebaliknya, hama seperti *Liriomyza* sp. dan belalang yang memiliki habitat terlindung atau kutikula lebih keras menunjukkan tingkat infeksi lebih rendah. Hal ini selaras dengan Hersanti *et al.,* (2020) yang menyatakan bahwa respons infeksi *B. bassiana* + silika bervariasi tergantung karakter fisiologis hama.

Berdasarkan data intensitas serangan (Tabel 3), kontrol (K) mencatat nilai tertinggi secara konsisten, sementara perlakuan C (*B. bassiana* + silika 7% selama 5 hari) menunjukkan nilai terendah, dengan rerata 0,92. Nilai ini paling rendah pada pengamatan ke-2, ke-4 dan ke-6 menunjukkan efektivitas formulasi dalam menekan serangan hama. Perlakuan TBA (*B. bassiana* 5 hari) juga menunjukkan intensitas rendah (1,32), menandakan bahwa *B. bassiana* murni pun efektif, meskipun penambahan silika dapat meningkatkan performa pengendalian.

Perlakuan lain seperti A, B, AA, BB dan CC menunjukkan intensitas serangan yang bervariasi namun tetap lebih rendah dari kontrol, membuktikan bahwa semua formulasi *B. bassiana* baik dengan maupun tanpa silika memiliki potensi menekan populasi hama. Efektivitas infeksi didukung oleh mekanisme kerja entomopatogenik *B. bassiana* yang menginfeksi inang melalui permukaan tubuh, menghasilkan miselium serta senyawa toksik yang menyebabkan kematian serangga (Bayu *et al.,* 2021). Penambahan silika berkontribusi dalam menjaga stabilitas formulasi dan meningkatkan daya lekat spora pada tanaman (Sugahara *et al.,* 2014).

Penurunan intensitas serangan pada minggu ke-6 kemungkinan juga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tanaman yang memasuki fase generatif di mana jaringan tanaman menjadi lebih tua dan kurang menarik bagi hama. Temuan ini sejalan dengan Alpian *et al.,* (2021) yang menyatakan bahwa hama seperti *Spodoptera frugiperda* lebih aktif menyerang pada fase vegetatif tanaman. Pada tanaman tomat kutu daun menyerang bagian bawah daun muda dan menyebabkan daun menggulung, menguning serta pertumbuhan terhambat (Wardana *et al.,* 2021). Sementara kutu kebul menyebabkan bercak kuning, gejala mosaik serta berperan sebagai vektor virus (Latifah *et al*., 2018). Belalang menyebabkan defoliasi melalui gigitan langsung, dan *Liriomyza* sp. merusak jaringan daun melalui aktivitas larva yang menyebabkan nekrosis (Herlinda *et al.,* 2005).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan pada minggu ke-1 hingga ke-4, yang dapat dikaitkan dengan fase vegetatif tanaman dan siklus hidup hama. Namun pada minggu ke-5 intensitas serangan mencapai puncaknya, seiring dengan perkembangan populasi hama. Penurunan intensitas pada minggu ke-6 terjadi karena kombinasi faktor biologis tanaman dan efektivitas aplikasi agens hayati.

Tidak adanya perbedaan signifikan antara *B. bassiana* murni dan yang ditambahkan silika kemungkinan disebabkan oleh tingginya viabilitas spora yang digunakan serta kondisi lingkungan yang mendukung infeksi. Penelitian sebelumnya oleh Hersanti *et al.,* (2020) menunjukkan bahwa efektivitas silika dalam meningkatkan daya infeksi sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dan metode formulasi. Ketidaksignifikanan dalam penelitian ini diduga karena formulasi belum optimal. Dari sisi hasil panen, perlakuan BB memberikan bobot tertinggi (903 g) diikuti oleh perlakuan C (840 g) dan B (826 g) sedangkan TBA memiliki hasil terendah (693 g). Variasi hasil ini dapat dipengaruhi oleh tingkat serangan hama, efisiensi serapan unsur hara dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Kesimpulan

Efektivitas *Beauveria bassiana* yang diformulasikan dengan silika gel menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa silika yang terlihat dari pertumbuhan miselium yang lebih tebal dan menyeluruh pada tubuh hama. Meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap intensitas serangan penambahan silika memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan populasi hama di lapangan.

