

PENGARUH AGEN HAYATI TERHADAP POPULASI, INTENSITAS SERANGAN *Plutella xylostella* DAN HASIL TANAMAN BUNGA KOL

(*The Effect of Biological Agents on the Population, Intensity of Pest Attacks (Plutella xylostella) and Yield of Cauliflower*)

Miftahul Choir^{1*}, Dadi Nurdiana¹, Resti Fajarfika², Hilmi Hardimansyah³

¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Garut Jl. Raya Samarang No. 52A

²Dinas Pertanian Garut

³BPP Garut Kota Jl. Kalan sari Kec. Margawati

*Penulis Korespondensi : miftahchoir60@gmail.com

Naskah Diterima : 24-10-2025

Naskah Disetujui : 09-01-2026

Naskah Diterbitkan: 06-02-2026



This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2023 by the authors

ABSTRACT

This study aims to determine the effects of applying three biological agents, namely *B. thuringiensis*, *M. anisopliae*, and *B. bassiana*, on the population and intensity of *Plutella xylostella* leafworm infestation, as well as on cauliflower yield per plant and per plot. This study used a randomized block design (RBD) with a single factor comprising four treatments and nine replicates. The results showed significant variation in the number of *Plutella xylostella* larvae between treatments. In the control, the larval population was recorded as the highest with an average of 10.1 larvae. In contrast, the treatment using biological agents succeeded in reducing the population to below 3 larvae. Of the three biological agents tested, *B. thuringiensis* showed the greatest effectiveness with an average of only 0.33 larvae. The results of this study indicate that the application of *B. thuringiensis* and *M. anisopliae* effectively reduces the population and attack rate of *Plutella xylostella* caterpillars on cabbage flowers (*Brassica oleracea* var. *brotrytis* L.).

Keywords: *Plutella xylostella*, *Cauliflower*, *Biological Agents*, *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi tiga agen hayati, yaitu *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* terhadap populasi dan intensitas serangan hama ulat daun *Plutella xylostella*, serta bobot hasil tanaman bunga kol per tanaman maupun per plot Penelitian ini memakai Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 9 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi yang signifikan pada jumlah larva *Plutella xylostella* antar perlakuan. Pada kontrol, populasi larva tercatat paling tinggi dengan rata-rata 10,1 ekor. Sebaliknya, perlakuan menggunakan agen hayati berhasil menurunkan populasi hingga di bawah 3 ekor. Dari ketiga agen hayati yang diuji, *B. thuringiensis* menunjukkan efektivitas paling besar dengan rata-rata hanya 0,33 ekor. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi *B. thuringiensis* dan *M. anisopliae* efektif mengurangi

populasi serta tingkat serangan ulat tritip *Plutella xylostella* pada bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.).

Kata Kunci : *Plutella xylostella*, Bunga kol, Agen hayati, *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae*

PENDAHULUAN

Tanaman bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) merupakan salah satu jenis sayuran bernutrisi tinggi yang mengandung vitamin B kompleks, C, K, dan E, serta mineral penting seperti kalsium dan zat besi. Sayuran ini dikenal memiliki manfaat luas, mulai dari menjaga sistem pencernaan hingga mencegah penyakit degeneratif. Selain rendah lemak, bunga kol juga kaya akan asam lemak omega-3 dan memiliki kadar gula alami serta serat yang lebih rendah dibandingkan brokoli (Baig *et al.*, 2025). Berdasarkan laporan yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) melalui *Statistik Hortikultura Tahun 2024*, produksi bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) di Indonesia tercatat mencapai 156.270 ton. Angka tersebut menunjukkan adanya peningkatan sebesar 0,8 % dibandingkan dengan tahun 2023, di mana total produksinya mencapai 154.985 ton. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa sektor hortikultura nasional terus menunjukkan perkembangan positif, Peningkatan ini menunjukkan perkembangan hasil produksi yang konsisten, khususnya pada komoditas sayuran seperti bunga kol yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi pertanian di Indonesia (BPS, 2024a).

Hama ulat *Plutella xylostella* dikenal sebagai salah satu Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang paling merugikan pada budidaya bunga kol (andriani *et al.*, 2022). Menurut Fatimah *et al.*, (2022) bahwa serangan hama ini mampu menimbulkan kerusakan hingga 100%, apabila tidak dilakukan intervensi pengendalian secara tepat dan berkelanjutan. Karakteristik biologis ulat daun ini menunjukkan sifat yang sangat agresif dalam mengonsumsi jaringan

daun, sehingga pada infestasi berat dapat menyebabkan kegagalan total dalam produksi. Dampak nyata yang kerap ditemukan di lapangan meliputi munculnya lubang-lubang pada permukaan daun, yang tidak hanya mengurangi nilai estetika dan komersial tanaman, tetapi juga menjadikan kembang kol tidak layak dikonsumsi. Dalam kasus yang ekstrem, serangan hama ini berujung pada kehilangan hasil panen secara keseluruhan karena kerusakan organ tanaman yang bersifat fatal (Neog, 2020).

