

Mortalitas Penggerek Ubi Jalar (*Cylas formicarius*) Akibat Aplikasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan Insektisida Nabati Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)

Syaswina Azzahra, Lutfi Afifah, Tatang Surjana

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
Email: lutfiatifah@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Cylas formicarius merupakan hama utama pada tanaman ubi jalar di Indonesia yang dapat mengganggu dan merugikan petani dikarenakan hama ini dapat menurunkan hasil ubi jalar hingga 100%. *Beauveria bassiana* adalah cendawan entomopatogen yang berpotensi sebagai agen pengendali hama tanaman. Daun pepaya termasuk salah satu tanaman yang berpotensi untuk mengendalikan hama. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perlakuan yang efektif dalam meningkatkan mortalitas serta menekan serangan *Cylas formicarius*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan: A (Kontrol Aquades); B (Ekstrak daun pepaya 40%); C (Ekstrak daun pepaya 60%); D (Ekstrak daun pepaya 80%); E (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 40%); F (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 60%); G (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 80%). Data dianalisis menggunakan uji F dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan G (*B. bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 80%) menghasilkan rata-rata mortalitas tertinggi sebesar 100%. Perlakuan F (*B. bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 60%) memberikan hasil rata-rata mortalitas sebesar 82,50%. LC_{50} rerata konsentrasi yang terbaik sebesar 63,40%. Dengan demikian, perlakuan F (*B. bassiana* 10^9 + ekstrak daun pepaya 60%) lebih dianjurkan untuk mengendalikan dan menekan populasi *Cylas formicarius* karena penggunaan bahan baku yang lebih sedikit sehingga lebih efisien.

Kata kunci: *Cylas formicarius*, *Beauveria bassiana*, Ekstrak Daun Pepaya, Mortalitas, LC_{50}

Abstract

Cylas formicarius is a major pest of sweet potato plants in Indonesia that can disrupt and harm farmers because this pest can reduce sweet potato yields by up to 100%. *Beauveria bassiana* is an entomopathogenic fungus that has the potential to be a plant pest control agent. Papaya leaves are one of the plants that have the potential to control pests. This study aims to obtain effective treatment increasing mortality and suppressing the attack of *Cylas formicarius*. The method used was an experimental method with a single-factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of 7 treatments and 4 replications: A (Control aquadest); B (40% Papaya leaf extract); C (60% Papaya leaf extract); D (80% Papaya leaf extract); E (*Beauveria bassiana* 10^9 + 40% Papaya leaf extract); F (*Beauveria bassiana* 10^9 + 60% Papaya leaf extract); G (*Beauveria bassiana* 10^9 + 80% Papaya leaf extract). Data were analyzed using F-test and Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that the treatment G (*Beauveria bassiana* 10^9 + 80% Papaya leaf extract) achieved the highest mortality of 100%. Treatment F (*Beauveria bassiana* 10^9 + 60% Papaya leaf extract) gave an average mortality result of 82,50%. The best average LC_{50} concentration was 63,40%. Thus, treatment F (*B. bassiana* 10^9 + 60% Papaya leaf extract) is more recommended to controlling and suppressing the population *Cylas formicarius* as it requires less raw material and so it is more efficient.

Keywords : *Cylas formicarius*, *Beauveria bassiana*, Papaya leaf extract, Mortality, LC_{50}

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) digolongkan sebagai tanaman umbi-umbian, yang berperan sebagai salah satu sumber pangan utama selain beras dan memiliki potensi nilai ekonomi untuk dikembangkan. Berbagai produk dapat dihasilkan dari pengolahan umbi ubi jalar, sehingga mendukung diversifikasi pangan dalam perkembangan agroindustri [1]. Ubi jalar memiliki tiga karakteristik unggulan, yaitu hasil sereal (kaya akan pati), buah-buahan (kandungan vitamin dan pektin yang tinggi), serta sayuran (mengandung berbagai vitamin dan mineral) [2].

Berdasarkan data dari Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian [3], selama periode 2018 hingga 2022, ketersediaan ubi jalar per kapita di Indonesia tercatat rata-rata sebesar 4,84 kilogram per kapita per tahun. Angka ini menunjukkan tren penurunan, dengan tingkat pertumbuhan negatif sebesar -39,44% dari tahun 2021 sampai 2022. Menurut [4], faktor-faktor yang memengaruhi penurunan ketersediaan ubi jalar antara lain populasi tanaman per satuan luas yang masih rendah, masih terbatasnya penerapan teknik budidaya secara optimal, intensitas pemanfaatan lahan yang tinggi hingga menyebabkan hilangnya unsur hara tanah, serta adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Serangan hama *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae), yang dikenal dengan hama boleng atau lanas, menjadi salah

satu faktor penghambat dalam upaya mempertahankan kualitas dan produktivitas tanaman ubi jalar [5]. Hama ini tergolong sebagai hama utama pada tanaman ubi jalar, baik saat berada di lahan maupun gudang penyimpanan karena menyerang bagian umbinya. Hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil panen hingga 100% [6]. Umbi dirusak oleh larva *C. formicarius* melalui pembuatan liang-liang gerakan saat memakan jaringan umbi. Akibat serangan tersebut, umbi menjadi pahit dan akhirnya mengalami pembusukan [7]. Jaringan umbi yang terserang menghasilkan senyawa terpin yang berbahaya, sehingga umbi tidak layak dikonsumsi oleh manusia maupun hewan [8].

Petani di Indonesia kerap memilih penggunaan pestisida sintetik sebagai metode pengendalian hama karena dianggap memberikan hasil yang cepat dan efisien. Namun, tanpa disadari, penggunaan pestisida sintetik yang dilakukan secara berkelanjutan dan tanpa memperhatikan dosis yang tepat berpotensi menimbulkan dampak negatif berupa risiko keracunan yang berbahaya bagi kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan seiring waktu [9]. Oleh karena itu, pengendalian OPT perlu dilakukan melalui konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Pendekatan PHT disusun untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pestisida kimia menggabungkannya bersama komponen pengendalian alami lainnya [10].

