

Pemberdayaan Petani Kopi Desa Rowosari melalui Pengendalian Hama dan Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pupuk Organik

(Empowering Rowosari Coffee Farmers through Pest Control and Organic Fertilizers)

Nilasari Dewi^{1*}, Nanang Tri Haryadi¹, Muhammad Firdaus², Sekar Faradita Prameswari¹, Rizki Amelia Rachmawati¹, Novia Margaretha³, Aiqe Seprinanda Mubarokah¹, Abel Rahmad Mulyono¹, Hilda Ramadhani¹, Enjel Meylita Santosa¹, Erin Indriana Rosidah¹, Farrel Rayhan Nabil⁴, Raden Helmy Ramadianto⁵, Ardhi Satrio Pamungkas⁶, Fajar Kurnia Laily¹, Amalia Putri Sani¹, Azizul Nur Irza Ihtizar¹, Yunus Hidayat⁴, Rachma Wahyu Hidayat¹, Salsabila Nur Shinta⁴, Kurnia Hartati⁴, Nurul Lathifa⁴, Salsa Dinta Arizona⁴

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

² Program Studi Manajemen, Institut Teknologi dan Sains Mandala, Jl. Sumatera No. 118-120, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

³ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

⁴ Program Studi Agrbisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

⁵ Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

⁶ Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121.

*Penulis Korespondensi: nilasaridewi@unej.ac.id

Diterima September 2024/Disetujui Mei 2025

ABSTRAK

Desa Rowosari, Kecamatan Sumberjambe, merupakan salah satu desa binaan Universitas Jember yang mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani kopi. Petani menghadapi tantangan serius dalam budidaya kopi akibat serangan hama penggerek buah kopi (PBKo) (*Hypothenemus hampei*) dengan intensitas serangan mencapai 60-67%, serta kekurangan unsur hara akibat mahalnya harga pupuk. Program pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut melalui pendekatan pengendalian hama ramah lingkungan dan peningkatan kualitas tanah. Solusi yang diterapkan meliputi aplikasi formulasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* dalam media, yang terbukti menurunkan populasi hama hingga 50%, serta penggunaan pupuk organik padat yang mengandung nitrogen (15%), fosfor (0,8%), dan kalium (12%). Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan produksi kopi sebesar 10,4% setelah aplikasi *Beauveria bassiana* dan pupuk organik. Persepsi petani juga sangat positif, dengan skor 4,5 dari 5 untuk kemudahan aplikasi dan 4,2 untuk keinginan melanjutkan penggunaan teknologi tersebut. Melalui pemanfaatan *Beuveria bassiana* dan pupuk organik di Desa Rowosari, program pemberdayaan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kopi, memperbaiki kondisi tanah, dan memperkuat ketahanan petani dalam menghadapi masalah hama dan defisiensi nutrisi secara berkelanjutan.

Kata kunci: *beauveria bassiana*, pemberdayaan petani, pengendalian hama, produktivitas kopi, pupuk organik

ABSTRACT

Rowosari Village, Sumberjambe Subdistrict, is one of the fostered villages of the University of Jember, where the majority of the population works as coffee farmers. However, the farmers face significant challenges in coffee cultivation due to attacks by coffee berry borer (CBB) (*Hypothenemus hampei*), with an infestation intensity reaching 60-67%, and nutrient deficiencies caused by the high price of fertilizers. This community empowerment program aims to address these issues through environmentally friendly pest control and soil quality improvement approaches. The solutions implemented include the application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana formulation in the medium*, which has been proven to reduce pest populations by up to 50%, and the use of solid organic fertilizer containing nitrogen (15%), phosphorus (0.8%), and potassium (12%). The results of this program show an increase in coffee production by 10.4% following the application of

Beauveria bassiana and organic fertilizer. Farmers' perceptions were also very positive, with a score of 4.5 out of 5 for ease of application and 4.2 for willingness to continue using the technology. Through the utilization of *Beauveria bassiana* and organic fertilizer in Rowosari Village, the empowerment program is expected to increase coffee productivity, improve soil conditions, and strengthen the resilience of farmers in facing pest and nutrient deficiency challenges sustainably.

Key words: *beauveria bassiana*, coffee productivity, farmer empowerment, organic fertilizer, pest control

PENDAHULUAN

Desa Rowosari, Kecamatan Sumberjambe, merupakan salah satu desa binaan Universitas Jember pada tahun 2024 dengan mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai petani tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Komoditas utama yang banyak dibudidayakan di desa ini adalah kopi. Menurut data BPS, tahun 2022 produksi kopi di Kabupaten Jember mencapai 11.795 ton, yang menunjukkan bahwa kopi memiliki potensi ekonomi yang besar di wilayah ini (BPS Jatim 2024). Namun, para petani di Desa Rowosari menghadapi masalah serius dalam budidaya kopi, terutama karena serangan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), atau yang lebih dikenal dengan PBKo, serta kekurangan nutrisi akibat harga pupuk yang mahal.

Serangan hama PBKo di wilayah ini sangat merugikan, dengan intensitas serangan yang mencapai 64,67%. Dampaknya bisa sangat besar, mengakibatkan penurunan hasil panen dari 10,4% hingga 90,14% (Abewoy 2022). Hama ini bersembunyi di dalam buah kopi, menyebabkan kerusakan pada buah dan mempercepat pematahan, yang pada akhirnya menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen (Johnson *et al.* 2020). Para petani di Desa Rowosari masih belum memiliki pengetahuan yang cukup tentang cara pengendalian yang efektif terhadap PBKo atau hama lain di pertanian komoditi utama lain, seperti cabai. Pengendalian yang saat ini dilakukan sebagian besar dengan insektisida kimia berbahan endosulfan, yang sering kali mengakibatkan resistensi hama tersebut (Infante 2018). Selain itu, masalah kekurangan nutrisi pada tanaman juga diperparah oleh kelangkaan pupuk dan harganya yang tinggi, menyebabkan tanaman mengalami defisiensi unsur hara, yang berdampak pada produktivitas tanaman (Fonesca *et al.* 2015).