Penggunaan pestisida kimia sintetis masih menjadi pilihan utama dalam pengendalian hama karena efektivitasnya yang tinggi dan ketersediaannya yang mudah diakses. Metode ini mampu menurunkan populasi hama secara cepat, sehingga kerap menjadi andalan dalam pertanian intensif. Namun, dibalik efektivitas jangka pendeknya, penggunaan berulang dalam jangka panjang menimbulkan dampak ekologis yang merugikan, seperti degradasi lingkungan, pencemaran sumber daya alam, dan gangguan terhadap organisme non-target (Essiedu *et al.*, 2020). Menanggapi hal tersebut, pemerintah Indonesia telah menetapkan langkah strategis melalui kebijakan yang berorientasi pada pertanian berkelanjutan. Hal ini tertuang dalam Peraturan Nomor 6 Tahun 1995 yang mendorong pengalihan praktik pengendalian hama dari pendekatan berbasis kimia ke metode yang lebih ramah lingkungan, yakni sistem Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) salah satu instrumen penting dalam kebijakan ini adalah pemanfaatan agen hayati berupa biopestisida dalam pertanian berkelanjutan (Soetopo & Alouw, 2023).

Berdasarkan penelitian ini dengan penerapan tiga jenis agen hayati yang dibandingkan secara bersamaan, yaitu

Bacillus thuringiensis, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*, dalam pengendalian hama *Plutella xylostella* pada tanaman bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Pemanfaatan mikroorganisme sebagai agen pengendali hayati menjadi salah satu pendekatan dalam sistem pertanian berkelanjutan. Metode ini dinilai aman karena bersifat alami, tidak menimbulkan gangguan terhadap musuh alami, serta tidak mencemari lingkungan (Sankhla, 2022). Salah satu mikroba yang banyak digunakan adalah *B. thuringiensis*, sejenis bakteri entomopatogenik yang efektif dalam mengendalikan serangga hama dengan cara menghasilkan toksin yang mematikan bagi inangnya (Rajadurai *et al.*, 2023). Bakteri ini dapat dikembangkan pada media yang mengandung sumber karbon dan nitrogen sebagai sumber nutrisi untuk mendukung pertumbuhannya. Berdasarkan studi Pujiastuti *et al.*, (2020), selain berperan sebagai insektisida biologis, *B. thuringiensis* juga berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman karena kandungan nutrisinya yang dapat diserap oleh tanaman sebagai pupuk alami (Mangungsong *et al.*, 2020). Jamur entomopatogen dengan potensi biologis tinggi kini dipandang sebagai salah satu solusi alternatif dalam mengatasi serangan organisme pengganggu tanaman. Kemampuannya dalam menginfeksi serangga sasaran dan menyebabkan kematian menjadikannya sebagai agen pengendali hayati yang efisien dan ramah lingkungan. Tidak hanya bersifat patogenik, infeksi yang disebabkan oleh *M. anisopliae* terjadi melalui gangguan pada sistem metabolisme serangga inang, yang kemudian memicu perubahan struktur tubuh secara internal hingga akhirnya mengakibatkan kematian (Risdiyanti *et al.*, 2022).

Beauveria bassiana dikenal luas sebagai salah satu jamur entomopatogen paling efektif dalam menginfeksi beragam jenis serangga dan arthropoda, menunjukkan potensi penerapan yang luas di berbagai sistem pertanian, jamur ini juga diketahui

mampu beradaptasi di wilayah rizosfer dan menghasilkan senyawa metabolit yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman, baik melalui peningkatan aktivitas hormon tumbuh maupun melalui optimalisasi penyerapan unsur hara (Wahjono *et al.*, 2024). Oleh karena itu, peran *Beauveria bassiana* tidak hanya terbatas pada pengendalian hayati, melainkan juga mencakup fungsi sebagai biofertilizer yang mendukung prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan secara integratif (Bahadur, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi tiga jenis agen hayati, yaitu *Bacillus thuringiensis*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana*, terhadap populasi ulat daun *Plutella xylostella*, intensitas serangan hama, serta hasil tanaman bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di areal kebun tanaman milik Badan Penyuluh Pertanian (BPP) di Desa Margawati, Kabupaten Garut pada bulan Januari-Maret 2025.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu meteran, sprayer, ember, alat tulis dan label. Bahan yang digunakan: Bibit Bunga kol varietas profita, pupuk dasar (NPK & Phonska), dan Tiga perlakuan Agen hayati (*Bacillus thuringiensis*, *Metharizium anisopleae*, *Beauveria bassiana*) dan kontrol.

