

**Pengaruh Penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap Intensitas
Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)**



**RESKI ZAINUDDIN
G011201161**

**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



**Pengaruh Penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap Intensitas
Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)**

**RESKI ZAINUDDIN
G011201161**



**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**Pengaruh Penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap Intensitas
Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)**

**RESKI ZAINUDDIN
G011201161**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Agroteknologi

Pada

**DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

Pengaruh Penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap Intensitas
Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)

RESKI ZAINUDDIN

G011201161

Skripsi,

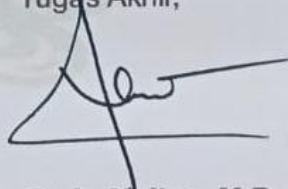
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 01 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
Pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama
Tugas Akhir,

Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S.
NIP 19600606 198601 2 001

Pembimbing Pendamping
Tugas Akhir,

Dr. Ir. Melina, M.P.
NIP 19610603 198702 2 001

Mengetahui:

Ketua Departemen Hama dan Penyakit
Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc
NIP 19650316 198903 2 002

Ketua Program Studi Agroteknologi



Dr. Ir. Abd Haris Bahrun, M.Si.
NIP 19670811 199403 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN LIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pengaruh Penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap Intensitas Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Melina, M.P. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 01 Oktober 2024



RESKI ZAINUDDIN
G011201161

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Tiupan tetes embun pagi, membelai nurani sanubari bangkitkan semangat dari mimpi, burung-burung bernyanyi menghiasi indahnya pagi. Cakrawala nirwana ronanya bak cermin walau langkah tertatik-tatik dengan mengucapkan Alhamdulillah hirobbil'amin, puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga terselesainya skripsi yang berjudul "Pengaruh penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap intensitas serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*)". Tak lupa pula shalawat dan salam kepada junjungan kita nabi besar Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya yang menunjuki kita dari jalan kegelapan menuju jalan cahaya terang benderang.

Pertama-tama saya mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua saya Ayahanda tercinta Zainuddin dan Ibunda Tercinta Halija yang selalu memberikan dukungan kepada saya, selalu mendoakan saya, memberi nasihat dan kasih sayang yang tidak ada habisnya, kesabaran dalam mendidik saya, selalu menjadi guru terbaik buat saya sehingga saya selalu termotivasi untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S. dan Ibu Dr. Ir. Melina, M.P. yang telah menjadi dosen pembimbing penulis, yang selalu membimbing dengan sabar, memberikan masukan kepada penulis, selalu membimbing penulis dengan sepenuh hati, memberikan motivasi, dan selalu memberikan arahan yang baik sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini dengan baik. Teruntuk para staf dan pegawai Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan terima kasih telah membantu dalam mengurus berkas.

Kepada saudara tercinta kakak saya Saharuddin dan Ruslang, serta adik saya Dina, terima kasih atas motivasi yang diberikan kepada penulis dan membantu penulis menyelesaikan masalah selama penyusunan skripsi ini.

Terima kasih kepada teman saya Rahmawati Said, Harmita Ningsih, dan Alinda yang selalu memberikan semangat. Teman-teman KKN Posko Sayyang Palioidi, Eksis, Hidrogen, dan teman-teman HPT yang selalu membantu selama perkuliahan.

Penulis,

Reski Zainuddin

ABSTRAK

RESKI ZAINUDDIN. Pengaruh penggunaan PESTODIN BeVeER terhadap intensitas serangan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) (dibimbing Oleh Itji Diana Daud dan Melina)

Latar Belakang. Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) merupakan hama penting pada pertanaman kakao yang menyebabkan penurunan produksi tanaman kakao. Berbagai teknik pengendalian *C. cramerella*, antara lain penggunaan agens hayati yaitu cendawan entomopatogen *B. bassiana*. **Tujuan.** Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan cendawan entomopatogen *B. bassiana* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap intensitas serangan hama penggerek buah kakao. **Metode.** Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan yang terdiri dari perlakuan P0 (kontrol), P1 (*B. bassiana* 50 g), dan P2 (*B. bassiana* 150 g). Uji lanjut yang digunakan yaitu uji berjarak ganda Duncan pada taraf nyata 5%. Aplikasi *B. bassiana* dilakukan sebanyak tiga kali, selang sepuluh hari pada buah kakao ukuran 8–11 cm atau berumur dua bulan. Pengamatan persentase buah terserang dilakukan selang tujuh hari setelah aplikasi *B. bassiana*. Pengamatan dilakukan sampai masa panen. Pengamatan intensitas serangan hama PBK dilakukan dengan mengskoring buah yang telah dipanen pada umur 5–6 bulan. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P0 (kontrol) adalah perlakuan yang memiliki kerusakan buah tertinggi sebesar 66,66%. Pengamatan terakhir pada P1 dan P2 menunjukkan kerusakan buah secara berturut-turut yaitu 47,21% dan 27,77%. Pada pengamatan intensitas serangan penggerek buah kakao diperoleh perlakuan P2 (*B. bassiana* 150 g) adalah perlakuan dengan intensitas serangan terendah yaitu sebesar 0,51%. **Kesimpulan.** Dapat disimpulkan aplikasi *B. bassiana* sebanyak 150 g/L air dapat mengurangi kerusakan buah kakao.

