

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terong adalah salah satu tanaman sayuran yang biasa dimakan mentah sebagai lalap dan dimasak menjadi lauk. Sayuran yang mudah ditanam ini kaya serat, zat gizi, serta berkhasiat obat. Terong mudah diperoleh baik di pasar tradisional maupun pasar swalayan dengan harga murah (Fitrianti *et al.*, 2018). Buah terong merupakan buah sejati tunggal dan berdaging tebal, lunak serta tidak akan pecah bila buah telah masak. Daging buahnya tebal, lunak dan berair (Sahri dan Rosdiana, 2018). Bentuk dari buah terong beragam, sesuai dengan varietasnya. Bentuk yang umum diketahui yakni panjang lonjong, panjang silindris, lonjong (oval), bulat lebar dan bulat (Azmin dan Rahmawati, 2019).

Bisnis terong masih memberikan peluang pasar yang cukup bagus dalam memenuhi 2 permintaan pasar dalam negeri. Terong ungu merupakan varietas lokal yang belakangan ini telah berhasil menembus pasaran luar negeri (Susilo dan Renda, 2012). Efisiensi terong di Indonesia pada tahun 2018 sebesar 551.552 ton, sementara hasil tanaman terong berkurang pada tahun 2016 yaitu sebesar 509.749 ton, namun pada tahun 2017 terjadi peningkatan penurunan terong sebesar 535.419 ton. Produksi terong nasional meningkat setiap tahun tetapi Indonesia menyumbang 1% dari kebutuhan dunia. Namun, budidaya terong sering menghadapi berbagai masalah.

Salah satu masalah utama dalam budidaya tanaman terong adalah kemunculan hama yang menyerang tanaman, salah satunya hama Kutuputih (*Paracoccus marginatus*). Hama ini menyebabkan 75% hilangnya hasil produksi terong di seluruh dunia. Hama ini adalah hama pengisap invasif berwarna kuning kehijauan, bertubuh lunak dan ditandai dengan keluarnya cairan lilin berwarna putih. Hama ini juga polifag pada banyak tanaman ekonomi dan gulma yang termasuk dalam lebih dari 64 famili, seperti Euphorbiaceae, Rubiaceae, dan Caricaceae. Dalam penyelidikan awal lapangan, hama ini ditemukan pada tanaman lahan penting termasuk kentang (*Solanum tuberosum* (Tubiflorae: Solanaceae)), pepaya (*Carica papaya* (Parietales: Caricaceae)), dan ubi jalar (*Ipomoea batatas* (Tubiflorae: Convolvulaceae)).

Di Indonesia hama ini diketahui pertama kali menyerang tanaman papaya di Kebun Raya Bogor, Jawa Barat pada Mei dan Juli 2008 dilaporkan telah banyak merusak pertanaman papaya milik petani di Bogor. Selanjutnya, pada tahun 2009 *P. marginatus* dilaporkan menyerang lebih dari 21 spesies tanaman dari famili Apocynaceae, Araceae, Caricaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, dan Solanaceae (Sartiami *et al.*, 2009 ; Thalib *et al.*, 2014).

Selama ini, petani sering mengandalkan insektisida sintetik untuk mengendalikan hama ini. Namun, penggunaan insektisida kimiawi secara terus-menerus telah diketahui berdampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan juga menyebabkan resistensi hama. Paparan insektisida kimiawi dapat mencemari tanah dan air, membunuh organisme non-target, serta membahayakan kesehatan manusia yang terpapar langsung maupun tidak langsung. Selain itu,

penggunaan insektisida kimiawi yang tidak terkendali dapat menyebabkan hama menjadi resisten, sehingga membutuhkan dosis yang lebih tinggi atau insektisida yang lebih kuat untuk mengendalikan populasi hama tersebut.

Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian yang lebih aman dan berkelanjutan. Salah satu metode yang menjanjikan adalah penggunaan bioinsektisida. Bioinsektisida adalah agen pengendali hama yang berasal dari organisme hidup, seperti bakteri, jamur, virus, atau bahan alami lainnya yang dapat mengendalikan populasi hama secara efektif dan ramah lingkungan. Bioinsektisida menawarkan solusi yang lebih aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia, serta dapat mengurangi risiko resistensi hama. Penggunaan bioinsektisida juga dapat membantu mempertahankan keseimbangan ekosistem dengan cara yang lebih alami.

Beberapa jenis bioinsektisida yang telah terbukti efektif melawan berbagai hama termasuk *Beuveria bassiana*, *Metarhizium* spp., dan azadirachtin (yang diekstrak dari tanaman mimba). *B. bassiana* adalah jamur entomopatogen yang telah lama digunakan sebagai agen pengendali hayati terhadap berbagai jenis serangga. Jamur ini bekerja dengan cara menginfeksi serangga melalui kontak langsung dan menyebabkan kematian serangga melalui pertumbuhan miselium di dalam tubuh inangnya (Goettel et al., 2000). *Metarhizium* spp. juga merupakan jamur entomopatogen yang efektif mengendalikan serangga melalui mekanisme serupa dengan *B. bassiana*. Jamur ini menginfeksi serangga melalui kutikula, menyebabkan kematian serangga akibat invasi dan proliferasi jamur di dalam tubuh inang (Zimmermann, 2007).

Azadiraktin adalah senyawa aktif yang dihasilkan dari biji tanaman mimba (*Azadirachta indica*). Senyawa ini dikenal memiliki berbagai aktivitas biologi, termasuk efek insektisidal, antifeedant, dan penghambat pertumbuhan serangga. Azadiraktin telah digunakan secara luas dalam pengendalian hama karena sifatnya yang ramah lingkungan dan relatif aman bagi organisme bukan target (Isman, 2006). Azadiraktin merupakan pestisida nabati yang berguna sebagai kontrol organisme pengganggu tanaman. Mimba dapat tumbuh dengan baik di daerah panas dengan ketinggian 700 meter di atas permukaan laut dan memiliki ketahanan terhadap cekaman air.

Senyawa ini mampu menghambat pertumbuhan serangga hama, mengurangi nafsu makan, mengurangi produksi dan penetasan telur, serta meningkatkan mortalitas (Hasibuan Muainah et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian Noor I et al., (2023) menunjukkan bahwa pestisida nabati menggunakan ekstrak daun mimba (*A. indica*) dengan umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) berpengaruh terhadap walang sangit (*Leptocoris oratorius* F.) pada semua konsentrasi perlakuan (40 ml, 60 ml, dan 80 ml) dengan mortalitas mencapai 100%. dengan rentang waktu kematian yang berbeda-beda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas beberapa jenis bioinsektisida, yaitu *B. bassiana*, *Metarhizium* spp., dan azadiraktin dalam mengendalikan hama kutu putih (*P. marginatus*) pada tanaman terong ungu (*S. melongena* L.). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang

berguna bagi petani dalam memilih metode pengendalian hama yang paling efektif dan ramah lingkungan, serta mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan demikian, diharapkan produksi terong dapat meningkat baik dari segi kualitas maupun kuantitas, sekaligus mengurangi kerugian akibat serangan hama.

1.2 Landasan Teori

1.2.1 Kutu Putih (Mealybug)

Klasifikasi hama kutu putih atau mealybug sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Hemiptera
Famili	: Pseudococcidae
Genus	: <i>Paracoccus</i>
Spesies	: <i>Paracoccus marginatus</i> (De Willink, 1992)

Paracoccus marginatus termasuk serangga polifag yang mampu menyerang berbagai jenis tanaman inang, serta memiliki ketahanan yang relatif tinggi terhadap pestisida dan kemampuan penyebaran yang cepat. Umumnya, *P. marginatus* hidup dalam kelompok besar yang dapat mencapai puluhan ribu. Tubuh mealybug ini memiliki permukaan halus yang dilapisi dengan lapisan lilin putih tipis. Mealybug ini juga memiliki filamen lilin di pinggir tubuhnya yang dapat menyebabkan kerusakan dengan cara mengisap cairan (Yani, 2016).