Rancangan Penelitian

Rancangan Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 9 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini yaitu:

P0 : Kontrol Air 1 L

P1 : *Bacillus thuringiensis* 5 g/1 L

P2 : *Metarhizium anisopleae* 5 g/1 L

P3 : *Beauveria bassiana* 5 g/1 L

Pelaksanaan penelitian

Persiapan lahan diawali dengan kegiatan penyiangan gulma menggunakan cangkul. Setelah dibersihkan dari gulma. Pengolahan tanah dilakukan menggunakan cangkul tanah hendak digemburkan Lahan yang telah diolah dibuat bedengan, ukuran bedengan sepanjang 30 meter dan lebar 1 meter serta tinggi bedengan ± 30 cm kemudian jarak antar bedengan 50 cm. Penanaman bibit yang digunakan adalah varietas Profita lalu dipindahkan ke lahan percobaan. Penanaman dilakukan pada sore hari lalu bibit yang telah ditanam kemudian disiram untuk mempertahankan kelembaban dan mencegah bibit agar tidak layu karena panas sinar matahari Perawatan tanaman yang dilakukan yaitu,

- penyiraman dilakukan 1 kali sehari pada sore hari dan penyiraman sistem irigasi
- Penyulaman dilakukan dengan cara mengganti tanaman yang mati dan layu dengan tanaman yang baru, penyulaman dilakukan pada 7 HST
- Pemupukan diberikan dengan Pupuk NPK dan Phonska yang menjadi pupuk dasar sebanyak

Pengaplikasian Agen hayati dilakukan pada saat tanaman memasuki 43 HST, aplikasi agen hayati dilakukan melalui penyemprotan dengan konsentrasi 5 g/ L dan diulang 2 kali dalam seminggu. Penyemprotan dilakukan pada pagi hari agar viabilitas agen hayati tetap terjaga, dengan penyebaran merata pada seluruh bagian tanaman, terutama di bagian bawah daun yang menjadi lokasi utama aktivitas hama *Plutella xylostella*. Pengamatan populasi hama dilakukan setiap 2 kali dalam seminggu sejak aplikasi pertama hingga menjelang panen dengan menghitung jumlah larva *P. xylostella* pada empat tanaman di setiap petak. Tingkat intensitas serangan kemudian dihitung berdasarkan persentase kerusakan daun pada tanaman yang diamati.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan hasil meliputi Populasi ulat, Intensitas Serangan, Bobot Bunga kol Pertanaman dan Bobot Bunga kol Per plot. Rumus yang digunakan dalam perhitungan Populasi dan Intensitas serangan sebagai berikut:

1. Populasi Hama

Rumus yang digunakan untuk menghitung populasi larva Sembiring, J., & Johana, M. (2023).

$$P = n/N$$

Keterangan

P = Populasi *P. xylostella*

n = Jumlah larva *P. xylostella* pada tanaman/plot

N = Populasi tanaman yang diamati

2. Intensitas Serangan

Pengamatan intensitas serangan dilakukan untuk mengetahui serangan dari larva krop (*Brassicca oleracea* var. *brotrytis* L.), ulat daun kubis (*Plutella xylostella*) Rumus yang digunakan untuk mengetahui intensitas serangan larva menggunakan rumus yang digunakan oleh Patty, (2024):

$$IS = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

I: Intensitas serangan hama (%)

ni: Jumlah tanaman yang terserang hama

vi: Besar skala serangan

N: Jumlah tanaman yang diamati

Z: Nilai skor kategori kerusakan yang tertinggi

Tingkat skor dari kerusakan yang digunakan berdasarkan Witri & Purnomo, (2021).

0: Tidak ada kerusakan

1: Kerusakan sebesar 1-25%

2: Kerusakan sebesar 26-50%

3: Kerusakan sebesar 51-75%

4: Kerusakan sebesar 76-100%

3. Bobot Bunga kol per Tanaman

Bobot segar Bunga kol dihitung dari 4 tanaman setiap plot pada waktu panen. Selanjutnya, tanaman dipotong di pangkal

batang dan ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan bobot segar per tanaman (gram/tanaman).

4. Bobot Bunga kol per Plot

Seluruh hasil panen dari tiap plot dikumpulkan dan ditimbang untuk mendapatkan bobot segar total per plot (kg/plot). Nilai ini digunakan untuk menentukan hasil produksi bunga kol.

Analisis Data yang digunakan pada hasil setiap pengamatan adalah sidik ragam berdasarkan Uji taraf 5% dan apabila ditemukan perbedaan antar perlakuan maka

dilakukan Uji lanjut dengan menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) sesuai perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel dibawah terlihat bahwa populasi larva *P. xylostella* terus mengalami penurunan pada setiap tahap pengamatan. Perlakuan kontrol menunjukkan rata-rata populasi larva tertinggi, yakni 10,12 ekor, sedangkan perlakuan dengan *B. thuringiensis* menghasilkan rata-rata populasi terendah sebesar 0,33 ekor.