Program pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi berkelanjutan terhadap masalah hama dan defisiensi unsur hara yang dihadapi oleh petani kopi di Desa Rowosari. Dengan memanfaatkan potensi lokal

seperti penggunaan Bb untuk mengonservasi musuh alami dan pengembangan biopestisida dari jamur entomopatogen *Beauveria bassiana*, program ini tidak hanya berfokus pada pengendalian hama yang ramah lingkungan, tetapi juga pada peningkatan kualitas tanah melalui penggunaan pupuk organik padat. Program pendampingan sangat penting dilakukan agar masyarakat dapat menghasilkan produk yang mampu meningkatkan produktivitas tanpa memberikan dampak buruk pada lingkungan (Siagian *et al.* 2024). Pendampingan kepada petani dalam penerapan teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan persepsi dan kemampuan petani terhadap aplikasi dan produksi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* secara mandiri.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Lokasi, Waktu, dan Partisipan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilakukan pada Juni sampai November 2024 di Desa Rowosari, Kecamatan Sumberjambe, Jember. Mitra kegiatan ini adalah kelompok tani Tani Maju di Dusun Pereng Padduh dan kelompok tani Mekarsari di Dusun Barat Sawah. Sebagian besar petani di kedua mitra membudidayakan komoditas utama kopi dan padi. Jumlah anggota kelompok tani Tani Maju adalah 104 orang, sedangkan anggota kelompok tani Mekarsari berjumlah 76 orang.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada kegiatan pengabdian ini antara lain kuisioner, isolat *Beauveria bassiana*, beras jagung, alkohol, sabun, EM4, dedak, jerami padi, dan tanaman apu-apu. Alat yang digunakan adalah *yellow bowl trap*, plastik, cangkul, terpal, kotak plastik, ajir, timbangan digital, dan jarum ose.

Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

• Sosialisasi kegiatan

Sosialisasi bertujuan memberikan penjelasan lebih rinci tentang konsep dasar pengelolaan budidaya kopi berkelanjutan, agen hayati pada

tanaman kopi, dan manfaat pupuk organik. Sosialisasi diikuti dua kelompok tani dengan peserta 30 orang setiap kelompok tani dan jumlah keseluruhan 60 peserta. Sosialisasi diawali pemberian materi dan dilanjutkan kegiatan diskusi. Diskusi dilakukan untuk menyamakan persepsi petani mengenai metode yang akan digunakan saat budidaya kopi dan penentuan titik lokasi yang akan digunakan sebagai demplot percobaan dalam kegiatan aplikasi jamur *Beauveria bassiana* dan pupuk organik. Kegiatan praktik pelatihan dilakukan pada dua demplot, luas demplot 20m x 25m dengan jarak antar adalah 500–100m.

- **Pelatihan pembuatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana***

Perbanyakannya *Beauveria bassiana* dilakukan secara sederhana. Langkah awal yang dilakukan adalah menyiapkan media perbanyakannya dari substrat organik seperti beras jagung steril. Selanjutnya Bb diinokulasikan ke media beras jagung dalam kondisi steril. Inkubasi dilakukan pada suhu optimal (25–30°C) selama 3–4 hari untuk mendorong pertumbuhan spora. Setelah itu, spora yang dihasilkan dikumpulkan dan dipisahkan untuk aplikasi. Pelatihan pembuatan pupuk organik.

- **Pelatihan pembuatan pupuk organik**

Pembuatan pupuk organik padat menggunakan bahan utama limbah kulit kopi dan gulma apu-apu yang juga banyak tumbuh di lahan sawah milik petani di Desa Rowosari. Pupuk organik dibuat dengan tahapan kegiatan pengomposan atau fermentasi yang bertujuan untuk mengurai bahan organik menjadi unsur hara yang stabil dan dapat diserap tanaman. Proses fermentasi dipercepat dengan pemberian EM4 sebagai aktivator dan molase sebagai sumber energi. Setelah proses pengomposan, kandungan unsur hara pada pupuk yang telah dibuat diuji di laboratorium.

- **Aplikasi jamur entomopatogen dan pupuk organik**

Aplikasi Bb dilakukan dengan menggunakan 5 gram sediaan kering yang dilarutkan dalam 10 L air dan tambahkan 2 mL sabun cair agar spora dapat tercampur dengan rata. Aplikasi dilakukan setiap 2 minggu sekali, baik sebagai tindakan pencegahan maupun pengendalian. Kematian hama serangga akan terjadi dalam waktu 4–5 hari setelah aplikasi. Aplikasi pupuk organik dilakukan pada saat sebelum tanam (persiapan

lahan), saat tanam dan fease awal vegetatif tanaman. Pupuk organik ditaburkan secara merata pada lahan dengan dosis 2 ton/ha.

Metode Pengumpulan, Pengolahan, dan Analisis Data

- **Pengumpulan data serangga menggunakan yellow bowl trap**

Pengamatan terhadap populasi serangga dilakukan menggunakan *yellow bowl trap* yang dipasang di lahan cabai dan kopi. Perangkap ditempatkan setinggi 1,5 m di bawah kanopi tanaman, berisi campuran sabun dan alkohol 70% sebagai cairan penangkap. Pemasangan dilakukan selama 24 jam, kemudian serangga yang terperangkap diidentifikasi berdasarkan spesies hama dan musuh alami. Observasi dilakukan secara berkala pada lima lokasi berbeda dengan tiga kali pengulangan per lokasi untuk memperoleh data kuantitatif populasi hama dan musuh alami sebelum dan setelah aplikasi *Beauveria bassiana* (Bb).

- **Pengumpulan data persepsi kelompok tani**

Persepsi petani terhadap efektivitas aplikasi *Beauveria bassiana* (Bb) dan pupuk organik diukur melalui wawancara terstruktur dengan empat kategori utama penilaian. Efektivitas Bb dalam pengendalian hama: mengukur seberapa efektif petani merasa Bb dalam mengurangi jumlah hama pada tanaman mereka. Kemudian, petani diminta untuk mengevaluasi bagaimana aplikasi Bb memengaruhi populasi musuh alami yang membantu mengendalikan hama. Selanjutnya, dilakukan penilaian tentang seberapa mudah petani merasa saat mengaplikasikan Bb pada tanaman mereka. Terakhir, wawancara dilakukan untuk mengukur minat petani untuk terus menggunakan Bb di masa depan berdasarkan pengalaman mereka.

