

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN BAWANG MERAH TERHADAP
Spodoptera exigua HUBNER (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)
MENGUNAKAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana (BALSAMO) VUILL.**



TESIS

Oleh

ANITA YULIANA

2220282004

**PROGRAM STUDI MAGISTER PROTEKSI TANAMAN
PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

**INDUKSI KETAHANAN TANAMAN BAWANG MERAH TERHADAP
Spodoptera exigua HUBNER (LEPIDOPTERA:NOCTUIDAE)
MENGUNAKAN CENDAWAN ENTOMOPATOGEN
Beauveria bassiana (BALSAMO) VUILL.**



Oleh

ANITA YULIANA

2220282004

TESIS

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pertanian Program Pascasarjana Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PROTEKSI TANAMAN
PROGRAM PASCASARJANA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

Judul Tesis : Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill

Nama Mahasiswa : Anita Yuliana

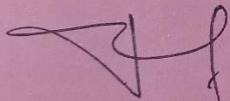
Nomor Buku Pokok : 2220282004

Program studi : S2 Proteksi Tanaman

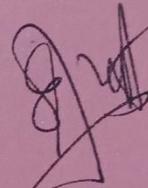
Tesis ini telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Panitia Ujian Akhir Magister Pertanian pada program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 14 Agustus 2024.

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



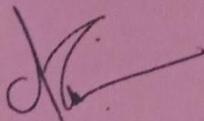
Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi
NIP. 196412241989032004
Ketua



Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc
NIP. 196108141986032001
Anggota

Mengetahui

2. Ketua Program Studi S2 Proteksi Tanaman



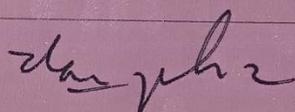
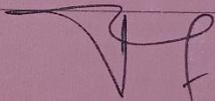
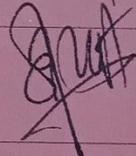
Dr. My. Svahrawati, SP, MSc
NIP. 197205302005012003

3. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Andalas



Dr. Atmendra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003

Tesis ini telah diuji dan dipertahankan pada Sidang Panitia Ujian Akhir Magister Pertanian pada program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada tanggal 14 Agustus 2024.

No.	Nama	Tanda tangan	Jabatan
1	Dr. Hasmiandy Hamid, SP, MSi		Ketua
2	Dr. Ir. Arneti, MS		Sekretaris
3	Dr. Ir. Reflinaldon, MSi		Anggota
4	Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi		Anggota
5	Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc		Anggota

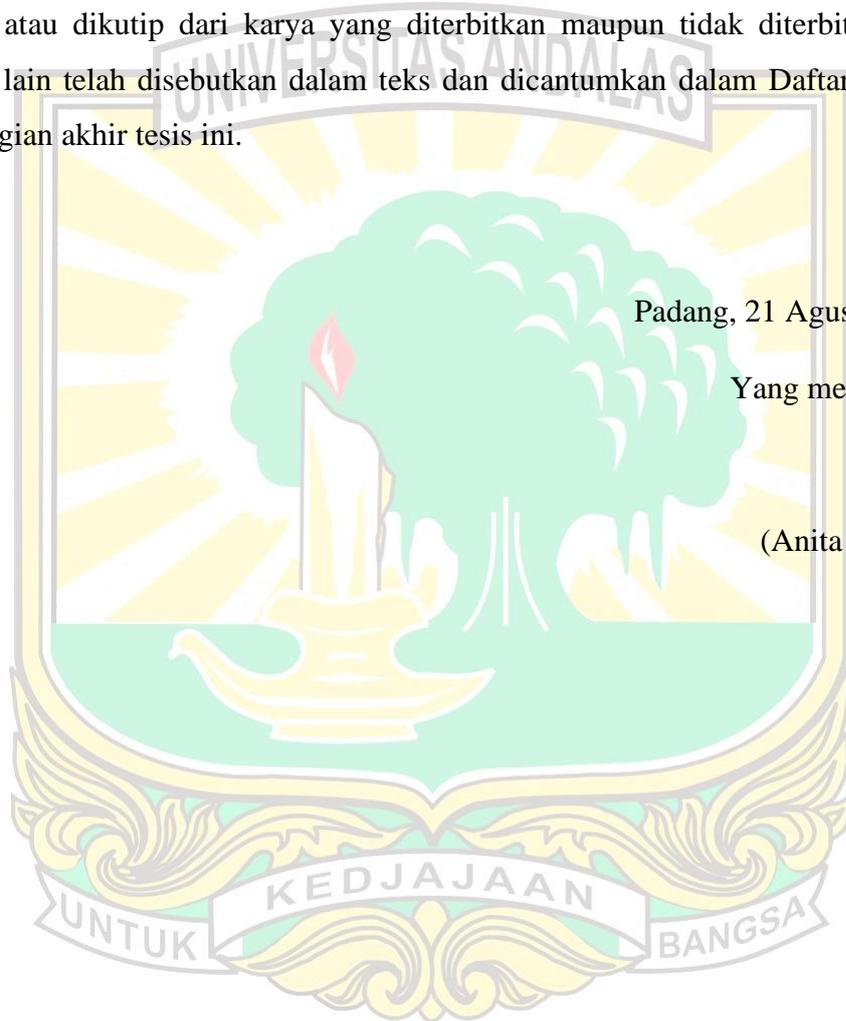
PERNYATAAN ORISINILITAS TESIS

Dengan ini dinyatakan tesis yang berjudul “Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 pada bagian akhir tesis ini.

Padang, 21 Agustus 2024

Yang menyatakan

(Anita Yuliana)



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anita Yuliana
NIM : 2220282004
Program Studi : S2 Proteksi Tanaman
Fakultas : Pertanian
Jenis tugas akhir : Tesis

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas atas publikasi online tesis saya yang berjudul “Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill”. Universitas Andalas juga berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola, merawat dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama masih mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Padang, 21 Agustus 2024

Yang menyatakan

(Anita Yuliana)



“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai dengan suatu pekerjaan, segeralah engkau kerjakan dengan sungguh-sungguh urusan lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya engkau berharap.”

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

Alhamdulillahilahirabbil' alamin.....

Puji syukur ananda ucapkan kehadiran Allah SWT, atas nikmat, rahmat, dan karunia-Nya serta kemudahan yang telah Engkau berikan. Shalawat dan salam untuk pimpinan umat sedunia, yakni Nabi Muhammad SAW karena beliau adalah terang jalan hingga saat ini, sehingga dunia terasa indah dengan ilmu pengetahuan.

Atas ridho-Mu ya Allah, Karya kecil ini ananda persembahkan untuk kedua orangtua tercinta, pahlawanku yang sangat berjasa dalam hidupku. Untuk Ayah cinta pertamaku yang tiada hentinya berusaha, berjuang dan tidak pernah mengenal lelah demi hidupku. Untuk Amak yang selalu mencurahkan kasih sayang, segala do'a dalam setiap langkahku dan tempat aku mengadukan keluh kesahku. Terimakasih ayah dan amak atas semua kasih sayang dan doa yang tulus menyertai setiap langkah dalam hidup ini. Semoga ayah dan amak selalu diberikan kesehatan oleh Allah SWT. Aamiin Ya Rabbal Alamiin...

Salam cinta ananda sampaikan untuk saudara-saudaraku Abang dan Adik, (Alm) Abang Ridwan, Abang Irmadi, Abang Hendri dan Dedek. Terima kasih atas segala dukungan moral, materil dan semangat yang tiada henti diberikan, tiada kata yang dapat mewakili ucapan terima kasih untuk mewakili semua ini, hingga karya kecil ini dapat terwujud dengan gelar dibelakang nama ananda. Tetaplah menjadi saudara yang kompak dan saling mengerti.

Terima kasih setulusnya untuk orangtuaku di kampus, ibu Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi dan ibu Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc. Terima kasih atas ilmu, bimbingan, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing ananda, sehingga ananda bisa menyelesaikan studi ini. Serta permohonan maaf ananda dari hati yang paling dalam atas kesalahan dan kelalaian ananda selama menempuh studi. Jasa dan segala bantuan ibu akan menjadi kenangan yang tidak bisa dilupakan sampai kapanpun. Semoga semua bantuan menjadi amal ibadah di sisi Allah Subhanallahu Wa ta'ala, Aamiin Ya Rabbal Alamiin. Terima kasih ananda ucapkan kepada dosen penguji Bapak Dr. Hasmiandy Hamid SP, MSi, Ibu Dr. Ir. Arneti, MS dan Bapak Dr. Ir. Refinaldon, MSi yang telah memberikan banyak masukan dan saran sehingga karya ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih ananda sampaikan kepada Ibu Yunizah SP yang telah memberikan izin ananda melakukan penelitian di Laboratorium Pengendalian Hayati. Terima kasih kepada semua dosen, staff administrasi Fakultas Pertanian Universitas Andalas atas semua bantuan dan kemudahan sehingga cita-cita ananda satu per satu dapat terwujud.

Terima kasih untuk Keluarga Laboratorium Pengendalian Hayati, ibu Dr. Ir. Magdalena Saragih, MP, Dr. Dini Puspita Yanty SP, MP atas kebersamaan, semangat dan motivasinya sehingga kita bisa bersama-sama menuntaskan studi ini dan meraih gelar pada waktu yang bersamaan. Semangat penelitiannya Kak Indri, Ayubi, Puja, Ratih, Meycia, Resva, Hasya, semoga diberikan kemudahan dalam menyelesaikan penelitian.

Terima kasih untuk Pak Martius, Ibu Nelma Susanti, Kak Cynthia Noveria, Sinta Wulandari SP dan Budi. Terima kasih telah membantu ananda selama penelitian di lapangan. Tidak terasa perjuangan ananda selama tiga bulan pulang pergi Pariaman-Simabur dengan berbagai perjuangan dan rintangan yang dihadapi akhirnya tuntas juga pada waktu yang tepat. Semoga silaturahmi kita tetap terjalin. Salam juang, untuk kawan-kawan dan

adik-adik, Magister Proteksi tanaman dan HMMPT. Terimakasih atas kebersamaan dan semangat selama dua tahun ini. Semoga kesuksesan menyertai kita semua. Aamiin.

Terspecial untuk semua orang terkasih dan tersayang yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa yang tulus sehingga ananda dapat menyelesaikan studi ini dengan tepat waktu.

*Bersyukur dan Ikhlas
Yakin Usaha Sampai....*

Salam cinta dari ananda Anita Yuliana SP MP



BIODATA

Penulis dilahirkan di Alahan Tabek, Kecamatan V Koto Kampung Dalam, Kabupaten Padang Pariaman pada tanggal 23 Juli 1997. Penulis merupakan anak keempat dari 5 bersaudara dari pasangan Bapak Syaiful Basri dan Ibu Nurhayati. Pendidikan Sekolah Dasar ditempuh di SD Negeri 06 V Koto Kampung Dalam pada tahun 2003-2009. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Negeri 2 V Koto Kampung Dalam pada tahun 2009-2012. Sekolah Menengah Atas (SMA) ditempuh di SMA Negeri 1 V Koto Kampung Dalam pada tahun 2012-2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan S1 Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang dan lulus tahun 2020. Pada tahun 2022 penulis mendapat kesempatan mengikuti program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.



Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill

Oleh: Anita Yuliana

(Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi dan Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc)

RINGKASAN

Ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hubner) merupakan hama utama pada bawang merah. Serangan hama ini dapat menyebabkan penurunan produksi bawang merah atau kehilangan hasil 32 - 42%. Serangan pada tanaman bawang merah yang berumur 49 hari, dapat mencapai 62,98% dengan rata-rata populasi larva 11,52 ekor/rumpun. Saat ini upaya pengendalian yang dilakukan petani dalam mengatasi masalah serangan *S. exigua* masih mengandalkan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, terbunuhnya serangga-serangga bukan sasaran serta musuh-musuh alami dari hama tersebut. Untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik maka perlu pengendalian ramah lingkungan dengan cara pemanfaatan agens hayati salah satunya cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. Cendawan *B. bassiana* mampu menginfeksi dan mematikan serangga secara langsung.

Cendawan *B. bassiana* selain berperan sebagai entomopatogen dengan mematikan hama secara langsung juga mampu mengendalikan hama secara tidak langsung melalui induksi ketahanan tanaman. Terjadinya peningkatan ketahanan tanaman karena cendawan *B. bassiana* mampu hidup secara endofit pada tanaman dan mengkolonisasi jaringan tanaman. Induksi ketahanan tanaman dapat terjadi karena adanya perubahan karakter morfologi dan fisiologi dari tanaman melalui induksi cendawan endofit. Kemampuan cendawan endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan hama terjadi melalui pembentukan senyawa beracun, antifeedan dan metabolit sekunder yang meliputi asam salisilat, asam jasmonat dan etilen yang mempengaruhi perkembangan serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan kolonisasi lima isolat cendawan *B. bassiana* pada

bawang merah, untuk mengevaluasi pengaruh *B. bassiana* terhadap preferensi oviposisi imago *S. exigua*, untuk mengevaluasi dampak *B. bassiana* terhadap biologi dan perkembangan populasi *S. exigua*, untuk mempelajari pengaruh aplikasi *B. bassiana* terhadap serangan *S. exigua* di lapang dan untuk mengkarakterisasi senyawa metabolit pada bawang merah setelah aplikasi *B. bassiana*.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu: 1. Uji kolonisasi cendawan *B. bassiana* dan pengaruhnya terhadap preferensi dan biologi *S. exigua* 2. Uji lapang aplikasi cendawan *B. bassiana* dalam menekan populasi *S. exigua* 3. Pengaruh cendawan *B. bassiana* terhadap pertumbuhan bibit bawang merah. Penelitian ini menggunakan lima isolat cendawan *B. bassiana* yaitu BbWS, BbJG, PD114, TD312, dan PB211. Isolat *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman umbi bawang merah mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah. Kemampuan cendawan *B. bassiana* dalam mengkolonisasi dan berada di dalam jaringan tanaman dapat mempengaruhi proses pemilihan inang oleh *S. exigua* untuk meletakkan telur dan mengambil nutrisi pada tanaman bawang merah. Keberadaan cendawan *B. bassiana* dalam jaringan tanaman bawang merah juga mampu mempengaruhi makan larva *S. exigua*. Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman umbi bawang merah juga dapat memberikan efek negatif pada lama stadia larva *S. exigua* yang menjadi lebih panjang. Isolat terbaik dalam mengkolonisasi jaringan tanaman bawang merah dan mempengaruhi perkembangan populasi *S. exigua* adalah isolat BbWS.

Semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat pada daun tanaman. Secara umum, tanaman bawang merah sudah mampu menghasilkan asam salisilat sendiri, tapi dengan penambahan inokulasi cendawan *B. bassiana* menyebabkan kandungan asam salisilat tersebut meningkat. Terjadinya peningkatan asam salisilat mampu melindungi tanaman dari serangan *S. exigua*.

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui metode perendaman umbi dan aplikasi disemprot langsung pada kondisi lapang, dapat mengurangi populasi *S. exigua* dan persentase daun yang terserang serta mampu menekan intensitas serangan *S. exigua*. Cendawan *B. bassiana* dapat

menekan intensitas serangan dan menunda gejala serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Cendawan *B. bassiana* juga mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah. Terjadinya peningkatan pertumbuhan tanaman bawang merah dapat dipengaruhi oleh fitohormon yang dihasilkan oleh *B. bassiana*. Isolat BbWS dan TD312 merupakan isolat yang lebih baik dalam menekan serangan *S. exigua* serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanallahu Wa ta'ala, karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Sholawat beriringan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam sebagai suri tauladan dalam kehidupan. Tesis ini berjudul "Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill".

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi dan Ibu Dr. Ir. Eri Sulyanti, MSc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, nasehat dan masukan yang sangat penulis butuhkan dalam penulisan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Hasmiandy Hamid SP. MSi, Ibu Dr. Ir. Arneti, MS dan Bapak Dr. Ir. Reflinaldon, MSi yang telah memberikan banyak masukan sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orangtua, saudara dan teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat. Penulis juga menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tesis Magister No 130/UN 16.19/PT. 01.03/2023 Tahun Anggaran 2023 yang telah membantu pendanaan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Semoga semua bantuan menjadi amal ibadah di sisi Allah Subhanallahu Wa ta'ala Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

Masukan dan saran untuk penyempurnaan penulisan tesis ini sangat diharapkan agar kedepannya penulis dapat melakukan yang lebih baik. Harapan penulis semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca khususnya mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Terima kasih.

Padang, Agustus 2024

A.Y

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
ABSTRAK	xx
ABSTRACT	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Tanaman Bawang Merah	5
B. <i>Spodoptera exigua</i> Hubner	6
C. Cendawan <i>Beauveria bassiana</i>	8
D. Cendawan Entomopatogen <i>Beauveria bassiana</i> Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman.....	10
BAB III. BAHAN DAN METODE	13
Studi 1. Uji kolonisasi cendawan <i>B. bassiana</i> dan pengaruhnya terhadap preferensi dan biologi <i>S. exigua</i>	14
A. Tempat dan Waktu	14
B. Alat dan Bahan	14
C. Metode Penelitian.....	14
D. Pelaksanaan	15
E. Pengamatan.....	19
F. Analisis Data.....	22
Studi 2. Uji lapang aplikasi cendawan <i>B. bassiana</i> dalam menekan populasi <i>S. exigua</i> di daerah Endemik	22
A. Tempat dan Waktu	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Metode Penelitian.....	22
D. Pelaksanaan	23
E. Pengamatan.....	25
F. Analisis Data.....	27

Studi 3. Pengaruh cendawan <i>B. bassiana</i> terhadap pertumbuhan bibit bawang merah	27
A. Tempat dan Waktu	27
B. Alat dan Bahan	27
C. Metode Penelitian	28
D. Pelaksanaan	28
E. Pengamatan	30
F. Analisis Data	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Hasil	31
B. Pembahasan	52
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	62



DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Indikator dan kriteria skala serangan <i>S. exigua</i>	26
2	Persentase kolonisasi cendawan <i>B. bassiana</i> pada tanaman bawang merah.....	31
3	Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i> pada bawang merah.....	33
4	Rata-rata kelompok telur dan lama stadia telur <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i>	34
5	Rata-rata jumlah telur yang diletakan oleh satu ekor betina <i>S. exigua</i> seumur hidupnya dan persentase telur menetas.....	35
6	Mortalitas larva dan lama stadia larva <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i>	36
7	Persentase pupa terbentuk dan lama stadia pupa <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i>	37
8	Persentase imago terbentuk dan lama stadia imago <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i>	38
9	Jumlah telur yang diletakan dari masing-masing perlakuan.....	38
10	Rata-rata kelompok telur <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> selama 4 kali pengamatan.....	39
11	Rata-rata jumlah larva <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> pada umur 8 MST.....	41
12	Persentase daun bawang merah yang terserang <i>S. exigua</i> yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	42
13	Intensitas serangan <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> pada umur 8 MST.....	44
14	Tinggi tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	46
15	Jumlah daun tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	47

16	Persentase perkecambahan benih bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> pada 7 hsi.....	49
17	Pengaruh inokulasi cendawan <i>B. bassiana</i> terhadap pertumbuhan bibit bawang merah pada 12 hsi	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Bagan alur penelitian.....	13
2	Hasil biakan cendawan <i>B. bassiana</i>	15
3	Kolonisasi cendawan <i>B. bassiana</i> pada tanaman bawang merah.....	32
4	Larva <i>S. exigua</i> setelah pemberian pakan daun bawang merah yang telah diaplikasikan <i>B. bassiana</i>	36
5	Rata-rata jumlah kelompok telur <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> dan kontrol	40
6	Rata-rata kelompok telur <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah.....	40
7	Kelompok telur <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah umur 2 MST.....	40
8	Rata-rata jumlah larva <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	42
9	Persentase daun bawang merah yang terserang <i>S. exigua</i> yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	43
10	Tanaman bawang merah yang terserang <i>S. exigua</i> pada umur 4 MST.....	44
11	Intensitas serangan <i>S. exigua</i> pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	45
12	Rata-rata tinggi tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i> dan kontrol.....	47
13	Rata-rata jumlah daun bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	48
14	Perbandingan panjang akar dan panjang tunas bibit bawang merah pada 12 hsi.....	50
15	Perbandingan panjang akar dan panjang tunas bibit bawang merah yang diaplikasikan cendawan <i>B. bassiana</i>	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Jadwal pelaksanaan penelitian.....	67
2	Denah penempatan Uji preferensi oviposisi imago <i>S. exigua</i>	68
3	Denah penempatan pengaruh <i>B. bassiana</i> terhadap biologi.....	69
4	Denah penempatan Uji lapang aplikasi cendawan <i>B. bassiana</i> dalam menekan populasi <i>S. exigua</i> di daerah Endemik.....	70
5	Pembuatan media <i>Sabouroud Dextrosa Agar Yeast</i>	71
6	Pembuatan media <i>Oat Mealt Agar</i>	72
7	Analisis sidik ragam.....	73
8	Analisis kandungan asam salisilat	81



Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill

ABSTRAK

Ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hubner) merupakan hama utama pada bawang merah. Serangan hama ini dapat menyebabkan penurunan produksi bawang merah. Penggunaan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. merupakan salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan kolonisasi lima isolat cendawan *B. bassiana* pada bawang merah, untuk mengevaluasi pengaruh *B. bassiana* terhadap preferensi oviposisi imago *S. exigua*, untuk mengevaluasi dampak *B. bassiana* terhadap biologi dan perkembangan populasi *S. exigua*, untuk mempelajari pengaruh aplikasi *B. bassiana* terhadap serangan *S. exigua* di lapang dan untuk mengkarakterisasi senyawa metabolit pada bawang merah setelah aplikasi *B. bassiana*. Penelitian terdiri dari tiga tahap, tahap pertama adalah uji kolonisasi cendawan *B. bassiana* dan pengaruhnya terhadap preferensi dan biologi *S. exigua*. Tahap kedua adalah uji lapang aplikasi cendawan *B. bassiana* dalam menekan populasi *S. exigua*. Tahap ketiga adalah pengaruh cendawan *B. bassiana* terhadap pertumbuhan bibit bawang merah. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari isolat *B. bassiana* BbWS, BbJG, PD114, TD312, PB211 dan kontrol. Konsentrasi *B. bassiana* yang digunakan adalah 10^8 konidia/ml. Data yang didapat diolah dengan sidik ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji LSD pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua isolat *B. bassiana* mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah. Keberadaan cendawan *B. bassiana* dalam jaringan tanaman mampu mempengaruhi preferensi oviposisi imago *S. exigua* dan dapat menekan perkembangan populasi *S. exigua*. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah juga dapat mengurangi serangan *S. exigua* dan merubah komposisi biokimia tanaman seperti meningkatnya kadar asam salisilat pada daun tanaman bawang merah sehingga terjadi peningkatan ketahanan tanaman terhadap serangan *S. exigua*.