Pestisida nabati dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengendalian OPT yang ramah lingkungan, karena bahan-bahannya berasal dari tanaman sekitar dan mudah untuk dibuat [11]. Daun pepaya telah diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti alkaloid, glikosida, karbohidrat, protein, saponin, asam amino, phytosterol, flavonoid, terpenoid, tanin, dan senyawa fenolik [12]. Enzim protease papain dan kimopapain yang terdapat dalam daun pepaya dapat meracuni hama, sehingga dapat mengganggu aktivitas hidup hama [13].

Beauveria bassiana termasuk ke dalam kelompok jamur entomopatogen yang mampu menginfeksi serangga dari berbagai ordo dan fase kehidupannya, menjadikannya alternatif potensial pengganti insektisida sintesis [14]. Cendawan *B. bassiana* telah terbukti efektif dalam membunuh imago, larva, dan menggagalkan penetasan telur *C. formicarius* hingga mencapai tingkat keberhasilan 100% [15].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi antara *B. bassiana* dan ekstrak daun pepaya memiliki tingkat efektivitas yang lebih tinggi dan memberikan efek sinergis. [16] melaporkan bahwa pengujian kombinasi *B. bassiana* dengan ekstrak daun pepaya memberikan hasil yang sinergis dengan meningkatkan efikasi sebesar 1,87 kali lipat dibandingkan pengaplikasian *B. bassiana* secara tunggal pada hama *Plutella xylostella*.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi cendawan *B. bassiana* dan insektisida nabati ekstrak daun pepaya terbaik yang mampu meningkatkan mortalitas imago *C. formicarius*.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2024 sampai Februari 2025 di Laboratorium Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Kampus 2 Universitas Singaperbangsa Karawang di Jalan Lingkar Tanjungpura, Desa Margasari, Kecamatan Majalaya, Kabupaten Karawang.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor Tunggal yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 4 kali ulangan: A (Kontrol Aquades); B (Ekstrak daun pepaya 40%); C (Ekstrak daun pepaya 60%); D (Ekstrak daun pepaya 80%); E (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 40%); F (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 60%); G (*Beauveria bassiana* 10^9 + Ekstrak daun pepaya 80%).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu imago *C. formicarius*, isolat cendawan entomopatogen *B. bassiana*, daun pepaya (*Carica papaya* L.), Dextrose Anhydrous, ubi jalar, kentang, agar, aquadest, etanol 70%, natrium hipoklorit 5%, spirtus, alumunium foil, kapas, tisu, kasa, plastic wrap, kertas, dan label nama.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, gelas ukur, botol media, *magnetic stirrer*, *haemocytometer neubauer-improved type*, *thermohyrometer*, *micropipette*, spatula, suntikan 1 ml, botol *sprayer* 50 ml, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, *beaker glass*, *Laminar Air Flow (LAF)*, *autoclave*, *dry oven*, blender, saringan teh, vortex, pinset, jarum ose, bunsen, *cork borer*, pisau, timbangan analitik, *thinwall container* 1500 ml, *thinwall bowl* 400 ml, toples 1000 ml, *stopwatch*, *hand counter*, lampu UV, kamera *handphone*, dan alat tulis.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Perbanyak Imago *C. formicarius*

Ubi jalar yang telah terserang hama lanas, ditandai dengan adanya lubang-lubang gerakan pada permukaan umbinya, dibersihkan dari kotoran dan ditempatkan ke dalam toples pembiakan. Tutup toples diberi lubang dan ditutup dengan kain kasa. Toples pembiakan disimpan di tempat gelap dengan kelembapan yang dijaga untuk mencegah genangan air yang dapat menyebabkan kematian pembiakan. Setelah imago muncul, serangga tersebut dipindahkan ke toples lain dan diberi pakan berupa ubi segar [17].

Perbanyak Agens Hayati *B. bassiana*

Isolat *B. bassiana* diperbanyak pada media *Potato Dextrose Agar (PDA)*. Mengacu pada metode [18], media PDA dibuat dari 200 gram kentang yang telah dipotong dan direbus. Air

kentang diambil dengan cara disaring dan dituangkan ke dalam *beaker glass*, lalu ditambahkan 20 gram *dextrose* dan 20 gram *agar*. Larutan tersebut diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit hingga tercampur sempurna. Media kemudian disterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah disterilkan, dipindahkan ke dalam *Laminar Air Flow (LAF)* untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Media PDA kemudian didinginkan hingga memadat dalam cawan petri, lalu isolat *B. bassiana* diinokulasikan. Cendawan *B. bassiana* diinkubasi selama 21 hari.

Pembuatan Pestisida Nabati Ekstrak Daun Pepaya

Daun pepaya yang dipilih adalah daun segar berwarna hijau tua. Sebanyak 500 gram daun pepaya dibersihkan dari tangkainya, lalu dicuci dengan air mengalir hingga bersih, dan dikering-anginkan di suhu ruang selama 2 hari [19]. Daun dipisahkan dari tulang daun dan dipotong kecil-kecil. Proses pengeringan lanjutan dilakukan dengan oven pada suhu 60° selama 1 jam untuk menurunkan kadar air [20]. Setelah dikeringkan, daun dihaluskan menggunakan blender, lalu direndam dalam 500 mL etanol 70% selama 2 x 24 jam di dalam toples dan ditutup rapat [21]. Kemudian ekstrak disaring dan ditambahkan aquades steril sesuai dengan konsentrasi perlakuan.