Kata kunci: Agens hayati; Resistensi; Viabilitas spora.

ABSTRACT

RESKI ZAINUDDIN. **Effect of PESTODIN BeVeER on the intensity of cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella*) infestation** (Supervised by Itji Diana Daud and Melina)

Background. Cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella*) is an important pest in cocoa crops that causes a decline in cocoa crop production. Various control techniques for *C. cramerella*, including the use of biological agents, namely the entomopathogenic fungus *B. bassiana*. **Aim.** This study was conducted to determine the effectiveness of using entomopathogenic fungus *B. bassiana* with different concentrations on the intensity of cocoa pod borer attack. **Method.** This study used a Randomized Group Design (RGD) with three treatments consisting of P0 (control), P1 (*B. bassiana* 50 g), and P2 (*B. bassiana* 150 g). The further test used was Duncan's multiple range test at a real level of 5%. The application of *B. bassiana* was done three times, ten days apart on cocoa pods measuring 8–11 cm or two months old. Observation of the percentage of infested pod was done seven days after *B. bassiana* application. Observations were made until harvest time. Observation of PBK attack intensity was done by scoring the harvested pod at the age of 5–6 months. **Result.** The results showed that P0 (control) treatment had the highest pod damage at 66.66%. The last observation in P1 and P2 showed pod damage of 47.21% and 27.77%, respectively. In the observations of cocoa pod borer attack intensity obtained by treatment P2 (*B. bassiana* 150 g) was the treatment with the lowest attack intensity of 0.51%. **Conclusion.** It can be concluded that the application of *B. bassiana* as much as 150 g/L of water can reduce cocoa pod damage.

Keywords: Biological agents; Resistance; Spore viability.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Teori	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan	9
1.4 Hipotesis	9
BAB II METODE PENELITIAN	10
2.1 Tempat dan Waktu	10
2.2 Alat dan Bahan	10
2.3 Metode Penelitian	10
2.4 Penyediaan <i>Beauveria bassiana</i>	10
2.5 Aplikasi <i>Beauveria bassiana</i> pada Buah Kakao	11
2.6 Parameter Pengamatan	11
2.7 Analisis Data	12
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Hasil	13
3.2 Pembahasan	14
BAB IV PENUTUP	16
4.1 Kesimpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	21

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rata-rata persentase buah terserang PBK pada buah kakao (%)	13
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Telur <i>C. cramerella</i>	3
Gambar 2. Larva <i>C. cramerella</i>	3
Gambar 3. Pupa <i>C. cramerella</i>	4
Gambar 4. Imago <i>C. cramerella</i>	4
Gambar 5. Gejala Serangan <i>C. cramerella</i>	5
Gambar 6. Denah Pengacakan.....	10
Gambar 7. Intensitas Serangan PBK pada Buah Kakao Setelah Panen	14

DAFTAR LAMPIRAN

TABEL

Lampiran 1. Persentase Buah Terserang 1 MSA	21
Lampiran 2. Sidik Ragam Buah Terserang 1 MSA	21
Lampiran 3. Persentase Buah Terserang 2 MSA	21
Lampiran 4. Sidik Ragam Buah Terserang 2 MSA	21
Lampiran 5. Uji Berjarak Ganda Duncan Pada Taraf Nyata α 5% 2 MSA.....	22
Lampiran 6. Persentase Buah Terserang 3 MSA	22
Lampiran 7. Sidik Ragam Buah Terserang 3 MSA	22
Lampiran 8. Uji Berjarak Ganda Duncan Pada Taraf Nyata α 5% 3 MSA.....	22
Lampiran 9. Persentase Buah Terserang 4 MSA	23
Lampiran 10. Sidik Ragam Buah Terserang 4 MSA	23
Lampiran 11. Uji Berjarak Ganda Duncan Pada Taraf Nyata α 5% 4 MSA.....	23
Lampiran 12. Data Skoring Intensitas Serangan PBK	24
Lampiran 13. Perhitungan Intensitas Serangan	24

GAMBAR

Lampiran Gambar 1. Penandaan kakao yang Dijadikan Sampel.....	26
Lampiran Gambar 2. Ukuran Buah kakao yang Dijadikan Sampel	26
Lampiran Gambar 3. Pengaplikasian Pertama <i>Beauveria bassiana</i>	27
Lampiran Gambar 4. Pengamatan Pertama Ada Tidaknya Gejala Serangan PBK	27
Lampiran Gambar 5. Pengaplikasian Kedua <i>Beauveria bassiana</i>	27
Lampiran Gambar 6. Pengamatan Kedua Ada Tidaknya Gejala Serangan PBK...	28
Lampiran Gambar 7. Pengaplikasian Ketiga <i>Beauveria bassiana</i>	28
Lampiran Gambar 8. Pengamatan Ketiga Ada Tidaknya Gejala Serangan PBK...	29
Lampiran Gambar 9. Pengamatan Keempat Ada Tidaknya Gejala Serangan PBK	30
Lampiran Gambar 10. Buah Kakao yang Dipanen.....	30
Lampiran Gambar 11. Skoring Buah Kakao	31
Lampiran Gambar 12. Larva <i>C. cramerella</i> yang ditemukan di Lapangan	37