Tabel 1. Populasi Larva *P. xylostella* pada setiap pengamatan

Perlakuan	Hari Pengamatan (HST)					
	45 HST	48 HST	52 HST	55 HST	58 HST	61 HST
Kontrol	4,87 a	3,62 a	3,37 a	6,62 a	7,25 a	10,12 a
<i>B. thuringiensis</i>	6,52 a	3,19 a	1,66 a	1,13 a	0,77 b	0,33 a
<i>M. anisopliae</i>	5 a	2,38 a	2,13 a	1,91 a	1,19 bc	1,38 a
<i>B. bassiana</i>	2,05 a	2,52 a	1,63 a	1,16 a	0,97 c	1,05 a

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi yang signifikan pada jumlah larva *Plutella xylostella* antarperlakuan. Pada kontrol, populasi larva tercatat paling tinggi dengan rata-rata 10,12 per plot. Sebaliknya, perlakuan menggunakan agen hayati berhasil menurunkan populasi hingga di bawah 2 per plot. Dari ketiga agen hayati yang diuji, *Bacillus thuringiensis* menunjukkan efektivitas paling besar dengan rata-rata hanya 0,33 per plot, diikuti oleh *Beauveria bassiana* dengan 1,05 per plot, serta *Metarhizium anisopliae* dengan 1,38 per plot. Penggunaan *Bacillus thuringiensis* pada tanaman kubis dapat mengurangi populasi *P. xylostella* hingga 83% di kondisi lapangan (Plotnikov *et al.*, 2020).

Populasi *Plutella xylostella* dalam suatu agroekosistem dipengaruhi oleh tingginya kemampuan adaptasi terhadap

kondisi lingkungan yang beragam, siklus hidup yang relatif singkat, serta daya reproduksi yang tinggi. Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan yang sesuai, ketersediaan tanaman inang sepanjang tahun, serta berkurangnya populasi musuh alami juga berperan penting dalam mempercepat laju pertumbuhan hama ini (Gp & Pandya, 2019). Berdasarkan studi Marsadi, (2024) di Indonesia menunjukkan bahwa dinamika populasi hama ini sangat dipengaruhi oleh ketersediaan tanaman inang dan keberadaan parasitoid alami seperti *Diadegma semiclausum* dan *Cotesia plutellae*. Interaksi ekologis antara hama, tanaman, dan musuh alami menjadi kunci dalam memahami pola populasi *P. xylostella* di lapangan. bahwa perubahan pola tanam dan tidak adanya rotasi tanaman dapat meningkatkan risiko serangan berulang.

Mekanisme penekanan populasi hama oleh agen hayati memiliki cara kerja yang berbeda-beda. *Bacillus thuringiensis* menghasilkan toksin Cry yang menyerang sistem pencernaan larva, sehingga individu target dapat mengalami kematian dalam waktu relatif singkat. Sebaliknya, *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* bekerja dengan cara menembus lapisan kutikula serangga melalui

pertumbuhan hifa, kemudian merusak jaringan internal hingga menyebabkan kematian inang. Keefektifan kedua jamur entomopatogen tersebut telah dibuktikan dalam penelitian lapangan, studi oleh Guruceaga *et al.*, (2021) bahwa *Beauveria bassiana* mampu menekan populasi *P. xylostella* hingga 85% melalui proses infeksi kutikula yang berlangsung progresif.

Tabel 2. Intensitas serangan *P. xylostella* pada setiap pengamatan

Perlakuan	Hari Pengamatan (HST)					
	45 HST	48 HST	52 HST	55 HST	58 HST	61 HST
Kontrol	56,25 a	59,37 a	68,75 a	71,87 a	75 a	75 a
<i>B. thuringiensis</i>	66 a	65,27 a	59,08 a	55,55 a	45,83 a	38,88 a
<i>M. anisopliae</i>	52,08 a	54,16 a	51,38 a	50 a	43,75 a	36,80 a
<i>B. bassiana</i>	46,52 a	47,22 a	56,25 a	56,25 a	45,83 a	39,58 a

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terlihat bahwa serangan *Plutella xylostella* paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol dengan rata-rata intensitas sebesar 75%. Peningkatan serangan terlihat cukup konsisten, dimulai dari 56,25% pada minggu pertama hingga mencapai 75% pada minggu keenam. Sebaliknya, penerapan agen hayati menunjukkan kemampuan yang nyata dalam menekan kerusakan tanaman. Perlakuan dengan *Metarhizium anisopliae* tercatat paling efektif dengan rata-rata kerusakan terendah sebesar 36,88%, *Bacillus thuringiensis* sebesar 38,8% dan *Beauveria bassiana* sebesar 39,58%. Hasil ini membuktikan bahwa penggunaan agen hayati dapat mengurangi kerusakan pada daun kubis secara signifikan. Penggunaan *M. anisopliae* mampu menekan kerusakan hingga di bawah 50% dibandingkan perlakuan kontrol, sehingga berpotensi menjadi salah satu

strategi pengendalian hama yang efektif dan berkelanjutan (Bathina *et al.*, 2020).

Perbedaan efektivitas masing-masing agen hayati erat kaitannya dengan mekanisme kerja yang dimiliki. *Bacillus thuringiensis* bekerja melalui produksi toksin Cry yang merusak sistem pencernaan larva, sehingga efeknya muncul lebih cepat terutama pada fase instar awal yang lebih rentan. Di sisi lain, *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* memerlukan waktu lebih lama karena proses infeksi dimulai dari penetrasi spora melalui kutikula sebelum menyebar ke jaringan internal serangga. Mekanisme ini membuat mortalitas larva terjadi lebih lambat, namun lebih stabil dalam jangka panjang (Sumaiya *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini, efektivitas tertinggi ditemukan pada *Metarhizium anisopliae*, yang menunjukkan bahwa jamur entomopatogen memiliki potensi besar sebagai agen pengendalian hayati untuk menjaga

keberlanjutan produksi kubis (Shehzad *et al.*, 2021). Faktor penurunan populasi hama, tingkat ketahanan tanaman turut berkontribusi terhadap kerusakan yang diamati. Karakteristik morfologi daun, seperti variasi warna, serta jumlah trikoma, memengaruhi tingkat serangan larva.

