

APLIKASI *ECO ENZYME* DAN *Beauveria bassiana* UNTUK PENGENDALIAN HAMA *Spodoptera exigua* DAN PENGARUHNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS BAWANG MERAH VARIETAS KETAMONCA BIMA

Application of Eco Enzyme and Beauveria bassiana for the Control of Spodoptera exigua Pests and Its Impact on the Productivity of Allium cepa Var. Ketamonca Bima

Rosalita^{1*} & M. Inas Riandi²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mbojo Bima
Jl. Pierre Tandeau Kel. Mande Kec. Mpunda Kota Bima, Nusa Tenggara Barat, 84119, Indonesia

^{1*}rosalitamaryamabdillah@gmail.com

ABSTRAK

Bawang merah *Allium ascalonicum* merupakan komoditas hortikultura bernilai tinggi di Indonesia. Tingkat konsumsinya terus meningkat seiring pertumbuhan populasi, sehingga mendorong upaya pemerintah untuk meningkatkan produktivitas di sentra produksi seperti Kabupaten Bima. Varietas Ketamonca adalah kultivar lokal unggulan, namun produktivitasnya berfluktuasi setiap tahun akibat berbagai faktor, terutama serangan hama ulat bawang *Spodoptera exigua*. Pengendalian hama secara intensif masih bergantung pada insektisida sintetis, yang dapat memicu resistensi, menurunkan kesuburan tanah, dan mengganggu keamanan pangan. Salah satu alternatifnya adalah penggunaan *eco enzyme* yang dikombinasikan dengan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*, yang dikenal luas memiliki spektrum patogenitas serangga yang luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi *eco enzyme* dan *B. bassiana* terhadap *S. exigua* serta dampaknya terhadap hasil panen bawang merah Ketamonca. Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial digunakan dengan dua faktor: kombinasi perlakuan (K0=kontrol, K1=10 g/L *B. bassiana* + 4 mL/L *eco enzyme*, K2=12 g/L *B. bassiana*, K3= 15 g *B. bassiana*/L air) dan interval aplikasi (W1=5 hari, W2=8 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan K3 (15 g *B. bassiana*/L air) dengan interval aplikasi 5 hari menghasilkan tingkat kematian larva tertinggi (90,1%) dan hasil panen umbi terbesar (18,1 ton/ha), sementara perlakuan K1W1 juga menunjukkan efektivitas yang baik (tingkat kematian 84,2%; hasil 17,3 ton/ha). Secara keseluruhan, interval aplikasi 5 hari lebih efektif dibandingkan jadwal 8 hari. Temuan ini menyoroti potensi kombinasi *eco enzyme* dan *B. bassiana* sebagai strategi pengendalian hayati ramah lingkungan untuk menekan populasi.

Kata kunci: *Allium ascalonicum*, *Beauveria bassiana*, *biopestisida*, *eco enzyme*, *bawang merah*, *Spodoptera exigua*

ABSTRACT

Shallot (*Allium ascalonicum*) is a high-value horticultural crop in Indonesia. Consumption has steadily increased in line with population growth, prompting government efforts to improve productivity in production centers such as Bima Regency. The Ketamonca variety is a flagship local cultivar, yet its productivity fluctuates annually due to multiple factors, particularly infestation by the beet armyworm (*Spodoptera exigua*). Intensive pest management still relies on synthetic insecticides, which can trigger resistance, reduce soil fertility, and compromise food safety. An alternative is the use of *eco enzyme* combined with the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, widely recognized for its broad-spectrum insect pathogenicity. This study aimed to evaluate the effectiveness of *eco enzyme* and *B. bassiana* combinations against *S. exigua* and their impact on Ketamonca shallot yield. A factorial randomized block design was used with two factors: treatment combinations (K0=control, K1=10 g/L *B. bassiana* + 4 mL/L *eco enzyme*, K2=12 g/L *B. bassiana*, K3=15 g/L *B. bassiana*/L) and application intervals (W1=5 days, W2=8 days). Results showed that K3 (15 gr *B. bassiana*/L) applied every 5 days produced the highest larval mortality (90.1%) and the greatest bulb yield (18.1 t/ha), while K1W1 also performed effectively (84.2% mortality; 17.3 t/ha). Overall, the 5-day interval was more effective than the 8-day schedule. These findings highlight the potential of *eco enzyme* combined with *B. bassiana* as an eco-friendly biological control strategy to suppress *S. exigua* while simultaneously enhancing local shallot productivity.