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan Sulawesi Barat yang memiliki hasil produksi tinggi. Total produksi tanaman kakao di Provinsi Sulawesi Barat pada tahun 2021 sebesar 71.195 ton. Sebaran pertanaman kakao di daerah Sulawesi Barat, yaitu Majene dengan hasil produksi 8.685 ton, Polewali Mandar dengan hasil produksi 36.481 ton, Mamasa dengan hasil produksi 6.174 ton, Mamuju dengan hasil produksi 5.283 ton, Pasangkayu dengan hasil produksi 5.689 ton, dan Mamuju Tengah dengan hasil produksi mencapai 8.883 ton (BPS Sulawesi Barat, 2021).

Namun, berdasarkan penuturan beberapa ketua kelompok tani di Sulawesi Barat, terjadi penurunan produktivitas kakao dari tahun ke tahun yang disebabkan oleh banyak faktor. Faktor keberadaan hama pada kakao merupakan salah satu faktor yang paling signifikan. Jika hama tidak dikendalikan dengan benar, maka tanaman dapat mengalami kerusakan. Hal ini tentu menyebabkan kerugian bagi petani, baik secara kuantitas maupun kualitas (Arhim *et al.*, 2022). Faktor tersebut yang menjadi alasan dibalik penggunaan teknik pengendalian hama. Saat ini, petani masih menggunakan pestisida kimia sebagai metode umum dalam pengendalian hama. Penggunaan pestisida kimia yang dilakukan secara sembarangan dapat membahayakan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian hama alternatif yang aman untuk membantu mencapai produktivitas yang optimal.

Penggerek buah kakao adalah salah satu dari sekian banyak hama yang menyerang tanaman kakao. Penggerek buah kakao merupakan hama penting dalam budidaya tanaman kakao. Hama ini dapat menurunkan hasil produksi hingga 82,2% sehingga hama ini tergolong hama berbahaya. Adapun beberapa akibat dari serangan hama ini yaitu, kerusakan buah yang dihasilkan dapat menyebabkan kurangnya berat biji, kurangnya kandungan lemak pada biji, dan biji saling lengket (Pratama *et al.*, 2021).

Konsep PHT atau pengendalian hama terpadu merupakan konsep yang dapat menyelesaikan permasalahan serangan hama. Pengelolaan hama terpadu menggunakan berbagai strategi pengendalian untuk mempertahankan hama secara konsisten di bawah ambang batas ekonomi dengan memeriksa hubungan antara dinamika populasi dan lingkungan hama tertentu. Pengendalian biologis, atau penggunaan agen biologis seperti predator, parasitoid, dan entomopatogen, merupakan salah satu komponen pengendalian dalam konsep pengendalian hama terpadu (PHT) (Yuliana *et al.*, 2019).

Cendawan entomopatogen adalah cendawan yang berfungsi sebagai agensi hayati. *Beauveria bassiana* adalah salah satu cendawan entomopatogen yang banyak digunakan dalam pengendalian hayati serangga hama. Cendawan ini memiliki kisaran inang yang luas dan berbahaya bagi berbagai serangga. Selain itu,

cendawan entomopatogen ini memiliki sejumlah kelebihan, termasuk kemampuan untuk membuat spora yang tahan lama dan selektif, aman, dan murah untuk diproduksi, serta hanya menghasilkan resistensi yang sangat kecil (Afifah *et al.*, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan uji efektivitas penggunaan *Beauveria bassiana* terhadap intensitas serangan hama penggerek buah kakao dengan perlakuan konsentrasi yang berbeda.

1.2 Teori

1.2.1 Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)

Menurut Rimbing dan Enka (2022), klasifikasi dari penggerek buah kakao yaitu:

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Class : Insecta
Ordo : Lepidoptera
Family : Gracillariidae
Genus : *Conopomorpha*
Spesies : *Conopomorpha cramerella*

Di Asia Tenggara, penggerek buah kakao merupakan hama penting, terutama di Indonesia, Malaysia, Kalimantan, dan Filipina. Hingga masa panen, buah kakao yang masih relatif muda biasanya diserang dan dirusak oleh hama ini. Biasanya serangga hama lain yang merusak tanaman kakao adalah serangga yang memasuki masa pra-dewasa dan dewasa, sedangkan fase penggerek buah kakao yang paling merusak adalah fase larva atau pra-dewasa (Rimbing dan Enka, 2022).