Menurut penelitian de Queiroz *et al.*, (2020) daun dengan warna hijau lebih pekat dan jumlah trikoma lebih tinggi cenderung

mengalami kerusakan lebih rendah, karena larva kesulitan menggigit dan mengunyah jaringan tersebut. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan agen hayati tidak hanya efektif mengurangi jumlah serangan, tetapi juga membantu menjaga morfologi daun dalam kondisi yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol, sehingga fungsi fisiologis tanaman dapat tetap optimal.

Tabel 3. Rata-rata Bobot bunga kol/tanaman dan Bobot bunga kol/plot pada 65 HST

Perlakuan	Bobot Bunga kol	
	Bobot/g	Bobot/kg
Kontrol	166,67 a	2,213 a
<i>M. anisopliae</i>	268,88 b	2,873 a
<i>B. bassiana</i>	278,51 c	2,923 b
<i>B. thuringiensis</i>	283,70 c	3,141 c

Berdasarkan hasil analisis bobot rata-rata bunga kol per tanaman, terlihat bahwa semua perlakuan dengan menggunakan agen hayati menghasilkan bobot panen lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan *Bacillus thuringiensis* menunjukkan bobot tertinggi, yaitu 283,703 g/tanaman, diikuti *Beauveria bassiana* sebesar 278,518 g/tanaman, dan *Metarhizium anisopliae* sebesar 268,889 g/tanaman. Kontrol hanya mencatat bobot 166,67 g/tanaman. Peningkatan ini menunjukkan bahwa agen hayati dapat meningkatkan produktivitas bunga kol melalui pengendalian hama yang efektif dan pemeliharaan kesehatan fisiologis tanaman. Temuan ini sejalan dengan Haddoudi *et al.*, (2021) bahwa aplikasi agen hayati pada *Brassica oleracea* mampu meningkatkan hasil panen secara nyata.

Kinerja *B. thuringiensis* yang unggul dalam penelitian ini kemungkinan besar disebabkan oleh kemampuannya menekan populasi hama daun, khususnya larva Lepidoptera, dengan cara yang selektif dan efisien. Pengendalian hama yang cepat mengurangi kerusakan daun, menjaga permukaan fotosintesis tetap luas, dan

memungkinkan distribusi fotosintat ke organ generatif seperti krop bunga kol berlangsung optimal. Menurut Gomis-Cebolla & Berry, (2023) menegaskan bahwa penerapan *B. thuringiensis* pada tanaman bunga kol mampu memberikan peningkatan bobot hasil sebesar 10–20%. Maka dari itu, karakteristik pengendalian yang spesifik dan efektif ini menjadikan *B. thuringiensis* sebagai kandidat utama dalam program pengendalian hayati yang berorientasi pada peningkatan produktivitas sedangkan pada perlakuan *M. anisopliae*, memiliki hasil yang tetap signifikan dibandingkan kontrol.

Pada perlakuan *B. bassiana* menempati urutan kedua dengan selisih bobot hasil yang relatif kecil dibandingkan *B. thuringiensis*. Keunggulannya mencakup kemampuan mengendalikan berbagai tipe hama, baik yang mengunyah maupun menghisap daun. Menurut Aigbedion-Atalor *et al.*, (2020) bahwa mekanisme serangan *B. bassiana* berlangsung melalui kontak langsung dengan tubuh serangga, menembus lapisan kutikula, kemudian berkembang biak di jaringan internal hingga akhirnya mengakibatkan kematian inang. Oleh karena

itu, meskipun efektivitasnya sedikit lebih rendah daripada *B. thuringiensis*, penggunaan *B. bassiana* tetap layak dalam mendukung produktivitas pertanian serta mendorong terciptanya sistem pengendalian hayati yang berkelanjutan. Jika dibandingkan dengan kontrol, persentase peningkatan bobot per tanaman pada ketiga agen hayati berkisar antara 7,5% hingga 13,4%. Hal ini membuktikan bahwa agen hayati yang diuji memiliki potensi dalam meningkatkan hasil panen, meski efektivitasnya dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan maupun jenis hama yang lebih dominan. Menurut Han *et al.*, (2021) menyarankan penerapan kombinasi agen hayati untuk memperluas cakupan pengendalian dan memaksimalkan potensi peningkatan hasil.