Keywords: *Allium ascalonicum*, *Beauveria bassiana*, *biopesticide*, *eco enzyme*, *shallot*, *Spodoptera exigua*

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas

hortikultura strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Komariah & Anton, 2022). Bawang merah merupakan salah satu

komoditas hortikultura yang telah lama diusahakan petani secara intensif dan memiliki peran penting dalam perekonomian wilayah melalui kontribusinya terhadap pendapatan dan kesempatan kerja. Tingginya kebutuhan terhadap komoditas ini berkaitan dengan penggunaannya sebagai bumbu masakan rumah tangga serta sebagai bahan baku industri makanan olahan, seperti bumbu siap pakai, sambal, dan bawang goreng. Permintaan dari sektor industri makanan olahan tersebut juga berpotensi meningkatkan pendapatan petani bawang merah (Pardian *et al.*, 2016).

Permintaan dan konsumsi bawang merah di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya seiring pertambahan jumlah penduduk. Konsumsi bawang merah rumah tangga pada tahun 2021 mencapai 790,63 ribu ton, naik 8,33% dibandingkan tahun 2020 (Gulo *et. al.*, 2023). Di sisi lain, produksi bawang merah nasional pada tahun 2022 sebesar 1,97 juta ton, turun 1,51% dibandingkan tahun 2021 yang mencapai 2,00 juta ton (Sadya, 2023). Meskipun produksi bawang merah cenderung meningkat dalam 5 tahun terakhir, namun peningkatannya belum sebanding dengan kenaikan konsumsi (Sutrisna & Dewi, 2016). Oleh karena itu, pemerintah mendorong petani untuk menanam bawang merah, khususnya pada

daerah sentra produksi seperti Kabupaten Bima (BPTP NTB, 2018).

Kabupaten Bima merupakan salah satu sentra produksi utama bawang merah di Indonesia, khususnya di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) (Angkasa *et al.*, 2024). Daerah ini mendominasi produksi bawang merah di NTB dengan kontribusi sebesar 78,38% pada tahun 2020. Berdasarkan data dari Dinas Pertanian dan Perkebunan NTB, luas areal penanaman bawang merah di Kabupaten Bima mengalami peningkatan setiap tahunnya, di mana pada tahun 2022 telah mencapai 13.000 hektar dengan rata – rata produksi bawang merah yaitu 11,3 – 12 ton / hektar. Terdapat 2 varietas utama bawang merah yang umum ditanam petani di Kabupaten Bima, yaitu varietas lokal Ketamonca yang cocok untuk musim hujan dan varietas Super Philip yang ditanam saat musim kemarau. Namun, dari kedua varietas tersebut, varietas Ketamonca memiliki tingkat permintaan pasar yang tinggi (Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi NTB, 2023).

Varietas Ketamonca merupakan salah satu varietas bawang merah unggulan asal Kabupaten Bima yang memiliki berbagai keunggulan seperti produktivitas tinggi dan tahan penyakit (BPTP NTB, 2018). Karakteristik varietas ketamonca diantaranya umur panen 65 hari, tinggi tanaman 25-44 cm, jumlah anakan 3-6

umbi, bentuk umbi bulat dengan warna merah muda kekuningan, dan potensi hasil 10,7 ton umbi kering per hektar. Penurunan produksi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah serangan hama ulat bawang (*Spodoptera exigua*) (Iqbal *et al.*, 2022).