Penggerek buah kakao pertama kali menyerang tanaman kakao di Filipina, Asia Tenggara. Dari sana, hama ini berpindah melalui Sulawesi Utara sehingga menyebar di Indonesia. Penggerek buah kakao ini terbukti berhasil beradaptasi dengan buah kakao di Sulawesi Barat, dan setelah itu menyebar ke selatan, barat, dan timur seiring dengan pertumbuhan produksi kakao. Kemudian penggerek buah kakao ini ditemukan di Jawa Tengah pada tahun 1880, meskipun belum menyebabkan kerusakan yang signifikan. Penggerek buah kakao ini diperkirakan masuk ke dalam tanaman yang berasal dari Sulawesi Utara. Pada tahun 1901, penggerek buah kakao telah ditemukan juga di Jawa Timur. Kondisi perkebunan kakao di Jawa Timur pada tahun 1936 sangat memprihatinkan karena serangan hama yang parah sehingga perkebunan dimusnahkan, dan pada tahun 1951 dilakukan penanaman kembali (Rimbing dan Enka, 2022).

Di beberapa daerah penghasil kakao di Indonesia, hama ini merupakan hama yang umum ditemukan. Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, Aceh, Sumatera Utara, Jambi, Sumatera Selatan, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua, Jawa Timur, Jawa Barat, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur merupakan wilayah penyebaran hama penggerek buah kakao (Rimbing dan Enka, 2022).

1.2.2 Bioekologi *Conopomorpha cramerella*

Conopomorpha cramerella adalah hama yang berukuran kecil dari Famili Gracillariidae ordo Lepidoptera. Sebelum buah dipanen, *C. Cramerella* dapat menyelesaikan siklus hidupnya didalam buah kakao. *C. cramerella* dapat hidup selama satu hingga tiga generasi di dalam setiap buah kakao. Dari telur hingga menjadi imago, siklus hidup *C. cramerella* membutuhkan waktu 35-45 hari (Samsudin, 2014). Dengan siklus hidup rata-rata satu bulan untuk setiap generasi, setiap imago betina *C. cramerella* mampu menghasilkan 100-200 telur. Hal ini berarti, secara teoritis, sepasang penggerek buah kakao dapat menghasilkan 1.200-2.400 larva dalam setahun. Komponen tanaman inang *C. Cramerella* yaitu kakao yang menghasilkan buah sepanjang musim yang mendukung kondisi ini dan memastikan siklus hidup penggerek buah kakao terus berlanjut (Samsudin, 2012).

C. cramerella menghasilkan telur berbentuk oval berwarna oranye, berukuran panjang 0,45-0,50 mm dan lebar 0,25-0,30, serta stadium telur 2-7 hari. Imago betina *C. cramerella* meletakkan telur di permukaan bagian alur buah pada buah muda yang berukuran 8-15 cm. Setelah itu, telur akan menetas menjadi larva. Pada larva instar pertama biasanya berwarna putih jernih dan berukuran \pm 1 mm dan pada instar 5, pertumbuhan dapat mencapai panjang 12 mm dan biasanya berwarna putih hingga hijau muda. Stadium larva biasanya 14-18 hari dan larva berganti kulit sebanyak 4 kali di dalam buah kakao. Larva *C. cramerella* akan menggerek langsung ke dalam buah kakao, dengan memakan daging buah, kulit buah, dan saluran makanan menuju biji (plasenta) (Samsudin, 2014).



Gambar 1. Telur *C. cramerella* (Sumber: Rimbing dan Enka, 2022)



Gambar 2. Larva *C. cramerella* (Sumber: Rimbing dan Enka, 2022)

Kemudian larva instar terakhir membuat lubang keluar pada kulit buah yang dapat dilihat secara langsung, berdiameter sekitar 1 mm, dan sebelum menjadi pupa. Larva yang akan menjadi pupa akan keluar dari buah kakao sekitar pukul

18.00 dan mencapai puncaknya antara pukul 20.00-22.00. Tidak ada larva yang terlihat setelah pukul 08.00 pagi. Larva yang berada pada instar akhir akan membentuk kokon terlebih dahulu sebelum menjadi pupa. Biasanya pupa akan menempel di cabang, ranting, buah, daun, serasah kakao, dan bahkan kendaraan pengangkut hasil panen. Pupa *Conopomorpha cramerella* lebih suka tinggal di daun kering di atas tanah (68%), pada batang (5%), buah (26%), dan cabang serta ranting pohon (1%). Kokon pupa memiliki bentuk oval berwarna putih kekuningan, pupa berwarna coklat, stadium pupa 5-8 hari, dan pupa berukuran 11-15 cm (Samsudin, 2014).