Penyiapan Suspensi *B. bassiana*

Hasil perbanyak isolat yang telah diinkubasi selama 21 hari dipanen konidianya dengan cara diambil menggunakan jarum ose sebanyak 1 gram dan ditempatkan ke dalam *erlenmeyer* yang telah berisi 100 ml aquades steril. Larutan tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit hingga tercampur merata. Selanjutnya sebanyak 0,2 mL suspensi diambil dengan suntikan steril dan diteteskan pada bidang *Haemocytometer* untuk dihitung kerapatan konidianya. Sebanyak 1 ml suspensi kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 mL aquades, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex* selama 3 menit. Pengenceran dilakukan secara bertingkat hingga diperoleh suspensi dengan konsentrasi 10^9 konidia/ml.

Aplikasi Perlakuan

Pengaplikasian kombinasi ekstrak daun pepaya dan cendawan entomopatogen *B. bassiana*, dilakukan dengan mengaplikasikan suspensi cendawan *B. bassiana* terlebih dahulu dengan menggunakan botol *sprayer* sebanyak 1 ml. Sementara untuk pengaplikasian ekstrak daun pepaya sebanyak 1 ml dilakukan 24 jam setelahnya. Karena menurut [22], enzim protease pada *B. bassiana* akan diproduksi dalam waktu sekitar 24 jam setelah inokulasi. Setiap kotak (*thinwall*) uji berisi 10 imago *C. formicarius*, diberi pakan ubi jalar yang dipotong dadu dengan ukuran 2 x 2 cm sebanyak 20 gram.

VARIABEL PENELITIAN

Mortalitas *C. formicarius*

Mortalitas imago *C. formicarius* dilakukan selama 14 hari setelah aplikasi (HSA). Kemudian persentase mortalitas menurut [23] dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M = \frac{n}{N} \times 100$$

Keterangan:

M = Persentase mortalitas

n = Jumlah serangga yang mati

N = Jumlah serangga yang diamati

Lethal Concentration LC_{50}

Konsentrasi dari senyawa kimia yang dapat menyebabkan kematian 50% dari serangga hama yang diuji. Data diperoleh dengan menarik garis dari 50% probit kematian [24].

Analisa Data

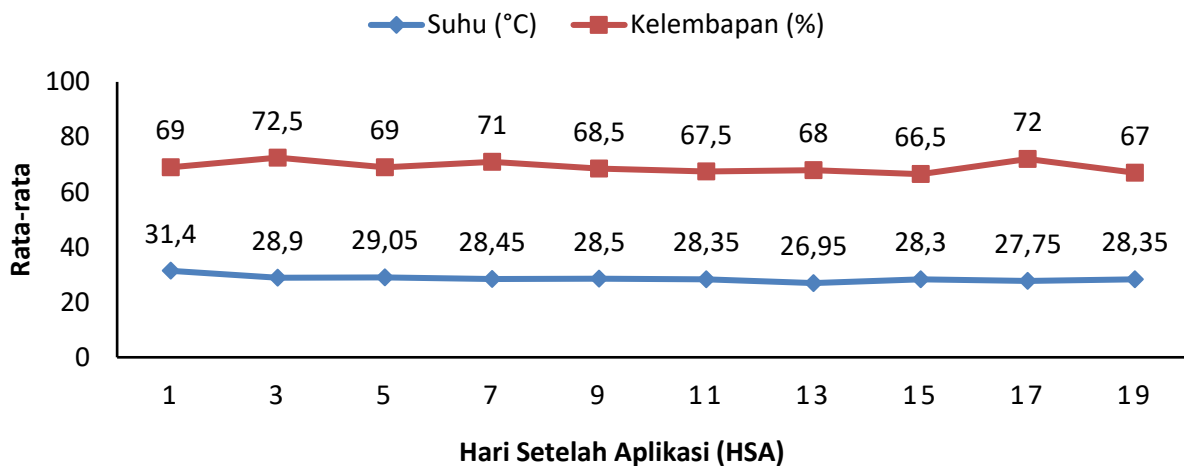
Data yang diperoleh dilakukan analisis statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) berdasarkan model linear dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal untuk mengetahui perlakuan yang terbaik. Uji F dilakukan pada taraf 5%. Jika hasil uji F untuk perlakuan dalam sidik ragam menunjukkan berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$), maka dilanjutkan dengan pengujian beda rata-rata dengan menggunakan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan

Pengamatan suhu dan kelembapan harian dihitung setiap hari selama percobaan menggunakan alat *thermohyrometer*. Berdasarkan grafik data pengamatan suhu dan kelembapan harian selama penelitian, rata-rata

suhu harian terendah berada di suhu 26,95°C yaitu pada hari ke-13, suhu tertinggi mencapai 31,04°C pada hari ke-1 (Gambar 1). Kelembapan terendah yaitu 66,5% pada hari ke-15 dan kelembapan tertinggi mencapai 72,5% pada hari ke-2 (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik rata-rata suhu dan kelembapan

Berdasarkan (Gambar 1) menunjukkan bahwa rata-rata suhu harian selama penelitian berkisar antara 26,72°C sampai 30,12°C dengan suhu rata-rata sebesar 28,42°C. Suhu optimal untuk perkembangan dan kelangsungan hidup hama *C. formicarius* berkisar antara 25°C sampai 30°C [25], sehingga rata-rata suhu pada penelitian ini dapat dikategorikan suhu optimal.

Sedangkan kelembapan rata-rata menunjukkan angka 68,83% dengan nilai maksimum 74,90% dan minimum 62,75%. Hal ini berarti bahwa kelembapan yang diperoleh selama penelitian tersebut kurang untuk mendukung kehidupan hama *C. formicarius*. Pernyataan [26] bahwa kelembapan optimal

untuk mendukung siklus hidup hama *C. formicarius* berada pada kisaran 85-95%.