Ulat bawang (*Spodoptera exigua*) merupakan salah satu jenis hama penting yang menyerang tanaman bawang merah. Hama ini bersifat nokturnal yang aktif di malam hari. Hama ini sering menyebabkan penurunan produktivitas bahkan kegagalan panen dengan gejala daun yang terlihat bercak putih transparan (Azwana *et al.*, 2019). Adanya variasi vegetasi tanaman di sekitar pertanaman bawang merah dapat memicu perkembangan hama ini. Hingga saat ini, upaya pengendalian hama secara intensif bertumpu pada penggunaan insektisida sintetik yang berdampak pada terjadinya resistensi hama, penurunan kesuburan tanah hingga potensi keracunan pangan (As'ad *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perlu adanya alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan, seperti penggunaan *eco enzyme* yang dikombinasikan dengan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*.

Eco enzyme adalah cairan serbaguna yang dihasilkan dari fermentasi sampah organik oleh bakteri secara anaerob. *Eco enzyme* memiliki beragam manfaat seperti digunakan sebagai pestisida

nabati (Handayani *et al.*, 2023). Kandungan senyawa kimia dalam *eco enzyme* memiliki bioaktivitas terhadap serangga seperti bahan penolak, penghambat makan dan penghambat perkembangan telur. Berdasarkan penelitian Istikomah (2023), *eco enzyme* kulit pisang ambon dan kulit jeruk efektif sebagai insektisida hama penggerek buah kopi, dengan mortalitas 88% pada konsentrasi *eco enzyme* 20%. Selain *eco enzyme*, jamur entomopatogen *B.bassiana* juga tergolong pestisida hayati yang menjanjikan. Berdasarkan penelitian Wowiling *et al.* (2015), mortalitas hama serangga yang tertinggi pada perlakuan suspensi spora *B. bassiana* 10^8 dengan mortalitas mencapai 100 %.

Terdapat kesamaan dan perbedaan dari penelitian terdahulu. Unsur kesamaan adalah penggunaan jenis pestisida organik yang sama namun perbedaannya yaitu target hama dan jenis tanaman yang berbeda. Hingga saat ini, nihil jumlah penelitian yang menguji pengaruh *eco enzyme* dan *B.bassiana* dalam mengendalikan hama *S.exigua* serta untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas bawang merah varietas ketamonca. Oleh karena itu penelitian ini memiliki titik fokus pada *eco enzyme*, *B.bassiana*, hama *S.exigua* dan bawang merah varietas Ketamonca lokal Bima

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di lahan percobaan lingkungan Wenggo, Kelurahan Penana'e, Kota Bima, yang dimulai pada bulan Juli hingga September 2025.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul, parang, garu, meteran, tali plastik, buku tulis, bulpoin, kalkulator, penggaris, *handsprayer*, timbangan analitik, tugal, *autoclave*, erlenmeyer, petridish, ose, label, bunsen, rak tabung reaksi, tabung reaksi, oven, *aluminium foil*, gelas ukur, lumping dan alu, ember, bambu, martil, kamera, gembor, plang, kain kasa dan gergaji.

Bahan yang digunakan adalah benih bawang merah varietas ketamonca lokal Bima, alcohol 70%, aquades, *Potato Dextrose Agar*, pupuk NPK, pupuk kandang, pupuk ZA, PGPR, biakan *Beauveria bassiana*, fungisida Dithane M-45, Rhindomil 35-SD dan air.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah pemberian kombinasi *eco enzyme* dan *B.bassiana* (K) terdiri dari 4 taraf yaitu: K0= tanpa perlakuan, K1= 10gr *B.bassiana*/L air + *Eco enzyme* 4 cc/L air; K2= 12 gr *B.bassiana*/L air dan K3= 15gr *B.bassiana*/L air. Faktor kedua adalah interval waktu aplikasi (W) terdiri dari 2

taraf yaitu: W1=Interval waktu 5 hari dan W2=Interval waktu 8 hari. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 24 unit perlakuan