Imago betina dari *P. marginatus* memiliki tubuh yang lebih besar dan lebar serta berwarna kuning dengan lapisan lilin putih. Mereka tidak memiliki sayap, namun dilengkapi dengan corong untuk mengisap sekresi tumbuhan. Sementara itu, imago jantan memiliki bagian mulut yang lebih kecil dan sepasang sayap yang berkembang dengan baik. Tubuhnya berwarna merah muda kecokelatan dan ukurannya lebih kecil daripada imago betina. Imago betina merupakan serangga yang paling umum menyerang tanaman.

Mealybug memiliki jenis alat mulut yang disebut stilet. Mereka memiliki ciri khas tertentu dengan lapisan lilin yang dihasilkan dari porus kutikula mereka. Salah satu ciri morfologis yang membedakan betina dewasa Mealybug adalah keberadaan lapisan lilin di sekitar tubuhnya. Setelah mengalami pergantian kulit, betina dewasa Mealybug menjadi tidak aktif dalam gerakan dan perkembangannya (Kalshoven, 1981).



Gambar 1. Siklus Hidup Kutu Putih (Mealybug)

Serangga ini mengalami metamorfosa tidak sempurna yaitu mulai dari telur, nimfa, dan serangga dewasa (imago). Telur berbentuk bulat dan panjang. Panjang telur kira-kira 0,3 mm dan lebar 0,5 mm, berwarna kuning kemerah-merahan dan rata-rata umurnya sampai 5 hari sebelum menetas dalam satu kantong telur terdapat ± 500 butir telur. Umur nimfa berlangsung rata-rata 25 hari dan mengalami beberapa kali pergantian kulit. Imago memiliki panjang sekitar 3 mm dan lebarnya 2,1 mm serta berwarna merah muda terang. Serangga jantan mulai terbang setelah sekitar 1-3 hari, sementara serangga betina dewasa memiliki masa hidup antara 20–50 hari. Serangga betina memproduksi embun madu, zat sekresi manis, baik dalam tahap nimfa maupun dewasa. Reproduksi serangga ini secara partenogenesis tanpa pembuahan serangga jantan. (Jahn *et al.*, 2003).

1.2.2 Tanaman Inang dan Penyebarannya

Serangga mealybug memiliki sifat polifag, yang berarti dapat menyerang berbagai jenis tanaman inang, termasuk sayuran, kacang panjang, pisang, pepaya, dan kedelai. Menurut penelitian Walker (2003), *P. marginatus* juga mampu menyerang tanaman lain seperti ubi kayu dan kembang sepatu. Di India antara tahun 2009 hingga 2011, *P. marginatus* dilaporkan menyerang 133 tanaman dari 48 keluarga tanaman yang meliputi tanaman obat, sayuran, tanaman hias, dan kacang-kacangan (Sakthivel *et al.*, 2012). *P. marginatus* menjadi hama utama pada tanaman pepaya. Ivakdalam (2010) menyatakan bahwa pergerakan dan penyebaran mealybug pada tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor biotik dan abiotik, seperti suhu dan ketersediaan inang.

Pada tahun 2009, *P. marginatus* dilaporkan merusak lebih dari 21 spesies tanaman yang berasal dari berbagai famili tanaman seperti Apocynaceae, Araceae, Caricaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Anacardiaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, dan Solanaceae. Penyebaran hama ini dapat terjadi melalui berbagai cara, seperti oleh angin, benih, manusia, hewan, atau bahkan serangga (Simarmata, 2021).

1.2.3 Gejala Serangan

Mealybug mengonsumsi getah dari tanaman target dengan cara menyedotnya melalui daun dan batang. Baik nimfa maupun imago melakukan penyedotan pada bagian tanaman yang masih muda dan menghasilkan embun madu yang menarik semut. Serangan mealybug dapat menyebar secara vertikal, dengan kerusakan pada daun bagian atas mencapai 5,7% dan pada bagian bawah mencapai 6,3%. Telur mealybug diletakkan di bawah daun atau permukaan bawah daun yang masih muda, seringkali di dalam gulungan daun. Imago cenderung memilih daun tengah yang lebih muda karena memiliki kandungan air yang lebih tinggi. Seiring bertambahnya usia tanaman pepaya, mealybug cenderung kurang tertarik untuk meletakkan telur di tempat tersebut (Soekiman, 2000).