Kata kunci: *Beauveria bassiana*, Cendawan entomopatogen, *Spodoptera exigua*

Induction of Shallot Resistance to *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Using the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill

ABSTRACT

Shallot caterpillar (*Spodoptera exigua* Hubner) is a major pest of shallots. This pest attack can cause a decrease in shallot production. The use of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. is an alternative control that is environmentally friendly. This research aims to study the colonization ability of five isolates of *B. bassiana* fungus on shallots, to evaluate the effect of *B. bassiana* on the oviposition preference of *S. exigua* imago, to evaluate the impact of *B. bassiana* on the biology and population development of *S. exigua*, to study the effect of *B. bassiana* application on *S. exigua* attack in the field and to characterize metabolite compounds in shallots after *B. bassiana* application. The research consisted of three stages, the first stage was the *B. bassiana* fungus colonization test and its effect on the preference and biology of *S. exigua*. The second stage was a field test of the application of *B. bassiana* fungus in suppressing *S. exigua* populations. The third stage is the effect of *B. bassiana* fungus on the growth of shallot seedlings. The research was arranged in a Randomized Group Design (RAK) with 6 treatments and 5 replications. The treatments consisted of *B. bassiana* isolates BbWS, BbJG, PD114, TD312, PB211 and control. The concentration of *B. bassiana* used was 10^8 conidia/ml. The data obtained were processed with analysis of variance (ANOVA) and continued with LSD test at the 5% level. The results showed that all isolates of *B. bassiana* were able to colonize shallot plants. The presence of *B. bassiana* fungus in plant tissue can affect the oviposition preference of *S. exigua* imago and can suppress the development of *S. exigua* population. Colonization of *B. bassiana* fungus in shallot plants can also reduce *S. exigua* attack and change the biochemical composition of plants such as increasing salicylic acid levels in shallot plant leaves so that there is an increase in plant resistance to *S. exigua* attack.

Keywords: *Beauveria bassiana*, entomopathogenic fungi, *Spodoptera exigua*

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran unggulan yang sejak lama telah diusahakan oleh petani secara intensif. Komoditas sayuran ini termasuk ke dalam kelompok rempah tidak bersubstitusi yang berfungsi sebagai bumbu penyedap makanan serta bahan obat tradisional (BPTP, 2019).

Sumatera Barat merupakan salah satu sentra produksi bawang merah di Indonesia. Produktivitas bawang merah di Sumatera Barat pada tahun 2020 yaitu sebesar 11,347 ton/ha, sedangkan pada tahun 2021 yaitu 14,444 ton/ha (BPS, 2022). Hal ini masih dipandang rendah jika dibandingkan dengan potensi hasil bawang merah mencapai sekitar 20 ton/ha (Kementan, 2014).

Beberapa masalah yang dihadapi dalam budidaya bawang merah, antara lain adalah ketersediaan benih bermutu belum mencukupi secara tepat (waktu, jumlah, dan mutu), penerapan teknik budidaya yang baik dan benar belum dilakukan secara optimal, skala usaha relatif masih kecil akibat sempitnya kepemilikan lahan dan lemahnya permodalan, produktivitas cenderung mengalami penurunan, harga cenderung berfluktuasi dan masih dikuasai oleh tengkulak, dan serangan OPT semakin bertambah (BPTP, 2019).

Organisme pengganggu tanaman yang menyerang tanaman bawang merah cukup beragam. Salah satunya serangan hama yaitu ulat bawang. Ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hubner) merupakan hama utama pada bawang merah. Stadia yang merusak adalah stadia larva. Serangan hama ini dapat menyebabkan penurunan produksi bawang merah atau kehilangan hasil 32 - 42%. Serangan pada tanaman bawang merah yang berumur 49 hari, dapat mencapai 62,98% dengan rata-rata populasi larva 11,52 ekor/rumpun (Kusumawati *et al.* 2022). Aldini *et al.* (2020) melaporkan bahwa kehilangan hasil yang disebabkan oleh *S. exigua* dapat mencapai 20-70%.

Saat ini upaya pengendalian yang dilakukan petani dalam mengatasi masalah serangan *S. exigua* masih mengandalkan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana dapat menimbulkan kerusakan lingkungan,

terbunuhnya serangga-serangga bukan sasaran serta musuh-musuh alami dari hama tersebut. Untuk mengurangi penggunaan pestisida sintetik maka perlu pengendalian ramah lingkungan dengan cara pemanfaatan agens hayati salah satunya cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill.

Cendawan *B. bassiana* mampu menginfeksi dan mematikan serangga secara langsung. Berbagai informasi tentang penggunaan cendawan *B. bassiana* dalam pengendalian hama telah banyak dilaporkan. Hasil penelitian Trizelia *et al.* (2017) melaporkan bahwa isolat *B. bassiana* yang diisolasi dari *Leptocorisa oratorius* dan buah kakao bersifat virulen terhadap larva instar II *S. litura* dengan mortalitas sebesar 80-81,67%. Rosmiati *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa kerapatan spora *B. bassiana* 10^{10} /ml aquades menyebabkan mortalitas larva *S. litura* sebesar 82,50% dan bobot pakan yang dimakan oleh larva *S. litura* paling rendah sebesar 0,79g. Ihsan *et al.* (2023) melaporkan bahwa aplikasi suspensi cendawan *B. bassiana* dengan kerapatan 10^9 konidia/ml mampu menyebabkan mortalitas *Nilaparvata lugens* sebesar 95%. Hasibuan *et al.* (2024) melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* pada larva *Scirpophaga innotata* mampu menyebabkan mortalitas larva mencapai 100%. Infeksi pada tubuh larva menyebabkan peningkatan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada larva sehingga larva mati dan tubuh larva terdapat miselium dari *B. bassiana*.

Cendawan *B. bassiana* selain berperan sebagai entomopatogen dengan mematikan hama secara langsung juga mampu mengendalikan hama secara tidak langsung melalui induksi ketahanan tanaman. Terjadinya peningkatan ketahanan tanaman karena cendawan *B. bassiana* mampu hidup secara endofit pada tanaman dan mengkolonisasi jaringan tanaman. Fontana *et al.* (2021) menyatakan bahwa cendawan endofit merupakan salah satu mikroorganisme yang hidup dan berinteraksi dengan tanaman sehingga dapat digunakan dalam pengendalian hayati dan induksi ketahanan. Bagy *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa *B. bassiana* merupakan cendawan entomopatogen yang hidup secara endofit dan mengkolonisasi tanaman bawang merah yang dibudidayakan di Mesir. Kemudian, Hasil penelitian Wei *et al.* (2020) *B. bassiana* dapat masuk kedalam jaringan tomat secara acak dengan perlakuan inokulasi tanpa menimbulkan efek negatif

sehingga mampu mengurangi serangan *Bemisia tabaci*. Trizelia *et al.* (2020) melaporkan bahwa tanaman cabai yang diinokulasikan dengan *B. bassiana* asal dari serangga walang sangit (WS) melalui perendaman benih mampu menekan perkembangan populasi *Myzus persicae*. Selanjutnya, Saleh *et al.* (2021) melaporkan bahwa *B. bassiana* mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah sehingga dapat mengurangi kehilangan hasil akibat serangan pengorok daun. Suciawati (2022) mendapatkan bahwa perlakuan *B. bassiana* dan mikoriza berpengaruh nyata terhadap jumlah populasi dan serangan *S. exigua* di semua usia tanaman. Selain itu, untuk perlakuan *B. bassiana* dengan pengaplikasian setiap 5 hari sekali dan mikoriza dengan dosis 10 g/l cukup dalam mengendalikan populasi maupun intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah.

Induksi ketahanan tanaman dapat terjadi karena adanya perubahan karakter morfologi dan fisiologi dari tanaman melalui induksi cendawan endofit. Gautam *et al.* (2016) melaporkan bahwa cendawan *B. bassiana* dapat hidup secara endofit pada tanaman kubis bunga sehingga mampu menekan perkembangan larva *Plutella xylostella*. Hasil penelitian Flowerina (2021) *B. bassiana* yang berasal dari tanaman gandum (TD312), tanaman cabai (PD114, PB211) dan walang sangit (WS), dapat hidup secara endofit pada tanaman tomat dan mampu menekan perkembangan populasi *B. tabaci*. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kadar asam salisilat pada tanaman dan kepadatan trikoma pada daun yang berpengaruh negatif terhadap *B. tabaci*. Selain asam salisilat, aplikasi *B. bassiana* pada tanaman padi juga mampu meningkatkan kadar asam oksalat tanaman. Asam oksalat merupakan salah satu senyawa yang berfungsi sebagai penghambat pengisapan cairan floem oleh wereng batang coklat (Hendra, 2022). Untuk itu, penggunaan cendawan *B. bassiana* merupakan salah satu upaya pengendalian hayati yang diharapkan dapat menekan populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Kaitan pengaruh cendawan *B. bassiana* terhadap perubahan fisiologi tanaman bawang merah belum pernah dilaporkan.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka telah dilakukan penelitian dengan judul, “Induksi Ketahanan Tanaman Bawang Merah Terhadap *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill”.

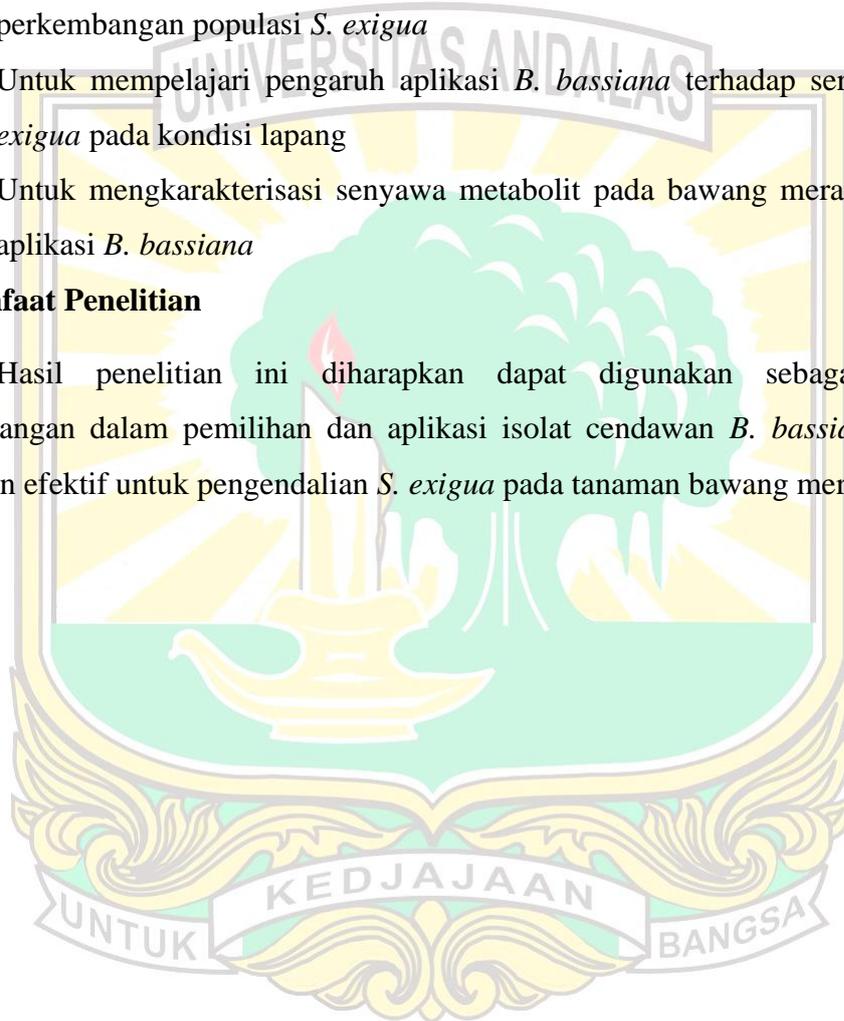
B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mempelajari kemampuan kolonisasi lima isolat cendawan *B. bassiana* pada bawang merah
2. Untuk mengevaluasi pengaruh *B. bassiana* terhadap preferensi oviposisi imago *S. exigua*
3. Untuk mengevaluasi dampak *B. bassiana* terhadap biologi dan perkembangan populasi *S. exigua*
4. Untuk mempelajari pengaruh aplikasi *B. bassiana* terhadap serangan *S. exigua* pada kondisi lapang
5. Untuk mengkarakterisasi senyawa metabolit pada bawang merah setelah aplikasi *B. bassiana*

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan dan aplikasi isolat cendawan *B. bassiana* yang tepat dan efektif untuk pengendalian *S. exigua* pada tanaman bawang merah.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Bawang Merah

Bawang merah dapat diklasifikasikan ke dalam, kingdom: Plantae, filum: Magnoliophyta, kelas: Liliopsida, ordo: Liliales, famili: Liliaceae, genus: *Allium*, nama ilmiah: *Allium ascalonicum* L. (Samadi dan Cahyono, 2005).

Tanaman bawang merah lebih cocok tumbuh di daerah beriklim kering. Tanaman bawang merah peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi, serta cuaca berkabut. Di Indonesia bawang merah dapat ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 1000 m di atas permukaan laut. Tanaman bawang merah masih dapat tumbuh dan berumbi di dataran tinggi, tetapi umur tanamnya menjadi lebih panjang 0,5-1 bulan dan hasil umbinya lebih rendah (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Tanaman bawang merah memerlukan tanah berstruktur remah, tekstur sedang sampai liat, drainase/aerasi baik, mengandung bahan organik yang cukup, dan reaksi tanah tidak masam (pH tanah: 5,6–6,5). Tanah yang paling cocok untuk tanaman bawang merah adalah tanah Aluvial. Selain itu, bawang merah juga cukup luas diusahakan pada jenis tanah Andosol. Waktu tanam bawang merah yang baik adalah pada musim kemarau dengan ketersediaan air pengairan yang cukup, yaitu pada bulan April/Mei setelah panen padi dan pada bulan Juli/Agustus. Penanaman bawang merah di musim kemarau biasanya dilaksanakan pada lahan bekas padi sawah atau tebu, sedangkan penanaman di musim hujan dilakukan pada lahan tegalan. Bawang merah dapat ditanam secara tumpang Sari dengan tanaman cabai merah (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Budidaya bawang merah dapat dilakukan pada daerah dengan iklim kering, suhu udara agak panas, tempat terbuka dan cukup terkena sinar matahari sekitar 75% dan tidak berkabut. Suhu yang paling cocok untuk budidaya bawang merah adalah 25-32°C. Tanah untuk budidaya bawang merah harus gembur dan banyak mengandung bahan organik. Jenis tanah yang paling baik yaitu lempung berpasir atau lempung berdebu, dengan pH tanah 5,5-6,5. Pada budidaya bawang merah diperlukan umbi bibit yang berasal dari tanaman yang sehat dan dipanen

ketika telah matang fisiologis, umbi padat berisi, warna cerah, bulat, utuh dan sudah disimpan selama 2-6 bulan (Palupi dan Alfandi, 2018).

Bawang merah dapat dipanen setelah umurnya cukup tua, biasanya pada umur 60–70 hari. Tanaman bawang merah dipanen setelah terlihat tanda-tanda 60% leher batang lunak, tanaman rebah, dan daun menguning. Pemanenan sebaiknya dilaksanakan pada keadaan tanah kering dan cuaca yang cerah untuk mencegah serangan penyakit busuk umbi di gudang. Bawang merah yang telah dipanen kemudian diikat pada batangnya untuk mempermudah penanganan. Selanjutnya umbi dijemur sampai cukup kering (1-2 minggu) dengan dibawah sinar matahari langsung, biasanya diikuti dengan pengelompokan berdasarkan kualitas umbi. Pengeringan juga dapat dilakukan dengan alat pengering khusus sampai mencapai kadar air kurang lebih 80% (Sumarni dan Hidayat, 2005).

Dalam budidaya bawang merah OPT yang menyerang tanaman bawang merah cukup beragam, salah satunya serangan hama. Ada beberapa hama yang menyerang seperti ulat bawang (*S. exigua*), ulat grayak (*S. litura*), lalat pengorok daun (*Liriomyza chinensis*), dan thrips (*T. tabaci*). Ulat bawang (*S. exigua*) merupakan hama utama yang ditemukan pada semua pertanaman bawang merah (Triwidodo *et al.* 2020).

B. *Spodoptera exigua* Hübner

Klasifikasi ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hübner) adalah kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas insecta, ordo Lepidoptera, famili Noctuidae, genus Spodoptera dan nama ilmiah *S. exigua*. Dalam perkembangannya *S. exigua* mengalami metamorfosa lengkap (Holometabola) yang mempunyai empat stadia yaitu telur, larva, pupa, imago (Kalshoven, 1981).

Ulat bawang merupakan jenis ngengat yang memiliki sayap depan berwarna kelabu gelap, sedangkan sayap belakangnya berwarna keputihan. Imago betina biasanya meletakkan telurnya pada ujung daun dalam jumlah cukup banyak, yaitu sekitar 50-150 butir dan berkelompok. Siklus hidup dari telur sampai imago adalah 3-4 minggu. Larva *S. exigua* mempunyai sifat polifag (pemakan segala) (Kementan, 2021).

Siklus hidup *S. exigua* dimulai dari fase telur sampai imago. Imago betina meletakkan telur pada malam hari. Telur diletakkan dalam kelompok yang terdiri dari 50 hingga 150 telur per kelompok. Produksi telur normal berkisar 300 hingga 600 telur per betina. Telur biasanya diletakkan di permukaan daun, dan seringkali di dekat bunga dan ujung cabang. Telur-telur individu berbentuk lingkaran jika dilihat dari atas, akan tetapi jika dilihat dari samping, telurnya sedikit memuncak, meruncing ke suatu titik. Telurnya berwarna kehijauan hingga putih dan ditutupi dengan lapisan sisik keputihan yang membuat kelompok telur tampak berbulu atau seperti kapas. Telur menetas dalam 2 sampai 3 hari (Capinera, 2020).

Larva instar 1 berwarna hijau pucat atau kuning dengan kepala hitam pekat. Durasi larva instar pertama berkisar antara 3 sampai 4 hari. Larva instar 2 memiliki ukuran tubuh yang meningkat dibandingkan instar 1. Warna larva instar kedua ini hijau muda dengan lama perkembangan 2 sampai 3 hari. Larva instar 3 berwarna hijau muda dan ukuran tubuh yg lebih panjang dari instar 2 dengan lama perkembangan berlangsung 2 sampai 3 hari. Larva instar 4 berwarna hijau tua dan memiliki ukuran tubuh yang meningkat. Lama perkembangan larva instar keempat 2 sampai 3 hari. Larva instar 5 berwarna hijau muda dengan ukuran tubuh lebih memanjang. Lama perkembangan larva instar kelima berkisar 3 sampai 5 hari. Larva instar 6 memiliki warna tubuh yang cukup bervariasi, cenderung berwarna hijau di bagian punggung dengan warna merah muda atau kuning di bagian perut dan garis putih dibagian lateral. Serangkaian bintik-bintik gelap atau garis-garis sering muncul pada bagian punggung. Terkadang larva berwarna sangat gelap bahkan hitam. Lama perkembangan larva instar keenam berkisar 4 sampai 5 hari. Larva instar 5 dan 6 berhenti makan selama satu atau dua hari (prapupa) sebelum berubah menjadi pupa (Navasero *et al.* 2019).

Pupa awalnya berwarna hijau keputihan berubah menjadi kecoklatan dan menjadi gelap sebelum menjadi imago. Lama perkembangan pupa berkisar 6 sampai 7 hari. Lama hidup imago berkisar 3 sampai 11 hari. Umumnya imago jantan lebih pendek siklus hidupnya dibandingkan imago betina. Imago memiliki tubuh kecil dengan sayap berwarna abu-abu keperakan sampai coklat keabu-abuan. Sayap depan memiliki bintik yang lebih terang pada bagian tengah

sedangkan sayap belakang lebih pucat dengan batas yang lebih gelap dan pada tepi sayap lebih terang (Navasero *et al.* 2019).

Gejala serangan *S. exigua* pada daun berupa bercak berwarna putih transparan. Begitu telur menetas, ulat masuk ke dalam daun dengan cara melubangi ujung daun pada saat stadia larva kemudian menggerak permukaan bagian dalam daun, sedangkan bagian epidermis luar ditinggalkan. Serangan lebih lanjut menyebabkan daun mengering. Jika populasi ulat tinggi dapat menyerang umbi, akhirnya menyebabkan daun terkulai dan mengering (BPTP, 2019). Inang ulat bawang adalah asparagus, kacang-kacangan, bawang putih, bit, brokoli, kentang, lobak, bayam, tomat, dan cabai (Kementan, 2021).

Pengendalian *S. exigua* dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya pergiliran tanaman dengan jenis tanaman yang bukan inang (tanaman palawija) untuk musim tanam selanjutnya, melakukan penanaman secara serentak, mengumpulkan kelompok telur dan ulat bawang lalu dimasukkan kedalam kantong plastik kemudian dimusnahkan, pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami dari parasitoid capung, lebah *Telenomus* sp, semut api (BPTP, 2019). Selain itu, teknik pengendalian dengan memanfaatkan agen hayati seperti cendawan *B. bassiana*. Hal ini dapat dilakukan dengan cara penyemprotan *B. bassiana* dengan dosis 1–2 ml/liter dan diulang seminggu sekali (BPTP, 2015).

C. Cendawan *B. bassiana*

B. bassiana merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang telah digunakan sebagai agen pengendali hayati. Cendawan entomopatogen merupakan jenis cendawan yang berasosiasi dengan serangga dan arthropoda lainnya, dapat menyebabkan sakit dan kematian pada serangga. Cendawan ini pada umumnya bersifat sebagai patogen obligat dan fakultatif. Cendawan entomopatogen juga memiliki keragaman yang sangat luas dan adanya keragaman antar spesies yang ditandai oleh adanya perbedaan kemampuan patogenesisnya (Tanada dan Kaya, 1993).

Cendawan *B. bassiana* (Bals.) Vuill. termasuk ke dalam divisi Eumycota, subdivisi Deuteromycotina, kelas Hyphomycetes, ordo Moniliales, genus *Beauveria* (Bals) dan nama ilmiah *Beauveria bassiana*. *B. bassiana* pertama kali dikenalkan oleh Agostino Bassi pada tahun 1835 ketika ulat sutera (*Bombyx mori*)

terserang oleh penyakit yang mematikan. Cendawan *B. bassiana* memiliki bentuk konidiofor yang bercabang-cabang dengan pola zig-zag dan pada bagian ujungnya terbentuk konidia. Konidia keras, bersel satu, berbentuk agak bulat atau oval, hialin, berukuran 2 - 3 μm dan muncul dari setiap percabangan konidiofornya. Hifa *B. bassiana* hialin, berdiameter 1,5 - 2,0 μm , bersekat dan bercabang. Miselia berwarna putih atau kuning pucat, berupa benang-benang halus, tampak seperti kapas atau kapur (Tanada dan Kaya, 1993; Trizelia, 2005).