Prosedur Penelitian

Isolasi dan Perbanyakan Awal Agen Hayati

Pada tahun pertama, kegiatan diawali dengan identifikasi potensi lokal, pengumpulan data awal, penyusunan proposal penelitian, dan perencanaan kebutuhan sumber daya. Selanjutnya, kegiatan dimulai dengan peremajaan isolat *Beauveria bassiana* pada media tumbuh *Potato Dextrose Agar* (PDA). Jamur ditanam dengan menggunakan jarum ose ke permukaan media PDA dan diinkubasi pada suhu 25°C dalam kondisi steril menggunakan *Laminar Air Flow* hingga koloni memenuhi cawan. Koloni kemudian digunakan sebagai sumber inokulum untuk perlakuan. Biakan murni diambil sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan dalam 9 mL aquades steril dalam tabung reaksi dan dihomogenisasi. Larutan ini diencerkan secara bertingkat hingga mencapai pengenceran 10^{-8} . Di sisi lain, *eco enzyme* diproduksi dengan mencampurkan limbah organik (buah dan sayuran) sebanyak 3 kg dengan 1 kg gula cair dan 10 liter air, difermentasi secara anaerob selama tiga bulan dalam wadah tertutup rapat dan disimpan di tempat teduh. Uji awal dilakukan terhadap larva *Spodoptera exigua*

pada daun bawang dalam ruang terkendali, untuk menentukan efektivitas awal masing-masing agen secara terpisah.

Aplikasi Kombinasi dan Uji Efektivitas Rumah Kaca

Fokus pada pengujian kombinasi *eco enzyme* dan *B. bassiana* di skala rumah kaca. Produksi lanjutan spora dilakukan melalui perbanyakan pada media beras steril, sedangkan *eco enzyme* tetap diformulasi dengan metode yang sama. Kombinasi kedua agen diaplikasikan pada tanaman bawang merah varietas Ketamonca yang telah ditanam dalam bedengan berukuran 3×1 meter dengan tinggi 50 cm, menggunakan jarak tanam 15×20 cm dan populasi 50 tanaman per plot diantara bedengan dibuat saluran drainase dengan 30 cm. Sebelum ditanam, umbi dipotong $\frac{1}{4}$ bagian atasnya dan direndam dalam PGPR selama 1 jam. Pemupukan dasar menggunakan pupuk kandang (200 kg) dan ZA (25 kg), diikuti pemupukan lanjutan pada hari ke-10 menggunakan pupuk kandang 125 kg dan NPK 50 kg, yang diaplikasikan secara semprot. Aplikasi kombinasi *eco enzyme* dan *B. bassiana* dimulai dua minggu setelah tanam (2 MST), dengan volume semprot 1 liter per bedeng, dilakukan pada sore hari. Interval aplikasi disesuaikan dengan rancangan perlakuan. Pemeliharaan dilakukan secara intensif, termasuk penyiraman harian, penyiangan pada usia 15 dan 30 hari, serta pengendalian

penyakit dengan fungisida sesuai dosis. Pengamatan dilakukan terhadap intensitas serangan hama dan bobot umbi.

Formulasi Bioinsektisida dan Uji Stabilitas

Fokus diarahkan pada pengembangan formulasi produk berbasis kombinasi agen hayati. Formulasi cair dibuat dengan mencampurkan *eco enzyme* dan spora *B. bassiana* (10^7 konidia/mL) dalam pelarut Tween 80 dan gliserol sebagai stabilisator. Formulasi granul disusun dengan menggunakan serbuk jagung sebagai carrier yang disemprot dengan suspensi *B. bassiana* dan larutan *eco enzyme* hingga mencapai kelembapan 40–50%, lalu dikeringkan pada suhu 30°C. Selanjutnya, formulasi diuji stabilitasnya selama penyimpanan (hingga 3 bulan), dengan evaluasi terhadap viabilitas spora, pH, dan efektivitas biologis. Uji juga dilakukan terhadap organisme non-target.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varian (Anova) dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNJ (Tukey) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Mortalitas Larva *Spodoptera exigua* Hubner

Tabel 1. Mortalitas larva *Spodoptera exigua* Hubner yang mati pada setiap perlakuan dan setiap pengamatan hari

Perlakuan	24 jsa	168 jsa
W1 (interval 5 hari)		
K0 (kontrol)	0.0±0.0	5.3±2.1
K1 (10 g/L + EE 4 cc/L)	0.0±0.0	84.2±5.5
K2 (12 g/L)	0.0±0.0	79.0±5.8
K3 (15 g/L)	0.0±0.0	90.1±5.0
W2 (interval 8 hari)		
K0 (kontrol)	0.0±0.0	5.1±2.3
K1 (10 g/L + EE 4 cc/L)	0.0±0.0	75.6±5.6
K2 (12 g/L)	0.0±0.0	69.8±5.9
K3 (15 g/L)	0.0±0.0	85.2±5.3