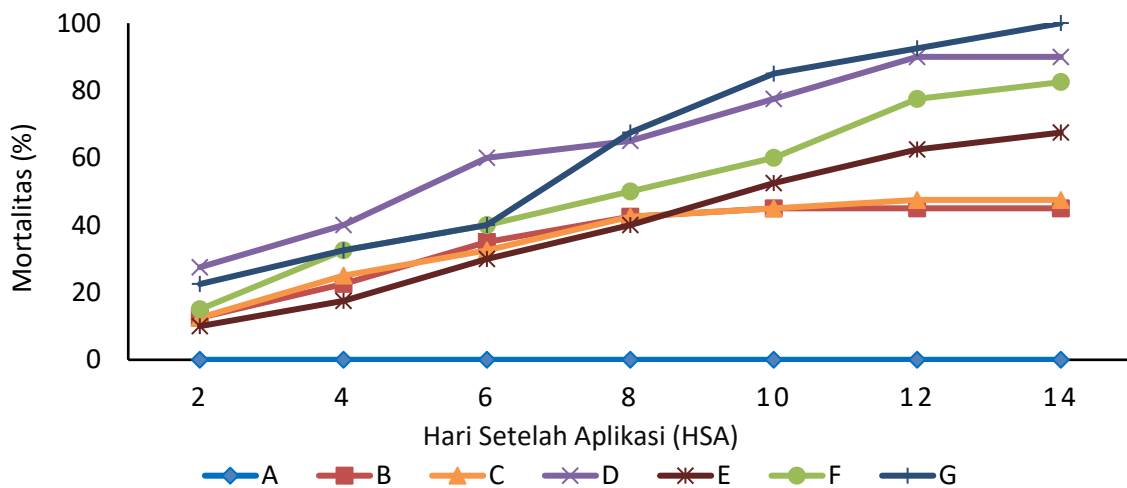
Paparan suhu rendah terhadap hama *C. formicarius* dapat menyebabkan terganggunya perkembangan, penurunan aktivitas, hingga kematian [27]. Sementara itu, suhu yang terlalu tinggi juga berdampak negatif, yaitu dapat menghambat proses metamorfosis, penurunan fertilitas pada imago yang terlihat dari jumlah telur yang lebih sedikit, dan menyebabkan tingginya mortalitas pada semua stadia (telur, larva, pupa, dan imago) [25].

Mortalitas

Mortalitas *C. formicarius* diamati setiap hari selama 14 hari. Berdasarkan hasil analisis

sidik ragam, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata dari pemberian berbagai konsentrasi pestisida nabati ekstrak daun pepaya yang berbeda dan cendawan *B. bassiana* terhadap mortalitas imago *C. formicarius*. Persentase mortalitas *C.*

formicarius akibat pemberian perlakuan pestisida nabati ekstrak daun pepaya dan cendawan *B. bassiana* pada 2-14 HSA disajikan dalam grafik (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik persentase mortalitas imago *C. formicarius* akibat pemberian perlakuan pada 2-14 HSA

Berdasarkan (Gambar 2), pada perlakuan B (Ekstrak Daun Pepaya 40%), C (Ekstrak Daun Pepaya 60%), dan D (Ekstrak Daun Pepaya 80%) menunjukkan mortalitas yang tinggi pada hari ke-2 sampai dengan hari ke-8 setelah aplikasi, tetapi mulai pada hari ke-10 sampai hari ke-14 setelah aplikasi, laju mortalitas mengalami perlambatan, bahkan pada perlakuan B dan C tidak menunjukkan peningkatan angka mortalitasnya. Hal ini dikarenakan pada hari di awal aplikasi, konsentrasi senyawa aktif dalam pestisida nabati masih tinggi sehingga efek toksiknya langsung terlihat. Tetapi kandungan senyawa aktif dalam pestisida nabati dapat terdegradasi seiring waktu. Menurut [28], pestisida nabati mengalami penurunan

efektivitas bahan aktif seiring waktu karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu. Selain itu, hama yang tersisa memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mengurangi paparan terhadap senyawa aktif atau resisten.

Perlakuan E (*B. bassiana* 10^9 + ekstrak daun pepaya 40%), F (*B. bassiana* 10^9 + ekstrak daun pepaya 60%), dan G (*B. bassiana* 10^9 + ekstrak daun pepaya 80%) belum menunjukkan mortalitas yang tinggi pada hari ke-2 sampai hari ke-6 setelah aplikasi. Mortalitas yang tinggi mulai teramati di hari ke-8 sampai hari ke-14 setelah aplikasi. Dibandingkan dengan pestisida nabati, cendawan entomopatogen cenderung membutuhkan waktu lebih lama untuk memberikan efek karena proses infeksi hingga

kematian serangga memakan waktu 2-10 hari [29]. Imago serangga memiliki lapisan integumen yang tebal dan telah terbentuk sempurna, sehingga memperlambat proses penetrasi cendawan ke dalam tubuh serangga [30].

Tingginya mortalitas akibat pengaplikasian ekstrak daun pepaya diduga disebabkan oleh senyawa aktif yang terdapat di dalamnya, terutama enzim papain yang berperan sebagai racun perut dan mengganggu sistem pencernaan *C. formicarius*. Hal ini selaras dengan penelitian [31], yang menyatakan enzim papain dapat diserap oleh dinding organ pencernaan serangga, yang kemudian memengaruhi sistem saraf dan metabolisme serangga, sehingga dapat menurunkan aktivitas makan dan menyebabkan kematian. Selain itu, kandungan flavonoid dalam daun pepaya berperan sebagai sebagai racun saraf. Senyawa ini dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf dan kerusakan spirakel, yang berujung pada penurunan aktivitas gerak, kesulitan bernafas, dan akhirnya menyebabkan kematian.