Pada hasil pengamatan Bobot Bunga kol per plot menunjukkan bahwa aplikasi biopestisida menggunakan agen hayati *Bacillus thuringiensis* memberikan hasil bobot segar tertinggi, yakni sebesar 3,141g per plot. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *Metarhizium anisopliae* yang mencapai 2,923 g *Beauveria bassiana* sebesar 2,873 g dan Kontrol 2,213 g. Menurut Krasnoproshina *et al.*, (2024) bahwa *Bacillus thuringiensis* memiliki pengaruh lebih kuat dalam mendorong peningkatan produktivitas tanaman. Efektivitas *Bacillus thuringiensis* ini juga sejalan dengan penelitian di lapangan yang mencatat peningkatan hasil panen kubis hingga 17,50 kg per plot, yang lebih unggul dibandingkan dengan perlakuan menggunakan jamur entomopatogen lainnya seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae*, terutama dalam pengendalian hama utama seperti *Plutella xylostella* (Farhana *et al.*, 2021). Selain menghasilkan dan endotoksin (protein Cry) yang secara spesifik menargetkan larva dari ordo Lepidoptera serta mengurangi serangan dan defoliiasi, *Bacillus thuringiensis* juga berkontribusi sebagai biofertilizer melalui kemampuannya dalam melarutkan fosfat dan

merangsang produksi hormon pertumbuhan. Efek gabungan ini memungkinkan tanaman mempertahankan area fotosintesis yang optimal dan mengonversinya menjadi bobot bunga kol yang lebih maksimal (Choyon *et al.*, 2022).

Keunggulan kinerja *Bacillus thuringiensis* pada penelitian ini dipicu oleh tingginya populasi hama Lepidoptera di area penelitian. Agen hayati ini memanfaatkan toksin kristal δ -endotoksin yang, setelah termakan oleh larva, mampu segera menghentikan aktivitas makan. Kondisi ini memungkinkan daun tanaman tetap terjaga dari kerusakan, sehingga area fotosintesis tetap optimal untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan krop. Menurut da Costa *et al.*, (2020) bahwa pengendalian hama secara cepat pada fase vegetatif memberikan dampak langsung terhadap perkembangan organ generatif serta peningkatan bobot akhir bunga kol. Dengan demikian, keselarasan antara mekanisme toksin *Bacillus thuringiensis* dan komposisi hama dominan menjadi faktor penentu keberhasilannya. Sementara itu, Pada perlakuan dengan *Metarhizium anisopliae* menghasilkan bobot panen sebesar 2,923 g per plot, lebih tinggi dibandingkan dengan *Beauveria bassiana* yang mencapai 2,873 g per plot. Tingginya efektivitas *Metarhizium anisopliae* kemungkinan besar karena kemampuannya menyesuaikan diri dengan kelembapan tinggi dan daya tahannya di dalam tanah, yang memungkinkan adanya efek residu hingga musim tanam berikutnya. Falah *et al.*, (2024) juga menegaskan bahwa *Metarhizium anisopliae* mampu mempertahankan kinerjanya meskipun suhu tanah mengalami fluktuasi. Di sisi lain, *Beauveria bassiana* dikenal memiliki jangkauan inang yang luas. Berdasarkan studi Mayanglambam *et al.*, (2021) bahwa kemampuan menekan populasi berbagai spesies hama daun secara bersamaan pada budidaya kubis, sehingga menjadikannya alternatif pengendalian hayati yang relevan di lahan dengan keragaman hama tinggi.

Pada perlakuan kontrol, penggunaan agen hayati memberikan peningkatan bobot panen yang berkisar antara 29,8% hingga 42,0%. Hal ini menunjukkan bahwa biokontrol memiliki potensi besar sebagai komponen penting dalam penerapan *Integrated Pest Management* (IPM) yang bersifat ramah lingkungan sekaligus berorientasi pada keberlanjutan. Menurut Wilfert *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa aplikasi rutin agen hayati dapat menurunkan kebutuhan penggunaan pestisida kimia hingga 50% tanpa menurunkan hasil panen. Bahkan, pada beberapa kondisi tertentu, strategi ini mampu mendorong peningkatan produktivitas, sehingga memberikan manfaat ganda baik dari aspek ekologi maupun ekonomi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus thuringiensis* dan *Metarhizium anisopliae* efektif mengurangi populasi serta tingkat serangan ulat tritip *Plutella xylostella* pada bunga kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan agen hayati secara tepat tidak hanya berfungsi sebagai alternatif pengendalian ramah lingkungan, tetapi juga memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas serta mendukung keberlanjutan sistem budidaya tanaman kubis-kubisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Syarif selaku pendamping lapangan yang telah memberi dukungan dan arahan sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar, terima kasih juga atas kerja sama serta masukan berharga yang sangat bermanfaat dalam kegiatan penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aigbedion-Atalor, P. O., Mohamed, S. A., Hill, M. P., Zalucki, M. P., Azrag, A. G.