Wawancara dilakukan terhadap dua kelompok tani, yaitu Tani Maju dan Mekarsari, dengan total responden sebanyak 50 orang dari Tani Majudan 52 orang dari Mekarsari. Para responden terdiri dari petani yang terlibat langsung dalam aplikasi Bb dan pupuk organik di lahan mereka. Kuesioner terdiri dari 12 pertanyaan, yang dibagi rata ke dalam keempat kategori tersebut (3 pertanyaan per kategori). Pertanyaan dirancang dalam bentuk skala Likert 1–5, di mana: 1: Sangat Tidak Setuju; 2: Tidak Setuju; 3: Netral; 4: Setuju; 5: Sangat Setuju. Skala Likert merupakan skala yang digunakan untuk mengukur pendapat dan persepsi individu termasuk petani dalam fenomena sosial (Sugiyono

2006). Setiap petani diwawancara secara langsung oleh anggota tim pengabdian lahan mereka. Wawancara dilakukan selama 30–45 menit per responden.

- **Pengumpulan data produksi tanaman**

Data produksi tanaman kopi per ha diambil dari hasil wawancara dan pencatatan lapangan selama tahun 2023 dan 2024, yang mencakup total produksi (dalam kilogram) per kuartal. Data yang dikumpulkan meliputi: 1. Produksi aktual kopi per kuartal (kg); Waktu aplikasi pestisida dan pupuk (kuartal spesifik 2023-2024); Kondisi lahan seperti kelembaban tanah, curah hujan, dan suhu lingkungan. Selain wawancara, dilakukan pencatatan hasil produksi yang dilaporkan oleh petani selama periode tersebut.

- **Analisis data serangga**

Data serangga yang diperoleh dianalisis secara statistika deskriptif menggunakan grafik untuk menjelaskan populasi serangga sebagai hama maupun musuh alami.

- **Analisis data persepsi kelompok tani**

Data persepsi kelompok tani yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi tren persepsi dan perbedaan antara kelompok tani Tani Maju dan Mekarsari terkait aplikasi Bb dan pupuk organik. Data dari kuesioner dihitung dan dipresentasikan dalam bentuk rata-rata skor untuk setiap kategori, baik secara keseluruhan maupun terpisah untuk masing-masing kelompok tani. Hasil analisis ini digunakan untuk menggambarkan kecenderungan persepsi tiap kelompok terhadap penerapan Bb dan pupuk organik, serta untuk melihat potensi perbedaan persepsi antar kelompok tani.

- **Analisis data produksi tanaman**

Perkiraaan hasil panen tahun 2025 dihitung menggunakan model proyeksi hasil panen aktual tahun 2024 dengan asumsi penggunaan pupuk organik dan Bb. Model proyeksi ini mempertimbangkan tren peningkatan hasil produksi akibat perbaikan tanah dan pengendalian hama yang lebih efektif. Untuk memprediksi hasil produksi di tahun 2025, digunakan model regresi linier sederhana dengan formula (Usman & Akbar 2006):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \epsilon$$

Keterangan:

Y : hasil produksi yang diproyeksikan.

X1 : waktu (diukur dalam kuartal).

X2 : aplikasi Bb dan pupuk organik (variabel dummy: 0 atau 1).

β_0 : konstanta (intersep) yang mencerminkan produksi dasar tanpa intervensi.

β_1 : koefisien waktu yang menggambarkan tren alami peningkatan produksi.

β_2 : koefisien aplikasi Bb dan pupuk organik yang menunjukkan dampak aplikasi pada hasil panen.

ϵ : error term yang mencerminkan variabilitas acak yang tidak dijelaskan oleh model.

- **Analisis kandungan pupuk organik**

Kandungan makro pupuk organik dianalisis di laboratorium, dengan fokus pada unsur karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Sampel pupuk yang digunakan pada lahan dicocokkan dengan hasil analisis untuk mengidentifikasi potensi peningkatan produktivitas tanaman. Analisis dilakukan menggunakan metode titrasi untuk menentukan kandungan persentase unsur nitrogen dan karbon (Chacón *et al.* 2002). Unsur P dianalisis dengan metode spektrofotometri dan unsur dianalisis dengan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Mitra

Desa Rowosari adalah salah satu desa di Kecamatan Sumberjambe, Kabupaten Jember yang terletak di kaki gunung Raung. Desa Rowosari terletak pada posisi $4^{\circ}21' - 3^{\circ}31'$ LS dan $140^{\circ}10' - 115^{\circ}40'$ BT dengan ketinggian sekitar 550 mdpl. Curah hujan di Desa Rowosari rata-rata mencapai 2.400 mm/tahun. Desa Rowosari berbatasan dengan Desa Jambearum di sebelah utara, di sebelah Barat berbatasan dengan Desa Sumberjambe, dan di sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Gunung Malang. Desa Rowosari memiliki luas wilayah kurang lebih 666 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 5.120 dan 2.100 Kepala Keluarga.

Masyarakat Desa Rowosari sebagian besar bermata pencarian sebagai petani karena daerahnya didominasi hutan dan sawah. Jumlah kelompok di Desa Rowosari terdiri dari 8 kelompok. Pada kawasan hutan, tanaman utamanya adalah kopi, durian dan alpukat. Sedangkan pada kawasan sawah, tanaman didominasi oleh padi, jagung, cabai, kedelai, tomat, semangka dan lain sebagainya. Desa Rowosari memiliki potensi air yang sangat

melimpah. Hal ini karena Desa Rowosari memiliki sumber mata air yang berasal langsung dari Pegunungan Raung.

Dampak Aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap Populasi Hama dan Musuh Alami pada Lahan Cabai

Salah satu kegiatan utama adalah sosialisasi dan pelatihan pembuatan agen pengendali hayati (APH) dalam bentuk padat dan cair, menggunakan *Beauveria bassiana* dan sarang semut, yang bertujuan mengendalikan hama tanaman kopi. Selain itu, tim melakukan pemasangan alat seperti *yellow bowl trap* di lahan cabai dan kopi, serta monitoring secara berkala terhadap perkembangan hama. Selama program, tim juga memberikan pelatihan pembuatan pupuk kompos dari kotoran hewan, bekerja sama dengan kelompok tani setempat (Gambar 1). Kegiatan monitoring dan evaluasi berjalan rutin, termasuk identifikasi hama dan penilaian terhadap penerapan agen hayati yang digunakan. Program ini diakhiri dengan serangkaian diskusi bersama dosen pendamping lapangan, pembuatan laporan kegiatan, serta evaluasi terhadap hasil-hasil yang telah dicapai.