Menurut penelitian [32], *Beauveria bassiana* memiliki kemampuan untuk menembus tubuh serangga melalui kutikula serta ruas-ruas tubuhnya. Tahapan awal proses infeksi dimulai ketika konidia cendawan tumbuh pada bagian epikutikula serangga yang telah terinfeksi, lalu membentuk struktur yang menyerupai apresoria. Proses penetrasi ini berlangsung selama 12 hingga 24 jam dan dibantu oleh enzim yang dihasilkan oleh hifa,

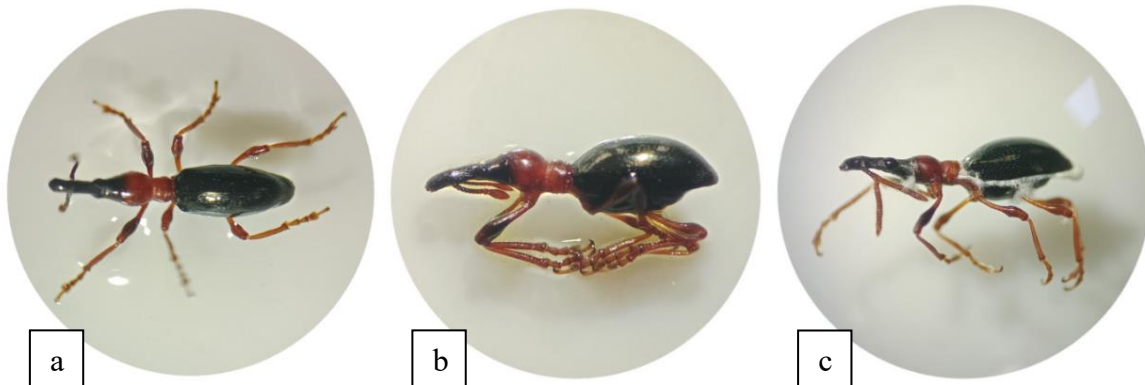
seperti kitinase, lipase, dan protease. Setelah epidermis berhasil ditembus, miselia berkembang secara radial dari titik infeksi dan mencapai hemokel dalam waktu 1 hingga 2 hari. Miselia kemudian menyebar ke seluruh jaringan tubuh serangga, menembus permukaan tubuh bagian luar, dan selanjutnya membentuk konidia baru.

Hal ini sesuai dengan penelitian [16], kombinasi *B. bassiana* dengan ekstrak daun pepaya memberikan efek sinergis dengan peningkatan efikasi sebesar 1,87 kali lipat dibandingkan penggunaan *B. bassiana* secara tunggal terhadap hama *Plutella xylostella*. Berdasarkan penelitian [33], perlakuan kombinasi antara *B. bassiana* dan pestisida nabati berbahan dasar daun mimba menghasilkan persentase serangan hama terendah, yaitu sebesar 0,23%. Selain itu, pada penelitian [34] menyatakan bahwa kombinasi antara *B. bassiana* dan ekstrak tumbuhan *Ageratum conyzoides* memberikan pengaruh nyata dalam menekan populasi larva *P. xylostella*.

Gejala awal mortalitas *C. formicarius* seperti, penurunan aktivitas gerak, berkurangnya nafsu makan, serta respons yang lambat terhadap rangsangan. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya gangguan pada sistem saraf dan metabolisme serangga, yang kemungkinan besar dipicu oleh senyawa aktif yang terkandung dalam daun pepaya. Beberapa senyawa yang terkandung dalam daun pepaya dan diketahui bersifat insektisida namun tetap

aman bagi manusia antara lain enzim papain, alkaloid, glikosid, karposid, dan saponin. Enzim papain yang bersifat racun kontak, serta beberapa senyawa lainnya seperti alkaloid, terpenoid, flavonoid, tanin, dan saponin yang bersifat racun perut. Sebagai enzim proteolitik, papain dapat memecah dan menguraikan protein dalam tubuh serangga. Sementara senyawa tanin diketahui mampu menghambat aktivitas enzim pencernaan serangga, sehingga

proses metabolisme terganggu. Senyawa saponin dapat memberikan efek negatif pada sistem saraf hama, sehingga menyebabkan hilangnya nafsu makan [35]. Imago *C. formicarius* yang mati karena pestisida nabati ekstrak daun pepaya mengalami perubahan dengan gejala seperti tubuh menjadi lemah kemudian kaku, antena menurun, serta mengeluarkan bau yang tidak sedap (Gambar 22b).



Gambar 3. Imago *C. formicarius* yang hidup (a), Imago *C. formicarius* yang mati akibat pestisida nabati ekstrak daun pepaya (b), Imago *C. formicarius* yang mati akibat ekstrak daun pepaya + suspensi cendawan *B. bassiana* 10^9 (c)

Imago *C. formicarius* yang telah terinfeksi oleh *B. bassiana* menunjukkan sejumlah perubahan fisik, seperti tubuh menjadi lemah, warna tubuh memucat, mengalami pembengkakan pada tubuh sehingga tampak kaku dan tidak bergerak, serta munculnya miselium putih pada permukaan tubuh, terutama di bagian antar sendi. Miselium yang tumbuh pertanda bahwa *B. bassiana* telah berhasil menginfeksi dan berkembang biak di dalam tubuh serangga (Gambar 22c). Menurut

[28], gejala infeksi oleh cendawan entomopatogen pada serangga umumnya ditandai dengan pertumbuhan miselium yang berasal dari dalam tubuh inangnya. Pada fase awal infeksi, serangga mulai menunjukkan tanda-tanda penurunan kondisi seperti berkurangnya nafsu makan, tubuh melemah, gerakan tubuh melambat, dan perubahan warna tubuh menjadi pucat sehingga sulit bergerak. Dalam kondisi tersebut, serangga

biasanya akan berhenti makan, menjadi tidak aktif, dan mati dalam waktu relatif singkat [29].