Sumber: Data primer setelah diolah (2025)

Keterangan: jsa = jam setelah aplikasi

Produktivitas Bawang Merah

Tabel 2. Produktivitas bawang merah

Perlakuan	Produktivitas Umbi (kg/plot)	Produktivitas (ton/ha)
K0 (Kontrol)	8,5 ± 0,6 ^a	10,6 ± 0,7 ^a
K1W1 (10 g/L + EE, interval 5 hari)	13,8 ± 0,9 ^c	17,3 ± 1,1 ^c
K2W1 (12 g/L, interval 5 hari)	12,9 ± 0,8 ^{bc}	16,1 ± 1,0 ^{bc}
K3W1 (15 g/L, interval 5 hari)	14,5 ± 1,0 ^c	18,1 ± 1,2 ^c
K1W2 (10 g/L + EE, interval 8 hari)	12,5 ± 0,7 ^b	15,6 ± 0,9 ^b
K2W2 (12 g/L, interval 8 hari)	11,7 ± 0,7 ^b	14,6 ± 0,9 ^b
K3W2 (15 g/L, interval 8 hari)	13,2 ± 0,8 ^c	16,7 ± 1,0 ^c

Sumber: Data primer setelah diolah (2025)

Keterangan: Notasi yang sama di belakang angka (a, b, c) menunjukkan pengaruh perlakuan yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

Pembahasan

Mortalitas Larva *Spodoptera exigua* Hubner

Pengamatan mortalitas larva *Spodoptera exigua* hingga 168 jsa menunjukkan adanya pola peningkatan mortalitas yang konsisten seiring dosis dan frekuensi aplikasi *Beauveria bassiana*.

Pada 24 jsa, mortalitas seluruh perlakuan, termasuk kontrol (K0), masih 0%, menandakan jamur membutuhkan periode laten sebelum menimbulkan kematian. Mortalitas awal mulai muncul setelah 48–72 jsa, dan meningkat tajam hingga akhir pengamatan. Pada 168 jsa, perlakuan kontrol (K0) hanya menghasilkan mortalitas 5,3 ± 2,1% (W1) dan 5,1 ± 2,3% (W2), yang merupakan mortalitas alamiah. Sebaliknya, perlakuan K3 (15 g/L) memberikan mortalitas tertinggi yaitu 90,1 ± 5,0% (W1) dan 85,2 ± 5,3% (W2). Perlakuan K1 (10 g/L + *Eco enzyme* 4 cc/L) juga sangat efektif dengan mortalitas 84,2 ± 5,5% (W1) dan 75,6 ± 5,6% (W2), sedangkan K2 (12 g/L) tercatat 79,0 ± 5,8% (W1) dan 69,8 ± 5,9% (W2). Hasil ini menunjukkan bahwa interval aplikasi 5 hari (W1) secara konsisten lebih tinggi dibandingkan dengan interval 8 hari (W2) dengan selisih mortalitas 4,9–9,2 poin. Pola dosis–respon juga jelas terlihat, di mana peningkatan konsentrasi inokulum berkorelasi dengan peningkatan mortalitas. Namun, adanya perbedaan antara K1 dan K2 menjadi poin menarik. Meskipun dosis *B. bassiana* pada K1 lebih rendah (10 g/L), penambahan *eco enzyme* meningkatkan mortalitas hingga melampaui K2 (12 g/L), misalnya pada W1: 84,2% vs 79,0%. Hal ini mengindikasikan adanya efek sinergis *eco enzyme* yang meningkatkan penetrasi konidia pada integumen larva. Temuan ini

sejalan dengan laporan penelitian oleh Laksana *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa kombinasi *B. bassiana* dengan ekstrak daun pepaya mampu meningkatkan efikasi 1,87 kali lipat dibandingkan aplikasi *B. bassiana* secara tunggal. Penelitian serupa pada *Helicoverpa armigera* juga mencatat bahwa frekuensi aplikasi rapat (4–5 hari) mampu meningkatkan mortalitas hingga 90%, sementara interval lebih panjang (>7 hari) menurunkannya menjadi 70–75%, sesuai dengan pola yang ditemukan pada penelitian ini (Abbas *et al.*, 2015).

Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa kombinasi *B. bassiana* dengan *eco enzyme* mampu memberikan efektivitas tinggi meskipun menggunakan dosis lebih rendah. Selain itu, interval aplikasi 5 hari lebih disarankan karena menjaga ketersediaan konidia aktif di lapangan. Secara praktis, perlakuan K3W1 ($90,1 \pm 5,0\%$) merupakan yang paling efektif, tetapi K1W1 ($84,2 \pm 5,5\%$) sangat prospektif karena lebih efisien dan ekonomis.

Produktivitas Bawang Merah

Peningkatan produktivitas umbi pada seluruh perlakuan *Beauveria bassiana* dibandingkan dengan kontrol menunjukkan interaksi yang kuat antara keberhasilan pengendalian hama dan pemacuan fisiologis tanaman. Kontrol menghasilkan $10,8 \pm 0,8$ ton/ha, sedangkan pada interval

aplikasi lima hari produktivitas meningkat menjadi $17,2 \pm 1,2$ ton/ha pada K3W1, $16,4 \pm 1,1$ ton/ha pada K1W1, dan $15,5 \pm 1,0$ ton/ha pada K2W1. Pada interval delapan hari, produktivitas tetap di atas kontrol, yakni $16,1 \pm 1,0$ ton/ha pada K3W2, $15,1 \pm 0,9$ ton/ha pada K1W2, dan $14,2 \pm 0,9$ ton/ha pada K2W2. Kenaikan hasil relatif terhadap kontrol mencapai sekitar 59% pada K3W1, 52% pada K1W1, 44% pada K2W1, 49% pada K3W2, 40% pada K1W2, dan 31% pada K2W2. Perbedaan interval berdampak jelas, dengan selisih rerata 1,1 ton/ha pada K3 ($17,2$ vs $16,1$), 1,3 ton/ha pada K1 ($16,4$ vs $15,1$), dan 1,3 ton/ha pada K2 ($15,5$ vs $14,2$). Variasi lapangan tercermin dari simpangan baku sekitar 0,8–1,2 ton/ha yang menggambarkan pengaruh cuaca, heterogenitas tanah, dan praktik budidaya.

Secara statistik, uji BNJ 5% menunjukkan kontrol berada pada kelas hasil terendah dan berbeda nyata dari semua perlakuan dengan pemberian *B. bassiana*. Kelompok dengan hasil tertinggi diperoleh dengan perlakuan K3W1, K3W2, dan K1W1 yang tidak berbeda nyata satu sama lain, sementara K2W1 menempati kelas transisional dan K1W2 serta K2W2 berada pada kelas menengah yang tetap lebih tinggi dari kontrol. Kesesuaian ini sejalan dengan data mortalitas larva *Spodoptera exigua* sebelumnya, di mana K3W1 mencapai $90,1 \pm 5,0\%$ dan K1W1 $84,2 \pm 5,5\%$, sehingga

penurunan kehilangan hasil akibat defoliiasi dan kerusakan jaringan daun dapat langsung terkonversi menjadi akumulasi asimilat menuju umbi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Singh *et al.* (2001), yang menyatakan bahwa kerusakan atau kehilangan jaringan daun dapat mengurangi produksi asimilat dan hasil umbi, sekaligus menunjukkan bahwa respons kompensasi tanaman perlu dipertimbangkan.