B. bassiana adalah bentuk aseksual (anamorf) dari cendawan *Cordyceps bassiana* yang merupakan bentuk reproduksi seksual (teleomorf). *B. bassiana* merupakan salah satu cendawan yang penting dalam kelas Deuteromycetes. Cendawan ini terdiri dari beberapa spesies seperti *B. bassiana*, *B. amorpha*, *B. brongniartii*, dan *B. calendonica*. *B. bassiana* dikenal luas sebagai patogen serangga yang menyebabkan penyakit muskardin putih pada serangga seperti lalat putih, kutu daun, thrips, belalang dan kumbang (Sinha *et al.* 2016).

Pada medium SDAY (*Sabouraud Dextrosa Agar Yeast*), koloni cendawan *B. bassiana* berwarna putih dan akan berubah menjadi kekuningan dengan bertambahnya umur. Untuk pertumbuhan cendawan ini relatif lambat, yaitu diameter mencapai 4 cm dalam waktu 14 hari pada medium SDAY (Trizelia, 2005).

Mekanisme infeksi secara langsung oleh *B. bassiana* pada serangga dimulai ketika konidia menempel pada kutikula serangga. Setelah menempel, konidia berkecambah dan membentuk tabung kecambah dalam tubuh serangga. Kemudian miselium masuk ke dalam prokutikula dan mencapai hemolimfa dengan membentuk blastospora. Setelah menyerang serangga inang, cendawan kembali berubah menjadi miselium dan menembus kutikula. Gen yang digunakan untuk penetrasi dan invasi primer digunakan kembali selama degradasi kutikula selanjutnya. Faktor abiotik seperti air dan angin yang membantu penyebaran konidia dari satu inang ke inang lainnya. Terjadinya invasi apresorium jaringan dan perkembangbiakan hifa cendawan menyebabkan kematian serangga (Shin *et al.* 2020). Cendawan *B. bassiana* dapat melumpuhkan dan mematikan serangga hama melalui pertumbuhan miselium, invasi dan produksi toksik. Senyawa toksik yang dihasilkan seperti beauvericin dan bassianolida. Umumnya, mekanisme

pengendalian serangga oleh *B. bassiana* meliputi antibiosis, kompetisi, dan induksi ketahanan. Efektivitas infeksi *B. bassiana* tergantung pada enzim litik, metabolit sekunder, dan senyawa adhesi yang dihasilkan oleh cendawan tersebut (Sharma *et al.* 2023).

Pemanfaatan cendawan *B. bassiana* dalam pengendalian hama telah banyak dilaporkan. Hasyim *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa perlakuan *B. bassiana* dan *Verticillium lecani* dengan konsentrasi sebanyak 2g/L air mampu menyebabkan mortalitas larva *S. exigua* sebesar 90%. Russo *et al.* (2019) melaporkan bahwa *B. bassiana* dapat mempengaruhi kelangsungan hidup, kesuburan, umur dan siklus hidup serta periode oviposisi *Helicoverpa gelotopon* hama pada tanaman kedelai. Idreess *et al.* (2021) isolat *B. bassiana* (ZK5) ditemukan dapat mengurangi persentase telur menetas dan perilaku makan pada larva instar pertama, kedua dan ketiga *Spodoptera frugiperda*. Ain *et al.* (2021) aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dengan metode penyemprotan daun mampu mengurangi populasi *T. tabaci* pada 7-10 hari setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan *B. bassiana* mampu bertahan selama 10 hari pada kondisi lapang. Hasibuan *et al.* (2024) melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* pada larva *S. innotata* mampu menyebabkan mortalitas larva mencapai 100%. Infeksi pada tubuh larva menyebabkan peningkatan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada larva sehingga larva mati dan tubuh larva terdapat miselium dari *B. bassiana*.

D. Cendawan *B. bassiana* Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman

Cendawan *B. bassiana* selain berperan sebagai entomopatogen yaitu mampu menginfeksi dan mematikan serangga secara langsung, juga dilaporkan mampu hidup secara endofit pada tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama. Cendawan endofit adalah salah satu mikroorganisme yang hidup dan berinteraksi dengan tanaman sehingga dapat digunakan dalam pengendalian hayati dan induksi ketahanan, dan juga merupakan salah satu kelompok yang paling menarik dengan potensi penggunaan yang tinggi dan keragaman yang tinggi (Fontana *et al.* 2021).

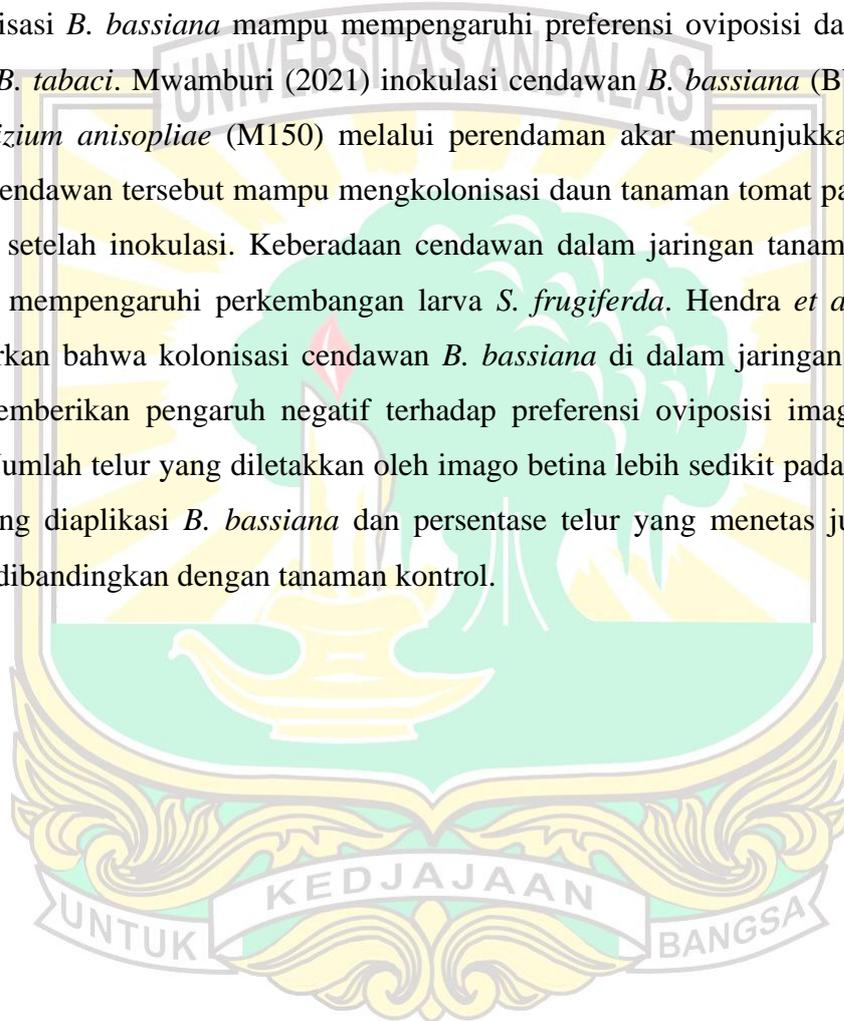
Adanya hubungan mutualisme antara cendawan endofit dengan tanaman inang yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman, melindungi tanaman dari

mikroorganisme fitopatogenik dan virus tanaman, meningkatkan respons terhadap cekaman biotik, mendorong pertumbuhan tanaman serta menarik musuh alami (Moraga, 2020). Keberadaan cendawan endofit selama proses evolusi memungkinkan tanaman tumbuh lebih baik dan lebih tahan terhadap serangan serangga herbivora dan organisme patogen, meningkatkan pertumbuhan, ketahanan terhadap cekaman dan menghasilkan senyawa kimia seperti enzim, alkaloid, hormon dan antibiotik. Senyawa ini dapat menimbulkan toksisitas yang cukup besar terhadap patogen dan serangga herbivora (Fontana *et al.* 2021).

Cendawan endofit mampu mensintesis etilen, gibberalin, asam absisat, sitokinin dan auksin yang berfungsi sebagai pengatur pertumbuhan tanaman. Selain itu cendawan endofit melindungi tanaman terhadap serangan serangga, melalui pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat dan etilen (Gao *et al.* 2010). Cendawan endofit dapat diinokulasikan ke dalam tanaman dengan beberapa metode yaitu penyemprotan daun dengan suspensi konidia, perendaman benih dalam suspensi konidia, menyuntikkan inokulum jamur ke dalam batang, mencelupkan akar ke dalam suspensi konidia, dan membasahi tanah dengan suspensi konidia (Smagghe *et al.* 2023). Espinoza *et al.* (2019) inokulasi *B. bassiana* pada akar bibit tanaman loki menunjukkan bahwa *B. bassiana* mampu mengkolonisasi dan hidup secara endofit pada jaringan tanaman loki (*Allium schoenoprasum* L.) sehingga dapat mensintesis metabolit sekunder tanaman. Hal ini dapat menghasilkan kandungan alkaloid yang lebih tinggi pada tanaman loki. Gonzales-Mas *et al.* (2021) mendapatkan bahwa aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman melon, kapas, tomat dengan metode penyemprotan daun dapat menyebabkan *B. bassiana* hidup secara endofit dan mengkolonisasi jaringan tanaman. Namun dari ketiga spesies tanaman tersebut, tanaman kapas paling tidak cocok untuk kolonisasi endofit dibandingkan dengan dua spesies lainnya. Hal ini dikarenakan oleh adanya senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tanaman kapas. Senyawa ini memiliki sifat antijamur, seperti terpenoid, gossipol.

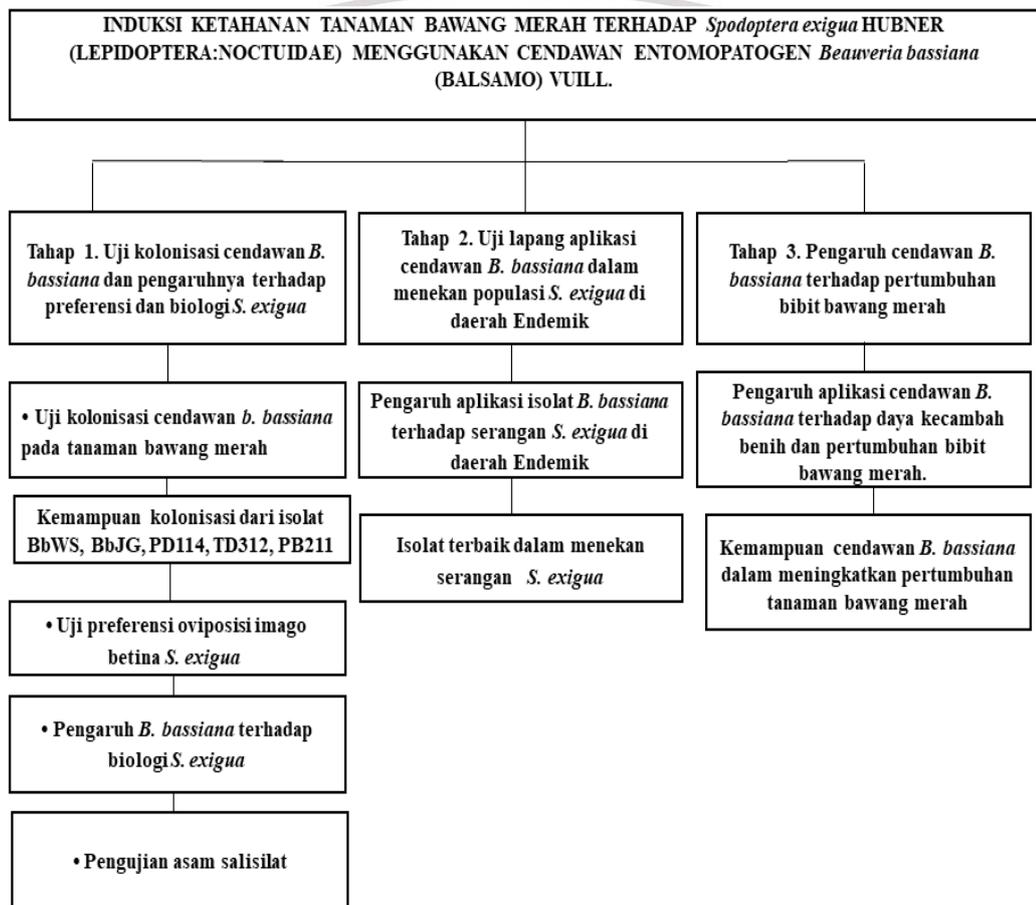
Cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi jaringan tanaman dan mempengaruhi fisiologis tanaman sehingga melindungi tanaman dari gangguan serangga herbivora (Fontana *et al.* 2021). Hasil penelitian Armi (2017) aplikasi *B.*

bassiana pada benih kacang tanah dengan metode perendaman benih merupakan metode aplikasi terbaik dengan tingkat kolonisasi *B. bassiana* pada daun 27,53%, batang 32,07% dan akar 27,53%. Aplikasi pada benih juga dapat mengurangi tingkat serangan *Lamprosema indicata* sampai 73,11% dan meningkatkan tinggi tanaman kacang tanah. Wei *et al.* (2020) *B. bassiana* dapat mengkolonisasi akar, batang dan daun tanaman tomat secara acak. Kolonisasi tersebut tidak merata dan kolonisasi daun hanya terdapat pada jaringan mesofil. Tanaman tomat yang dikolonisasi *B. bassiana* mampu mempengaruhi preferensi oviposisi dan perilaku makan *B. tabaci*. Mwamburi (2021) inokulasi cendawan *B. bassiana* (BbC1) dan *Metarhizium anisopliae* (M150) melalui perendaman akar menunjukkan bahwa kedua cendawan tersebut mampu mengkolonisasi daun tanaman tomat pada 7 dan 14 hari setelah inokulasi. Keberadaan cendawan dalam jaringan tanaman tomat mampu mempengaruhi perkembangan larva *S. frugiferda*. Hendra *et al.* (2022) melaporkan bahwa kolonisasi cendawan *B. bassiana* di dalam jaringan tanaman padi memberikan pengaruh negatif terhadap preferensi oviposisi imago betina WBC. Jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina lebih sedikit pada tanaman padi yang diaplikasi *B. bassiana* dan persentase telur yang menetas juga lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol.



BAB III BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu: (1) Uji kolonisasi cendawan *B. bassiana* dan pengaruhnya terhadap preferensi dan biologi *S. exigua*, (2). Uji lapang aplikasi cendawan *B. bassiana* dalam menekan populasi *S. exigua* (3). Pengaruh cendawan *B. bassiana* terhadap pertumbuhan bibit bawang merah. Bagan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Bagan alur penelitian

Studi 1. Uji Kolonisasi Cendawan *B. bassiana* dan Pengaruhnya terhadap Preferensi dan Biologi *S. exigua*

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati dan Laboratorium Farmasi Universitas Andalas dari bulan Juli – Desember 2023. Jadwal kegiatan dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, kompor listrik, pisau, oven, *erlenmeyer*, gelas piala, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, mikroskop binokuler, gelas objek, *cover glass*, pinset, jarum ose, cawan petri kaca berukuran 9 cm, pipet tetes, lampu bunsen, tabung reaksi, autoclave, *laminar air flow*, *cock borner* dengan ukuran 0,7 cm, *haemocytometer*, kurungan serangga, polybag dengan ukuran 10 kg, mikropipet, *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), kamera digital, kain kasa, penggaris, kaca pembesar, kuas berukuran kecil dan alat-alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi bawang merah varietas Sumbu Marapi, imago *S. exigua*, larva *S. exigua* instar ke-1, media *Sabouraud Dextrosa Agar Yeast* (SDAY), media *Oat Mealt Agar* (OAT), NaOCl 1%, aquadest, alkohol 70%, larutan Tween 80 (0,01 %), kertas label, *wrapping*, plastik, kertas saring, *tissue*, madu dan tanah steril.

C. Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), masing-masing 6 perlakuan dengan 5 ulangan (Lampiran 2). Jenis isolat cendawan yang digunakan: BbWS (isolat berasal dari walang sangit), BbJG (isolat berasal dari batang jagung), PD114 (isolat berasal dari daun cabai), TD312 (isolat berasal dari batang gandum), PB211 (isolat berasal dari batang cabai). Adapun perlakuannya adalah :

A = Kontrol (perendaman menggunakan aquades steril)

B = Isolat *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS)

C = Isolat *B. bassiana* dari batang jagung (BbJG)

D = Isolat *B. bassiana* dari daun cabai (PD114)

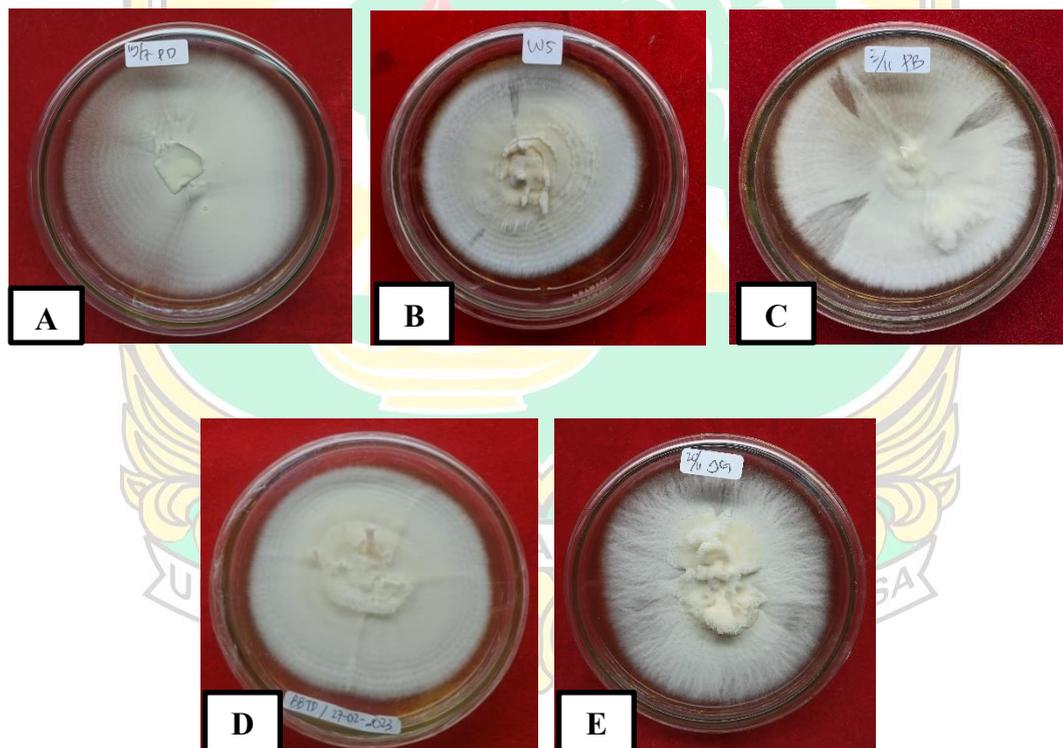
E = Isolat *B. bassiana* dari batang gandum (TD312)

F = Isolat *B. bassiana* dari batang cabai (PB211)

D. Pelaksanaan

1. Perbanyak Isolat *B. bassiana*

Cendawan *B. bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi. Cendawan diperbanyak pada media SDAY (dekstrosa 40 g, pepton 10 g, ekstrak yeast 2,5 g, aquadest 1 liter, agar 20 g, dan chloromphenicol 2 tablet) dengan cara memindahkan biakan murni cendawan seluas 0,7 cm ke dalam cawan petri yang berisi media SDAY, dan diinkubasi pada suhu ruang selama 21 hari sampai konidia cendawan terbentuk dan siap untuk digunakan. Biakan cendawan *B. bassiana* pada media SDAY dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil biakan cendawan *B. bassiana* pada umur 21 hsi (a) *B. bassiana* PD114, (b) *B. bassiana* WS, (c) *B. bassiana* PB211, (d) *B. bassiana* TD312, (e). *B. bassiana* JG

2. Penyiapan Pakan Larva Serangga Uji *S. exigua*

Pakan yang digunakan adalah daun tanaman bawang merah. Tanaman bawang merah ditanam dengan menggunakan polybag berukuran 10 kg. Selanjutnya, media tanam yang digunakan yaitu campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Perawatan pada tanaman bawang merah dilakukan dengan penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian hama secara mekanis serta tanpa pestisida sintetik.

3. Perbanyak dan Pemeliharaan Larva *S. exigua*

Larva dan kelompok telur *S. exigua* dikumpulkan dari areal pertanian bawang merah petani di Kecamatan X Koto, Kabupaten Tanah Datar. Selanjutnya larva *S. exigua* dipelihara dalam kotak plastik dan diberi makanan berupa daun bawang merah yang masih segar. Makanan larva diganti setelah habis atau sudah tidak segar lagi. Larva dipelihara sampai menjadi imago. Semua imago dipelihara secara massal dalam kurungan serangga yang telah diberi daun bawang merah yang segar sebagai tempat peletakan telur. Sebagai makanan imago digunakan madu dengan konsentrasi 10%.

4. Pembuatan Suspensi Cendawan *B. bassiana*

Konidia isolat cendawan *B. bassiana* diambil pada umur 21 hari dengan cara menambahkan akuades steril sebanyak 10 ml dan 2 tetes larutan tween 80 0,01% sebagai bahan perata ke dalam cawan petri. Seluruh bahan dicampurkan menggunakan kuas yang berukuran sedang untuk melepaskan konidia, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan dengan vorteks. Untuk memperoleh konidia yang diperlukan, dilakukan pengenceran seri sampai 10^{-3} dan konsentrasi yang digunakan adalah 10^8 konidia/ml. Kerapatan konidia dihitung dengan menggunakan *haemocytometer* tipe *Neubauer Improved*. Rumus untuk pengenceran adalah :

$$V1 \times N1 = V2 \times N2$$

Keterangan :

V1 = Volume akuades pada larutan dasar

V2 = Volume akuades setelah penambahan

N1 = Populasi awal konidia

N2 = Populasi inokulum yang diinginkan (10^8 konidia/ml)

5. Perendaman Umbi dengan Suspensi Isolat *B. bassiana*

Umbi bawang merah varietas Sumbu Marapi disiapkan sebanyak 30 umbi untuk masing-masing perlakuan. Sebelum diberi perlakuan umbi bawang merah terlebih dahulu disinfeksi dengan merendam umbi dalam alkohol 70% selama 1 menit. Selanjutnya umbi dicuci sebanyak tiga kali dengan aquades steril selama 1 menit. Umbi bawang dikering anginkan di dalam *laminar air flow*. Umbi yang sudah kering angin kemudian direndam menggunakan suspensi isolat *B. bassiana* sesuai perlakuan pada volume 200 ml dengan kerapatan 10^8 konidia/ml selama 15 menit di dalam *beaker glass* 400 ml. Umbi yang telah diberi perlakuan dikering anginkan di dalam *laminar air flow* selama 60 menit sebelum ditanam.

6. Persiapan Media Tanam

Media tanam bawang merah adalah campuran tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 2:1. Campuran tanah dan pupuk kandang disterilisasi selama 1 jam pada suhu 100°C , kemudian didinginkan selama 24 jam.