Pada grafik pertama (Gambar 2), terlihat adanya penurunan signifikan dalam jumlah musuh alami setelah aplikasi *Beauveria bassiana* (Bb) pada dua dari tiga demplot yang dianalisis. Demplot 1 menunjukkan penurunan yang mencolok, dari lebih dari 20 temuan sebelum aplikasi menjadi sekitar 13 setelah aplikasi. Demplot 2 juga mengalami penurunan, meskipun tidak seberat Demplot 1, dari sekitar 15 menjadi di bawah 10 temuan. Demplot 3, yang awalnya memiliki jumlah musuh alami yang sedikit, menunjukkan hasil yang relatif konsisten sebelum dan sesudah aplikasi, dengan masing-



Gambar 1 Proses pembuatan pupuk organik padat.

masing di bawah 5 temuan. Penurunan ini mengindikasikan bahwa aplikasi Bb dapat memengaruhi populasi musuh alami di beberapa area, meskipun dengan dampak yang lebih ringan dibandingkan terhadap hama. Namun, grafik kedua memberikan wawasan lebih jelas terkait efektivitas Bb dalam menekan populasi hama. Di Demplot 2, terdapat penurunan drastis dalam jumlah hama, dari lebih dari 60 temuan sebelum aplikasi menjadi sekitar 25 setelah aplikasi, menunjukkan efektivitas yang tinggi. Hal yang sama terjadi di Demplot 3, di mana jumlah hama turun dari sekitar 25 menjadi di bawah 10 setelah aplikasi. Penurunan signifikan ini konsisten dengan studi sebelumnya yang menunjukkan efektivitas Bb dalam mengendalikan hama secara biologis (Fabrice *et al.* 2020). Pada penelitian Purwaningsih *et al.* (2018) juga menyebutkan penggunaan *Beauveria bassiana* menurunkan populasi dari 25,87 individu (tanpa perlakuan) menjadi 9,04 individu (dosis 200 g/14L) pada lahan padi. Temuan ini mengonfirmasi bahwa Bb merupakan agen pengendalian hayati yang efektif dalam mengurangi populasi hama di demplot yang berbeda.

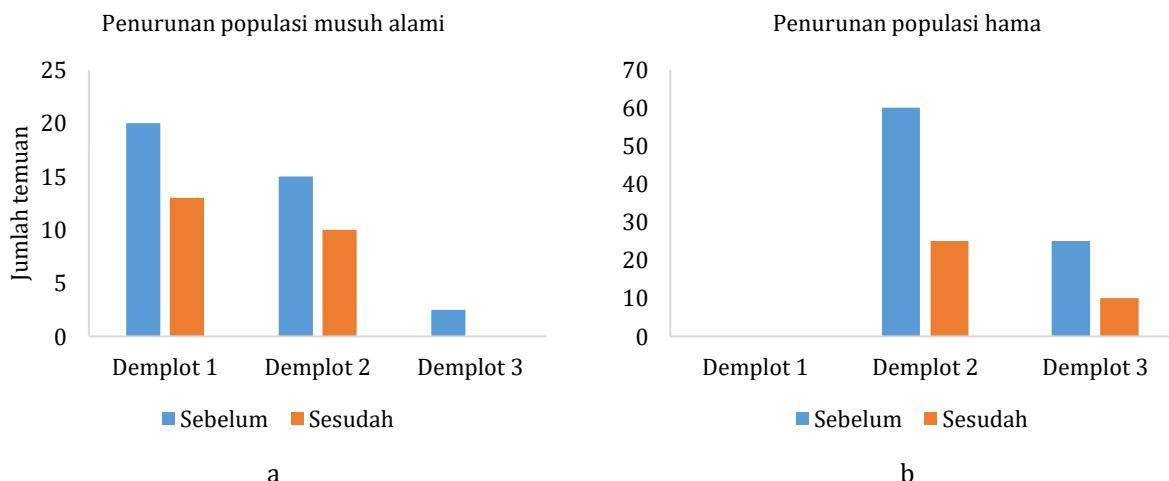
Meskipun Bb berhasil mengurangi jumlah hama secara signifikan, efeknya pada musuh alami masih perlu diperhatikan. Penurunan populasi musuh alami, meskipun tidak seberat pada hama, menimbulkan pertanyaan apakah aplikasi Bb dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem lokal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa agen hayati seperti Bb dapat memengaruhi populasi musuh alami secara tidak langsung (González-Mas *et al.* 2019) karena musuh alami menjadi kesulitan dalam menemukan mangsa atau target inang. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami bagaimana menjaga keseimbangan antara pengendalian hama yang efektif dan perlindungan terhadap musuh alami. Secara keseluruhan, aplikasi Bb menunjukkan hasil positif dalam menekan populasi hama, tetapi perhatian terhadap dampak ekosistem yang lebih luas, khususnya pada musuh alami, perlu dipertimbangkan untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan hama yang lebih baik. Diskusi lebih mendalam mengenai interaksi Bb dengan musuh alami penting untuk memastikan pengendalian hama yang tetap mendukung keseimbangan ekosistem jangka panjang (McGuire & Northfield 2020).

Dampak Aplikasi *Beauveria bassiana* terhadap Populasi Hama dan Musuh Alami pada Lahan Kopi

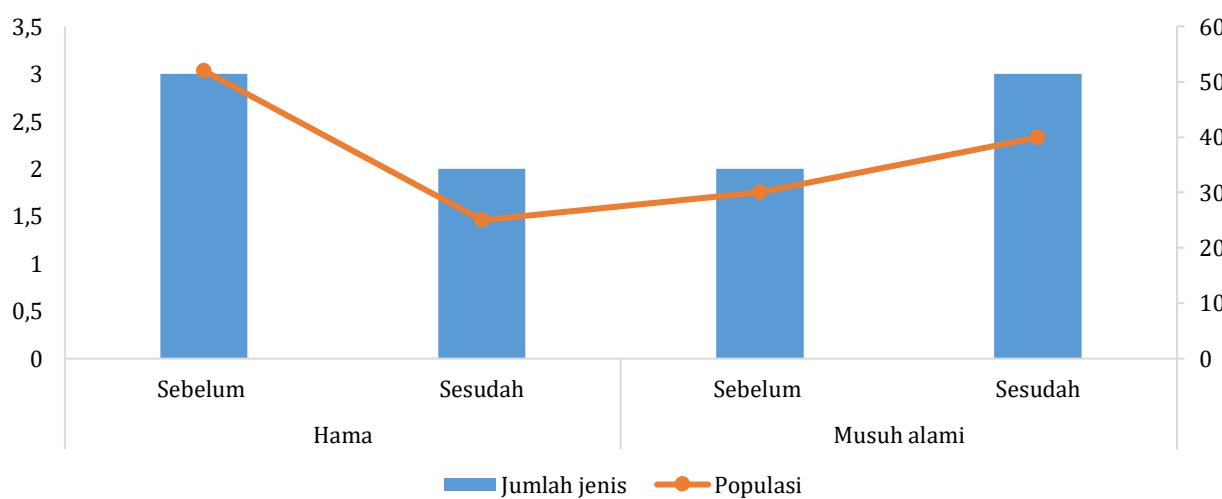
Setelah aplikasi *Beauveria bassiana* (Bb), grafik menunjukkan penurunan yang signifikan dalam keragaman dan jumlah hama (Gambar 3). Sebelum aplikasi Bb, ditemukan tiga spesies hama dengan total 52 temuan. Setelah aplikasi, keragaman spesies hama menurun menjadi dua spesies, dan jumlah temuan hama turun drastis menjadi 25 ekor. Penurunan ini sejalan dengan temuan-temuan sebelumnya yang menunjukkan efektivitas Bb dalam mengurangi populasi hama melalui mekanisme biologis yang menyebabkan kematian hama setelah kontak dengan spora jamur (Garcia-Estrada *et al.* 2016). Penelitian Subrata *et al.* (2024) menyebutkan bahwa tidak ditemukan lagi hama *Hypothenemus hampei* sebagai hama utama buah kopi setelah aplikasi