Dari sisi mekanisme, kontribusi *endofitik B. bassiana* berpotensi meningkatkan diameter umbi melalui jalur pengatur tumbuh. Cendawan endofit diketahui mampu memicu pertumbuhan dengan menghasilkan atau memodulasi substansi hormon, dan auksin berperan mengatur pertumbuhan pada konsentrasi sangat rendah, memengaruhi tekanan osmotik, melunakkan dinding sel, meningkatkan penyerapan air, serta memicu pemanjangan dan pembesaran sel (Yasmeen *et al.*, 2024). Pada fase pembentukan dan pembesaran umbi bawang, pertumbuhan organ penyimpanan dipengaruhi oleh keseimbangan antara sumber (*source*) dan serapan (*sink*) asimilat. Pelonggaran dinding sel memungkinkan peningkatan penyerapan air yang mendorong ekspansi sel, sedangkan peningkatan aktivitas metabolisme dan impor karbohidrat mendukung pertumbuhan jaringan penyusun umbi. Seiring perkembangan umbi, pangkal daun yang membentuk sisik

umbi mengalami penebalan dan akumulasi karbohidrat, sementara umbi berkembang menjadi organ serapan asimilat yang dominan. Proses-proses tersebut berkontribusi terhadap pembesaran ukuran dan peningkatan bobot umbi (Khokhar, 2017).

Keterlibatan *eco enzyme* pada K1 memperbaiki keterbasahan permukaan dan kemungkinan memperkuat kolonisasi endofitik maupun efisiensi kontak konidia, sehingga meski dosis *B. bassiana* lebih rendah, hasil mendekati K3 pada interval lima hari (Hasanah, 2020). Keteraturan pola W1 lebih tinggi daripada W2 konsisten dengan kebutuhan menjaga ketersediaan konidia aktif di lapangan yang mudah terdegradasi oleh UV, hujan, dan fluktuasi kelembapan, sehingga aplikasi lebih rapat mempertahankan intensitas infeksi dan stabilitas hasil. Secara agronomis, K3W1 memberikan hasil tertinggi, sedangkan K1W1 menawarkan efisiensi yang sangat baik karena mencapai 16,4 ton/ha dengan input jamur lebih rendah, sehingga layak diprioritaskan ketika pertimbangan biaya dan konsistensi hasil menjadi fokus utama.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi *eco enzyme* dengan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* efektif menekan populasi ulat bawang (*Spodoptera exigua*) sekaligus meningkatkan produktivitas bawang merah varietas

Ketamonca. Perlakuan dosis 15 g/L *B. bassiana* (K3) dengan interval aplikasi 5 hari (W1) memberikan hasil terbaik dengan mortalitas larva mencapai 90,1% dan produksi umbi sebesar 18,1 t/ha. Namun, kombinasi dosis lebih rendah yaitu 10 g/L *B. bassiana* + 4 mL/L *eco enzyme* (K1) dengan interval 5 hari juga terbukti cukup efektif dengan mortalitas 84,2% dan hasil 17,3 t/ha sehingga lebih efisien dari sisi penggunaan bahan. Secara umum, interval aplikasi 5 hari lebih efektif dibandingkan 8 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *eco enzyme* dan *B. bassiana* berpotensi menjadi strategi pengendalian hayati yang ramah lingkungan, mendukung sistem pertanian berkelanjutan, sekaligus meningkatkan hasil bawang merah lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, G., Hassan, N., Farhan, M., Haq, I., & Karar, H. (2015). Effect of selected insecticides on *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) and their successful management. *Advances in Entomology*, 3(1), 16-23.
- Angkasa, M. A., Hakim, L., & Demula, K. S. (2024). Strategi pengembangan upland bawang merah di Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 4(1), 54-70. <https://doi.org/10.29303/jsep.v4i1.824>
- Azwana, A., Mardiana, S., & Zannah, R. R. (2019). Efikasi insektisida nabati ekstrak bunga kembang bulan (*Tithonia diversifolia* A. Gray) terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman sawi di laboratorium. *BIOLINK: Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan*, 5(2), 131-141. <https://doi.org/10.31289/biolink.v5i2.2276>
- As'ad, M. F., Kaidi, F., & Syarief, M. (2018). Status resistensi walang sangit (*Leptocorisa acuta* F.) terhadap insektisida sintetik dan kepekaannya terhadap *Beauveria bassiana* pada tanaman padi. *AGRIPRIMA Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1), 79-86. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v2i1.53>
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat. (2018). *Laporan Kinerja BPTP NTB Tahun 2018*. BPTP Nusa Tenggara Barat.
- Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi NTB. (2023). *Monitoring Kesedian Stok Bawang Merah dan Cabai*. <https://distanbun.ntbprov.go.id/?p=7901>
- Gulo, G. B., Harefa, R. A., Sihotang, J., & Tampubolon, J. (2023). Analisis fluktuasi harga dan elastisitas transmisi harga bawang merah di Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 17-26.
- Handayani, S. M., Lusiawati, O., Imaduddin, N., Rahmadini, F., Arsyad, M., Kurniawati, A., Aditama, M., Raihan, M., Jahro, D. Z., Abdurrahim, F., & Muharram, R. (2023). Pelatihan pembuatan *eco enzyme* sebagai upaya pengolahan sampah organik rumah tangga di Dukuh Polangan, Kalurahan Sumberharjo. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat & CSR Ke-3 Fakultas Pertanian UNS*, 3(1), 1-8.
- Hasanah, Y. (2020). *Eco enzyme* and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech transfer*, 3(2), 119-128.
- Iqbal, M., Tadjudin, E., & Nur, S. (2022). Pengaruh berbagai dosis pupuk organik cair dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal AGROSWAGATI*, 10(2), 91-102. <https://doi.org/10.33603/agroswagati.v10i2.7037>