7. Uji Kolonisasi Cendawan *B. bassiana* pada Tanaman Bawang Merah

Umbi bawang merah direndam di dalam suspensi *B. bassiana* selama 15 menit. Umbi yang telah diberi perlakuan dikering anginkan di dalam *laminar air flow* selama 60 menit. Selanjutnya umbi ditanam pada gelas plastik yang sudah berisi campuran tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 2:1. Kolonisasi *B. bassiana* pada jaringan tanaman bawang merah diamati pada tanaman berumur 30, 45, 60 hari setelah inokulasi (hsi). Bagian tanaman bawang merah yang diamati yaitu akar dan daun. Akar dan daun tanaman bawang merah dipotong-potong kecil ($\pm 1\text{cm}$), disterilkan dengan menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian dengan NaOCl 1% selama 1 menit dan dicuci dengan

akuades steril, lalu dikeringanginkan dalam *laminar air flow cabinet* (Vidal dan Tefera, 2009). Setelah kering kemudian akar dan daun tersebut ditumbuhkan dalam media selektif *Oat mealt agar (OAT)*. Masing-masing cawan petri berisi 5 potongan akar dan daun pada setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Setelah 10 hari, keberadaan *B. bassiana* dibuktikan dengan adanya miselium yang keluar dari ujung jaringan akar dan daun. Persentase kolonisasi dihitung berdasarkan jumlah potongan bagian tanaman yang memperlihatkan adanya pertumbuhan cendawan dibandingkan dengan seluruh potongan bagian tanaman.

8. Uji Preferensi Oviposisi Imago Betina *S. exigua*

Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah metode *choice*. Tanaman bawang merah yang telah diberi perlakuan *B. bassiana* dengan metode perendaman umbi dan tanaman kontrol yang berumur 30 hst dipindahkan ke dalam kurungan dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 50 cm. Dalam satu kurungan dimasukkan 6 tanaman bawang merah semua perlakuan dan diinfestasikan imago *S. exigua* sebanyak 5 pasang pada masing masing kurungan, diamati telur yang diletakkan sampai imago mati. Kelompok telur yang diletakkan imago pada daun bawang merah dipindahkan ke cawan petri. Jumlah telur yang diletakkan dihitung dan dicatat setiap hari.

9. Pengaruh *B. bassiana* terhadap Biologi *S. exigua*

Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah metode *non choice*. Tanaman bawang merah yang telah diberi perlakuan *B. bassiana* dengan metode perendaman umbi dan tanaman kontrol yang berumur 30 hst digunakan sebagai pakan larva *S. exigua*. Untuk mengamati biologi dari *S. exigua* maka dilakukan dengan melaparkan instar satu sebanyak 15 ekor selama satu jam. Potongan daun bawang merah yang telah diinokulasi cendawan diberikan pada larva dan pemberian pakan diganti setiap hari hingga larva menjadi pupa. Sebagai kontrol larva diberikan pakan daun bawang merah yang tidak mengandung cendawan.

10. Analisis Kandungan Asam Salisilat pada Daun Tanaman Bawang Merah

Analisis kandungan asam salisilat dilakukan pada daun tanaman bawang merah dengan menggabungkan 5 tanaman setiap perlakuan. Ekstraksi dan kuantifikasi asam salisilat dilakukan dengan metode (Rasmussen *et al.* (1991) *cit* Anggraini, (2017) yang dimodifikasi. Sebanyak 5 gram daun tanaman bawang merah digerus, kemudian diekstrak dengan metanol, ekstrak tersebut disentrifus dengan kecepatan 6.000 rpm selama 15 menit kemudian diambil supernatannya. Kandungan asam salisilat dianalisis dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Sebanyak 5 µl ekstrak metanol daun tanaman bawang merah diinjeksikan pada C18 column (4,6 ID x 250 mm; Lichrospher 100 Rp 18, sodium acetat, PH 4.5). Asam salisilat akan dielusi *isocratically* 15 menit setelah injeksi dan dideteksi dengan fluorescens (eksitasi 254 nm;emisi 402 nm). konsentrasi asam salisilat diukur menggunakan jarak linier dari standard kalibrasi yang mengandung 0-1,3 mg/ 50 ml asam salisilat (Sigma-Aldrich, St. Louis). Konsentrasi asam salisilat dinyatakan dalam microgram per gram berat segar.

E. Pengamatan

1. Perhitungan Kolonisasi Cendawan *B. bassiana*

Persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* yang menginfeksi bagian tanaman bawang merah dilakukan pada tanaman berumur 4, 6 dan 8 minggu setelah inokulasi. Persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* dihitung dengan rumus :

$$PK = \frac{\sum n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

PK = Persentase kolonisasi

n = Jumlah potongan sampel tanaman yang terinfeksi cendawan *B. bassiana*

N = Jumlah potongan sampel tanaman yang diamati.

2. Uji Preferensi Oviposisi Imago Betina *S. exigua*

a. Jumlah Kelompok Telur yang Diletakkan

Pengamatan terhadap jumlah kelompok telur yang diletakan diamati mulai pada hari pertama imago diinfestasikan ke dalam tanaman bawang merah yang telah berumur 30 hst sampai imago mengalami kematian.

b. Persentase Telur *S. exigua* yang Menetas

Telur *S. exigua* pada setiap perlakuan setelah diaplikasikan *B. bassiana*, dihitung dan diamati setiap hari sampai telur menjadi larva instar I. Persentase penetasan telur dihitung dengan rumus berikut :

$$R = \frac{a}{b} \times 100 \%$$

Keterangan :

- R : Persentase telur menetas (%)
- a : Jumlah telur menetas
- B : Total telur yang diletakan

3. Pengaruh *B. bassiana* terhadap Biologi *S. exigua*

a. Mortalitas Larva *S. exigua*

Pengamatan dilakukan dengan menghitung larva yang mati dari total larva yang diperlakukan dan dimulai dari hari pertama larva instar satu diberi pakan daun bawang merah yang telah diaplikasikan *B. bassiana* sampai larva berkembang menjadi pupa. Mortalitas dihitung menggunakan rumus:

$$M = n/N \times 100\%$$

Keterangan :

- M = Mortalitas larva (%)
- n = Jumlah larva yang mati
- N = Jumlah larva yang diperlakukan

b. Persentase Pupa Terbentuk

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung persentase pupa yang terbentuk. Persentase pupa dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = p/M \times 100 \%$$

Keterangan :

- P : Persentase pupa terbentuk (%)
 p : Jumlah pupa terbentuk
 M : Jumlah larva yang diperlakukan

c. Persentase Imago Terbentuk

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung persentase imago yang terbentuk. Persentase imago dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = i/M \times 100 \%$$

Keterangan :

- I : Persentase imago terbentuk (%)
 i : Jumlah imago terbentuk
 M : Jumlah larva yang diperlakukan

d. Jumlah Telur *S. exigua* yang Diletakkan

Pengamatan ini dilakukan dengan penentuan jumlah telur yang dihasilkan imago betina *S. exigua* pada setiap perlakuan diamati setiap hari sampai imago mati.

e. Lama Stadia Larva *S. exigua*

Lama stadia larva *S. exigua* dihitung ketika larva muncul pertama kali (instar 1) sampai berkembang menjadi pupa. Setiap pergantian instar ditandai dengan peristiwa ganti kulit. Pengamatan lama stadia pupa dimulai ketika pupa mulai muncul pertama kali sampai imago terbentuk. Untuk mengetahui lama stadia imago jantan dan betina pengamatan dimulai saat pertama imago terbentuk sampai imago tersebut mati.

4. Analisis Kandungan Asam Salisilat pada Daun Tanaman Bawang Merah

Konsentrasi asam salisilat diukur menggunakan jarak liner dari standar kalibrasi yang mengandung 2-10 ppm asam salisilat (Sigma-Aldrich, St.Louis).

konsentrasi asam salisilat dinyatakan dalam ppm dan data ditampilkan dalam bentuk tabel.

F. Analisis Data

Data pengamatan dianalisis menggunakan uji F (sidik ragam) pada taraf nyata 5%, apabila berbeda nyata maka diuji lanjut menggunakan LSD taraf 5%.

Studi 2. Uji Lapang Aplikasi Cendawan *B. bassiana* dalam Menekan Populasi *S. exigua*

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Nagari Simabur, Kecamatan Pariangan, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat dari bulan Februari – Mei 2024. Jadwal kegiatan dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *sprayer*, bunsen, *laminar air flow*, spatula, ember, camera, alat tulis, buku pengamatan, cangkul, pisau, kertas label, mulsa plastik, meteran, tali rafia, plastik kaca.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah umbi bawang merah varietas Sumbu Marapi, beras 5 kg, alkohol 70%, *tissue*, pupuk kandang, pupuk NPK dan KCL, cendawan *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS), batang jagung (BbJG), daun cabai (PD114), batang gandum (TD312), dan batang cabai (PB211).

C. Metode Penelitian

Metode perlakuan pada penelitian ini terdiri dari 2 aplikasi perlakuan, yaitu aplikasi umbi bawang merah (umbi direndam dengan suspensi *B. bassiana*) dan aplikasi *B. bassiana* dengan cara disemprot pada tanaman bawang merah. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan total 6 perlakuan dan 5 ulangan (Lampiran 4).

A = Kontrol (perendaman menggunakan air biasa)

B = Isolat *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS)

C = Isolat *B. bassiana* dari batang jagung (BbJG)

D = Isolat *B. bassiana* dari daun cabai (PD114)

E = Isolat *B. bassiana* dari batang gandum (TD312)

F = Isolat *B. bassiana* dari batang cabai (PB211)

D. Pelaksanaan

1. Perbanyak Cendawan *B. bassiana*

Cendawan *B. bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi. Penyediaan cendawan dilakukan dengan meremajakan cendawan menggunakan media beras. Lima isolat cendawan *B. bassiana* masing-masing digunakan media beras sebanyak 1 kg. Beras dicuci sampai bersih, kemudian beras direbus dalam air mendidih selama 10 menit, diangkat kemudian didiamkan selama 5 menit di dalam *laminar air flow* dalam keadaan steril. Setelah itu, beras dimasukkan sebanyak 100 g kedalam plastik kaca tahan panas ukuran 250 g. Media selanjutnya disterilisasi di dalam *autoclave* selama 20 menit. Setelah itu, dilakukan inokulasi pada masing-masing cendawan *B. bassiana* pada media beras. Inokulasi dilakukan di dalam *laminar air flow* dengan cara mengambil masing-masing cendawan *B. bassiana* sebanyak 3 jarum ose. Cendawan pada beras diinkubasi pada suhu ruang hingga umur 21 hari setelah inkubasi (hsi). Cendawan dapat digunakan dengan ciri-ciri beras sudah menyatu seperti tempe (miselium cendawan) dan miselium sudah penuh berwarna putih.

2. Pengolahan Lahan dan Pembuatan Bedengan

Lahan dibersihkan dari rerumputan dan sisa-sisa tanaman. Kemudian lahan diolah dan digemburkan menggunakan cangkul dengan kedalaman ± 30 cm. Selanjutnya dibuat bedengan dengan ukuran 4 m x 1 m sebanyak 48 bedengan, dan jarak antar bedengan 50 cm. Tanah dicampur dengan pupuk kandang sebanyak 22,5 kg/bedengan kemudian dibiarkan selama 1 minggu. Setelah itu dilakukan pengolahan tanah kedua dengan cara menggemburkan tanah dan diratakan. Selanjutnya dipasang mulsa plastik yang telah diberi lobang sesuai jarak tanam (15 cm x 15 cm). Bawang ditanam satu minggu setelah pengolahan ke dua.

3. Pemasangan Mulsa Plastik

Mulsa plastik (perak) dipasang dengan menutupi seluruh permukaan bedengan. Seluruh bedengan dilapisi dengan mulsa dan diberi lubang tanam dengan jarak antar lubang 15 cm × 15 cm.

4. Perendaman Umbi dengan Cendawan *B. bassiana*

Hasil perbanyakan cendawan *B. bassiana* pada media beras digunakan dengan dosis 4kg/ha, sehingga diperoleh konsentrasi 10g/L. Media dilarutkan dalam air kemudian diremas-remas hingga spora terpisah dengan medianya dan disaring. Kemudian diambil 4.800 umbi bawang merah dan direndam dalam suspensi *B. bassiana* dan kontrol (perendaman menggunakan air biasa) selama 15 menit.

5. Pelabelan Sampel

Pelabelan sampel dibuat pada masing-masing bedengan sebelum dilakukan penanaman agar memudahkan untuk menentukan bedengan yang akan ditanami.

6. Penanaman

Umbi bibit ditanam dengan jarak tanam 15 cm x 15 cm. Umbi bawang merah dimasukkan ke dalam lubang tanam dengan gerakan seperti memutar sekerup, sehingga ujung umbi tampak rata dengan permukaan tanah. Setelah tanam, seluruh lahan disiram.

7. Pemupukan

Pupuk diberikan pada garitan di sekitar tanaman pada saat berumur 20 hari setelah tanam dengan setengah dosis. Pupuk yang diberikan adalah pupuk NPK dan KCL sebanyak 10 kg/ha.

8. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman bawang merah yaitu penyiangan gulma. Penyiangan dilakukan setiap minggu dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai panen.

9. Penyemprotan Suspensi Cendawan *B. bassiana*

Penyemprotan dilakukan setiap minggu dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai delapan minggu setelah tanam. Masing-masing bedengan disemprot sesuai dengan perlakuan isolat *B. bassiana* dan tanaman kontrol tidak dilakukan

penyemprotan. Pembuatan suspensi *B. bassiana* dengan cara yang sama dengan pembuatan suspensi pada metode perendaman umbi bawang merah.

10. Penentuan Tanaman Sampel

Penentuan tanaman sampel dilakukan secara acak. Pengambilan sampel dilakukan berbeda setiap minggunya karena tanaman sampel ada yang dirusak saat pengamatan populasi *S. exigua*. Setiap ulangan diambil 10 tanaman sampel sehingga didapatkan 300 tanaman yang diamati setiap minggunya.

E. Pengamatan

1. Populasi *S. exigua*

a. Jumlah kelompok telur *S. exigua*

Jumlah kelompok telur per tanaman dihitung setiap minggu, dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai delapan minggu setelah tanam.

b. Jumlah larva *S. exigua*

Jumlah larva per tanaman dihitung setiap minggu, dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai delapan minggu setelah tanam. Daun bawang merah yang terserang larva *S. exigua* kemudian dipotong dan dibelah untuk menghitung jumlah larva yang ada dalam daun tersebut.

2. Tingkat Serangan *S. exigua* pada Tanaman Bawang Merah

a. Persentase daun terserang *S. exigua*

Persentase daun terserang diamati setiap minggu dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai delapan minggu setelah tanam dengan mengamati gejala serangan berupa ujung daun terpotong dan tembus cahaya yang akhirnya daun jatuh terkulai. Persentase daun terserang *S. exigua* dihitung menggunakan rumus :

$$P = (A/B) \times 100 \%$$

Keterangan:

P = Persentase daun terserang *S. exigua*

A = Jumlah daun yang terserang *S. exigua*

B = Jumlah daun yang diamati

Efektivitas perlakuan dibandingkan dengan kontrol dan dihitung menggunakan rumus Sivan dan Chet (1986):

$$E=(K-P)/K \times 100 \%$$

Keterangan:

E = Efektivitas

P = Perlakuan

K = Kontrol

b. Intensitas serangan *S. exigua*

Intensitas serangan diamati setiap minggu di mulai dua minggu setelah tanam sampai delapan minggu setelah tanam. Intensitas serangan dihitung menggunakan rumus Rivai (2006) :

$$I = \sum \frac{(n_i \times v_i)}{Z \times N} \times 100 \%$$

Keterangan:

I = Intensitas serangan (%)

n = Jumlah daun dari setiap kategori serangan

v = Nilai kategori skor serangan (Tabel 1)

N = Jumlah daun tanaman yang diamati

Z = Nilai kategori serangan tertinggi

Tabel 1. Indikator dan kriteria skala serangan *S. exigua* (Haryanto *et al.* (2006) dalam Hartono *et al.* (2012)

Skala	Indikator Serangan (Bagian Daun Bergejala)	Kriteria Intensitas
0	0%	Tidak Ada
1	1-25%	Rendah
2	26-50%	Sedang
3	51-75%	Tinggi
4	>75%	Sangat Tinggi

3. Pertumbuhan Tanaman

a. Jumlah daun

Jumlah daun diamati setiap minggu, dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai lima minggu setelah tanam. Sampel untuk pengamatan ini ditentukan sebanyak 10 rumpun pada setiap bedengan masing-masing ulangan dan merupakan sampel tetap sampai akhir pengamatan.

b. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman diamati setiap minggu, dimulai dari dua minggu setelah tanam sampai lima minggu setelah tanam. Sampel untuk pengamatan ini ditentukan sebanyak 10 rumpun pada setiap bedengan masing-masing ulangan dan merupakan sampel tetap sampai akhir pengamatan.

F. Analisis Data

Data pengamatan dianalisis menggunakan uji F (sidik ragam) pada taraf nyata 5%, apabila berbeda nyata maka diuji lanjut menggunakan LSD taraf 5%.

Studi 3. Pengaruh Cendawan *B. bassiana* terhadap Pertumbuhan Bibit Bawang Merah

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Andalas dari bulan Agustus – September 2023.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, kompor listrik, pisau, oven, gelas piala, gelas ukur, batang pengaduk, spatula, mikroskop binokuler, gelas objek, *cover glass*, pinset, jarum ose, cawan petri kaca berukuran 9 cm, lampu bunsen, tabung reaksi, autoclave, *laminar air flow*, *cock borer* dengan ukuran 0,7 cm, *haemocytometer* mikropipet, kamera digital, penggaris, kuas berukuran kecil dan alat-alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih bawang merah varietas Lokananta, media *Sabouroud Dextrosa Agar Yeast* (SDAY), isolat cendawan *B. bassiana* dari batang gandum (TD312), cabai (PB211, PD114), jagung (BbJG) dan serangga walang sangit (BbWS), Tween 80 (0,01 %), kertas label, *wrapping*, plastik, *tissue*, dan tanah steril.

C. Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), masing-masing 6 perlakuan dengan 8 ulangan. Jenis isolat cendawan yang digunakan: BbWS (isolat berasal dari walang sangit), BbJG (isolat berasal dari batang jagung), PD114 (isolat berasal dari daun cabai), TD312 (isolat berasal dari batang gandum), PB211 (isolat berasal dari batang cabai). Adapun perlakuannya adalah :

A = Kontrol (perendaman menggunakan aquades steril)

B = Isolat *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS)

C = Isolat *B. bassiana* dari batang jagung (BbJG)

D = Isolat *B. bassiana* dari daun cabai (PD114)

E = Isolat *B. bassiana* dari batang gandum (TD312)

F = Isolat *B. bassiana* dari batang cabai (PB211)

D. Pelaksanaan

1. Perbanyak Isolat *B. bassiana*

Cendawan *B. bassiana* yang digunakan merupakan koleksi Prof. Dr. Ir. Trizelia, MSi. Cendawan diperbanyak pada media SDAY (*dekstrosa* 40 g, *pepton* 10 g, ekstrak *yeast* 2,5 g, *aquadest* 1 liter, agar 20 g, dan *chloromphenicol* 2 tablet) dengan cara memindahkan biakan murni cendawan seluas 0,7 cm ke dalam cawan petri yang berisi media SDAY, dan diinkubasi pada suhu ruang selama 21 hari sampai konidia cendawan terbentuk dan siap untuk digunakan.

2. Persiapan Suspensi Isolat *B. bassiana*

Konidia isolat cendawan *B. bassiana* diambil pada umur 21 hari dengan cara menambahkan akuades steril sebanyak 10 ml dan tween 80 0,01% sebagai bahan perata ke dalam cawan petri. Seluruh bahan dicampurkan menggunakan

kuas yang berukuran sedang untuk melepaskan konidia, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dihomogenkan dengan vorteks. Untuk memperoleh konidia yang diperlukan, dilakukan pengenceran seri sampai 10^{-3} dan konsentrasi yang digunakan adalah 10^8 konidia/ml.

3. Perendaman Benih Bawang Merah dengan Cendawan *B. bassiana*

Benih bawang merah sebelum diberi perlakuan terlebih dahulu disinfeksi dengan merendam benih dalam larutan NaOCl 2% selama tiga menit selanjutnya benih dicuci sebanyak tiga kali dengan aquades steril. Kemudian benih dikering-anginkan dalam *laminar air flow cabinet*. Selanjutnya benih direndam dalam suspensi konidia *B. bassiana* sesuai masing-masing isolat selama 10 jam. Benih yang telah diberi perlakuan kemudian dikering anginkan selama 20 menit sebelum ditanam. Pada kontrol benih direndam dalam aquades steril yang mengandung 0,05% triton X (Muvea *et al.* 2018).

4. Uji Daya Kecambah Benih

Sebanyak 25 benih/petri yang telah dialas dengan 3 lembar kertas saring yang dilembabkan dengan aquades steril. Selanjutnya benih diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Sebanyak 200 benih digunakan untuk setiap perlakuan. Persentase perkecambahan total dicatat tujuh hari setelah inokulasi.

5. Indeks Vigor

Untuk mengetahui pengaruh perendaman benih dengan *B. bassiana* terhadap indeks vigor bawang, 10 benih disemai di dalam pot yang berisi campuran tanah steril dan pupuk kandang (1:1). Pada percobaan ini digunakan 80 benih untuk setiap perlakuan. Persentase kemunculan bibit dan indeks vigor diukur dan diamati pada 12 hari setelah inokulasi.

6. Tinggi bibit

Untuk menguji pengaruh perendaman benih dengan *B. bassiana* terhadap tinggi bibit, benih yang diinokulasi dan benih kontrol ditanam dalam campuran tanah steril dan pupuk kandang (1:1) di dalam pot. Satu benih bawang merah disemai per pot. Tanaman tidak dipupuk selama percobaan dan dibiarkan tumbuh selama 35 hari. Tinggi bibit diukur pada 35 hari setelah inokulasi. Tinggi bibit bawang merah diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh.

E. Pengamatan

1. Daya Kecambah Benih

Daya kecambah benih diamati dan dihitung setiap hari. Persentase perkecambahan total dicatat tujuh hari setelah inokulasi.

$$P = \frac{\text{Jumlah bibit yang muncul}}{\text{Jumlah benih yang disemaikan}} \times 100\%$$

2. Indeks Vigor

Indeks vigor dihitung dengan menggunakan rumus Abdul Baki dan Anderson (1973) yaitu Indeks vigor = [Rerata panjang akar (cm) + Rerata panjang tunas (cm)] × persentase perkecambahan benih.

3. Tinggi bibit

Tinggi bibit diukur pada 35 hari setelah inokulasi. Tinggi bibit bawang merah diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh.