jamur Bb. Penurunan jumlah dan keragaman spesies hama ini memperkuat peran Bb sebagai agen pengendali hayati yang efektif dalam mengurangi tekanan hama pada tanaman kopi (Hollingsworth *et al.* 2020). Hal ini penting karena pengendalian hama yang tepat dapat meningkatkan hasil panen dan kualitas produk akhir, sehingga memberi dampak ekonomi yang signifikan bagi petani.

Infeksi Bb menyerang hama melalui 4 tahapan yaitu inokulasi, germinasi, penetrasi, diseminasi dan kolonisasi (Dannon *et al.* 2020). Tahap inokulasi adalah proses kontak antara organ infektif dengan integumen serangga inang. Pada tahap germinasi, konidia membentuk tabung kecambah dan memerlukan kelembaban yang cukup tinggi di atas 90%. Pada saat penetrasi, cendawan membentuk blastospora pada ujung apresorium atau haustorium. Pada tahap terakhir



Gambar 2 a) Grafik penurunan jumlah hama pada 3 demplot sebelum dan sesudah aplikasi dan b) Kemunculan musuh alami setelah 2 pekan aplikasi pada 2 demplot.



Gambar 3 Perbandingan sebelum dan sesudah aplikasi *Beauveria bassiana* hasil produksi petani pada lahan kopi.

yakni kolonisasi, miselium cendawan mulai mengkolonisasi seluruh jaringan di dalam tubuh inang dan berakhir dengan pembentukan organ reproduksi yaitu konidia.

Di sisi lain, populasi musuh alami mengalami peningkatan setelah aplikasi Bb, yang menunjukkan tren berlawanan dengan populasi hama. Sebelum aplikasi Bb, ditemukan dua spesies musuh alami dengan total 30 temuan, tetapi setelah aplikasi, keragaman meningkat menjadi tiga spesies, dan jumlah temuan meningkat menjadi 40. Hal ini memunculkan hipotesis bahwa Bb mungkin berperan secara tidak langsung dalam meningkatkan aktivitas musuh alami atau setidaknya tidak mengganggu keseimbangan mereka (González-Mas *et al.* 2019). Beberapa studi mengemukakan bahwa agen biokontrol seperti Bb dapat meminimalkan persaingan musuh alami dengan mengurangi populasi hama secara selektif, sehingga musuh alami dapat berkembang lebih baik (de Freitas *et al.* 2021).

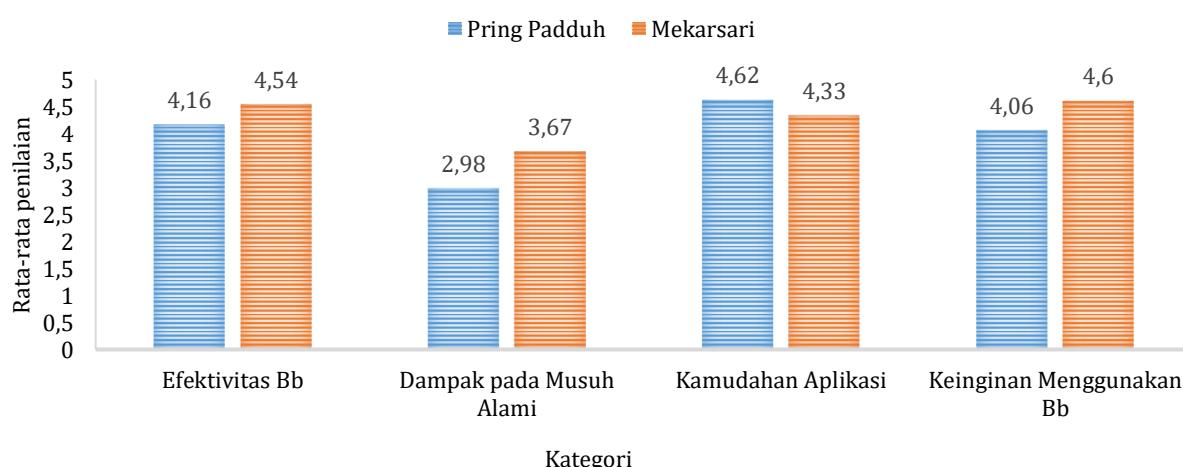
Penemuan ini sangat penting dalam konteks pengendalian hama berkelanjutan. Aplikasi Bb tidak hanya efektif dalam menekan populasi hama, tetapi juga tampaknya memperkuat ekosistem lokal dengan meningkatkan kehadiran musuh alami. Hal ini mengisyaratkan bahwa penggunaan Bb dapat menjadi strategi yang ideal untuk menjaga keseimbangan ekosistem di area budidaya kopi, mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, dan mempertahankan kesehatan tanaman dalam jangka panjang (Fabrice *et al.* 2020). Keberhasilan ini menunjukkan potensi Bb sebagai solusi yang berkelanjutan untuk pengendalian hama dengan tetap menjaga keseimbangan ekosistem secara menyeluruh.

Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi Bb tidak hanya membantu mengurangi populasi hama, tetapi juga secara potensial meningkatkan keberadaan musuh alami, yang pada akhirnya mendukung upaya pengendalian hama yang lebih holistik dan berkelanjutan.