Gambar 2. Gejala serangan hama kutu putih

Kutu putih tersebut bisa menyebabkan kerusakan pada tanaman dengan cara menyedot cairan dari daun dan ujung pucuknya. Dampak dari serangan ini antara lain terlihat pada pucuk tanaman terong yang mulai mengkerut, diikuti dengan peningkatan populasi kutu. Hal ini dapat menyebabkan gejala serangan yang cepat menjadi lebih parah, seperti pucuk yang mengumpul dan berkerut secara berlebihan, yang dikenal sebagai bunchy top. Jika populasi kutu mencapai tingkat yang tinggi, yakni sekitar 200-1000 individu per pucuk, maka daun pada pucuk tersebut akan mulai rontok (Santoso *et al.*, 2021).

1.2.4 Teknik Pengendalian

Menurut laporan dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (2013), strategi pengendalian mealybug melibatkan penggunaan insektisida seperti malathion, organofosfat, dan diazinon. Namun, cara ini seringkali kurang efektif karena kutu putih dilindungi oleh lapisan lilin putih yang menghalangi penetrasi insektisida ke tubuh mereka secara efektif. Penyemprotan daun dengan insektisida yang mengandung bifentrin, chlorphosphos, delthametrin, dan pyrethroids dapat menjadi metode efektif dalam mengontrol populasi mealybug. Namun, penggunaannya harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah dampak negatif seperti resistensi dan resurgensi hama, pembunuhan serangga non-target, pencemaran lingkungan, dan residu pestisida. Sebagai alternatif, pengendalian hayati dianggap sebagai solusi jangka panjang yang paling efektif dalam mengatasi

infestasi mealybug karena parasit dan predator alami terus berkembang dan mampu bertahan bahkan pada kepadatan populasi mealybug yang rendah.

Biasanya, petani menggunakan pestisida sebagai langkah awal untuk melindungi tanaman dan mengurangi kerugian hasil pertanian. Namun, terkadang penggunaan pestisida ini menjadi kurang efektif dan tidak efisien karena kurangnya sosialisasi mengenai cara penggunaan yang tepat dan bijaksana, baik dari pihak produsen maupun pemerintah kepada petani. Akibatnya, tingkat kerugian hasil pertanian tetap tinggi bahkan ada yang sampai mengalami gagal panen (Indiati, 2017).

Penggunaan pestisida meninggalkan residu yang dapat mencemari tanah dan menyebabkan kematian beberapa mikroorganisme tanah serta serangga dan binatang lain yang bermanfaat, mengganggu mata rantai makanan hewan pemakan serangga, dan pada akhirnya menurunkan produktivitas lahan pertanian. Residu yang tertinggal pada tanaman juga berpotensi meracuni manusia jika dikonsumsi, yang dapat mengakibatkan berbagai macam penyakit. Pestisida nabati, yang juga dikenal sebagai pestisida hayati atau bio-pestisida, adalah pestisida yang berasal dari bagian tanaman dan digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Beberapa kelebihan pestisida nabati meliputi selektivitas dalam tindakannya, cepat terurai dan tidak beracun, tidak mencemari air, tanah, udara, atau tanaman, tidak membahayakan serangga-serangga berguna atau predator, tidak menyebabkan resistensi serangga, serta mudah didapat dan relatif murah (Irfan M, 2010).

1.2.4.1 *Beuveria bassiana*

Cendawan entomopatogen *B. bassiana*, dikenal luas sebagai jamur patogen serangga yang menyebabkan penyakit "*White Muscardine*" pada serangga. Jamur ini memiliki distribusi yang sangat luas di berbagai ekosistem tanah, menjadikannya salah satu jamur pengendali hayati yang paling serbaguna, mampu menginfeksi lebih dari 700 spesies serangga dari berbagai ordo, termasuk Coleoptera, Lepidoptera, dan Hemiptera (Hajek & St. Leger, 1994). Secara morfologis, koloni *B. bassiana* ditandai dengan pertumbuhan miselium yang padat, berwarna putih atau krem. Jamur ini umumnya diisolasi dari tanah menggunakan metode umpan serangga atau langsung dari serangga inang yang mati dan menunjukkan gejala mumifikasi putih.