Kematian serangga akibat infeksi *B. bassiana* terjadi karena adanya toksin *beauvericin* yang dihasilkan oleh cendawan, yang bekerja merusak jaringan atau organ tubuh serangga secara mekanis. Kerusakan tersebut menyebabkan pembengkakan yang diikuti pengerasan jaringan tubuh [32]. Ciri khas spora yang muncul pada tubuh *C. formicarius* adalah kemunculan hifa berwarna putih, bersekat, serta berbentuk bulat lonjong. Spora dari cendawan ini menyebar hampir merata di seluruh permukaan tubuh serangga [36]. Selain *beauvericin*, *Beauveria bassiana* menghasilkan berbagai jenis toksin lain, seperti *beaverolide*, *bassianolide*, *bassiacridin*, *bassianin*, *tenelin*, dan *cyclosporin* yang tersebar melalui hemolimfa (darah serangga). Kehadiran senyawa-senyawa toksik ini mengakibatkan pH darah serangga meningkat dan sistem saraf terganggu, yang memicu gejala berupa pembengkakan dan pengerasan kulit pada serangga yang terinfeksi [37].

Lethal Concentration (LC₅₀)

Lethal Concentration (LC₅₀) merupakan nilai konsentrasi yang mampu menyebabkan kematian pada 50% populasi serangga uji. Perhitungan LC₅₀ menggunakan analisis probit pada program SPSS. Hasil analisis probit, sebagaimana ditunjukkan pada (Tabel 1), dapat diketahui konsentrasi dari aplikasi pestisida

nabati ekstrak daun pepaya dan cendawan *B. bassiana* 10⁹ terhadap mortalitas *C. formicarius*.

Tabel 1. Perhitungan Probit LC₅

<i>Lethal concentration</i>	Probit (%)	Estimate (%)
LC ₅₀	0.500	63,40

Ket: Data hasil analisis probit menggunakan SPSS

Berdasarkan tabel hasil analisis probit hama *C. formicarius* menunjukkan bahwa nilai LC₅₀ pada pemberian pestisida nabati ekstrak daun pepaya dan suspensi cendawan *B. bassiana* adalah 63,40%, nilai ini menunjukkan bahwa konsentrasi kombinasi cendawan *B. bassiana* 10⁹ dan ekstrak daun pepaya sebesar 63,40% mampu menyebabkan mortalitas hingga 50% pada imago *C. formicarius*.

Nilai LC₅₀ tersebut menunjukkan tingkat efektivitas dari kombinasi agen pengendalian hayati (biopestisida). Semakin rendah nilai LC₅₀, maka semakin efektif suatu bahan terhadap organisme target. Pada penelitian ini, nilai LC₅₀ sebesar 63,40% menunjukkan bahwa kombinasi cendawan *B. bassiana* 10⁹ dan ekstrak daun pepaya memiliki potensi yang cukup baik dalam mengendalikan *C. formicarius*. Efektivitas ini diduga dipengaruhi secara signifikan oleh keberadaan senyawa aktif yang terkandung dalam daun pepaya. Menurut [30], daun pepaya diketahui mengandung berbagai jenis senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, serta enzim papain, yang

bersifat insektisida dan mampu merusak sistem pencernaan serangga.

Selain itu, enzim papain sebagai enzim proteolitik di dalam daun pepaya dapat memecah jaringan ikat. Ketika enzim papain masuk ke dalam tubuh serangga, efek kimia yang ditimbulkan tidak langsung mematikan menyebabkan kematian secara langsung, melainkan mengganggu sistem saraf serta proses metabolisme, yang pada akhirnya serangga mengalami kematian [38].

Sebagai cendawan entomopatogen, *Beauveria bassiana* bekerja menginfeksi tubuh serangga melalui 4 tahapan. Tahap awal dimulai dari inokulasi spora cendawan pada permukaan tubuh serangga. Pada tahap infeksi berikutnya, spora akan menempel pada permukaan integumen serangga dan mulai mengalami proses perkecambahan. Selanjutnya, penetrasi dilakukan dengan bantuan enzim dan senyawa toksin yang dihasilkan oleh cendawan, disertai pembentukan struktur berupa tabung perkecambahan. Terakhir adalah proses destruksi di titik penetrasi, di mana blastospora terbentuk dan menyebar dalam haemolimfa. Blastospora ini kemudian berkembang menjadi hifa yang merusak jaringan internal serangga secara sistemik, hingga akhirnya menyebabkan kematian serangga [39].

Interaksi antara senyawa aktif daun pepaya dengan aktivitas patogenik *B. bassiana* diduga menghasilkan efek sinergis yang meningkatkan mortalitas pada *C. formicarius*. Senyawa dari daun pepaya dapat melemahkan

pertahanan tubuh serangga, sehingga memudahkan infeksi oleh *B. bassiana* [38]. Selain itu, kerusakan awal yang ditimbulkan oleh *B. bassiana* dapat mempercepat proses kerja senyawa kimia dari daun pepaya.

[35] melaporkan hasil penelitiannya bahwa larutan ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 30 mL/L air terbukti efektif dalam menyebabkan kematian pada hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) dengan tingkat mortalitas mencapai 80%. Analisis probit LC_{50} dari penelitian [40], menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya pada konsentrasi 24,456% mampu mematikan larva nyamuk *Aedes aegypti* instar IV. Pada penelitian [41] menunjukkan bahwa nilai LC_{50} yang dihasilkan yaitu sebesar 10% untuk mengendalikan kutu daun (*Aphis gossypii* Glover). Sementara itu menurut [37] nilai LC_{50} *B. bassiana* terhadap imago *C. formicarius* adalah $2,2 \times 10^6$ spora/ml. Hasil penelitian [42] nilai LC_{50} *B. bassiana* terhadap *N. lugens* adalah $5,1 \times 10^8$ konidia/ml.