Gambar 3. Pupa *C. cramerella* (Sumber: Rimbing dan Enka, 2022)

Imago berupa Ngengat memiliki panjang ± 7 mm, lebar sayap 12 mm, dan lama hidup sekitar 7-8 hari. Ngengat biasanya berwarna coklat, memiliki pola zig-zag putih di sepanjang sayap depannya. Antena *C. cramerella* mengarah ke belakang dan lebih panjang dari tubuhnya. Sebagai spesies nokturnal, imago meletakkan telur antara pukul 18.00-19.00. Kemudian imago akan melakukan kopulasi pada pukul 04.00-05.00 pagi, tepat sebelum matahari terbit. Pada siang hari imago bersembunyi di cabang horizontal atau area lain yang terlindung dari sinar matahari. Hanya bagian permukaan buah kakao yang menjadi tempat betina meletakkan telurnya. Setiap imago betina dapat menghasilkan telur sebanyak 100-200 butir. Umumnya imago betina lebih suka bertelur pada buah yang sudah berumur 75 hari atau berukuran lebih besar dari 11 cm (Samsudin, 2014).



Gambar 4. Imago *C. cramerella* (Sumber: Rimbing dan Enka, 2022)

1.2.3 Gejala Serangan *Conopomorpha cramerella*

Conopomorpha cramerella berstatus hama jika imago betina mulai meletakkan telur pada buah kakao yang belum matang dengan panjang 8-15 cm. Buah kakao yang masih sangat muda dan kecil, berukuran 5-7 cm, jarang menjadi sasaran serangan PBK. Umumnya, ketika buah kakao berukuran kecil ini diserang, larva akan mati atau tumbuh dengan tidak sempurna. Di sisi lain, buah kakao biasanya tidak akan terserang apabila imago betina meletakkan telur pada buah berukuran lebih dari 15 cm atau sekitar umur 120 hari. Hal ini terjadi karena pada saat itu, buah sudah mulai matang dan telah bisa dipanen sebelum larva mencapai biji kakao (Samsudin, 2014).

Larva yang telah menetas akan dengan cepat menembus buah, memakan bagian lunak di bawah kulit buah, di antara biji, dan di sepanjang jalur makanan yang mengarah ke biji, tetapi biji tidak dimakan. Biji-biji tersebut akan menempel satu sama lain dan menempel pada dinding buah ketika buah rusak. Jika kerusakan sangat serius, buah menjadi busuk akibat serangan pada bagian anterior buah, yang juga dapat merusak perkembangan biji. Hal ini terjadi sebagai akibat dari kerusakan jaringan translokatori, yang berpotensi menghentikan aliran makanan biji. Namun, larva tidak akan mempengaruhi hasil panen jika serangan terjadi saat buah sudah matang, tetapi tetap mempengaruhi kualitas biji (Samsudin, 2014).

Penggerek buah kakao dapat menyebabkan penurunan produktivitas sebesar 75-80%, sehingga sangat berbahaya. Ketika buah kakao mencapai kematangan dan siap untuk dipanen, tanda-tanda eksternal serangan *Conopomorpha cramerella* akan terlihat. Ketika *Conopomorpha cramerella* menyerang buah kakao, tanda-tanda matang lebih awal biasanya terlihat seperti belang hijau kuning atau jingga kuning. Ketika diguncang, buah yang terserang akan menjadi lebih berat dan suara biji yang membentur dinding buah tidak akan terdengar. Hal ini disebabkan karena biji buah telah rusak dan daging buah mengandung lendir dan kotoran (Pratama *et al.*, 2021).

Jika buah kakao terserang penggerek buah kakao, pada buah kakao memiliki lubang-lubang kecil berwarna kehitaman di bagian permukaannya, yang dapat dilihat dari dekat. Selain itu, cendawan patogen terkadang dapat menyebabkan adanya miselium putih yang muncul di lubang kecil tersebut. Larva penggerek buah kakao masuk dan keluar melalui lubang-lubang kecil tersebut (Ridwan dan Nurmiaty, 2017).



Gambar 5. Gejala Serangan *C. cramerella* (Sumber: Lea *et al.*, 2022)

1.2.4 Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*

Menurut Hughes (1971), klasifikasi ilmiah dari Cendawan *Beauveria bassiana* yaitu:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Kelas : Ascomycetes
Ordo : Hypocreales
Family : Clavicipitaceae
Genus : *Beauveria*
Spesies : *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill

Agostino Bassi membuat penemuan awal cendawan entomopatogen yang membuat serangga sakit di Beauce, Prancis. Pada tahun 1975, Steinhaus melakukan pengujian terhadap ulat sutera (*Bombyx mori*) dengan cendawan entomopatogen ini. Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang mengidentifikasi penyakit pada hewan dan juga yang pertama yang mengidentifikasi penyakit pada serangga. Cendawan ini akhirnya dinamakan *Beauveria bassiana* untuk menghormati Agostino Bassi.