Untuk aplikasi komersial, *B. bassiana* diformulasikan dengan benar untuk mempertahankan viabilitas dan meningkatkan efektivitas di lapangan. Proses formulasi biasanya melibatkan produksi massal spora (konidia) pada media padat (seperti beras atau biji-bijian) atau melalui fermentasi cair. Formulasi akhir seringkali berupa bubuk yang dapat dilarutkan (WP) atau formulasi berbasis minyak. Efektivitas *B. bassiana* di lapangan sangat bergantung pada faktor lingkungan, jamur ini memerlukan kelembapan tinggi (>90%) untuk perkecambahan konidia yang optimal, serta suhu antara 20–30°C. Perlindungan terhadap radiasi UV juga merupakan tantangan formulasi yang signifikan untuk memastikan umur simpan (Luz et al., 2010).

Mekanisme infeksi *B. bassiana* mengikuti pola umum jamur patogen serangga, namun dengan beberapa karakteristik unik. Setelah konidia menempel

pada kulit serangga, jamur menembus lapisan pelindung inang dengan melepaskan campuran enzim hidrolitik yang kuat (termasuk protease, kitinase, dan lipase). Setelah hifa berhasil masuk ke hemolymph, jamur akan berkembang biak dengan cepat dan mulai memproduksi toksin sekunder yang dikenal sebagai beauvericin. Toksin ini memainkan peran krusial dalam menekan sistem kekebalan inang dan mengganggu pertukaran ion, menyebabkan serangga menjadi lumpuh dan akhirnya mati. Setelah inang mati, miselium putih padat menutupi seluruh tubuh serangga, membentuk sumber inokulum baru untuk menyebarkan infeksi ke serangga lain (Zimmermann, 2007).

1.2.4.2 *Metarizium anisopliae*

Cendawan entomopatogen *M. anisopliae*, yang sering disebut sebagai “Jamur Hijau,” adalah jamur patogen serangga yang sangat efektif dan tersebar luas, dengan jangkauan inang yang luas mencakup ordo Coleoptera, Lepidoptera, dan Orthoptera. Ciri khas jamur ini adalah koloni yang awalnya berwarna putih, namun dengan cepat berubah menjadi hijau gelap atau hijau kebiruan saat konidia (spora) terbentuk secara massal di permukaannya. Isolasi *M. anisopliae* umumnya dilakukan dari sampel tanah, terutama di rhizosphere (akar tanaman), atau dari serangga inang yang mati secara alami. Kemampuannya untuk bertahan hidup di tanah menjadikannya reservoir alami untuk pengendalian hama (Roberts & Humber, 1981).

Formulasi *M. anisopliae* sangat penting untuk memastikan efektivitas dan masa simpan di lapangan. Produksi massal biasanya dilakukan menggunakan media padat (seperti sereal) untuk menghasilkan jumlah besar konidia. Formulasi akhir berupa bubuk yang dapat dilarutkan atau formulasi berbasis minyak yang lebih tahan terhadap pengeringan. Suhu optimal untuk infeksi biasanya antara 22–27°C (Faria & Wraight, 2007).