F. Analisa Data

Data pengamatan dianalisis menggunakan uji F (sidik ragam) pada taraf nyata 5%, apabila berbeda nyata maka diuji lanjut menggunakan LSD taraf 5%.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kolonisasi Cendawan *B. bassiana* pada Tanaman Bawang Merah dan Pengaruhnya terhadap Preferensi dan Biologi *S. exigua*

a. Kolonisasi cendawan *B. bassiana*

Kemampuan kolonisasi kelima isolat cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah. Pada perlakuan kontrol tidak ditemukan cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah. Kemampuan kolonisasi masing-masing isolat *B. bassiana* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah

Umur Tanaman	Perlakuan	Kolonisasi <i>B. bassiana</i> (%)	
		Akar ($\bar{x} \pm SE$)	Daun ($\bar{x} \pm SE$)
30 hsi	BbWS	0,00 \pm 0,00	8,00 \pm 4,89
	TD312	0,00 \pm 0,00	8,00 \pm 4,89
	PB211	0,00 \pm 0,00	8,00 \pm 4,89
	BbJG	0,00 \pm 0,00	4,00 \pm 4,00
	PD114	0,00 \pm 0,00	4,00 \pm 4,00
	Kontrol	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
45 hsi	BbWS	32,00 \pm 13,56 a	60,00 \pm 12,64 a
	TD312	4,00 \pm 4,00 b	16,00 \pm 4,00 b
	PB211	4,00 \pm 4,00 b	12,00 \pm 8,00 b
	BbJG	0,00 \pm 0,00 b	4,00 \pm 4,00 b
	PD114	0,00 \pm 0,00 b	12,00 \pm 8,00 b
	Kontrol	0,00 \pm 0,00 b	0,00 \pm 0,00 b
60 hsi	BbWS	24,00 \pm 7,48 a	32,00 \pm 4,89 a
	TD312	4,00 \pm 4,00 b	12,00 \pm 4,89 bc
	PB211	4,00 \pm 4,00 b	12,00 \pm 4,89 bc
	BbJG	0,00 \pm 0,00 b	0,00 \pm 0,00 c
	PD114	0,00 \pm 0,00 b	20,00 \pm 6,32 ab
	Kontrol	0,00 \pm 0,00 b	0,00 \pm 0,00 c

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa penyebaran cendawan *B. bassiana* tidak merata pada bagian tanaman bawang merah. Kemampuan kolonisasi *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dipengaruhi oleh jenis isolat. Pada umur tanaman

bawang merah 30 hsi, cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi hanya pada bagian daun tanaman. Perbedaan isolat tidak berpengaruh terhadap kemampuan kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada akar dan daun. Pada saat umur tanaman bawang merah 45 hsi, cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi bagian tanaman bawang merah (akar dan daun). Kemampuan kolonisasi antar kelima isolat cendawan *B. bassiana* menunjukkan bahwa isolat BbWS terbaik dibandingkan isolat TD312, PB211, BbJg dan PD114. Persentase kolonisasi isolat BbWS pada akar sebesar 32% dan daun 60%. Pada umur tanaman bawang merah 60 hsi, kemampuan kolonisasi cenderung menurun pada beberapa perlakuan isolat cendawan *B. bassiana*. Kolonisasi akar dan daun tertinggi terdapat pada perlakuan isolat BbWS sebesar 24% dan 32%. Kolonisasi daun pada isolat BbWS berbeda tidak nyata dengan perlakuan PD114 yakni sebesar 20%. Selanjutnya, isolat TD312 dan PB211 mampu mengkolonisasi daun dengan persentase kolonisasi masing-masing sebesar 12%. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah, (a) Akar (BbWS), (b) Daun (TD312), (c) Daun (BbWS).

b. Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan kandungan asam salisilat pada daun tanaman. Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah dengan perlakuan cendawan *B. bassiana* lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol. Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan isolat *B. bassiana* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah yang telah diaplikasikan *B. bassiana*.

Perlakuan	Kadar asam salisilat (ppm)
TD312	5,37 a
PB211	5,13 b
BbWS	4,71 c
PD114	3,82 d
BbJG	3,22 e
Kontrol	2,87 f

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman umbi pada tanaman bawang merah mampu meningkatkan kandungan asam salisilat pada daun tanaman. Kandungan asam salisilat pada daun tanaman bawang merah pada perlakuan isolat TD312 lebih tinggi dibandingkan dengan ke empat isolat lainnya yaitu sebesar 5,37 ppm. Perlakuan isolat TD312 berbeda nyata dengan semua perlakuan. Kandungan asam salisilat terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 2,87 ppm.

c. Preferensi oviposisi imago betina *S. exigua*

1. Jumlah kelompok telur yang diletakkan dan lama stadia telur *S. exigua*

Hasil pengamatan terhadap jumlah kelompok telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan kelima isolat cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi, menunjukkan hasil isolat PB211, TD312, BbJG, dan PD114 berbeda tidak nyata dengan kontrol sedangkan isolat BbWS berbeda nyata dengan kontrol. Pengamatan lama stadia telur *S. exigua* menunjukkan bahwa kelima isolat yang diuji berbeda tidak nyata dengan kontrol. Rata-rata kelompok telur yang diletakkan dan lama stadia telur *S. exigua* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kelompok telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina dan lama stadia telur *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan beberapa isolat *B. bassiana*

Perlakuan	Jumlah kelompok telur ($\bar{x} \pm SE$)	Lama stadia telur ($\bar{x} \pm SE$)
Kontrol	5,28 \pm 0,81 a	2,20 \pm 0,20
PB211	4,12 \pm 0,89 ab	2,20 \pm 0,20
TD312	3,64 \pm 0,94 ab	2,20 \pm 0,20
BbJG	3,56 \pm 0,23 ab	2,20 \pm 0,20
PD114	3,48 \pm 0,44 ab	2,20 \pm 0,20
BbWS	3,44 \pm 0,46 b	2,40 \pm 0,24

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa jumlah kelompok telur yang diletakkan imago *S. exigua* pada perlakuan isolat *B. bassiana* berkisar antara 3,44 – 4,12 /rumpun. Jumlah kelompok telur yang diletakkan imago *S. exigua* terendah terdapat pada perlakuan isolat BbWS yaitu 3,44 \pm 0,46/rumpun. Pengamatan lama stadia telur berbeda tidak nyata pada semua perlakuan yang berkisar antara 2,20 – 2,40 hari.

2. Jumlah telur yang diletakkan dan persentase telur menetas

Berdasarkan jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi, menunjukkan hasil lima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda tidak nyata antar isolat. Pengamatan persentase telur menetas menunjukkan hasil kelima isolat yang diuji berbeda tidak nyata dengan kontrol. Rata-rata jumlah telur yang diletakkan dan persentase telur menetas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor betina *S. exigua* seumur hidupnya dan persentase telur menetas

Perlakuan	Jumlah telur diletakkan (butir)	Telur menetas (%) ($\bar{x} \pm SE$)
Kontrol	40,40 a	19,87 \pm 0,12
PB211	15,80 b	19,65 \pm 0,34
TD312	11,04 b	19,81 \pm 0,18
BbJG	12,80 b	19,71 \pm 0,28
PD114	14,20 b	19,73 \pm 0,26
BbWS	12,20 b	19,80 \pm 0,20

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *S. exigua* seumur hidupnya pada perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* berkisar antara 11,04 – 15,80 butir telur/rumpun. Jumlah telur yang diletakkan pada perlakuan kontrol mencapai 40,40 butir telur/rumpun. Persentase telur menetas pada kontrol yaitu 19,87% sedangkan pada lima isolat yang diuji persentase telur menetas berkisar antara 19,65–19,81%.

d. Pengaruh *B. bassiana* terhadap biologi *S. exigua*

1. Mortalitas larva dan lama stadia larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah

Hasil pengamatan terhadap mortalitas larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan lima isolat cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi, menunjukkan hasil kelima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda tidak nyata antar isolat. Pengamatan lama stadia larva menunjukkan hasil isolat BbWS dan PB211 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan perlakuan isolat TD312, BbJG dan PD114 berbeda tidak nyata dengan kontrol. Persentase mortalitas larva dan lama stadia larva *S. exigua* dapat dilihat pada Tabel 6.

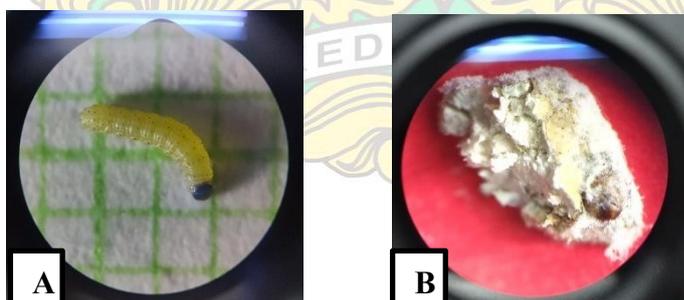
Tabel 6. Mortalitas larva dan lama stadia larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan isolat cendawan *B. bassiana*

Perlakuan	Mortalitas larva (%) ($\bar{x} \pm SE$)	Lama stadia larva ($\bar{x} \pm SE$)
BbWS	100,00 \pm 0,00 a	18,40 \pm 0,40 a
TD312	100,00 \pm 0,00 a	17,20 \pm 0,49 abc
PB211	98,66 \pm 1,33 a	17,40 \pm 0,60 ab
BbJG	97,33 \pm 2,66 a	16,80 \pm 0,58 bc
PD114	97,33 \pm 1,63 a	16,60 \pm 0,40 bc
Kontrol	43,99 \pm 4,98 b	16,00 \pm 0,00 c

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa larva *S. exigua* yang diberi pakan daun bawang merah yang telah diaplikasikan dengan cendawan *B. bassiana* didapatkan hasil mortalitas larva berkisar 97,33 – 100%, sedangkan pada perlakuan kontrol didapatkan hasil mortalitas larva sebesar 43,99%. Pengamatan lama stadia larva terlama terdapat pada isolat BbWS dengan lama stadia 18,40 hari sedangkan pada kontrol 16 hari.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa larva *S. exigua* yang diberi pakan dengan potongan daun bawang merah yang telah diaplikasikan cendawan *B. bassiana* mengalami mortalitas yang ditandai dengan gejala perubahan warna pada larva yang awalnya berwarna hijau muda menjadi hitam kemudian larva mengeras dan kaku seperti mumi dan munculnya miselium berwarna putih pada tubuh larva seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Larva *S. exigua* setelah pemberian pakan daun bawang merah yang telah diaplikasikan *B. bassiana*. (A). larva *S. exigua* (normal), (B). terinfeksi pada hari ke-6.

2. Persentase pupa terbentuk dan lama stadia pupa

Hasil pengamatan terhadap persentase pupa terbentuk dan lama stadia pupa *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan lima isolat cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi, menunjukkan hasil kelima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda tidak nyata antar isolat. Persentase pupa terbentuk dan lama stadia pupa *S. exigua* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase pupa terbentuk dan lama stadia pupa *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan isolat cendawan *B. bassiana*

Perlakuan	Pupa terbentuk (%) ($\bar{x} \pm SE$)	Lama stadia pupa ($\bar{x} \pm SE$)
Kontrol	55,99 ± 4,98 a	5,60 ± 0,24 b
PB211	1,33 ± 1,33 b	6,00 ± 0,00 a
TD312	0,00 ± 0,00 b	6,00 ± 0,00 a
BbJG	2,66 ± 1,63 b	6,00 ± 0,00 a
PD114	2,66 ± 1,63 b	6,00 ± 0,00 a
BbWS	0,00 ± 0,00 b	6,00 ± 0,00 a

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa persentase pupa terbentuk berkisar antara 1,33 – 55,99%. Kelima isolat yang diuji menunjukkan hasil persentase pupa terbentuk berkisar antara 0,00 - 2,66% dan isolat TD312 dan BbWS tidak terbentuknya pupa. Pengamatan lama stadia pupa pada perlakuan semua isolat yang diuji yaitu 6 hari sedangkan pada perlakuan kontrol 5,60 hari.

3. Persentase imago terbentuk dan lama stadia imago

Hasil pengamatan terhadap persentase imago terbentuk dan lama stadia imago *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan lima isolat cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi, menunjukkan hasil kelima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda tidak nyata antar isolat. Persentase imago terbentuk dan lama stadia imago *S. exigua* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase imago terbentuk dan lama stadia imago *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan isolat cendawan *B. bassiana*

Perlakuan	Imago terbentuk (%) ($\bar{x} \pm SE$)	Lama stadia imago (hari)	
		Betina	Jantan
Kontrol	55,99 ± 4,98 a	7,00 ± 0,00	6,00 ± 0,00 a
PB211	1,33 ± 1,33 b	-	1,40 ± 1,4 b
TD312	0,00 ± 0,00 b	-	-
BbJG	2,66 ± 1,63 b	-	1,40 ± 1,4 b
PD114	2,66 ± 1,63 b	-	2,80 ± 1,71 b
BbWS	0,00 ± 0,00 b	-	-

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Ket : (-) Imago tidak terbentuk

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa persentase imago terbentuk pada perlakuan isolat berkisar antara 0,00 – 1,33% sedangkan pada kontrol mencapai 55,99%. Pada perlakuan isolat TD312 dan BbWS tidak terbentuknya imago. Pengamatan stadia imago terlama terdapat pada kontrol dengan lama perkembangan imago betina 7 hari. Kelima isolat yang diuji tidak ada imago betina yang terbentuk. Lama stadia imago jantan pada kontrol yaitu 6 hari sedangkan pada perlakuan berkisar antara 1,40 – 2,80 hari.

4. Jumlah telur yang diletakkan

Pengamatan jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *S. exigua* pada tanaman bawang merah terdapat 41,2 butir telur. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *S. exigua* pada tanaman bawang merah

Perlakuan	Jumlah telur yang diletakkan (butir) ($\bar{x} \pm SE$)
Kontrol	41,2 ± 1,52
PB211	-
TD312	-
BbJG	-
PD114	-
BbWS	-

Ket : (-) Imago betina tidak terbentuk

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa pada perlakuan kontrol terdapat telur dengan rata-rata 41,2 butir telur. Kelima isolat yang diuji tidak ada imago yang dikopulasikan karena imago betina tidak terbentuk.

2. Uji Lapang Aplikasi Cendawan *B. bassiana* dalam Menekan Populasi *S. exigua*

1. Populasi *S. exigua*

a. Jumlah kelompok telur *S. exigua*

Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan pada umbi bawang merah dan penyemprotan daun tanaman bawang merah dapat menurunkan jumlah kelompok telur *S. exigua* dibandingkan dengan kontrol. Kelima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol. Hasil pengamatan rata-rata jumlah kelompok telur *S. exigua* selama 4 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata kelompok telur *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* selama 4 kali pengamatan

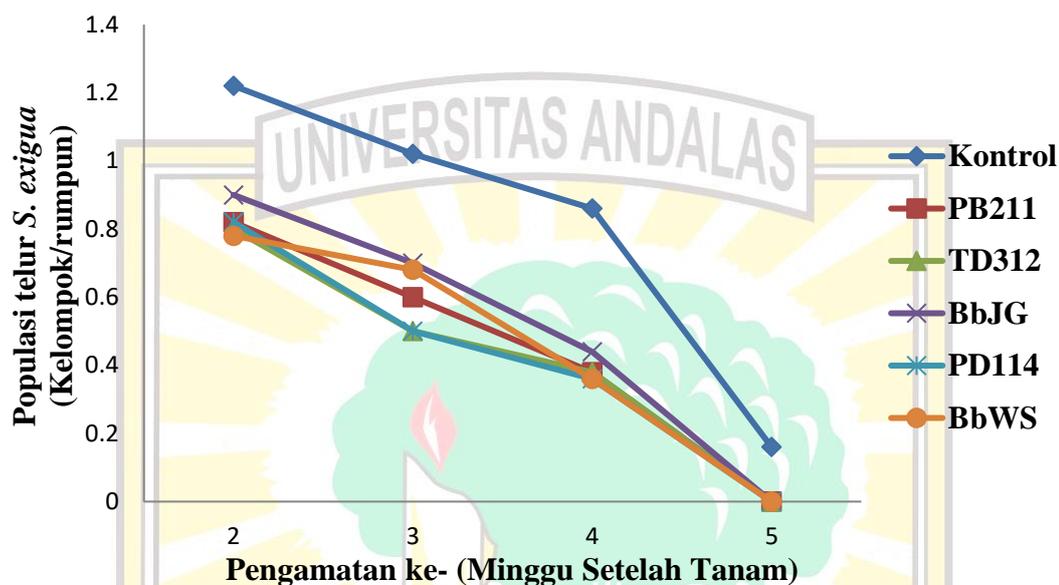
Perlakuan	Kelompok telur <i>S. exigua</i> (rumpun)	
	$(\bar{x} \pm SE)$	
Kontrol	0,84	$\pm 0,23$ a
PB211	0,45	$\pm 0,17$ b
TD312	0,42	$\pm 0,16$ b
BbJG	0,52	$\pm 0,19$ b
PD114	0,42	$\pm 0,16$ b
BbWS	0,44	$\pm 0,25$ b

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada tabel 10 dapat dilihat bahwa rata-rata kelompok telur *S. exigua* pada perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* berkisar antara 0,42-0,45 kelompok telur/rumpun sedangkan pada kontrol mencapai 0,84 kelompok telur/rumpun. Perkembangan jumlah kelompok telur dari pengamatan 2 MST sampai 5 MST mengalami penurunan pada semua perlakuan. Pada pengamatan 2 MST, kelompok telur tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan rata-rata 1,22 kelompok telur/rumpun. Jumlah kelompok telur terendah pada perlakuan isolat BbWS dengan rata-rata 0,78 kelompok telur/rumpun. Pada pengamatan 3 MST sampai 5 MST, kelompok telur menurun pada semua perlakuan. Hasil pengamatan rata-rata jumlah kelompok telur *S. exigua* pada tanaman bawang

merah selama 4 kali pengamatan dapat dilihat pada Gambar 6. Kelompok telur yang diletakkan oleh imago betina *S. exigua* pada tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 7.

3



Gambar 6. Rata-rata jumlah kelompok telur *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol



Gambar 7. Kelompok telur *S. exigua* pada tanaman bawang merah umur 2 MST

b. Jumlah larva *S. exigua*

Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan pada umbi bawang merah dan penyemprotan daun tanaman bawang merah mampu mengurangi perkembangan larva *S. exigua* dibandingkan dengan kontrol. Kelima isolat yang diuji berbeda nyata dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah larva

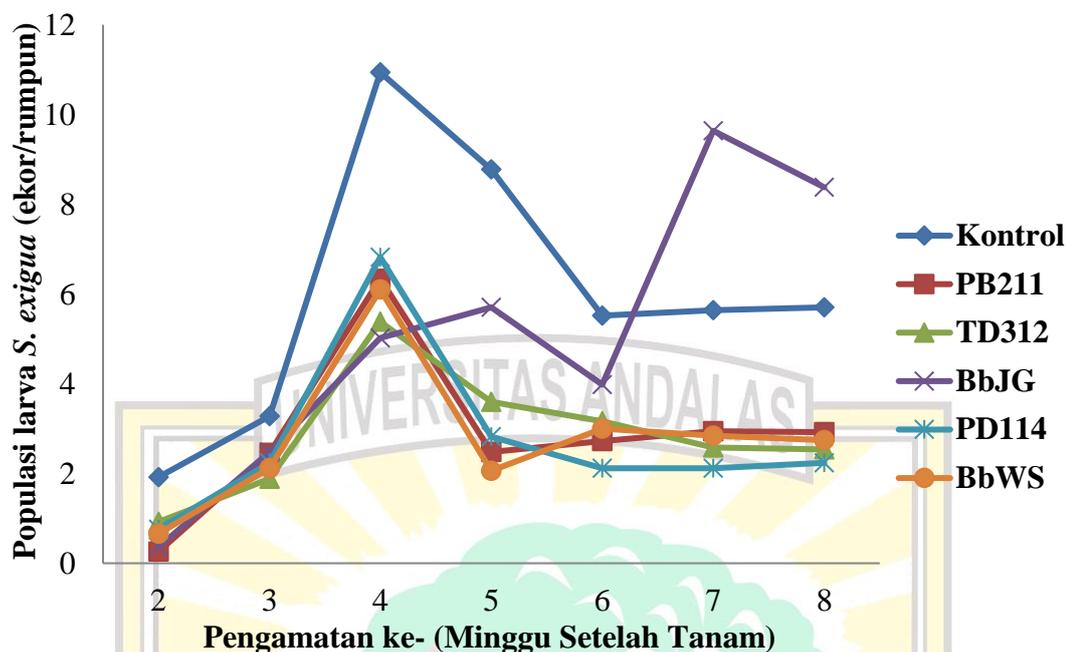
S. exigua pada umur tanaman bawang merah 8 MST (Minggu setelah tanam) bervariasi antar isolat. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata jumlah larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada umur 8 MST

Perlakuan	Rata-rata jumlah larva <i>S. exigua</i> (ekor/rumpun) ($\bar{x} \pm SE$)
Kontrol	5,70 \pm 0,03 b
PB211	2,92 \pm 0,03 c
TD312	2,54 \pm 0,13 cd
BbJG	8,38 \pm 0,37 a
PD114	2,24 \pm 0,16 d
BbWS	2,74 \pm 0,09 cd

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada pengamatan ke 8 MST (Minggu setelah tanam), jumlah larva *S. exigua* tertinggi terdapat pada perlakuan isolat BbJG dengan rata-rata 8,38 ekor/rumpun. Jumlah larva *S. exigua* terendah terdapat pada perlakuan isolat PD114 dengan rata-rata 2,24 ekor/rumpun. Laju perkembangan larva *S. exigua* selama 8 minggu pengamatan mengalami fluktuasi. Pada pengamatan ke 2, 3 dan 4 MST (Minggu setelah tanam) jumlah larva *S. exigua* meningkat, namun pada pengamatan 5, 6, 7 dan 8 MST (Minggu setelah tanam) jumlah larva *S. exigua* cenderung menurun. Pada tanaman bawang merah berumur 4 MST, merupakan jumlah larva *S. exigua* sangat tinggi dengan rata-rata larva pada kontrol 10,94 ekor/rumpun sedangkan pada perlakuan isolat *B. bassiana* larva *S. exigua* berkisar antara 5,02 – 6,82 ekor/rumpun. Perlakuan isolat terbaik dalam menekan perkembangan larva *S. exigua* adalah isolat PD114, TD312 dan BbWS. Hasil pengamatan rata-rata jumlah larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah selama 8 MST dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rata-rata jumlah larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol

2. Tingkat Serangan *S. exigua* pada Tanaman Bawang Merah

a. Persentase daun terserang *S. exigua*

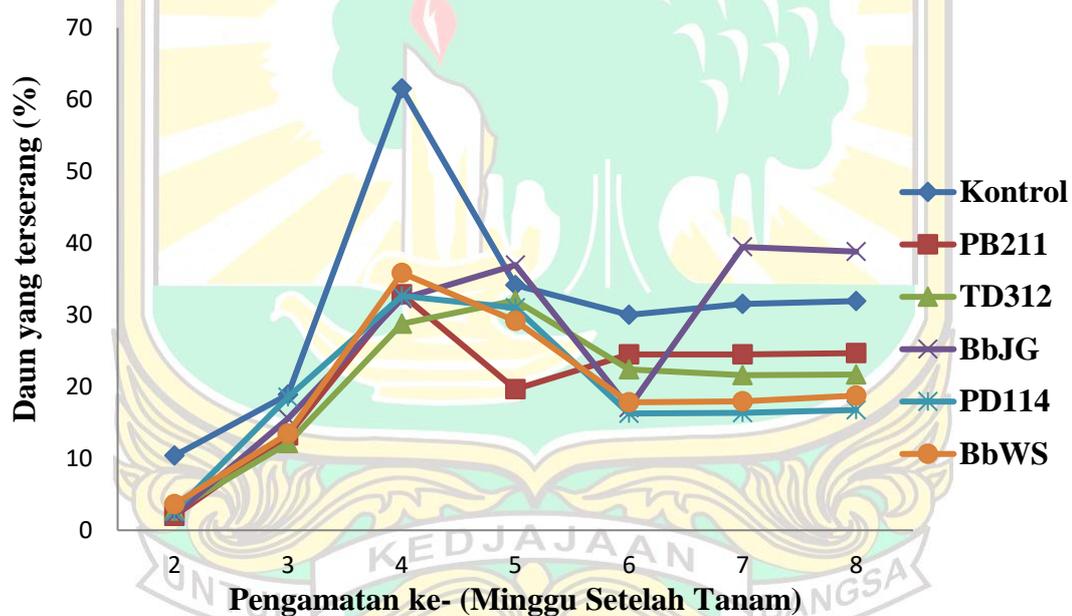
Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi dan penyemprotan daun tanaman bawang merah, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu mengurangi persentase daun terserang dibandingkan dengan kontrol. Hasil pengamatan persentase daun bawang merah yang terserang *S. exigua* pada umur 8 MST (Minggu setelah tanam) dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Persentase daun bawang merah yang terserang *S. exigua* yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada umur 8 MST

Perlakuan	Daun terserang <i>S. exigua</i> (%) ($\bar{x} \pm SE$)	Efektivitas (%)
Kontrol	31,94 \pm 0,61 b	-
PB211	24,69 \pm 0,30 c	22,71
TD312	21,68 \pm 1,49 d	32,13
BbJG	38,83 \pm 0,76 a	-21,52
PD114	16,75 \pm 0,61 e	47,54
BbWS	18,76 \pm 0,90 e	41,27

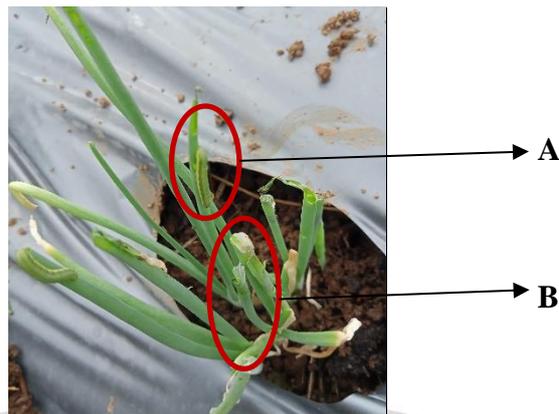
Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa persentase daun terserang *S. exigua* berkisar antara 16,75 - 38,83 %. Persentase daun terserang yang tertinggi terdapat pada perlakuan isolat BbJG dan persentase daun terserang yang terendah terdapat pada perlakuan isolat PD114. Persentase daun terserang selama 8 minggu pengamatan mengalami fluktuasi. Pada pengamatan ke 2, 3 dan 4 MST (Minggu setelah tanam) persentase daun terserang *S. exigua* meningkat, namun pada pengamatan 5, 6, 7 dan 8 MST (Minggu setelah tanam) cenderung menurun. Pada tanaman bawang merah berumur 4 MST, merupakan persentase daun terserang *S. exigua* yang tinggi dengan rata-rata persentase pada kontrol 61,54% sedangkan pada perlakuan isolat *B. bassiana* persentase daun terserang *S. exigua* berkisar antara 28,75- 35,84%. Hasil pengamatan persentase daun terserang *S. exigua* pada tanaman bawang merah selama 8 MST dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Persentase daun bawang merah yang terserang *S. exigua* yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol

Gejala serangan larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah ditandai dengan ujung daun terpotong dan tembus cahaya yang akhirnya daun kering dan jatuh terkulai. Serangan larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tanaman bawang merah yang terserang *S. exigua* pada umur 4 MST (a). Keberadaan larva *S. exigua* pada tanaman bawang merah, (b). Kerusakan akibat serangan *S. exigua*

b. Intensitas serangan *S. exigua*

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi dan penyemprotan daun tanaman bawang merah, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* dapat mengurangi intensitas serangan *S. exigua* dibandingkan dengan kontrol. Cendawan *B. bassiana* dapat menekan intensitas serangan dan menunda gejala serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Hasil pengamatan intensitas serangan *S. exigua* pada umur 8 MST (Minggu setelah tanam) dapat dilihat pada Tabel 13.

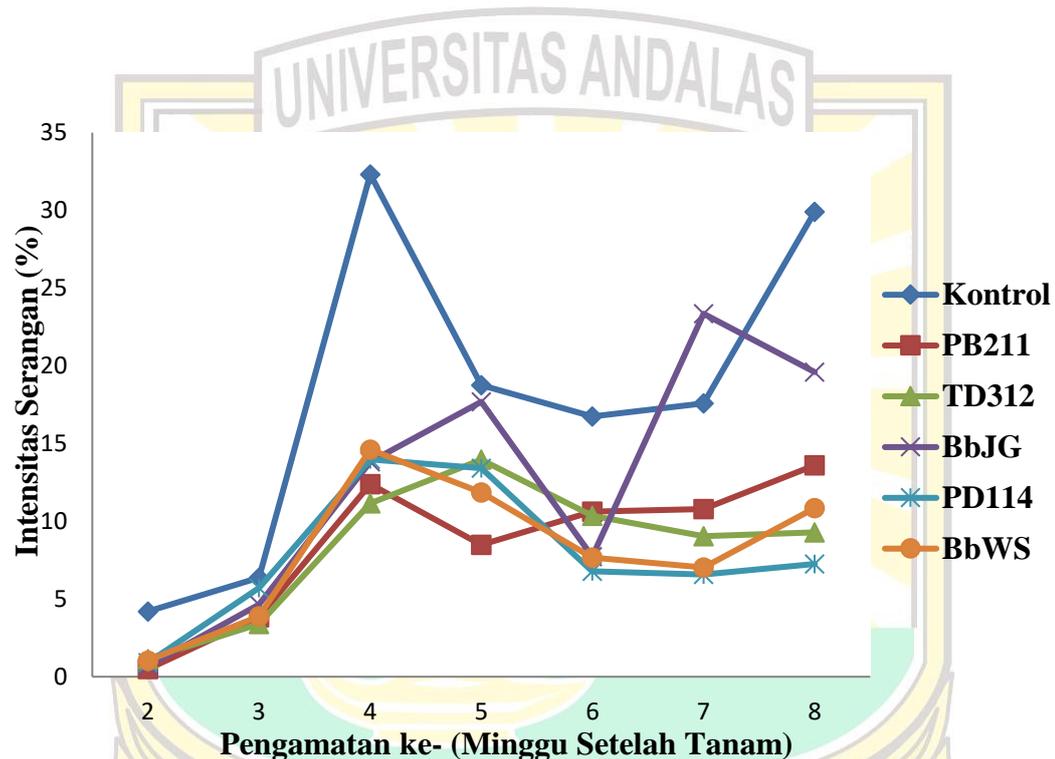
Tabel 13. Intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* umur 8 MST

Perlakuan	Intensitas serangan <i>S. exigua</i> (%) ($\bar{x} \pm SE$)	
Kontrol	29,90 \pm 0,73	a
PB211	13,60 \pm 1,54	c
TD312	9,29 \pm 0,39	de
BbJG	19,59 \pm 0,48	b
PD114	7,25 \pm 0,70	e
BbWS	10,84 \pm 1,43	cd

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa intensitas serangan tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol mencapai 29,90% dan intensitas serangan terendah pada perlakuan isolat PD114 sebesar 7,25%. Intensitas serangan *S. exigua* selama 8 MST mengalami fluktuasi. Pada pengamatan ke 2, 3 dan 4 MST (Minggu setelah tanam) intensitas serangan *S. exigua* meningkat, namun pada pengamatan 5, 6,

dan 7 MST (Minggu setelah tanam) cenderung menurun sedangkan pada pengamatan 8 MST meningkat kembali pada beberapa perlakuan. Pada tanaman bawang merah berumur 4 MST, merupakan intensitas serangan yang tinggi dengan rata-rata intensitas serangan pada kontrol 32,32%. Sedangkan pada perlakuan isolat *B. bassiana* intensitas serangan berkisar antara 11,15 - 14,61%. Hasil pengamatan intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah selama 8 MST dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana*

Cendawan *B. bassiana* dapat menunda persentase intensitas serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah sampai umur tanaman 8 MST. Intensitas serangan *S. exigua* pada perlakuan *B. bassiana* lebih rendah dari perlakuan kontrol. Isolat PD114 dan TD312 yang terbaik dari isolat lainnya dengan intensitas serangan hanya mencapai 7,25% dan 9,29% pada pengamatan ke-8 MST. Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dapat meningkatkan ketahanan tanaman dari serangan *S. exigua*.

3. Pertumbuhan Tanaman

a. Tinggi tanaman bawang merah

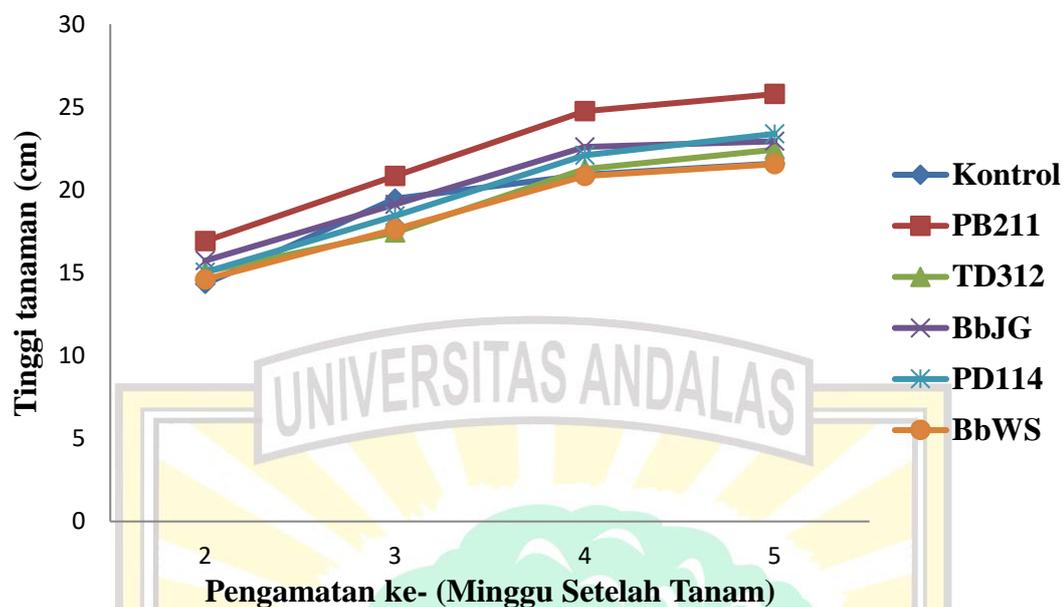
Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi dan penyemprotan daun tanaman bawang merah, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan tinggi tanaman bawang merah. Hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah pada umur 5 MST (Minggu setelah tanam) dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-rata tinggi tanaman bawang yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada umur 5 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) ($\bar{x} \pm SE$)
PB211	25,78 \pm 0,99 a
BbJG	22,93 \pm 0,43 bc
TD312	22,43 \pm 0,24 bc
PD114	23,38 \pm 0,54 b
BbWS	21,55 \pm 0,70 c
Kontrol	21,59 \pm 0,05 bc

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 14 dapat dilihat bahwa perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* PB211 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan pada perlakuan isolat BbJG, TD312, PD114, dan BbWS berbeda tidak nyata dengan kontrol. Rata-rata tinggi tanaman bawang merah yang paling tinggi terdapat pada perlakuan isolat PB211 mencapai 25,78 cm dan yang terendah terdapat pada perlakuan BbWS yaitu 21,55 cm. Pengamatan tinggi tanaman bawang merah selama 5 minggu pengamatan cenderung meningkat pada semua perlakuan. Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman bawang merah selama 5 MST dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Rata-rata tinggi tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol

b. Jumlah daun tanaman bawang merah

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui perendaman umbi dan penyemprotan daun tanaman bawang merah, menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan jumlah daun tanaman bawang merah. Hasil pengamatan jumlah daun tanaman bawang merah pada pengamatan 5 MST (Minggu setelah tanam) dapat dilihat pada Tabel 15.

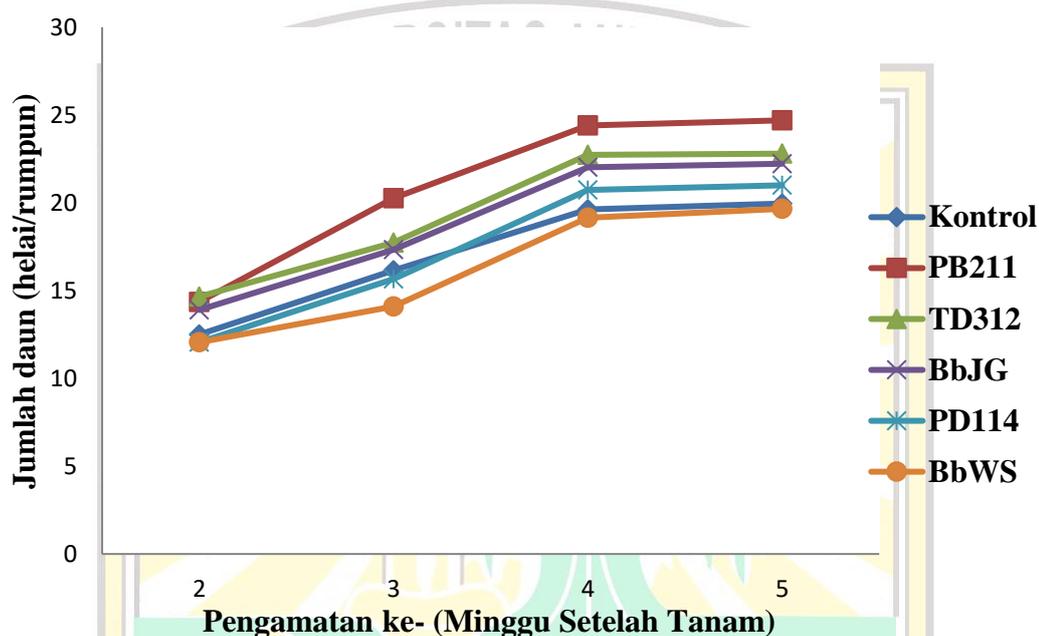
Tabel 15. Jumlah daun tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada umur 5 MST

Perlakuan	Jumlah daun (helai/rumpun) ($\bar{x} \pm SE$)
PB211	24,70 \pm 0,75 a
BbJG	22,23 \pm 1,16 bc
TD312	22,80 \pm 0,78 ab
PD114	21,00 \pm 1,28 bcd
BbWS	19,66 \pm 0,46 d
Kontrol	19,96 \pm 0,88 cd

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* PB211 dan TD312 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan pada perlakuan isolat BbJG, PD114, dan BbWS berbeda tidak nyata dengan kontrol. Rata-rata jumlah

daun tanaman bawang merah yang paling banyak terdapat pada perlakuan isolat PB211 mencapai 24,70 helai/rumpun dan yang terendah terdapat pada perlakuan BbWS yaitu 19,66 helai/rumpun. Pengamatan jumlah daun tanaman bawang merah selama 5 minggu pengamatan cenderung meningkat pada semua perlakuan. Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah selama 5 MST dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol

3. Pengaruh Cendawan *B. bassiana* terhadap Pertumbuhan Bibit Bawang Merah

1. Daya kecambah benih

Aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan perendaman benih bawang merah selama 10 jam menunjukkan bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan perkecambahan benih. Hasil pengamatan perkecambahan benih pada bawang merah dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Persentase perkecambahan benih bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada 7 hsi

Perlakuan	Perkecambahan benih (%) \pm SD
BbWS	85,00 \pm 11,05 a
TD312	84,00 \pm 7,40 a
PD114	83,50 \pm 7,23 a
BbJG	80,50 \pm 7,54 a
PB211	69,00 \pm 8,48 b
Kontrol	65,50 \pm 4,24 b

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Dari Tabel 16 dapat dilihat bahwa perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* BbWS, TD312, PD114 dan BbJG berbeda nyata dengan kontrol sedangkan pada perlakuan isolat PB211 berbeda tidak nyata dengan kontrol. Persentase perkecambahan benih yang tertinggi terdapat pada perlakuan isolat BbWS mencapai 85% dan yang terendah terdapat pada perlakuan isolat PB211 sebesar 69%.

2. Indeks vigor

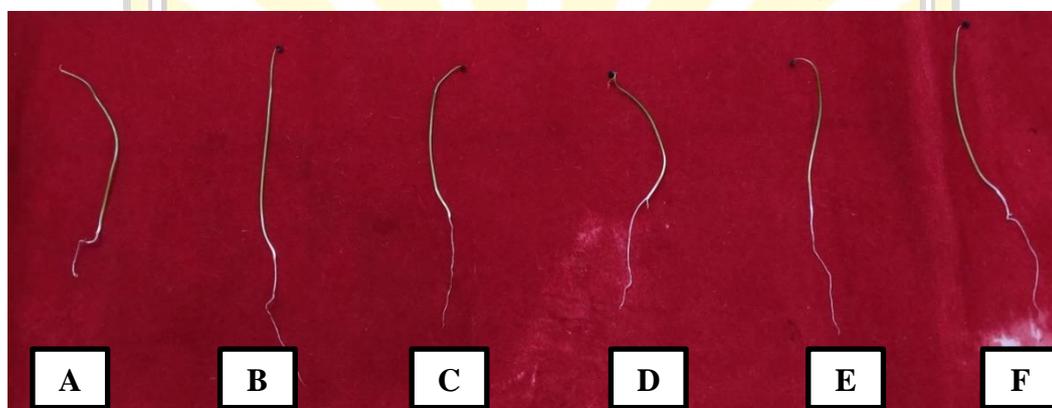
Aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan perendaman benih bawang merah selama 10 jam mampu meningkatkan pertumbuhan bibit bawang merah. Semua isolat *B. bassiana* yang diuji berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit dibandingkan kontrol. Pertumbuhan bibit bawang merah (panjang akar, tinggi tunas dan indeks vigor) setelah benih direndam dengan *B. bassiana* dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Pengaruh inokulasi cendawan *B. bassiana* terhadap pertumbuhan bibit bawang merah pada 12 hari setelah inokulasi

Perlakuan	Rata-rata Panjang akar (cm) \pm SD	Rata-rata Panjang tunas (cm) \pm SD	Indeks Vigor \pm SD
Kontrol	1,84 \pm 0,51 b	2,52 \pm 0,32 c	32,70 \pm 9,75 b
WS	2,35 \pm 0,52 ab	3,94 \pm 1,88 b	55,70 \pm 21,62 a
JG	2,05 \pm 0,80 b	4,33 \pm 0,92 ab	45,97 \pm 9,20 ab
PD114	2,35 \pm 0,58 ab	4,45 \pm 1,00 ab	51,36 \pm 14,63 a
TD312	2,89 \pm 0,69 a	4,79 \pm 0,85 a	54,82 \pm 13,52 a
PB211	2,44 \pm 0,75 ab	4,70 \pm 0,84 ab	55,88 \pm 10,17 a

Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 17 dapat dilihat bahwa semua isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan panjang akar dan panjang tunas serta indeks vigor. Rata-rata panjang akar dan panjang tunas tertinggi terdapat pada perlakuan isolat TD312. Pada pengamatan indeks vigor didapatkan hasil bahwa semua perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan indeks vigor berkisar antara 45,97 – 55,88% dibandingkan dengan kontrol yang mencapai 32,70%. Rata-rata panjang akar dan tunas bibit bawang merah pada umur 12 hsi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Perbandingan panjang akar dan panjang tunas bibit bawang merah pada 12 hari setelah inokulasi (a). Kontrol, (b). *B. bassiana* TD312, (c). *B. bassiana* PB211, (d). *B. bassiana* PD114, (e). *B. bassiana* BbWS, (f). *B. bassiana* BbJG

3. Tinggi bibit

Aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan perendaman benih bawang merah selama 10 jam mampu meningkatkan tinggi bibit bawang merah. Perlakuan isolat BbWS, PD114 dan TD312 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan isolat BbJG dan PB211 berbeda tidak nyata dengan kontrol. Rata-rata tinggi bibit bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada 35 hsi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rata-rata tinggi bibit bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* pada umur 35 hsi

Perlakuan	Tinggi bibit (cm) \pm SD
Kontrol	8,22 \pm 1,56 c
WS	11,06 \pm 1,93 a
JG	8,87 \pm 1,32 bc
PD114	10,18 \pm 1,03 ab
TD312	10,87 \pm 1,74 a
PB211	7,81 \pm 1,51 c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada lajur yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut LSD pada taraf 5%

Pada Tabel 18 dapat dilihat bahwa rata-rata tinggi bibit bawang merah setelah aplikasi cendawan *B. bassiana* melalui perendaman benih berkisar antara 7,81 cm- 11,06 cm sedangkan kontrol mencapai 8,22. Isolat terbaik dalam meningkatkan tinggi bibit tanaman bawang merah adalah isolat BbWS. Tinggi bibit bawang merah pada semua perlakuan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tinggi bibit bawang merah yang diaplikasikan cendawan *B. bassiana* dan kontrol pada umur 35 hsi.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dengan perendaman umbi mampu mengkolonisasi jaringan tanaman bawang merah. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada bagian daun tanaman bawang merah lebih tinggi dibandingkan

pada bagian akar (Tabel 2). Tingginya kolonisasi dibagian daun tanaman diduga adanya nutrisi yang mendukung untuk keberlangsungan hidup dan perkembangan cendawan *B. bassiana*. Keberadaan nutrisi berkaitan dengan fisiologi tanaman, seperti proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat dibutuhkan oleh cendawan untuk kelangsungan hidup. Studi oleh Nuryanti *et al.* (2012) mendapatkan bahwa cendawan *B. bassiana* membutuhkan nutrisi dan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan yang bagus seperti karbohidrat, protein dan vitamin B.