Cendawan *Beauveria bassiana* mempunyai kisaran inang yang luas, yang terdiri dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, dan Hemiptera. Serangga dari ordo Hymenoptera dan Diptera juga sering terinfeksi. *Beauveria bassiana* adalah patogen serangga yang dapat dibudidayakan dengan menggunakan media beras atau jagung dan secara alami diisolasi dari tanaman dan tanah. Iklim memiliki dampak besar pada epizootiknya di alam, dan secara khusus membutuhkan atmosfer yang hangat dan lembab. Cendawan ini digunakan sebagai pestisida hayati di beberapa negara tertentu untuk mengendalikan berbagai hama serangga yang menyerang tanaman gurun, hortikultura, tanaman pangan, dan perkebunan (Siahaan *et al.*, 2021).

Kisaran suhu yang optimal bagi cendawan *Beauveria bassiana* untuk berkembang adalah antara 15° C hingga 30° C, namun isolat virulen cendawan yang telah diberi minyak cenderung lebih toleran terhadap suhu di atas 32° C (Oliveira *et al.*, 2018). Karena karakteristiknya yang kosmopolitan dan kemampuannya untuk hidup berdampingan dengan berbagai macam inang, *Beauveria bassiana* merupakan jamur entomopatogen yang tersebar luas di seluruh dunia. Jika tidak dapat menemukan inang yang cocok, cendawan *Beauveria bassiana* dapat tumbuh secara saprofit pada media alami dan *Beauveria bassiana* membunuh inangnya secara parasit.

Cendawan biopestisida *Beauveria bassiana* dapat ditumbuhkan pada media cair maupun padat. Formulasi tepung atau butiran sering digunakan untuk memproduksi konidia, dikombinasikan dengan larutan lain atau larutan bentuk minyak. *Beauveria bassiana* biasanya berkembang biak secara aseksual menggunakan perbanyakan hifa untuk pembentukan konidia udara pada permukaan media padat, dan kemudian terjadi pembentukan pialid dan konidia. Karena lebih tahan lama dan toleran terhadap kondisi yang lebih toleran, konidia udara sering kali menjadi agen pengendali hayati yang paling sering digunakan (Gouli *et al.*, 2014). Lapisan tertentu pada konidia udara menciptakan kualitas

hidrofobik, membuatnya tidak dapat bercampur dengan air (Mascarin dan Jaronski, 2016).

1.2.5 Karakteristik *Beauveria bassiana*

Secara mikroskopis, *Beauveria bassiana* berbentuk benang kecil (hifa). Cendawan *Beauveria bassiana* dicirikan oleh struktur selnya yaitu hifa pendek, hifa hialin tebal dan lurus, serta konidia dapat berbentuk bulat, elips, silindris, dan koma. Koloni putih dengan konidia bulat berukuran $(2-3) \times (2-2.4) \mu\text{m}$, dihasilkan secara soliter pada ujung konidiofor, serta menempel pada sterigma pendek dengan pola pertumbuhan berselang seling yang terbentuk dari kelompok hifa *Beauveria bassiana* yang muncul dari tengah (Nuraida dan Hasyim, 2009).

Beauveria bassiana memiliki miselia yang bersekat dengan diameter 2-4 μm . Hifa fertil bercabang, menggelembung atau menebal, dan tersusun melingkar (*verticillate*). Spora aseksual menempel pada cabang atau ujung sisi konidiofor. Konidia berwarna hialin, dengan diameter 2-3 μm , bersel tunggal, agak bulat (*globose*) hingga oval bulat telur (*obovate*). Miselium bagian bawah menggelembung, dan konidiofor secara khas berbentuk zig-zag sehingga dikelompokkan dalam genus *Beauveria*. Cendawan *Beauveria bassiana* tumbuh dengan cepat jika diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25°C pada medium PDA, diameter kumpulan hifa dapat mencapai 1-3 cm. Cendawan *Beauveria bassiana* biasanya memiliki koloni berwarna putih, yang akhirnya menjadi kekuningan seiring bertambahnya umur, dan memiliki tekstur hifa seperti kapas atau tepung (Darwiati dan Suhaeriyah, 2009).

Secara makroskopis, koloni cendawan *Beauveria bassiana* pada media PDA menyerupai lapisan tepung. Seiring bertambahnya umur koloni, tepi koloni yang berwarna putih akan berubah menjadi kuning pucat atau kemerahan. *Beauveria bassiana* tumbuh agak lambat pada media PDA. Konidia *Beauveria bassiana* berbentuk bulat, transparan, dan bersel tunggal di bawah mikroskop. *Beauveria bassiana* bersifat haploid dan hidup kosmopolit (Tairas dan Memah, 2020).

1.2.6 Mekanisme Infeksi *Beauveria bassiana*

Alur infeksi cendawan *Beauveria bassiana* terhadap serangga inang terdiri dari lima tahap yaitu tahap inokulasi, tahap germinasi, tahap penetrasi, tahap diseminasi, dan tahap kolonisasi. Tahap kontak langsung antara organ infeksius dengan integumen dari serangga inang dikenal sebagai tahap inokulasi. Konidia merupakan organ infeksius cendawan *Beauveria bassiana*. Selain itu, konidia akan melekat pada integumen serangga. Namun, agar hal ini terjadi, diperlukan zat perekat. Hal ini karena konidia merupakan organ infeksius. Karena adanya unsur dari pengaruh lingkungan yang kurang mendukung seperti hujan, angin, dan hal-hal lainnya yang dapat menghambat proses inokulasi lingkungan yang kurang menguntungkan seperti angin, hujan, dan hal-hal lain yang dapat menghambat proses inokulasi, zat perekat tersebut berfungsi untuk mempercepat proses penempelan konidia (Acheampong *et al.*, 2020).