Mekanisme infeksi *M. anisopliae* mengikuti langkah-langkah dasar patogenesis jamur, tetapi diperkuat oleh produksi toksin spesifik. Setelah konidia menempel pada kutikula, cendawan entomopatogen *M. anisopliae* berkecambah dan membentuk tabung kecambah. Penetrasi fisik dan kimia dicapai melalui sekresi enzim hidrolitik (protease, lipase, kitinase) yang mencerna lapisan kutikula. Setelah masuk ke dalam hemolimfa serangga, *M. anisopliae* mulai memproduksi destruksin sejenis toksin peptida siklik yang sangat poten. Destruksin merupakan faktor virulensi utama yang menyebabkan gangguan fungsi pada berbagai organ, seperti jaringan otot dan saluran pencernaan serangga, yang pada akhirnya mempercepat kematian inang dan melumpuhkan sistem pertahanan serangga (Vey et al., 2007). Serangga yang mati mengalami mumifikasi dan ditutupi oleh lapisan spora hijau yang berfungsi sebagai sumber inokulum sekunder.

1.2.4.3 Azadiractin

Salah satu jenis insektisida nabati yang banyak dikaji dan dimanfaatkan adalah azadiractin, yaitu senyawa bioaktif utama yang diekstrak dari tanaman mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) (Koon & Budida, 2011). Kandungan azadiractin paling tinggi terdapat pada biji mimba, namun senyawa ini juga ditemukan pada bagian tanaman lain, seperti daun dan kulit batang. Azadiractin diketahui memiliki

kemampuan insektisidal yang efektif terhadap berbagai jenis hama pertanian, baik kelompok hama pengunyah maupun hama pengisap.

Berbeda dengan insektisida sintetik, azadiractin tidak bekerja sebagai racun saraf maupun racun kontak secara langsung, tetapi berperan dalam mengganggu proses fisiologis dan perilaku serangga. Mekanisme kerjanya meliputi penghambatan aktivitas makan (antifeedant), gangguan terhadap sistem hormonal serangga, khususnya hormon ecdison yang mengatur proses pergantian kulit dan metamorfosis, serta penurunan kemampuan reproduksi dan penghambatan oviposisi. Paparan azadiractin menyebabkan serangga mengalami pertumbuhan abnormal, kegagalan metamorfosis, penurunan tingkat reproduksi, hingga kematian secara bertahap.

Keunggulan azadiractin sebagai insektisida nabati antara lain ditunjukkan oleh spektrum kerjanya yang luas, tingkat toksisitas yang relatif rendah terhadap organisme non-target, serta kemampuannya dalam menjaga keseimbangan agroekosistem. Selain itu, azadiractin bersifat mudah terdegradasi di lingkungan, sehingga risiko akumulasi residu dan pencemaran jangka panjang dapat diminimalkan. Oleh karena itu, azadiractin memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam sistem pertanian berkelanjutan dan sebagai komponen penting dalam pengendalian hama terpadu (PHT).

1.3 Tujuan dan Kegunaan

1. Mengevaluasi efektivitas beberapa jenis insektisida biologi dalam mengendalikan populasi *Paracoccus marginatus* pada tanaman terong
2. Memberikan informasi yang berguna bagi petani dalam memilih metode pengendalian hama yang paling efektif dan ramah lingkungan, serta mendukung praktik pertanian yang lebih berkelanjutan

1.4 Hipotesis

Terdapat satu atau lebih insektisida biologi dalam mengendalikan populasi *P. marginatus* pada tanaman terong

BAB II METODE

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hubungan Serangga dan Penyakit, Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni 2024 sampai Agustus 2025.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, daun terong, serangga uji, bioinsektisida komersil(*Beuveria bassiana*, *Metarizium* sp), Insektisida nabati komersil Azadiractin cawan petri, sprayer, Erlenmeyer, gelas ukur, gunting, kuas halus, mikroskop, alat tulis, kamera

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara *in-vitro*, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis insektisida yaitu : Azadirachtin, *Beuveria bassiana*1, *Beuveria bassiana*2, *Metarizium* sp dan tanpa insetisida sebagai kontrol, faktor kedua adalah dosis insektisida yang berdasarkan tiga tingkatan konsentrasi (0,2x, 1x, dan 5x). X adalah konsentrasi anjuran. Sehingga terdapat 18 kombinasi perlakuan dimana diulang sebanyak 3 kali. Adapun perlakuan yang akan diberikan yaitu konsentrasi dari masing-masing pestisida sebagai berikut:

Tabel 2.1 Deskripsi Perlakuan dan Konsentrasi yang digunakan

No.	Deskripsi Perlakuan (bahan aktif)	Konsentrasi (g atau mL/L air)
1	<i>Metarhizium</i> sp.	1,34 gr/L
2	<i>Metarhizium</i> sp.	6,7 gr/L (Dosis anjuran)
3	<i>Metarhizium</i> sp.	33,5 gr/L
4	<i>Beuveria bassiana</i> 1	1 gr/L
5	<i>Beuveria bassiana</i> 1	5 gr/L (Dosis anjuran)
6	<i>Beuveria bassiana</i> 1	25 gr/L
7	<i>Beuveria bassiana</i> 2	0,1 ml/L
8	<i>Beuveria bassiana</i> 2	0,5 mL/L (Dosis anjuran)
9	<i>Beuveria bassiana</i> 2	2,5 mL/L
10	<i>Azadirachtin</i>	4 mL/L (Dosis anjuran)
11	<i>Azadirachtin</i>	20 mL/L
12	<i>Azadirachtin</i>	100 mL/L
13	Tanpa perlakuan	-

2.4 Metode Penelitian

2.4.1 Serangga Uji

Kutu putih sebagai serangga uji dikoleksi dari tanaman terong ungu yang terinfestasi secara alami di Kebun Percobaan Universitas Hasanuddin, Makassar. Sebanyak 30 tanaman terong ditanam pada polybag berukuran 40 × 40 cm dan dipelihara dalam kurungan tertutup untuk mencegah gangguan eksternal. Serangga uji digunakan setelah populasi mencapai stadia nimfa instar ketiga.

2.4.2 Penyiapan Larutan Uji

Setiap insektisida dipersiapkan dengan 3 konsentrasi, yaitu 0.2, 1, dan 5 kali dari dosis/konsentrasi anjuran. Untuk menentukan dosis maka menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut:

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

Keterangan:

C_1 = konsentrasi larutan sebelum pengenceran

V_1 = volume larutan yang akan diencerkan

C_2 = konsentrasi larutan hasil pengenceran

V_2 = volume pelarut yang ditambahkan untuk pengenceran

2.4.3 Pengujian Bioinsektisida

Potongan daun terong yang terdapat 20 ekor nimfa atau imago *P. marginatus* dimasukkan ke dalam masing-masing cawan Petri. Bagian dasar cawan Petri dilapisi dengan kertas saring yang telah dibasahi air untuk menjaga kelembapan. Daun ditempatkan dalam posisi terbalik, sehingga permukaan bawah daun menghadap ke atas. Larutan insektisida disemprotkan ke daun menggunakan sprayer parfum sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang telah ditentukan. Penyemprotan dilakukan hingga seluruh permukaan bawah daun basah secara merata. Pengamatan terhadap jumlah serangga yang mati dan yang hidup dilakukan pada interval waktu 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 hari setelah aplikasi.

2.5 Parameter

Parameter yang diamati meliputi;

a. Mortalitas Serangga

Mortalitas diamati dengan menghitung jumlah serangga yang mati dan yang hidup pada setiap cawan Petri pada 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 hari setelah aplikasi bioinsektisida. Persentase mortalitas hama dihitung menggunakan rumus;

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

Keterangan:

M = adalah mortalitas (%)

n = adalah jumlah imago yang mati

N = jumlah imago yang diuji

b. Waktu kematian

Waktu kematian diamati pada waktu pada 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 hari yang dibutuhkan bioinsektisida untuk mematikan serangga uji pada setiap konsentrasi.

2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%. Apabila diperoleh hasil berbeda signifikan, maka analisis kemudian dilanjutkan dengan uji Perbedaan rata-rata antar perlakuan ditentukan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf kesalahan 5% menggunakan aplikasi R Studio. Data mortalitas dianalisis untuk menentukan Lethal Concentration 50% (LC_{50}), yaitu konsentrasi yang menyebabkan kematian 50% populasi serangga uji. Data waktu kematian dianalisis untuk menentukan Lethal Time 50% (LT_{50}), yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% populasi serangga uji.