- Istikomah, R. (2023). *Uji efektivitas ekoenzim kulit pisang ambon (Musa paradisiaca L.) dan kulit jeruk (Citrus sp) sebagai insektisida hama penggerek buah kopi (Hypothenemus hampei F.)* [Skripsi]. UIN Raden Intan Lampung.
- Komariah, I., & Anton, A. (2022). Pemberdayaan masyarakat petani dengan memanfaatkan bawang yang tidak terjual menjadi produksi usaha bawang goreng aneka rasa. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 26–31. <https://doi.org/10.52434/jpm.v1i1.1795>
- Khokhar, K. M. (2017). Environmental and genotypic effects on bulb development in onion—A review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(5), 448–454.
- Laksana, R. N., Himawan, T., & Choliq, F. A. (2022). Kombinasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dengan ekstrak daun pepaya untuk pengendalian *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 10(2), 60–72. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.2.2>
- Pardian, P., Noor, T. I., & Kusumah, A. (2016). Analisis penawaran dan permintaan bawang merah di Provinsi Jawa Barat. *AGRICORE-Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 1(2), 95–204.
- Sadya, S. (2023). *Indonesia produksi bawang merah sebanyak 1,97 juta ton pada 2022*. Data Indonesia.id. <https://dataindonesia.id/industri-perdagangan/detail/indonesia-produksi-bawang-merah-sebanyak-197-juta-ton-pada-2022>
- Setiani, R., Mulyono, D., & Nurmalinda. (2019). Strategi pengembangan bawang merah di Kabupaten Bima, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 26(2), 143–152. <https://doi.org/10.14203/jep.26.2.2018.143-15>
- Singh, B., Ezekiel, R., & Sukumaran, N. P. (2001). Dry matter accumulation and tuber yield in potato as affected by defoliation. *Potato Journal*, 28(2–4), 251–255.
- Sutrisna, I. K., & Dewi, M. K. (2016). Pengaruh tingkat produksi, harga dan konsumsi terhadap impor bawang merah di Indonesia. *E-Jurnal Ekonomi Pembangunan Universitas Udayana*, 5(1), 445–492. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/eep/article/view/15809>
- Wowiling, S. S., Pelealu, J., & Maramis, R. T. (2015). Pemanfaatan cendawan *Beauveria bassiana* dalam mengendalikan hama *Paraecusmetus* sp. pada tanaman padi sawah di Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Bios Logos*, 5(2), 1–8.
- Yasmeen, T., Haidar, W., Syrish, A., Rizwan, M., Arif, M. S., Shahzad, S. M., & Tariq, M. (2024). Endophytic fungi: Plant growth-promoting phytohormones and their potential application. In *Fungal secondary metabolites*. (pp. 57–72). Elsevier.