Tahap selanjutnya yaitu tahap germinasi. Konidia membutuhkan tingkat kelembapan yang tinggi di atas 90% untuk membentuk tabung kecambah. Konidia membutuhkan sejumlah zat dari lapisan integumen, termasuk protein, asam amino, karbon, dan fenol, sebagai stimulan agar dapat membentuk kecambah (Meena *et al.*, 2015). Saat konidia mulai berkecambah, selanjutnya akan membentuk apresorium, konidia yang berkecambah melepaskan enzim pengurai lapisan integumen lipase, protease, dan kitinase. Enzim protease Pr1 dengan enzim protease Pr2 akan terbentuk dalam jumlah banyak setelah proses inokulasi selama 24 jam. Hal ini dikemukakan oleh Svedese *et al.* (2013). Meskipun demikian, menurut Liu *et al.* (2010), enzim cendawan entomopatogen yang memecah lapisan integumen berkembang 8-10 jam setelah aplikasi. 8-10 jam setelah aplikasi. Sementara faktor eksternal seperti kelembapan, suhu, serta tahap serangga inang, dan pengaruh pestisida sintesis seperti profenophos, methyldemonton, dan indoxacarb berpengaruh negatif pada pertumbuhan *Beauveria bassiana*. Selain itu, faktor internal yang ditentukan oleh nutrisi media pertumbuhan dan isolat memainkan peran utama dalam berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh konidia untuk menghasilkan enzim dan berkecambah (Wari *et al.*, 2020).

Tahap selanjutnya yaitu penetrasi. Cendawan selanjutnya menghasilkan blastospora pada ujung appressorium atau disebut haustorium, yang menunjukkan bahwa jamur tersebut siap menembus lapisan kutikula pada serangga inang dan menghasilkan berupa hifa primer didalam tubuh serangga inang (Saranraj dan Jayaprakash, 2017). Pada tahap selanjutnya, yang dikenal sebagai diseminasi, blastospora menghasilkan berbagai racun, termasuk beauvericin, bassianin, beaverolide, bassiacridin, bassianolide, siklosporin, dan tenelin, yang kemudian akan beredar didalam aliran darah serangga (hemolimfa) dan meningkatkan pH darah. Hal ini mengganggu sistem saraf serangga, sehingga serangga sulit bergerak dan mengurangi nafsu makannya hingga mati (Altinok *et al.*, 2019). Semua jaringan tubuh serangga menjadi sasaran hifa sekunder yang dihasilkan cendawan. Tiga hingga empat hari setelah perawatan aplikasi atau sebelum hifa sekunder menyebar ke seluruh jaringan tubuh serangga inang hingga serangga tersebut mati (Bayu *et al.*, 2021).

Virulensi isolat, karakteristik serangga seperti umur dan tahap serta proses pergantian kulit, dan variabel lingkungan seperti angin, suhu, dan kelembapan semuanya mempengaruhi lamanya waktu yang dibutuhkan cendawan entomopatogen untuk membunuh serangga. Dua faktor penting yang mempengaruhi kemampuan cendawan untuk mengkolonisasi tubuh serangga inang adalah suhu dan kelembapan. Suhu di atas 35°C akan berdampak negatif pada perkembangan dan proses kolonisasi cendawan (Alali *et al.*, 2019). Selain itu, konidia yang terkumpul di permukaan tubuh inang yang mati diperlukan menyebar ke serangga inang lainnya oleh angin.

Tahapan terakhir yaitu proses kolonisasi. Semua jaringan tubuh inang akan dikolonisasi oleh miselium jamur, yang pada akhirnya akan menghasilkan konidia, organ reproduksi. Ketika cendawan telah menyerap dan memanfaatkan sepenuhnya pasokan makanan dalam tubuh serangga, miselium cendawan mulai

berkolonisasi ketika menembus integumen serangga. Seluruh permukaan serangga akan dikolonisasi oleh miselium, yang akan tumbuh dengan cepat dan akhirnya menutupinya dengan miselium putih, membuat serangga menyerupai mumi. Konidia dan berbagai miselium cendawan membentuk kolonisasi miselium *Beauveria bassiana* pada permukaan tubuh serangga. Miselium pada permukaan serangga berfungsi sebagai inokulum bagi serangga inang lain untuk terinfeksi (Bayu *et al.*, 2021).

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap intensitas serangan hama penggerek buah kakao.

Kegunaan penelitian ini yaitu memberikan informasi terbaru tentang keefektifitasan cendawan *Beauveria bassiana* sebagai agens pengendali hama penggerek buah kakao.