Persepsi Kelompok Tani

Berdasarkan hasil survei, kelompok tani Tani Maju memberikan rata-rata penilaian sebesar 4,16 untuk efektivitas *Beauveria bassiana* (Bb) dalam mengendalikan hama (Gambar 4). Nilai ini mencerminkan kepercayaan yang cukup tinggi terhadap Bb sebagai agen pengendali hama biologis. Namun, mereka juga memberikan skor yang lebih rendah, yaitu 2,98, untuk dampak aplikasi Bb terhadap musuh alami. Hal ini menunjukkan adanya kekhawatiran bahwa Bb mungkin mempengaruhi keseimbangan ekosistem lokal, khususnya dalam hal peran musuh alami yang turut membantu pengendalian hama secara alami (González-Mas *et al.* 2019).

Persepsi petani terhadap kemudahan aplikasi Bb sangat positif, dengan skor 4,62, yang menunjukkan petani tidak mengalami kesulitan berarti dalam menerapkan teknologi ini di lapangan (Caffaro *et al.* 2020). Kegiatan pendampingan lainnya di Kota Tomohon menunjukkan sebanyak 30% petani dapat melakukan eksplorasi, isolasi, perbanyakan dan aplikasi jamur Bb (Siahaan dan Saroyo, 2024). Gambar 5 menunjukkan proses aplikasi Bb. Skor 4,06 yang diberikan untuk keinginan melanjutkan penggunaan Bb juga mencerminkan antusiasme para petani untuk terus memanfaatkan agen hayati ini dalam pengelolaan hama di masa depan, meskipun masih ada sedikit keraguan terkait



Gambar 4 Grafik hasil persepsi dua kelompok petani terhadap aplikasi Bb pada lahan demplot.

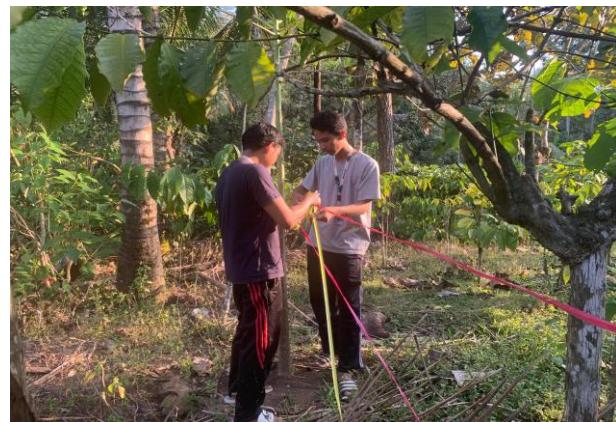
dampak pada musuh alami (Despotović *et al.* 2019).

Sementara itu, kelompok tani Mekarsari memberikan penilaian yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Tani Maju. Mereka menilai efektivitas Bb dalam pengendalian hama dengan skor 4,54, yang menunjukkan kepuasan yang lebih besar dalam penerapan Bb. Selain itu, dampak pada musuh alami mendapat skor 3,67, yang lebih tinggi dibandingkan Tani Maju, menunjukkan bahwa kelompok Mekarsari memiliki pandangan yang lebih positif terhadap kemampuan Bb dalam mempertahankan keseimbangan ekosistem, atau setidaknya dampaknya tidak dianggap signifikan pada musuh alami (Fabrice *et al.* 2020).

Kemudahan aplikasi Bb juga dinilai cukup tinggi dengan skor 4,33, yang mendukung penggunaan agen hayati ini di lapangan secara praktis. Skor 4,60 untuk keinginan melanjutkan penggunaan, kelompok Mekarsari menunjukkan minat yang lebih besar untuk terus memanfaatkan Bb dalam pengendalian hama di masa depan (Johnson *et al.* 2020). Perbedaan persepsi ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti lokasi, kondisi lingkungan, atau pengalaman pribadi petani dalam menggunakan Bb dapat mempengaruhi bagaimana teknologi ini diterima. Namun, secara keseluruhan, kedua kelompok tani menunjukkan persepsi positif terhadap Bb, terutama dalam hal efektivitasnya dalam mengendalikan hama dan kemudahan aplikasi, yang merupakan indikator penting keberlanjutan penggunaan Bb di masa depan.

Analisis Pupuk Organik Hasil Pengabdian

Hasil analisis kandungan unsur utama menunjukkan proporsi kandungan yang ber variasi (Tabel 1). Kandungan karbon yang tinggi, yaitu 35%, merupakan ciri utama pupuk organik berkualitas, karena karbon berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, serta kemampuan tanah menyimpan air (Lal 2016). Nilai ini ideal karena karbon yang tinggi mendukung aktivitas mikroorganisme tanah, yang memainkan peran penting dalam proses dekomposisi dan penyediaan nutrisi bagi tanaman. Kandungan nitrogen sebesar 1,5% juga tergolong baik untuk pupuk organik, meskipun sedikit di bawah standar pupuk komersial yang umumnya mengandung nitrogen lebih tinggi. Namun, dalam konteks pertanian berkelanjutan, pupuk organik dengan kandungan nitrogen ini sudah memadai untuk tanaman dengan kebutuhan nitrogen



Gambar 5 Proses aplikasi *Beauveria bassiana*.

Tabel 1 Kandungan unsur makro pada hasil pupuk organik petani

Unsur makro	Kandungan (%)
Karbon (C)	35,0
Nitrogen (N)	1,5
Fosfor (P)	0,8
Kalium (K)	1,2

moderat dan memberikan pelepasan nutrisi secara bertahap, yang lebih ramah lingkungan (Sun *et al.* 2015).

Fosfor, yang penting untuk pengembangan akar, bunga, dan buah, ditemukan dalam jumlah 0,8%. Kandungan ini cukup baik untuk pupuk organik, yang secara umum memiliki kandungan fosfor lebih rendah dibandingkan pupuk kimia (Lambers 2022). Fosfor dalam jumlah ini mendukung pertumbuhan akar yang kuat dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman. Kalium, yang membantu dalam proses pengangkutan air, fotosintesis, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, terdapat dalam jumlah 1,2%. Kandungan kalium ini cukup ideal untuk pupuk organik, mendukung kualitas tanaman, terutama dalam ketahanan terhadap kondisi cuaca ekstrem serta meningkatkan kualitas hasil panen (Sardans and Peñuelas 2021).