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh nyata pemberian konsentrasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* 10^9 dan pestisida nabati ekstrak daun pepaya terhadap mortalitas imago hama penggerek ubi jalar (*C. formicarius*). Pemberian perlakuan G (cendawan *B. bassiana* 10^9 + ekstrak daun pepaya 80%) menghasilkan mortalitas tertinggi sebesar 100%. Pemberian *B. bassiana* 10^9 dan pestisida nabati ekstrak daun pepaya dengan berbagai konsentrasi

menghasilkan nilai *Lethal Concentration* (LC₅₀) sebesar 63,40%.

Perlakuan F (Cendawan *B. bassiana* 10⁹ + Ekstrak daun pepaya 60%) lebih direkomendasikan sebagai alternatif pengendalian pestisida kimia dikarenakan efektif dapat menghasilkan 82,50% mortalitas imago *C. formicarius* dan dosis yang digunakan lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zuraida N. Status Ubi Jalar Sebagai Bahan Diversifikasi Pangan Sumber Karbohidrat. *Iptek Tanam Pangan*. 2019; 4(1): 69–80.
- [2] Amagloh FC, Yada B, Tumuhimbise GA, Amagloh FK, Kaaya AN. The potential of sweetpotato as a functional food in sub-saharan africa and its implications for health: A review. *Molecules*. 2021; 26(10): 1–21.
- [3] Kementerian Pertanian. Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2022. *Pus Data dan Sist Inf Pertanian, Kementrian Pertanian Republik Indonesia*. 2022; 1–132.
- [4] Haryuni, Apriyanto Dodi, Oktoyoki Hefri LF. *Budidaya Ubi Jalar Lokal Unggulan*. Sridanti IL, Adnan, Fransisko E, editors. Nusa Tenggara Barat: Forum Pemuda Aswaja; 2021.
- [5] Tantawizal, Santi M, dan Prayogo P. Pengaruh Frekuensi dan cara aplikasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap tingkat serangan hama boleng pada ubi jalar. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. 2013; 662–8.
- [6] Prayogo Y. Perbandingan Metode Aplikasi Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* Untuk Mengendalikan *Cylas formicarius* (Coleoptera: Curculionidae). 2017; 17(1): 84–95.
- [7] Ahuluheluw N, Pinontoan OR, Rante CS, Senewe E. Penyebaran hama *Cylas formicarius* F. pada tanaman ubi jalar (*Ipomea batatas* L.) di beberapa ketinggian tempat Propinsi Sulawesi Utara. *Cocos*. 2013; 2(4): 1–7.
- [8] Saleh N, Indiati SW, Widodo Y, Sumartini, Rahayuningsih SA. Hama, Penyakit, dan Gulma pada Tanaman Ubi Jalar Identifikasi dan Pengendaliannya. *Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*; 2015. 1–78.
- [9] Arsi A, Sukma AT, Suparman SHK, Hamidson H, Irsan C, Suwandi S, *et al.* Penerapan Pemakaian Pestisida yang Tepat dalam Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman Sayuran di Desa Tanjung Baru, Indralaya Utara. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknol dan Seni bagi Masyarakat)*. 2022; 11(1): 108.
- [10] Indiati SW, Marwoto M. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*. 2017; 15(2): 87.
- [11] Puspasari LT, Meliansyah R, Hartati S,

- Dewi VK. Aplikasi Pembuatan Pestisida Nabati sebagai Alternatif Pengendalian Serangga Hama Tanaman pada Petani Sayur di Desa Margahayu dan Margacinta, Kecamatan Leuwigoong, Kabupaten Garut. *Agrikultura Masyarakat Tani*. 2024; 1(3): 132–7.
- [12] Baskaran C, Ratha Bai V, Velu S, Kumaran K. The efficacy of *Carica* papaya leaf extract on some bacterial and a fungal strain by well diffusion method. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2012; 658–62.
- [13] Fajri, L, Heiriyani T, dan Susanti H. Pengendalian Hama Ulat Menggunakan Larutan Daun Pepaya Dalam Peningkatan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.). *ZIRAA'AH*. 2017; 42(1): 69–76.
- [14] Reddy GVP, Zhao Z, Humber RA. Laboratory and field efficacy of entomopathogenic fungi for the management of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae). *Journal of Invertebrate Pathology*. 2014; 122(September): 10–5.
- [15] Bayu MSYI, Prayogo Y. Pengendalian hama penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Fabricus) (Coleoptera: Curculionidae) menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 2016; 13(1): 40–8.
- [16] Laksana RN, Himawan T, Choliq FA. Kombinasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dengan ekstrak daun pepaya untuk pengendalian *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2022; 10(2): 60–72.
- [17] Aprianti NA, Afifah L, Sugiarto, Kurniati A. Invektivitas cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Untuk mengendalikan hama boleng *Cylas formicarius* F. *Jurnal Agrotech*. 2023; 13(1): 11–7.
- [18] Sumitro Y, Syuryati, Hamdan S, Putri EE. Perbanyakkan Massal *Trichoderma* sp. pada Media Potato Dextrose Agar (PDA), Beras dan Jagung. *Inovasi Teknologi Pertanian*. 2022; 7(1): 1–7.
- [19] Sundari F, Mahmud Y, Aulawi T. Aplikasi konsentrasi ekstrak daun *Annona muricata* L. terhadap *Spodoptera litura* F. Pada tanaman kedelai. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 2021; XXXVII: 167–78.
- [20] Juna NZ. Analisis kadar alkaloid dari ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya* L.). Universitas Tadulako; 2023.
- [21] Atini B, Rika Y, Ledheng L. Uji efektifitas ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* L) dan ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L) terhadap mortalitas larva nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*. 2023 ;9(1): 63–9.
- [22] Bayu MSYI, Prayogo Y, Indiati SW. *Beauveria bassiana*: Biopestisida Ramah lingkungan dan efektif untuk mengendalikan hama dan penyakit