Kolonisasi cendawan *B. bassiana* yang tidak merata pada bagian tanaman bawang merah, dapat disebabkan oleh kepadatan inokulum, metode inokulasi, faktor lingkungan disekitar tanaman seperti suhu, kelembapan dan paparan sinar UV dan kondisi tanaman (fisiologi tanaman, jenis tanaman dan umur tanaman). Baroro (2017) melaporkan bahwa penyebaran cendawan *B. bassiana* yang tidak merata di dalam bagian tanaman kailan disebabkan oleh teknik inokulasi yang berbeda, faktor lingkungan sekitar tanaman dan faktor internal dari dalam jaringan tanaman. Russo *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi tanaman kedelai dengan metode perendaman benih. Kemampuan cendawan *B. bassiana* dalam mengkolonisasi tanaman sangat dipengaruhi oleh fisiologi tanaman. Trizelia *et al.* (2020) melaporkan bahwa kemampuan kolonisasi cendawan endofit *B. bassiana* pada tanaman cabai tertinggi dan banyak dijumpai pada bagian daun tanaman. Wei *et al.* (2020) *B. bassiana* dapat mengkolonisasi akar, batang dan daun tanaman tomat secara acak. Kolonisasi tersebut tidak merata dan kolonisasi daun hanya terdapat pada jaringan mesofil. Saragih *et al.* (2021) melaporkan bahwa cendawan endofit mampu mengkolonisasi akar, batang dan daun cabai. Kemampuan cendawan dalam mengkolonisasi tanaman tergantung pada metode inokulasi cendawan yang diuji.

Kemampuan kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dipengaruhi oleh jenis isolat. Pada umur tanaman 30 hsi, cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah hanya pada bagian daun (Tabel 2). Pada umur tanaman 45 hsi dan 60 hsi cendawan *B. bassiana* mampu mengkolonisasi bagian akar dan daun tanaman bawang merah. Kemampuan kolonisasi cenderung menurun pada umur tanaman 60 hsi. Namun, penurunan

kemampuan kolonisasi cendawan *B. bassiana* tergantung jenis isolat. Hal tersebut terlihat pada hasil pengamatan 60 hsi, kemampuan kolonisasi isolat cendawan *B. bassiana* PD114 pada daun tanaman bawang merah menjadi meningkat. Hal ini diduga bahwa kemampuan cendawan *B. bassiana* untuk hidup dan mengkolonisasi jaringan tanaman berbeda antar jenis isolat. Cendawan *B. bassiana* mampu bertahan mengkolonisasi di bagian daun tanaman bawang merah pada 60 hsi sebesar 32%, sedangkan bagian akar 24%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Saputra (2019) menunjukkan bahwa kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada bagian daun tanaman cabai mampu bertahan pada usia delapan minggu setelah inokulasi dengan persentase 66,7%, dibandingkan pada bagian batang sebesar 13,3%.

Kemampuan cendawan *B. bassiana* dalam mengkolonisasi dan berada di dalam jaringan tanaman dapat mempengaruhi proses pemilihan inang oleh *S. exigua* untuk meletakkan telur dan mengambil nutrisi pada tanaman bawang merah. Hal ini dapat dilihat bahwa inokulasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dengan perendaman umbi mampu mempengaruhi preferensi dari imago betina *S. exigua* untuk meletakkan telur. Jumlah telur yang diletakkan imago *S. exigua* lebih rendah dibandingkan kontrol, namun persentase telur menetas berbeda tidak nyata dengan kontrol. Hal ini diduga bahwa cendawan yang berkembang di dalam jaringan tanaman menghasilkan senyawa yang bersifat repellent sehingga dapat mengganggu preferensi imago betina *S. exigua* untuk melakukan oviposisi. Sejalan dengan hasil penelitian Hendra *et al.* (2022) bahwa keberadaan cendawan *B. bassiana* di dalam jaringan tanaman padi memberikan pengaruh negatif terhadap preferensi oviposisi imago betina WBC. Jumlah telur yang diletakkan imago lebih sedikit pada tanaman padi yang diaplikasi *B. bassiana* dan persentase telur yang menetas juga lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Idreess *et al.* (2021) isolat *B. bassiana* (ZK5) ditemukan dapat mengurangi persentase telur menetas dan perilaku makan pada larva instar pertama, kedua dan ketiga *S. frugiferda*. Schoonhoven *et al.* (2005) menyatakan bahwa tanaman menghasilkan senyawa seskuiterpenoid yang bersifat deterrent dan mampu mempengaruhi serangga herbivora dalam proses pemilihan inang untuk meletakkan telur.

Keberadaan cendawan *B. bassiana* dalam jaringan tanaman bawang merah mampu mempengaruhi makan larva *S. exigua*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi cendawan *B. bassiana* melalui perendaman umbi pada tanaman bawang merah yang dijadikan sebagai pakan larva *S. exigua* dapat menyebabkan mortalitas larva dengan kisaran 97,33 – 100%. Diduga karena cendawan hidup didalam jaringan tanaman inang dan termakan oleh larva. Hal ini menunjukkan bahwa mortalitas serangga akibat *B. bassiana* tidak hanya melalui kutikula tetapi juga dapat melalui infeksi saluran pencernaan. Broome *et al.* (1976) melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* melalui mulut menyebabkan mortalitas larva *Solenopsis richteri* Forel sebesar 84%. Hal ini menunjukkan bahwa *B. bassiana* menginfeksi serangga melalui saluran pencernaan dan spora cendawan *B. bassiana* akan berkecambah 72 jam setelah infeksi. Kemudian, hasil penelitian Wulandari (2024) menunjukkan bahwa aplikasi berbagai isolat cendawan entomopatogen *B. bassiana* melalui perendaman umbi bawang merah dapat menyebabkan mortalitas *S. litura* sebesar 20-48%. Hasibuan *et al.* (2024) melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* pada larva *S. innotata* mampu menyebabkan mortalitas larva mencapai 100%. Infeksi pada tubuh larva menyebabkan peningkatan pH darah, penggumpalan darah dan terhentinya peredaran darah pada larva sehingga larva mati dan tubuh larva terdapat miselium dari *B. bassiana*.

Cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman umbi bawang merah juga dapat memberikan efek negatif pada lama stadia larva *S. exigua* yang menjadi lebih panjang. Hal ini disebabkan karena cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan pada tanaman mengubah kandungan nutrisi makanan sehingga tidak tercukupinya energi untuk pertumbuhan dan perkembangan larva. Hal tersebut menunjukkan bahwa *B. bassiana* memiliki sifat antibiosis yaitu kemampuan menghasilkan senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan hama. Fontana *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa keberadaan cendawan endofit selama proses evolusi memungkinkan tanaman tumbuh lebih baik dan lebih tahan terhadap serangan serangga herbivora, meningkatkan pertumbuhan, ketahanan terhadap cekaman dan menghasilkan

senyawa kimia seperti enzim, alkaloid, hormon dan antibiotik. Senyawa ini dapat menimbulkan toksisitas yang cukup besar terhadap serangga herbivora.

Mortalitas larva berhubungan erat dengan persentase pupa dan imago terbentuk, semakin tinggi mortalitas larva maka persentase pupa dan imago terbentuk semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa inokulasi cendawan *B. bassiana* mampu menghambat pembentukan pupa dan imago. Persentase pupa dan imago terbentuk pada perlakuan kontrol sebesar 56% sedangkan pada perlakuan isolat *B. bassiana* BBJG dan PD114 yaitu sebesar 2,66% dan perlakuan isolat *B. bassiana* BbWS dan TD312 tidak terbentuknya pupa dan imago. Hal ini diduga karena kandungan senyawa toksin yang dikeluarkan oleh cendawan *B. bassiana* mampu mempengaruhi proses perkembangan larva sampai menjadi imago, hal tersebut mempengaruhi persentase imago terbentuk. Sejalan dengan hasil penelitian Mwamburi, (2021) Larva yang diberi pakan pada salah satu varietas tomat yang diinokulasi dengan cendawan *B. bassiana* (BbC1) dan *M. anisopliae* (M150) melalui perendaman akar tidak berkembang menjadi pupa. Hal ini berarti, perkembangan larva tertunda sebagai akibat dari perlakuan cendawan BbC1 atau M150 pada tanaman tomat, sedangkan larva yang diberi pakan tanaman tomat yang tidak diinokulasi cendawan dapat berhasil menjadi pupa setelah 21 hari.

Keberadaan cendawan *B. bassiana* dalam jaringan tanaman bawang merah mampu merubah morfologis dan fisiologis tanaman, sehingga kandungan nutrisi pada tanaman berubah dan dapat mempengaruhi kemampuan serangga untuk makan. Pada hasil pengamatan lama stadia imago *S. exigua* dan imago yang terbentuk (Tabel 8), menunjukkan bahwa lama stadia imago betina pada perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* lebih pendek dibandingkan dengan kontrol. Kemudian, persentase imago terbentuk pada perlakuan cendawan *B. bassiana* didapatkan hanya imago jantan. Hal ini diduga, bahwa nutrisi pada tanaman bawang merah tidak mencukupi dalam perkembangan *S. exigua* sehingga didapatkan imago jantan yang banyak. Pengaruh infeksi cendawan *B. bassiana* tidak hanya bersifat mematikan tetapi juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga dan menurunkan kemampuan reproduksinya. Hasil pengamatan jumlah telur dapat dilihat bahwa aplikasi cendawan *B. bassiana*

mempengaruhi jumlah telur yang diletakan dan infeksi cendawan dapat mempengaruhi generasi selanjutnya pada *S. exigua*.

Kolonisasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah secara fisiologis mempengaruhi ketahanan tanaman secara sistemik yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah senyawa organik yang mudah menguap dan dihasilkan dari daun tanaman bawang merah. Hal ini dapat dilihat bahwa cendawan *B. bassiana* yang diaplikasikan melalui perendaman umbi pada tanaman bawang merah mampu meningkatkan kandungan asam salisilat pada daun tanaman. Secara umum, tanaman bawang merah sudah mampu menghasilkan asam salisilat sendiri, tapi dengan penambahan inokulasi cendawan *B. bassiana* menyebabkan kandungan asam salisilat tersebut meningkat. Kadar asam salisilat menjadi meningkat pada perlakuan inokulasi *B. bassiana* dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Perlakuan isolat TD312 merupakan isolat terbaik dalam meningkatkan kandungan asam salisilat yaitu sebesar 5,37 ppm. Asam salisilat efektif meningkatkan ketahanan tanaman terhadap gangguan dari serangga hama menusuk - menghisap (Schweiger *et al.* 2014). Cendawan endofit melindungi tanaman terhadap serangan serangga, melalui pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat dan etilen (Gao *et al.* 2010).

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui metode perendaman umbi dan aplikasi disemprot langsung dalam kondisi lapang, dapat mengurangi populasi *S. exigua* dan persentase daun yang terserang serta mampu menekan intensitas serangan (Tabel 10, 11, 12 dan 13). Berkurangnya populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah dapat disebabkan oleh kemampuan cendawan *B. bassiana* untuk menetap secara endofit pada tanaman sehingga mampu mempengaruhi ketertarikan imago *S. exigua* untuk hinggap dan mengambil nutrisi pada tanaman bawang merah. Selain itu, tingkat resistensi dan toleransi tanaman inang terhadap serangan serangga menjadi meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan endofit mampu melakukan penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan cendawan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam salisilat, asam jasmonat, dan etilen yang berfungsi sebagai peningkatan ketahanan tanaman (Gao *et al.* 2010).

Cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan imago jantan yang lebih banyak daripada imago betina sehingga tidak terjadinya kopulasi (Tabel 8). Hal tersebut, dapat mengurangi serangan dan populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* PD114 merupakan isolat terbaik yang mampu menekan perkembangan populasi *S. exigua* dan jumlah daun yang terserang *S. exigua*. Hal ini diduga, bahwa kemampuan kolonisasi cendawan *B. bassiana* PD114 meningkat seiring bertambahnya umur tanaman bawang merah (Tabel 2). Secara umum, menetapnya cendawan *B. bassiana* dan bersifat endofit pada tanaman, mampu menekan perkembangan populasi *S. exigua*. Schoonhoven *et al.* (2005) menyatakan bahwa asosiasi antara cendawan endofit dengan tanaman bersifat menguntungkan bagi tanaman karena memberi perlindungan terhadap serangga herbivora dan patogen tanaman. Cendawan mampu memproduksi metabolit aktif sehingga menghalangi serangga untuk makan.

Perkembangan jumlah larva *S. exigua* dan daun yang terserang selama 8 MST (Minggu setelah tanam) mengalami fluktuasi (Gambar 8 dan Gambar 9). Pada pengamatan yang ke 2, 3, dan 4 MST jumlah larva *S. exigua* dan daun yang terserang meningkat namun pada pengamatan 5, 6 dan 7 MST populasi *S. exigua* dan daun yang terserang menurun. Akan tetapi pada perlakuan isolat BbJG mengalami peningkatan populasi dan persentase daun terserang pada pengamatan ke 7 dan 8 MST. Hal ini disebabkan oleh kemampuan isolat BbJG dalam mengkolonisasi jaringan tanaman bawang merah sangat rendah dan kandungan asam salisilat isolat tersebut juga rendah dibandingkan isolat lainnya (Tabel 2 dan 3). Selain pengaruh aplikasi isolat, perkembangan *S. exigua* yang berfluktuasi juga dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti suhu udara. Pada suhu udara yang tinggi *S. exigua* cenderung menunjukkan siklus hidup yang lebih singkat sehingga kepadatan populasi meningkat. Rauf (1999) melaporkan bahwa populasi *S. exigua* akan berbeda pada musim kemarau dan musim hujan. Pada saat musim kemarau, larva *S. exigua* per tanaman dapat mencapai 2619 ekor larva yang dikumpulkan pada 10 bedengan sedangkan pada musim hujan, larva yang terdapat pada tanaman berkisar 70 ekor larva. Hal ini menunjukkan bahwa populasi *S. exigua* meningkat pada saat musim kemarau.

Pada pengamatan intensitas serangan menunjukkan bahwa cendawan *B. bassiana* dapat menekan intensitas serangan dan menunda gejala serangan *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Berdasarkan hasil pengamatan intensitas serangan pada 8 MST didapatkan intensitas serangan *S. exigua* pada semua perlakuan isolat cendawan *B. bassiana* termasuk kategori rendah yang berkisar antara 7,25 – 19,59% sedangkan pada perlakuan kontrol termasuk kategori sedang yang mencapai 29,90%. Hal ini berarti, aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan metode perendaman umbi dan penyemprotan daun mampu mengurangi serangan *S. exigua* karena cendawan *B. bassiana* mampu bertahan pada kondisi lapang. Sejalan dengan hasil penelitian Ain *et al.* (2021) aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dengan metode penyemprotan daun mampu mengurangi populasi *T. tabaci* pada 7-10 hari setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan *B. bassiana* mampu bertahan selama 10 hari pada kondisi lapang.

Aplikasi cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah melalui metode perendaman umbi dan penyemprotan daun mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah (Tabel 14 dan 15). Isolat cendawan *B. bassiana* PB211 merupakan paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah (Gambar 13 dan 14). Terjadinya peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman bawang merah diduga karena cendawan *B. bassiana* bersifat endofit sehingga menghasilkan hormon tumbuh yang mampu memacu pertumbuhan tanaman dan tidak bersifat patogen pada tanaman. Dai *et al.* (2008) menyatakan bahwa cendawan endofit dapat memproduksi zat pengatur tumbuh seperti giberelin, auksin, dan sitokinin. Hasil penelitian Trizelia *et al.* (2020) menunjukkan bahwa perendaman benih cabai dengan *B. bassiana* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman cabai. Kemampuan *B. bassiana* dalam meningkatkan tinggi tanaman diduga karena adanya produksi senyawa zat pengatur tumbuh atau tersedianya unsur hara untuk pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil pengamatan aplikasi cendawan *B. bassiana* melalui metode perendaman benih menunjukkan bahwa cendawan *B. bassiana* mampu meningkatkan daya kecambah benih, panjang akar, panjang tunas, indeks vigor

dan tinggi bibit bawang merah. Perendaman benih bawang merah dengan *B. bassiana* yang diperoleh dari berbagai isolat yang berbeda dapat meningkatkan dan mempercepat perkecambahan dan pertumbuhan bibit bawang merah. Isolat terbaik dalam meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan bibit bawang merah adalah isolat BbWS dan TD312. Terjadinya peningkatan pertumbuhan tanaman bawang merah dapat dipengaruhi oleh fitohormon yang dihasilkan oleh *B. bassiana*.

Kemampuan *B. bassiana* dalam meningkatkan tinggi tanaman, diduga bahwa cendawan *B. bassiana* mengkolonisasi bibit bawang merah dan mampu menetap didalam jaringan tanaman sehingga meningkatkan penyerapan unsur hara dan nutrisi dari tanah. Sejalan dengan hasil penelitian Azadi *et al.* (2016) *B. bassiana* mampu meningkatkan pertumbuhan, panjang akar, berat basah dan berat kering pada bibit tanaman tomat. Saragih *et al.* (2019) bahwa aplikasi jamur *B. bassiana* melalui perendaman benih mampu memacu perkecambahan dan pertumbuhan bibit cabai. Trizelia *et al.* (2020) perendaman benih cabai dengan *B. bassiana* dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman cabai. Kemampuan *B. bassiana* dalam meningkatkan tinggi tanaman diduga karena adanya produksi senyawa zat pengatur tumbuh atau tersedianya unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Namun demikian, peningkatan pertumbuhan tanaman tidak hanya disebabkan oleh isolat *B. bassiana* dan jenis tanaman saja, tetapi juga merupakan interaksi yang kompleks dari berbagai faktor seperti lingkungan, mikroorganisme tanah, dan interaksi tanah dengan tanaman.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Kelima isolat cendawan *B. bassiana* yang diuji mampu mengkolonisasi tanaman bawang merah pada umur tanaman 30 hsi, 45 hsi dan 60 hsi. Isolat terbaik dalam mengkolonisasi jaringan tanaman bawang merah adalah isolat BbWS.
2. Kolonisasi kelima isolat cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah mampu menurunkan jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *S. exigua*. Jumlah telur yang paling sedikit terdapat pada isolat BbWS.
3. Kemampuan kolonisasi kelima isolat cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah dapat mempengaruhi perkembangan larva *S. exigua* sehingga populasi *S. exigua* menurun. Isolat terbaik dalam menekan perkembangan larva *S. exigua* adalah BbWS dan TD312.
4. Kemampuan kolonisasi kelima isolat cendawan *B. bassiana* pada tanaman bawang merah mampu mengurangi serangan *S. exigua* pada kondisi lapang dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Isolat BbWS dan TD312 merupakan isolat yang lebih baik dalam menekan serangan *S. exigua* serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.
5. Kolonisasi cendawan *B. bassiana* juga mampu merubah komposisi biokimia tanaman seperti meningkatnya kadar asam salisilat pada daun tanaman bawang merah sehingga tanaman tahan terhadap serangan *S. exigua*.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan untuk melakukan penelitian di lapangan dengan aplikasi cendawan *B. bassiana* dengan metode perendaman umbi, penyemprotan daun dan penyiraman tanah sehingga didapatkan hasil lebih efektif dan maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Baki A., J . D. Anderson. 1973. Penentuan Vigor Benih Kedelai dengan Beberapa Kriteria. *Crop Science* 13: 630-633.
- Ain, Q., Mohsin, A. U. Naeem, M., dan Shabbir, G. 2021. Effect of Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, on Thrips *tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) Populations in Different Onion Cultivars. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31(97): 1-8.
- Aldini, G. M., Trisyono, Y. A., Wijonarko, A., Witjaksono., dan Putter, H.D. 2020. Farmers' Practices in Using Insecticides to Control *Spodoptera exigua* Infesting Shallot *Allium cepa* var. *aggregatum* in the Shallot Production Centers of Java. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 2(1): 75-81.
- Armi, S. 2017. Kemampuan Kolonisasi Cendawan Endofit *Beauveria bassiana* pada Kacang Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Tingkat Serangan *Lamprosema indicata* (Lepidoptera: Pyralidae). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 46 hal
- Azadi, N., Shirzad, A., Mohammadi, H. 2016. A Study of Some Biocontrol Mechanisms of *Beauveria bassiana* Against Rhizoctonia Disease on Tomato. *Acta Biologica Szegediensis*. 60 (2):119-127
- Bagy, N. M. M., Abdel Rahman, M. A.A., A. A, M., Morsy., dan El-Hagag, G. H. Abou. 2018. Existence of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vullemin as Endophyte on Onion Plants and Its Pathogenicity (In Vitro) Against Onion Thrips, *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thirpdae). *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Science* 2(1): 15-24.
- Baroro, I. 2017. Efikasi *Beauveria bassiana* Balsamo Endofitik pada Tanaman Kailan terhadap *Plutella xylostella* L. [Skripsi]. Malang. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. 55 hal
- BPS Sumatera Barat. 2022. Produksi Tanaman Hortikultura 2020-2021. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat.
- BPTP Jawa Tengah. 2015. Petunjuk Teknis Teknologi Budidaya Bawang Merah Ramah Lingkungan di Kabupaten Tegal. Tim Pendampingan Pengembangan Kawasan Pertanian Tanaman Hortikultura (Bawang Merah) di Jawa Tengah. Ungaran. 25 hal.
- BPTP Aceh. 2019. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Bawang Merah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh. Aceh. 42 hal

- Broome, J. R., Sikorowski P. P., dan Norment B. R. 1976. A Mechanism of Pathogenicity of *Beauveria bassiana* on Larvae of the Imported Fire Ant. *Solenopsis richteri*. *Journal of Invertebrate Pathology* 28: 87-91.
- Capinera, J. L. 2020. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner). *Entomology and Nematology*. University of Florida.
- Dai, C dan L. Xi. 2008. Screening of Endophytic Fungi that Promote the Growth of *Euphorbia Pekinensis*. *Afr J Biotechnol* 7(19): 3505–3510
- Espinoza, F., Vidal, S., Rautenbach, F., Lewu, F., dan Nchu, F. 2019. Effects of *Beauveria bassiana* (Hypocreales) on Plant Growth and Secondary Metabolites of Extracts of Hydroponically Cultivated Chive (*Allium schoenoprasum* L.[Amaryllidaceae]). *J. Heliyon* 5: 1-6
- Flawerina, G. 2021. Penggunaan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. Untuk Pengendalian *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:Aleyrodidae) Pada Tanaman Tomat. [Tesis]. Padang. Program Pascasarjana Universitas Andalas. 83 hal.
- Fontana, D. C., Paula, S. D., Torres, A. G., Souza, V. H. M., Pascholati, S. F., Schmidt, D., dan Neto, D. D. 2021. Endophytic Fungi: Biological Control and Induced Resistance to Phytopathogens and Abiotic Stresses. *Journal Pathogens* 10(570): 1-28.
- Gao, F. K., C H. Dai, dan X. Z. Liu. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. *African Journal of Microbiology Research* 4(13): 1346-1351.
- Gautam, S., Mohankumar, S., dan Kennedy, J. S. 2016. Induced Host Plant Resistance in Cauliflower by *Beauveria bassiana*. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4(2): 476-482.
- Gonzales-Mas, N., Garcia, R. V., Sanchez, F. G., dan Moraga, E. Q. 2021. Effect of Passage Through The Plant on Virulence and Endophytic Behavioural Adaptation in The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana*. *Biological Control* 160: 1-7.
- Hasibuan, S., Simbolon, Z., dan Candra, I. A. 2024. Pathogenicity Efficacy of Entomopathogen Fungus *Beauveria bassiana* Against In Vitro Rice Stem Borer (*Scirpophaga innotata*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 13(2): 441-448.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Jayanti, H., Hasan, N., dan Syakir, M. 2017. Identification and Pathogenicity of Entomopathogenic Fungi for Controlling the Beet Armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *AAB Bioflux*. 9(1): 34-46.