Secara keseluruhan, kandungan unsur makro dalam pupuk organik yang dihasilkan dari program ini sudah memenuhi standar yang baik untuk digunakan dalam pertanian organik. Meskipun kadar nitrogen dan fosfor sedikit lebih rendah dibandingkan pupuk komersial, pupuk ini tetap memberikan keseimbangan nutrisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Keunggulannya terletak pada kandungan karbon yang tinggi serta kemampuan pupuk ini dalam meningkatkan kesehatan tanah dalam jangka panjang, yang sangat penting dalam konteks pertanian berkelanjutan (Lal 2016).

Dampak Penggunaan APH dan juga proyeksi terhadap produksi di masa depan

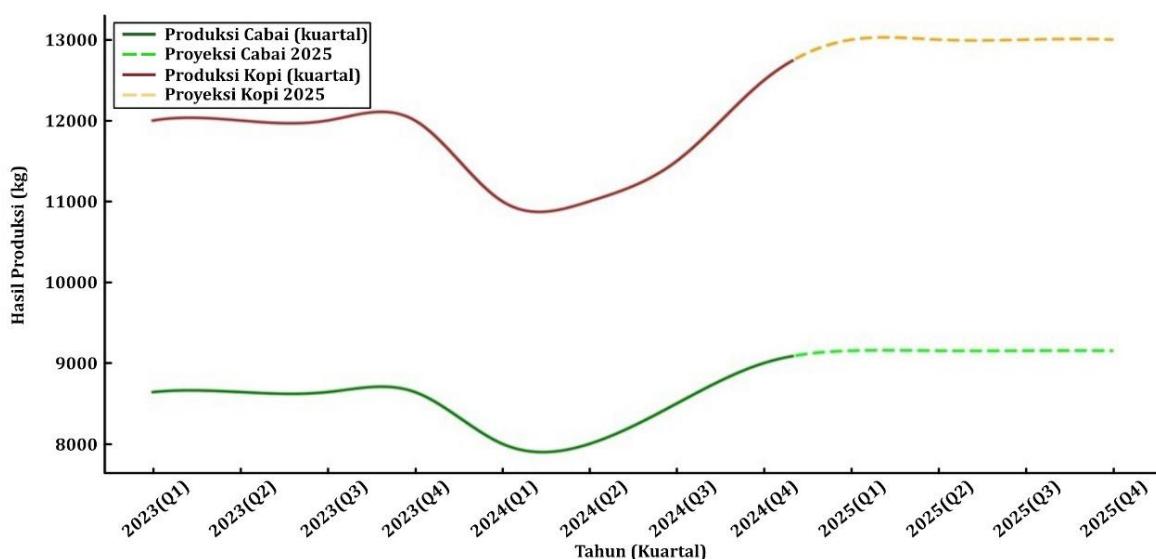
Produksi cabai dan kopi dalam grafik ini menunjukkan tren yang relatif stabil selama tahun 2023 hingga awal 2024, dengan peningkatan yang mulai terlihat pada kuartal akhir 2024 (Gambar 6). Untuk cabai, produksi pada kuartal pertama hingga kuartal ketiga tahun 2023 tetap konsisten di sekitar 8640 kg per kuartal. Namun, pada kuartal akhir 2024, terjadi peningkatan produksi menjadi 9000 kg. Peningkatan ini dapat dikaitkan dengan penggunaan pupuk organik dan aplikasi *Beauveria bassiana* (Bb), yang diketahui mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman dan memberikan kontrol yang lebih baik terhadap hama (Garcia-Estrada *et al.* 2016; Sun *et al.* 2015). Berdasarkan proyeksi, produksi cabai di tahun 2025 diperkirakan akan terus meningkat, dengan estimasi mencapai 9900 kg per kuartal. Hal ini sesuai dengan penelitian Hapsoh *et al.* (2021) yang menunjukkan adanya kenaikan berat buah cabai merah setelah 1 kali aplikasi Bb dan *biofertilizer* dari 32,94 kg/tanaman menjadi 44 kg/tanaman.

Sementara itu, produksi kopi menunjukkan pola serupa, di mana hasilnya stabil pada tahun 2023 dengan produksi rata-rata sekitar 12.000 kg per kuartal. Pada kuartal akhir 2024, terjadi peningkatan yang signifikan hingga mencapai 12.500 kg, yang juga dapat dikaitkan dengan penerapan pupuk organik dan Bb. Proyeksi untuk tahun 2025 menunjukkan bahwa produksi kopi bisa meningkat lebih lanjut, dengan estimasi

mencapai 13000 kg per kuartal. Peningkatan ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik dan Bb memberikan efek berkelanjutan dalam memperbaiki kualitas tanah dan tanaman, yang berujung pada hasil panen yang lebih tinggi. Dengan kombinasi pupuk organik yang berfungsi memperbaiki struktur dan kualitas tanah, serta Bb yang efektif mengendalikan hama, proyeksi pertumbuhan produksi untuk tahun 2025 menunjukkan dampak positif bagi produktivitas petani, memberikan kontribusi penting dalam pertanian berkelanjutan jangka panjang.

SIMPULAN

Program pemberdayaan masyarakat di Desa Rowosari telah berhasil memberikan solusi berkelanjutan dalam menghadapi tantangan budidaya kopi, terutama terkait serangan hama penggerek buah kopi (PBKo) dan defisiensi nutrisi. Penggunaan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* sebagai agen biokontrol terbukti efektif menurunkan populasi hama hingga 50%, sedangkan penerapan pupuk organik padat dengan kandungan unsur hara makro (N, P, K) berhasil memperbaiki kualitas tanah. Hal ini berdampak positif pada peningkatan hasil produksi kopi hingga 10,4%. Oleh karena itu, dalam budidaya cabai dan kopi, petani disarankan menggunakan *Beauveria bassiana* sebagai salah satu teknik pengendalian hama dan menggunakan pupuk organik sebagai upaya menambah unsur hara di dalam tanah. Selain itu,



Gambar 6 Grafik garis perkembangan produksi pada dua komoditi utama petani beserta modelling proyeksinya berdasarkan kuartal tahun 2024 dan 2025.