1.4 Hipotesis

Diduga terdapat perbedaan intensitas serangan hama penggerek buah kakao dari setiap perlakuan konsentrasi cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* yang berbeda.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao Desa Pulliwa, Kecamatan Bulu, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat pada bulan Februari sampai Juni 2024.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan digital, *sprayer* (alat semprot), saringan, alat tulis kantor (ATK), pisau, sendok pengaduk, wadah, dan kamera.

Bahan yang digunakan yaitu formulasi tepung *Beauveria bassiana*, tanaman kakao jenis klon Sulawesi 1, tali rafia dan air.

2.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu aplikasi cendawan *Beauveria bassiana* dengan berbagai perlakuan berat formulasi *Beauveria bassiana* yaitu:

P0 : Kontrol

P1 : *Beauveria bassiana* 50 g/liter air

P2 : *Beauveria bassiana* 150 g/liter air

Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali sehingga jumlah perlakuan 18 unit satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan 6 sampel buah kakao sehingga total buah yang dijadikan sampel yaitu 108 buah kakao. Seluruh buah uji diberi tanda dengan menggunakan spidol pada buah kakao sesuai dengan perlakuan dan pada setiap tanaman diberi tanda dengan menggunakan tali rafia.

Kelompok 1	P0	P2	P1
Kelompok 2	P1	P0	P2
Kelompok 3	P1	P2	P0
Kelompok 4	P2	P1	P0
Kelompok 5	P0	P1	P2
Kelompok 6	P2	P0	P1

Gambar 6. Denah Pengacakan

2.4 Penyediaan *Beauveria bassiana*

Formulasi tepung *Beauveria bassiana* yang digunakan diambil dari Laboratorium Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Hasanuddin.

2.5 Aplikasi *Beauveria bassiana* pada Buah Kakao

Formulasi tepung *Beauveria bassiana* yang sudah tersedia ditimbang sesuai dengan perlakuan dan dilarutkan dalam air sebanyak 1 liter. Kemudian dilakukan penyaringan untuk mempermudah penyemprotan. Selanjutnya dilakukan penyemprotan pada seluruh bagian buah yang dijadikan sampel. Setiap 6 buah sampel kakao menggunakan 150 ml konsentrasi *Beauveria bassiana*. Buah kakao yang dijadikan sampel yaitu buah yang berukuran 8-11 cm atau berumur 2 bulan. Penyemprotan dilakukan dengan menggunakan *sprayer*. Penyemprotan dilakukan pada sore hari antara pukul 14.00-17.00 WITA dan pada saat tidak turun hujan. Interval penyemprotan dilakukan selang 10 hari. Penyemprotan dilakukan sebanyak 3 kali.

2.6 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Persentase buah terserang

Pengamatan tingkat serangan PBK dilakukan setiap satu minggu setelah aplikasi perlakuan. Pengamatan dilakukan hingga panen. Pengamatan persentase buah terserang dilakukan; pertama adalah menghitung jumlah buah yang terserang dengan kriteria pada permukaan buah kakao terdapat lubang-lubang kecil berwarna kehitaman yang merupakan lubang jalur masuk dan keluar dari larva PBK, kedua menghitung jumlah semua buah yang dijadikan sampel dan kemudian digunakan rumus yang dikemukakan oleh Ridwan dan Nurmiaty (2017) sebagai berikut:

$$T = A/B \times 100\%$$

Keterangan:

T : Persentase buah yang terserang

A : Jumlah buah sampel yang terserang

B : Jumlah buah sampel yang diamati

2. Intensitas serangan

Pengamatan juga dilakukan tingkat kerusakan buah pada saat panen. Kerusakan sampel buah diamati pada setiap panen dengan memetik semua buah sampel yang masak dan dibelah kemudian mengskoring gejala kerusakan akibat serangan PBK dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Lee *et al.* (1995) dalam Rosmana *et al.* (2010) sebagai berikut:

$$I = \frac{\{(\sum B \times 0,093) + (\sum C \times 0,297) + (\sum D)\}}{\sum(A + B + C + D)} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Jika biji kakao bebas dari serangan PBK (Buah sehat)

- B : Jika kerusakan biji $\leq 12\%$ yang berarti masih dapat memisahkan biji dari kulit buah dengan menggunakan tangan (serangan ringan)
- C : Jika kerusakan biji $> 12\% - \leq 54\%$ yang berarti pemisahan biji dari kulit buah harus menggunakan alat bantu seperti pisau (serangan sedang)
- D : Jika kerusakan biji $> 54\%$ yang berarti biji tidak dapat dipisahkan dari kulit buah bahkan dengan menggunakan alat bantu seperti pisau (serangan berat).

2.7 Analisis Data

Data yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variance*) dan bila berbeda nyata dilanjutkan uji berjarak ganda Duncan pada taraf nyata $\alpha 5\%$. Data intensitas serangan disajikan secara deskriptif.