A., Srinivasan, R., & Ekesi, S. (2020). Host stage preference and performance of *Dolichogenidea gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae), a candidate for classical biological control of *Tuta absoluta* in Africa. *Biological Control*, 144, 104215. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2020.104215>

Baig, K., Mannubolu, K., Krishnagiri, D. S., Prathap, S., Nallapareddy, R., Puchalapalli, L. P., Sangapu, H., & Munna, S. (2025). THERAPEUTIC POTENTIAL OF *BRASSICA OLERACEA* VAR. *BOTRYTIS*: A COMPREHENSIVE REVIEW *Corresponding Author. *Certified Journal* | Baig et al. *World Journal of Pharmaceutical Research* 100 *World Journal of Pharmaceutical Research SJIF Impact Factor* 8, 14(5), 100–116. <https://doi.org/10.20959/wjpr20255-35586>

Bathina, P., Bathina, P., & Bonam, R. (2020). Effect of endophytic isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin on *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/S41938-020-00342-W>

Bahadur, A. (2023). The potential of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* to manage insect pests and diseases. *Natural Resources Conservation and Research*. <https://doi.org/10.24294/nrcr.v6i2.2543>

Badan Pusat Statistik. (2024a). *Tabel Produksi Tanaman Hortikultura Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman* (2024). Jakarta: Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statist>

- [ics-table/2/MTAwMDAxNA==/produksi-tanaman-hortikultura-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman.html](#)
- da Costa, F. S. S., Praça, L. B., Gomes, A. C. M. M., Dos Santos, R. C., Soares, C. M. S., & Monnerat, R. G. (2020). *Bacillus thuringiensis* effect on the vegetative development of cotton plants and the biocontrol of spodoptera frugiperda. *Agronomy*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10121889>
- de Queiroz, E. B., da Silva, F. C., Borella Junior, C., da Silva Araújo, M., Hirose, E., & de Jesus, F. G. (2020). Antixenosis in soybean to Spodoptera cosmioidea (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by leaf color and trichome density. *Phytoparasitica*, 48(5), 813–821. <https://doi.org/10.1007/S12600-020-00840-5>
- Dong, M., Kowalchuk, G. A., Liu, H., Xiong, W., Deng, X., Zhang, N., Li, R., Shen, Q., & Dini-Andreote, F. (2021). Microbial community assembly in soil aggregates: A dynamic interplay of stochastic and deterministic processes. *Applied Soil Ecology*, 163, 103911. <https://doi.org/10.1016/J.APSOIL.2021.103911>
- Essiedu, J. A., Adepoju, F. O., & Ivantsova, M. N. (2020). *Benefits and limitations in using biopesticides: A review*. AIP Conference Proceedings, 2313(1), 080002. <https://doi.org/10.1063/5.0032368>
- Falah, M. F., Sukorini, H., Septia, E. D., Roeswitawati, D., & Fahmi, I. Z. (2024). Test of Entomopathogenic Fungus *Metarhizium rileyi* on Mortality of Main Pests of Cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*). *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 84–92. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v5i1.303>
- Farhana, F., Latif, Md. A., & Ali, M. (2021). Evaluation of the Efficacy of Chemical Insecticides and Biopesticides against Flea Beetle in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*). *Asian Plant Research Journal*, 1–10. <https://doi.org/10.9734/aprj/2021/v7i430159>
- Fatimah, F., Khasanah, H. N., Khoirunnisa, R., 'Aini, F. Q., & Hanik, N. R. (2022). Identification of Diseases and Pests of Cauliflower (*Brassica oleracea*) in the Pedan Hamlet Plantation, Karanglo, Tawangmangu. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 113–120. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3072>
- Fifi andriani, Tarmizi, & Ruth Stella. (2022). Populasi Hama *Plutella xylostella* dan *Crociodomia Binotalis* Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) Dengan Perlakuan Jaring Pelindung. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(1), 29–37. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i1.1204>
- Gomis-Cebolla, J., & Berry, C. (2023). *Bacillus thuringiensis* as a biofertilizer in crops and their implications in the control of phytopathogens and insect pests. In *Pest Management Science* (Vol. 79, Issue 9, pp. 2992–3001). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/ps.7560>
- Guruceaga, X., Perez-Cuesta, U., Pellon, A., Cendon-Sanchez, S., Pelegri-Martinez, E., Gonzalez, O., Hernando, F. L., Mayayo, E., Anguita, J., Alonso, R. M., Keller, N. P., Ramirez-Garcia, A., & Rementeria, A. (2021). *Aspergillus fumigatus* fumagillin contributes to host cell damage. *Journal of Fungi*, 7(11). <https://doi.org/10.3390/jof7110936>