Daftar Pustaka

Arif, A. (2015). Pengaruh bahan kimia terhadap penggunaan pestisida lingkungan. *Jurnal Farmasi*. 3(4), 134–143. DOI: https://doi.org /10.24252/jurfar.v3i4.2218.

Batubara, F & M.M. Munauwar. (2023). Patogenisitas cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) pada hama pascapanen. *Jurnal Agrotech*. 13(2), 101–109. DOI: https://doi.org/10.31970/agrotech.v13i2.128.

Gunawan, O.S. (2006). Pengaruh cahaya dan tempat penyimpanan bibit kentang di gudang terhadap pertunasan dan serangan hama penyakit gudang. *Jurnal Hortikultura*. 16(2), 142-150.

Herlinda, S., L.P. Rosalina, Y. Pujiastuti, E. Sodikin & A. Rauf. (2005). Populasi dan serangan *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera : Agromyzidae), serta potensi parasitoidnya pada pertanaman mentimun. 5(2), 73-81.

Hersanti, H., L. Djaya, Y. Hidayat, L.S. Pratama & J.I. Made. (2020). The effectiveness of suspension of *Beauveria bassiana* mixed with silica nanoparticles (nps.) And carbon fiber in controlling *Spodoptera litura*. AIP Conference Proceedings, 2019. DOI: https://doi.org/10.1063/5.0003159.

Kastilong, E. B., M. Lengkong & R. Engka. (2021). Uji patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* Bals. terhadap walang sangit *Leptocorisa acuta* Thunb. pada tanaman padi. *Journal Information*. 14(3), 1–9. DOI: https://doi.org/10.35791/cocos.v8i8.36451.

Kulu, I.P., Rahayu, D.S., & Surawijaya, P. (2022). Efektivitas pemberian ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap intensitas serangan hama pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*. 10(4), 194–200. DOI: https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.4.5.

Latifah, E., H.A. Dewi, P.B. Daroini, A.Z. Zakariya, A.L. Hakim & J. Mariyono. (2018). Uji teknis dan ekonomis komponen pengendalian hama penyakit terpadu pada

usaha tani tomat. *Jurnal Agroekoteknologi*. 11(1), 01–08. DOI: https://doi.org/10.21107/agrovigor.v11i1.3507.

Marhani. (2018). Pengaruh pemberian cendawan entomopatogen (*Beauveria bassiana*) terhadap tingkat serangan hama produksi pada tanaman tomat (*Lycopercicum esculentum* mill). *Magrobis Journal*. 8(1), 11–20.

Metwally, R.A., H.S. Azab, H.M. Al-Shannaf & G.H. Rabie. (2022). Prospective of mycorrhiza and *Beauvaria bassiana* silica nanoparticles on *Gossypium hirsutum* l. Plants as biocontrol agent against cotton leafworm, *spodoptera littoralis*. *BMC Plant Biology*, 22(1), 1–18. DOI: https://doi.org/10.1186/s12870-022-03763-x.

Minarno, E & I. Khoiriyah. (2011). Ketahanan galur kedelai (*Glycine max* L.) terhadap serangan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) berdasarkan karakteristik trikoma. *El-Hayah*. 2(1), 7-14.

Nuryanti, N.S.P., L. Wibowo & A. Azis. (2012). Penambahan beberapa jenis bahan nutrisi pada media perbanyakan untuk meningkatkan virulensi *Beauveria bassiana* terhadap hama walang sangit. *Jurnal HPT Tropika*. 12(1), 64-70. DOI: https://doi.org/10.23960/j.hptt.11264-70.

Pattiwael, M. (2018). Analisis tingkat kerusakan tanaman jati (*Tectona grandis* L.) akibat serangan hama di Kelurahan Klamalu Distrik Mariat Kabupaten Sorong. *Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*. 5(2), 89–96. DOI: https://doi.org/10.33084/daun.v5i2.465.

Sugahara, V.H., & G.S. Varéa. (2014). Immobilization of *Beauveria bassiana* lipase on silica gel by physical adsorption. *International Journal Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57(6), 842–850. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-8913201401358.

Wardana, W.O.D. Purnamasari & Muzuna. (2021). Pengenalan dan pengendalian hama penyakit pada tanaman tomat dan semangka di Desa Sribatara Kecamatan Lasalimu Kabupaten Buton. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Membangun Negeri.* 5(2), 464–476. DOI: https://doi.org/ /10.35326/pkm.v5i2.1811.