persepsi positif dari petani terhadap kemudahan aplikasi dan efektivitas teknologi ini menunjukkan potensi keberlanjutan program di masa depan. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian tetapi juga memperkuat ketahanan dan kemandirian petani dalam mengelola lahan secara berkelanjutan melalui penerapan teknologi ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) atas dukungan pendanaan Skema Pemberdayaan Masyarakat oleh Mahasiswa (PMM) tahun 2024 dengan nomor kontrak induk 074/E5/PG.02.00/PM. BARU/2024 dan nomor kontrak turunan 5110/UN25.3.2/PM/2024 yang diberikan untuk pelaksanaan program. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jember, pemerintah Desa Rowosari dan Penyuluh Pertanian, kelompok tani Tani Maju dan Mekarsari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abewoy D. 2022. Impact of coffee berry borer on global coffee industry: Review. *International Journal of Novel Research in Engineering and Science*. 9(8): 1–8
- BPS Jatim. 2024. Produksi Perkebunan Karet dan Kopi Menurut Kabupaten/Kota dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur (Ton), 2021 dan 2022. Badan Pusat Statistik [Internet]. [diunduh 2024 september 16]. Tersedia pada: <https://jatim.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjYwMSMx/produksi-perkebunan-karet-dan-kopi-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur-ton-2021-dan-2022.html>
- Caffaro F, Micheletti CM, Roccato M, Cavallo E. 2020. Drivers of farmers' intention to adopt technological innovations in Italy: The role of information sources, perceived usefulness, and perceived ease of use. *Journal of Rural Studies*. 76: 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.028>
- Chacón N, Dezzeo N, Fölster H, Mogollón P. 2002. Comparison between colorimetric and titration methods for organic carbon determination in acidic soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 33(1–2): 203–211. <https://doi.org/10.1081/CSS-120002387>
- Dannon HF, Dannon AE, Kobi DO, Valerian A, Thomas HA, Joelle T, Maurille EIAT, Denis OB, Manuele T. 2020. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*. 3:24. <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00061-5>
- de Freitas GS, Lira VA, Jumbo LOV, dos Santos FJ, Rêgo AS, Teodoro AV. 2021. The potential of *Beauveria bassiana* to control *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and its compatibility with predatory mites. *Crop Protection*. 149: 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105776>
- Despotović J, Rodić V, Caracciolo F. 2019. Factors affecting farmers' adoption of integrated pest management in Serbia: An application of the theory of planned behavior. *Journal of Cleaner Production*. 228: 1196–1205. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.149>
- Fabrice DH, Elie DA, Kobi DO, Valerien ZA, Thomas HA, Joëlle T, Maurille EIAT, Dénis OB, Manuele T. 2020. Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*. 3(24): 1–21.
- Fonseca AS, Lima JSDS, Silva SDA, Xavier AC, Neto APD. 2015. Spatial Variability Of The Productivity And The Nutritional Condition Of Coffe Canephora. *Coffe Science, Lavras*. 10(4): 420–428.
- Garcia-Estrada C, Cat E, Santamarta I. 2016. *Beauveria bassiana* as Biocontrol Agent: Formulation and Commercialization for Pest Management. In *Agriculturally Important Microorganisms: Commercialization and Regulatory Requirements in Asia*. Spain: Nostoc Biotech. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2576-1_5
- González-Mas N, Cuenca-Medina M, Gutiérrez-Sánchez F, Quesada-Moraga E. 2019. Bottom-up effects of endophytic *Beauveria bassiana*

- on multitrophic interactions between the cotton aphid, *Aphis gossypii*, and its natural enemies in melon. *Journal of Pest Science*. 92(3): 1271–1281. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01098-5>
- Hapsoh, Dini IR, Ulfah I. 2021. Application of biofertilizer and local *Beauveria bassiana* Vuillemin on growth, production and resistant of red chili plants (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Physics: Conference Series* 2049(2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2049/1/012040>
- Hollingsworth RG, Aristizábal LF, Shriner S, Mascarin GM, Moral RA, Arthurs SP. 2020. Incorporating Beauveria bassiana Into an Integrated Pest Management Plan for Coffee Berry Borer in Hawaii. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(22): 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00022>
- Infante F. 2018. Pest Management Strategies Against the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 66(21): 5275–5280. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04875>
- Johnson MA, Ruiz-diaz CP, Manoukis NC, Carlos J, Rodrigues V. 2020. Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*), a Global Pest of Coffee: Perspectives from Historical and Recent Invasions, and Future Priorities. *Insects*. 11(882): 1–35. <https://doi.org/10.3390/insects11120882>
- Lal R. 2016. Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*. 5(4): 212–222. <https://doi.org/10.1002/fes.3.96>
- Lambers H. 2022. Phosphorus Acquisition and Utilization in Plants. *Annual Review of Plant Biology*. 73: 17–42. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102720-125738>
- McGuire AV, Northfield TD. 2020. Tropical Occurrence and Agricultural Importance of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(6): 1–8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00006>
- Purwaningsih T, Kristanto BA, Karno. 2018. Efektivitas aplikasi *Beauveria bassiana* sebagai upaya pengendalian wereng batang coklat dan walang sangit pada tanaman padi di Desa Campursari Kecamatan Bulu kabupaten Temanggung. *J. Agro. Complex*. 2(1): 12–18. <https://doi.org/10.14710/joac.2.1.12-18>
- Sardans J, Peñuelas J. 2021. Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. *Plants*. 10: 1–31. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>
- Siagian TB, Dahlian L, Azhar A, Siagian GYH. 2024. Peningkatan Pengetahuan Petani Kopi Cibulao mengenai Pencegahan Helminthiasis yang Ditularkan melalui Tanah karena Pupuk Hewan. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 10(2): 192–198. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.10.2.192-198>
- Siahaan P, Saroyo. 2024. Pendampingan masyarakat petani di Tomohon dalam pemanfaatan biopestisida dari jamur *Beauveria bassiana* isolat lokal untuk pengendalian hama-hama tanaman pangan. *The Studies of Social Science*. 06(02):71–75. <https://doi.org/10.35801/tsss.v6i2.60307>
- Subrata E, Hidayat F, Abda G, Rivai FSH, Heriyanto. 2024. Dampak penerapan agen hayati *Beauveria bassiana* sebagai pengendalian hama terhadap Tanaman Kopi. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*. 18(1): 59–65. <https://doi.org/10.31869/mi.v18i1.5808>
- Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung(ID): Alfabeta.
- Sun R, Guo X, Wang D, Chu H. 2015. Effects of long-term application of chemical and organic fertilizers on the abundance of microbial communities involved in the nitrogen cycle. *Applied Soil Ecology*. 95: 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.06.010>
- Usman H, Akbar PS. 2006. *Pengantar Statistika Edisi Kedua*. Yogyakarta: Bumi Aksara.