- Haddoudi, I., Cabrefiga, J., Mora, I., Mhadhbi, H., Montesinos, E., & Mrabet, M. (2021). Biological control of Fusarium wilt caused by Fusarium equiseti in Vicia faba with broad spectrum antifungal plant-associated Bacillus spp. *Biological Control*, 160, 104671. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2021.104671>
- Han, P., Wang, L., Zhang, Q., & Desneux, N. (2021). Combining biological control agents to optimize pest management: ecological interactions and practical implications. *Biological Control*, 160, 104685. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104685>
- Jrf, I., Pandya, H. V., & Gp, A. (2019). Investigations on population dynamics of diamondback moth, *Plutella xylostella* Linn. and natural enemies on cabbage, *Brassica oleracea* var. capitata Linn. ~ 1209 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(4), 1209–1212.
- Krasnoproshina, L., Chen, M., Shi, J., & Tian, M. (2024). An overview of the production and use of *Bacillus thuringiensis* toxin. *Central European Journal of Biology*, 19(1). <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0902>
- Mangungsong, A., Soemarsono, & Zudri, D. F. (2020). Pemanfaatan Mikroba Tanah dalam Pembuatan Pupuk Organik serta Peranannya terhadap Tanah Aluvial dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(3), 318–325. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i3.24721>
- Marsadi, D. (2024). Percentage Attacks of *Plutella xylostella* and Parasitization of the Parasitoid *Diadegma semiclausum* on Cabbage in Kintamani District. *Journal of Sustainable Development Science*, 6(1), 30–35. <https://doi.org/10.46650/jsds.6.1.1551.30-35>
- Masudunnabi Choyon, Md., Akhter, N., Rahman, M. M., & Emam Hossain, Md. (2022). BIOPESTICIDES MITIGATE THE LARVAL POPULATION OF LEPIDOPTERAN INSECTS ON CABBAGE (*Brassica oleracea* var. capitata L.). *Tropical Agrobiodiversity*, 3(1), 21–24. <https://doi.org/10.26480/trab.01.2022.21.24>
- Mayanglambam, S., Singh, K. D., & Rajashekar, Y. (2021). Current biological approaches for management of crucifer pests. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91088-4>
- Neog, P. (2020). Evaluation of Some Insecticides against Insect Pests of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(12), 804–813. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.912.096>
- Patty, J. A. (2024). Kerusakan Tanaman Kubis Akibat Serangan Hama *Crociodolomia Binotalis* Di Desa Savanajaya, Kecamatan Waeapo, Kabupaten Buru. *Saloi*, 2(2), 13–19. <https://doi.org/10.55984/saloi.v2i2.199>
- Plotnikov, K., Pashkovsky, S., Ryabinina, V., & Blazhko, N. (2020). Efficiency of the preparation based on *Bacillus thuringiensis* and nuclear polyhedrosis virus against diamond back moth (*Plutella xylostella*). *E3S Web of Conferences*, 222. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202040>

- Pujiastuti, Y., Gunawan, B., Arsi, Suparman, Sulistyani, D. P., & Sandi. (2020). *Bacillus thuringiensis* propagated in bio-urine media as a biological control of termite *Coptotermes curvignathus* and armyworm *Spodoptera litura*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/468/1/012009>
- Risdiyanti, R. L., Widayati, W., & Suryaminarsih, P. (2022). Exploration and Identification of the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae* in Corn Plants in Sebandung Village, Sukorejo, Pasuruan. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 8–13. <https://doi.org/10.11594/nstp.2022.2002>
- Sankhla, M. S. (2022). *Microbes as biocontrol agent: From crop protection till food security* (pp. 215–237). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-89938-3.00011-6>
- Shehzad, M., Tariq, M., Mukhtar, T., & Gulzar, A. (2021). On the virulence of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Ascomycota: Hypocreales), against the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 31(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00428-z>
- Sembiring, J., & Johanna, M. (2023). *Population and intensity of Plutella xylostella* Linn. in cabbage (*Brassica oleracea* L.) plant in Merauke District, Papua Province. *Journal Sainsmat*, 7(1), 1–8. Retrieved from <https://ejournal.unmus.ac.id/index.php/sainsmat/article/view/6371>
- Soetopo, D., & Alouw, J. C. (2023). Biopesticide development & registration: challenges & strategies. *IOP Conference Series*, 1179(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1179/1/012003>
- Sumaiya, P. S., Vinu, R. R., & Sangeetha, B. (2025). *Metarhizium anisopliae*: Unlocking green solutions for sustainable pest management. *Plant Science Today*. <https://doi.org/10.14719/pst.7598>
- Wahjono, T. E., Yuliani, Y., Hadiyanto,), Pengelola, D., & Ilmiah, K. (2024). *BEAUVERIA BASSIANA*; INSECT PATHOGEN AND BIOPESTICIDE PRODUCER AS AN EFFECTIVE AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ALTERNATIVE FOR BIOLOGICAL CONTROL. *JURNAL ILMIAH AGRINECA • VOL*, 24, 97. <https://doi.org/10.36728/afp.v22i2.2885>
- Wilfert, L., Brown, M. J. F., & Doublet, V. (2021). OneHealth implications of infectious diseases of wild and managed bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 186, 107506. <https://doi.org/10.1016/J.JIP.2020.107506>
- Witri, L., & Purnomo, H. (2021). Efektifitas Tanaman Refugia Border Crop terhadap Serangan Hama *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia Binotalis* pada Tanaman Kubis Bunga. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 23(2), 64. <https://doi.org/10.20961/agsipa.v23i2.48224>
- Ibrahim, E., Ikhsan, Z., Sidik, E. A., Ulpah, S., Rosida, N., & Suherah, S. (2024). Pengendalian Hama Terpadu (PHT).