- tanaman. Buletin Palawija. 2021; 19(1): 41–63.
- [23] Afandhi A, Pratiwi V, Hadi M, Setiawan Y, Puspitarini R. Suitable combination between *Beauveria bassiana* (Balsamo) vuillemin and four. AGRIVITA Journal of Agricultural Science. 2020; 42(2): 341–9.
- [24] Kurniawan H, Ropiqa M. Uji toksisitas ekstrak etanol daun ekor kucing (*Acalypha hispida* Burm.f.) dengan metode brine shrimp lethality test (BSLT). Journal Syifa Sciences and Clinical Research. 2021; 3(2): 52–62.
- [25] Musana P, Okonya J, Kyamanywa S, Kroschel J. Effect of temperature on the development, reproduction and mortality of the sweetpotato weevil *Cylas brunneus* (Fabricius) (Coleoptera: Brentidae). Uganda Journal of Agricultural Sciences. 2014; 14(2): 77–84.
- [26] Pamungkas MR, Ziqri IM. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap struktur populasi kumbang badak untuk meningkatkan produksi gula merah di Kabupaten Cilacap. Mekanika. 2020; 2(1): 1–3.
- [27] Handoko E, Pinontoan OR, Kaligis JB, Makal HVG. Serangan hama *Cylas formicarius* F. (Coleoptera: Curculionidae) pada beberapa sentra tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) di Kabupaten Minahasa Selatan, Minahasa, dan Kota Tomohon. Jurnal Pertanian. 2014; 2(3): 1–14.
- [28] Widayani NS, Haq AN, Puspasari LT, Hidayat Y, Dono D. Testing The Effect of Temperature, Storage Time, The Residual Test of Neem Oil Formulation (*Azadirachta indica* A. JUSS) and Bitung Formulation (*Barringtonia asiatica*) to Its Toxicity Against Large Cabbage Heart Caterpillar (*Crociodolomia pavonana* F). Cropsaver. 2018; 1(1): 27–36.
- [29] Masyitah, I, Sitepu, S.F, Safni I. Potensi Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Ulat Grayak *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Tembakau In Vivo. Jurnal Agroteknologi FP USU. 2017; 5(2337): 484–93.
- [30] Rahayu M, Susanna S, Hasnah H. Potensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Isolat Lokal) dalam Mengendalikan Hama Ordo Coleoptera. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 2021; 6(2): 155–65.
- [31] Yudiawati E, Hapis S. Efektifitas ekstrak daun pepaya sebagai pestisida nabati terhadap intensitas serangan aphid (Homoptera: Aphididae) pada tanaman cabe merah (*Capsicum annum*). Jurnal Sains Agro. 2016; 2580–0744.
- [32] Wowiling BP. Pemanfaatan jamur *Beauveria bassiana* terhadap serangga aphis sp pada tanaman cabe. Cocos. 2015; 6(6): 1–13.
- [33] Haryuni; Wiyono; Handoyo.S. Pengaruh Dosis *Beauveria bassiana* dan pestisida nabati mimba (*Azadirachta indica*) terhadap persentase serangan hama

- penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*). *Agrineca*. 2017; 17(1): 854–2813.
- [34] Ardan IM, Nurdiana D, Maesyaroh SS. Aplikasi Jamur Entomopatogen (*Beauveria bassiana*) dan Ekstrak Tumbuhan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap Larva *Plutella xylostella* L. *Jagros*. 2019; 3(2): 84–99.
- [35] Ikmal I, Mallarangeng R, Mariadi M, Syair S, Arsiaty Arsyad M, Pakki T, et al. Efektivitas Larutan Perasan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) di Laboratorium. *Jurnal Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian*. 2022; 2(3): 183–8.
- [36] Telaumbanua M, Ristanti, Amien ER, Haryanto A, Rahmawati W. Teknik pengendalian serangga hama walang sangit (*Leptocorisa oratorius*) melalui penyemprotan larutan *Beauveria bassiana* untuk tanaman padi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2020; 9(4): 374–382.
- [37] Arusyid WB, Saraswati LD, Hestningsih R. Uji Efektifitas *Entomophatogenic Fungi Beauveria bassiana* Terhadap Kematian *Blattella germanica* (L). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2016; 4(1): 218–225.
- [38] Rohma MF, Wikanta W. Pengaruh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Sebagai Pestisida Alami Terhadap Aktivitas Kecoa (*Periplaneta americana*) dan Pembelajarannya Pada Masyarakat. *Jurnal Pedago Biologi*. 2021; 9(1): 27–33.
- [39] Fadhilah Nur, Afifah L, Surjana T, Darmadi D. Efektivitas Ekstrak Umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) dan *Beauveria bassiana* Terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera frugiperda*. *Agrotech*. 2024; 14(2): 81–90.
- [40] Swastika D. Pengaruh Ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* linn) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* Deby Swastika. *Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2015; 2(2): 84–7.
- [41] Ramadhona R, Djamilah D, Mukhtasar M. Efektivitas ekstrak daun pepaya dalam pengendalian kutu daun pada fase vegetatif tanaman terung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 2018; 20(1): 1–6.
- [42] Ihsan AK, Afifah L, Sugiarto, Kurniati A. Virulensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Terhadap Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal. *Jurnal Agrotech*. 2023; 13(1): 63–70.