- Hendra, Yolma. 2022. Induksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal) Menggunakan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. [Tesis]. Padang. Program Pascasarjana Universitas Andalas. 136 hal.
- Hendra, Y., Trizelia., dan Syahrawati, M. 2022. Aplikasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Pada Tanaman Padi dan Pengaruhnya Terhadap Preferensi Oviposisi Imago Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal). Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian dan Perikanan. Purwokerto. Universitas Muhammadiyah.
- Idrees, A., Qadir, Z. A., Akutse, K. S., Afzal, A., Hussain, M., Islam, W., Waqas, M. S., Bamisile, B. S., dan Li, J. 2021. Effectiveness of Entomopathogenic Fungi on Immature Stages and Feeding Performance of Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. *Insects* 12(11): 1044.
- Ihsan, A. K., Afifah, L., Sugiarto, dan Kurniati, A. 2023. Virulensi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* Terhadap Wereng Batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stal. *Jurnal Agrotech* 13(1): 63-70.
- Kalshoven L.G.E. 1981. *The Pests of Crops in Indonesia*. Lan PA van der, penerjemah. Jakarta: Ichtiar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari: *De Plagen van de Cultuurgewasseng in Indonesia*.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2014. Laporan Kinerja Perdagangan Komoditas pertanian. Jakarta. KEMENTAN Press.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2021. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Bawang Merah. Bogor. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. 17 hal
- Kusumawati, R., Sahetapy, B., dan Noya, S. H. 2022. Uji Ketertarikan Imago *Spodoptera exigua* Hubner Terhadap Beberapa Perangkap Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* var *ascolonicum*). *Agrologia* 11(1): 59-66.
- Moraga, E. Q. 2020. Entomopathogenic Fungi as Endophytes: Their Broader Contribution to IPM and Crop Production. *Biocontrol Science and Technology*: 1360-0478.
- Muvea, A. M., Subramanian, S., Maniania, N. K., Poehling, H., Ekesi, S., dan Meyhofer, R. 2018. Endophytic Colonization of Onions Induces Resistance Against Viruliferous Thrips and Virus Replication. *Leibniz Universita't Hannover, Hannover, Physiology and Ecology, Nairobi, Kenya* 9(9): 1-9.
- Mwamburi, L. A. 2021. Endophytic Fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, Confer Control of the fall armyworm, (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae), in Two Tomato Varieties. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31(7): 1-6.

- Navasero, M. M., Navasero, M. V., Candano, R. N., dan Panis, W. N. D. 2019. Comparative Life History, Fecundity and Survival of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on *Allium cepa* L. and Other Host Plant In the Philippines. *Philipp Ent* 33(1): 75-86.
- Nuryanti, N. S. P., Wibowo, L., Azis, A. 2012. Penambahan Beberapa Jenis Bahan Nutrisi pada Media Perbanyakan untuk Meningkatkan Virulensi *Beauveria bassiana* Terhadap Hama Walang Sangit. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 12(1): 64-70.
- Palupi, T. dan Alfandi, A. 2018. Pengaruh Jarak Tanam dan Pemetongan Umbi Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Bima brebes. *Agros Wagati Jurnal Agronomi* 6(1): 1-15.
- Rauf, A. 1999. Dinamika Populasi *S. exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae) pada Pertanaman Bawang Merah di Dataran Rendah. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan* 11(2): 39-47.
- Rosmiati, A., Hidayat, C., Firmansyah, E., dan Setiati, Y. 2018. Potensi *Beauveria bassiana* Sebagai Agens Hayati *Spodoptera litura* Fabr Pada Tanaman Kedelai. *Agrikultura* 29(1): 43-47.
- Russo, M. I., Scorsetti, A. C., Vianna, M. F., Allegrucci, N., Ferreri, N. A., Cabello, M. N., Pelizza, S. A. 2019. Effect of Endophytic *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) on Biological, Reproductive Parameters and Food Preference of The Soybean Pest *Helicoverpa gelotopoeon*. *Journal of King Saud University-Science*: 1077-1082.
- Saleh, S., Anshary, A., Made, U., Mahfudz., dan Cyio, M. B. 2021. Application of Mycorrhizae and *Beauveria* in Organic Farming System Effectively Control Leafminers and Enhance Shallot Production. *AgriVita Journal of Agricultural Science* 43(1): 79-88.
- Samadi, B. dan Cahyono, B. 2005. Seri Budidaya Bawang Merah. Intensifikasi Usahatani. Yogyakarta: Kanisius.
- Saputra, R. 2019. Aplikasi Cendawan Endofit untuk Pengendalian *Myzus persicae* Sulz. (Hemiptera : Aphididae) dan Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 73 hal.
- Saragih, M., Trizelia, Nurbailis dan Yusniwati. 2019. Uji Potensi Cendawan Endofit *Beauveria bassiana* Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Unri Conference Series: Agriculture and Food Security* 1: 151-159.
- Saragih, M., Trizelia., Nurbailis., dan Yusniwati. 2021. Aplikasi Cendawan *Beauveria bassiana* Melalui Perendaman Benih dan Pengaruhnya Terhadap Kolonisasi dan Kandungan Klorofil Daun Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Pertanian Tropik* 8(2): 107-116.

- Schweiger R., Heise, A. M., Persicke, M., dan Muller C. 2014. Interactions Between the Jasmonic and Salicylic acid Pathway Modulate the Plant Metabolome and Affect Herbivores of Different Feeding Types. *Plant, Cell dan Enviroment* (37): 1574-1585.
- Schoonhoven, L. M., Loon, J. J. A.V. dan Dicke, M. 2005. *Insect- Plant Biology*. Second Edition. New York: Oxford University Press. 440 p.
- Sharma, A., Sharma, S., dan Yadav, P. K. 2023. Entomopathogenic Fungi and Their Relevance In Sustainable Agriculture: A Review. *Cogent Food and Agriculture* 9: 2180857.
- Shin, T. Y., Lee, M. R., Park, S. E., Lee, S. J. Kim, W. J., dan Kim, J. S. 2020. Pathogenesis Related Genes of Entomopathogenic Fungi. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 105(4): 1-10.
- Sinha, K. K., Choudhary, A. K., dan Kumari, P. 2016. Entomopathogenic Fungi. *Ecofriendly Pest Management for Food Security*. Academic Press: 475-505.
- Smaghe, F., Hart, R. S., Chen, Z. A., dan Mak, M. D. 2023. Biological Control of Arthropod Pests in Protected Cropping by Employing Entomopathogens: Efficiency, Production and Safety. *Biological Control* 186: 105337.
- Suciawati., Saleh, S., Hasriyanty., dan Valentino. 2022. Pengaruh *Beauveria bassiana* dan Mikoriza Terhadap Serangan Ulat Bawang *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Agrotekbis* 10(1): 192-199.
- Sumarni, N. dan Hidayat, A. 2005. *Budidaya Bawang Merah*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 31 hal.
- Tanada, Y. dan Kaya, H. K. 1993. *Insect Pathology*. Tokyo: Academic Press, Inc. 671 p.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill (Deutromycota: Hyphomycetes): Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi, dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). [Disertasi]. Bogor. IPB. 125 hal
- Trizelia., Nelly, N., dan Hendrik, A. M. 2017. Karakterisasi Fisiologi Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan Virulensinya Terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman* 1(1): 10-17.
- Trizelia, Martinius, Reflinaldon. 2020. The Effect of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* Seed Treatment Duration on Seed Germination and Seedling Growth of Chili. *Jerami* 3(1): 25-29.
- Trizelia., Martinius, Reflinaldon, Liswarni, Y., dan Putra, F. S. 2020. Colonization of *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill on chili (*Capsicum*

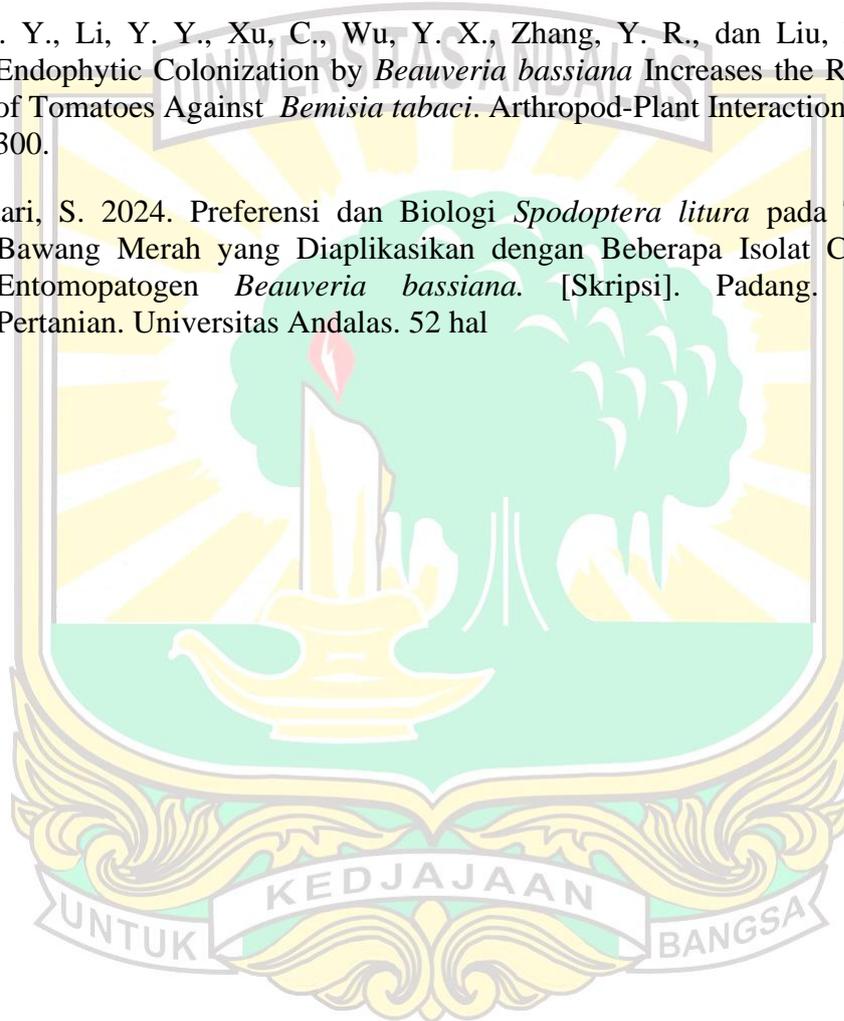
annum) and its effect on populations of *Myzus persicae*. J. Biopesticides 13(2): 40-46.

Triwidodo, H. dan Tanjung, M. H. 2020. Hama Penyakit Utama Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) dan Tindakan Pengendalian di Brebes, Jawa Tengah. Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi 13(2): 149-154.

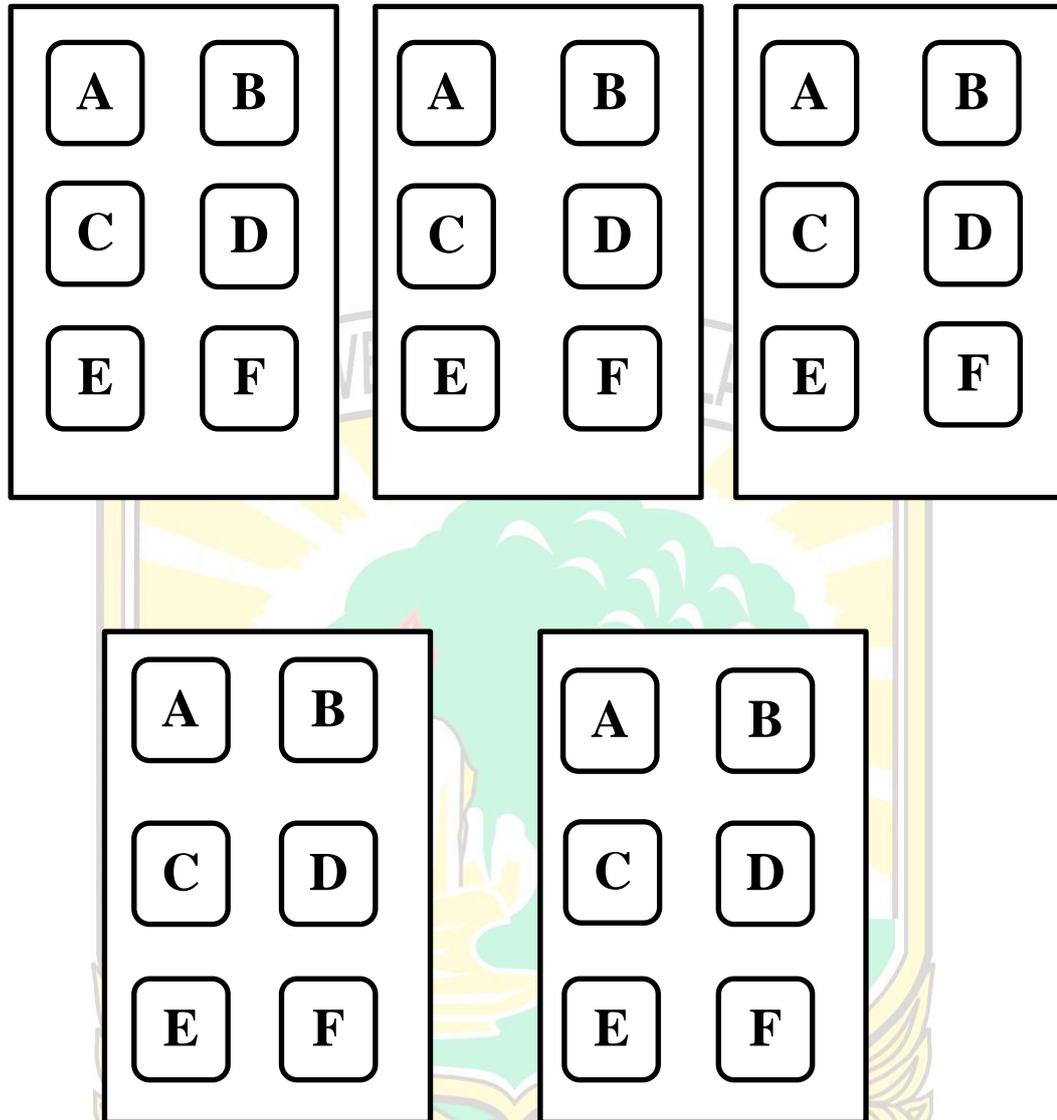
Vidal, S., dan Tefera T. 2009. Effect Inoculation Method and Plant Growth Medium on Endophytic Colonization Of Sorghum By Entomophatogenic Fungus *Beauveria bassiana*. Bio Control 54 : 663-669

Wei, Q. Y., Li, Y. Y., Xu, C., Wu, Y. X., Zhang, Y. R., dan Liu, H. 2020. Endophytic Colonization by *Beauveria bassiana* Increases the Resistance of Tomatoes Against *Bemisia tabaci*. Arthropod-Plant Interaction 14: 289-300.

Wulandari, S. 2024. Preferensi dan Biologi *Spodoptera litura* pada Tanaman Bawang Merah yang Diaplikasikan dengan Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. 52 hal



Lampiran 2. Denah Rancangan Penelitian Uji Preferensi Oviposisi Imago Betina *S. exigua* menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK)



Keterangan:

- A = Kontrol (perendaman menggunakan aquades steril)
- B = Isolat *B. bassiana* dari walang sangit (BbWS)
- C = Isolat *B. bassiana* dari batang jagung (JG)
- D = Isolat *B. bassiana* dari daun cabai (Pd114)
- E = Isolat *B. bassiana* dari batang gandum (Td312)
- F = Isolat *B. bassiana* dari batang cabai (Pb211)

Lampiran 3. Denah Rancangan Penelitian Pengaruh *B. bassiana* terhadap Biologi *S. exigua* di Laboratorium menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL)

A1	B4	C6	D3	E5	F2
B5	C1	D4	E6	A2	F3
C4	D1	E5	F3	B6	A2
D2	E5	A4	B6	F3	C1
E3	A4	B5	C2	D1	F6

Keterangan:

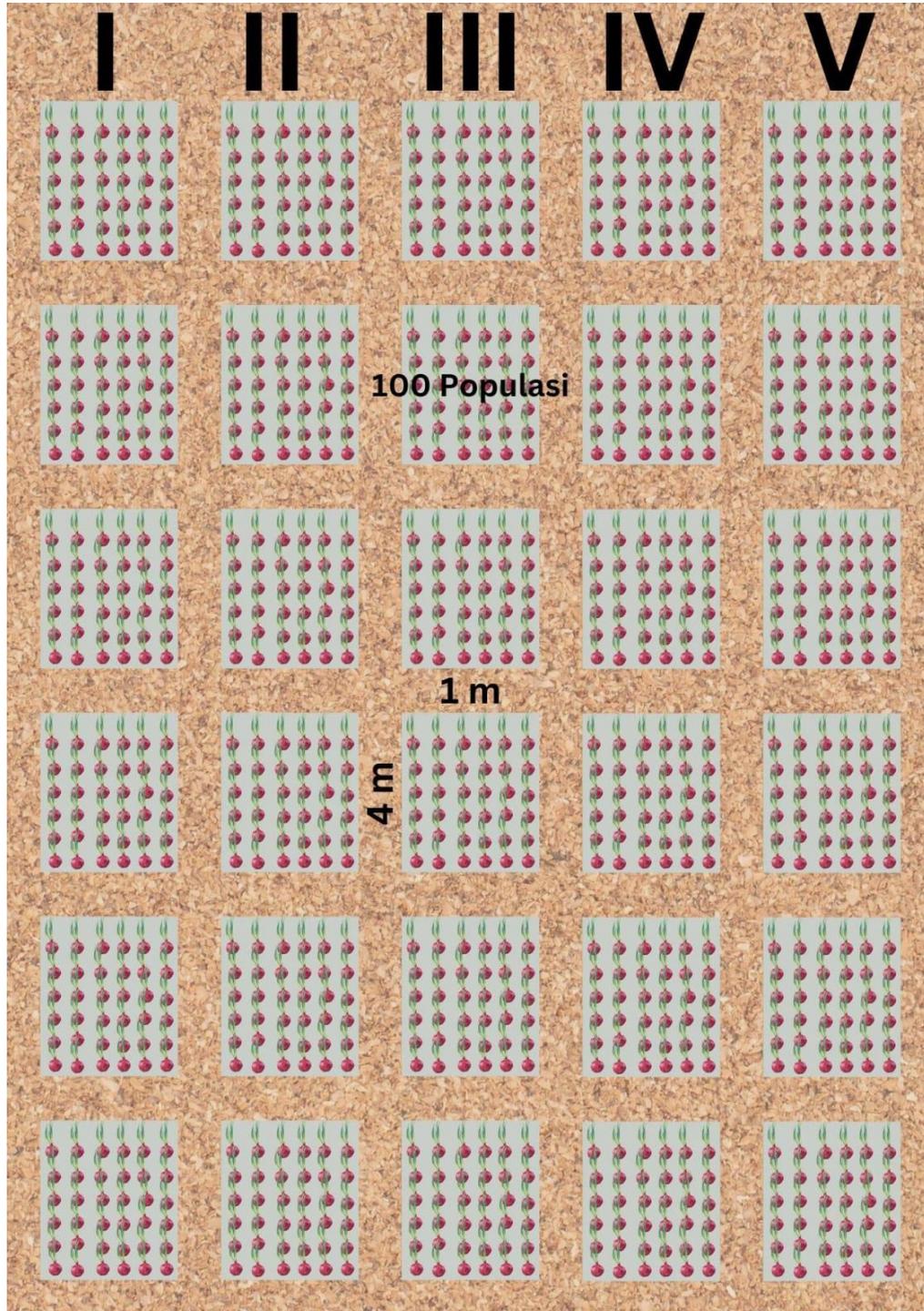
A, B, C, D, E, F = Perlakuan

1, 2, 3, 4, 5 = Ulangan

 = Kotak plastik



Lampiran 4. Denah Rancangan Penelitian Uji Lapang Aplikasi Cendawan *B. bassiana* dalam Menekan Populasi *S. exigua* di Daerah Endemik menurut Rancangan Acak Kelompok (RAK)



Lampiran 5. Pembuatan media *Sabouraud Dextrosa Agar Yeast*

A. Alat dan Bahan

Dalam pembuatan media SDAY, alat-alat yang digunakan adalah gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk, dan *autoclave*. Bahan-bahan yang digunakan adalah dextrosa 40 gr, pepton 10 gr, ekstrak yeast 2,5 gr, aquadest 1 liter, agar 20 gr, dan *chloramphenicol* 2 tablet.

B. Cara Pembuatan

Masukkan dextrosa, pepton, ekstrak yeast, agar, *chloramphenicol*, dan aquadest 1 liter ke dalam gelas piala. Panaskan medium diatas kompor listrik sampai mendidih. Setelah mendidih media disalin ke dalam botol penyimpanan. Kemudian disterilkan menggunakan *autoclave*.



Lampiran 6. Pembuatan media *Oat Mealt Agar*

A. Alat dan Bahan

Dalam pembuatan media OMA, alat-alat yang digunakan adalah gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, batang pengaduk, *autoclave*. Bahan-bahan yang digunakan adalah ekstrak oat meal agar 72,5 gr, CTAB 0,6 gr, *chloramphenicol* 2 tablet dan aquadest 1 liter.

B. Cara Pembuatan

Masukkan ekstrak oat meal agar, CTAB, *chloramphenicol*, dan aquadest 1 liter ke dalam gelas piala. Panaskan medium diatas kompor listrik sampai mendidih. Setelah mendidih salin media ke dalam botol penyimpanan. Kemudian disterilkan menggunakan *autoclave*.



Lampiran 7. Tabel Sidik Ragam

Kolonisasi pada daun umur 30 hsi

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	266.67	53.3333	0.62	0.6892
Galat	24	2080.00	86.6667		
Total	29	2346.67			

Kolonisasi pada akar umur 45 hsi

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	3946.67	789.333	4.39	0.0056
Galat	24	4320.00	180.000		
Total	29	8266.67			

Kolonisasi pada daun umur 45 hsi

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	11786.7	2357.33	8.84	0.0001
Galat	24	6400.0	266.67		
Total	29	18186.7			

Kolonisasi pada akar umur 60 hsi

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	2186.67	437.333	5.96	0.0010
Galat	24	1760.00	73.333		
Total	29	3946.67			

Kolonisasi pada daun umur 60 hsi

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	3746.67	749.333	8.03	0.0001
Galat	24	2240.00	93.333		
Total	29	5986.67			

Jumlah kelompok telur yang diletakkan

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	19.0213	4.75533	1.35	0.2837
Perlakuan	5	12.6080	2.52160		
Galat	20	37.2987	1.86493		
Total	29	68.9280			

Jumlah telur yang diletakkan

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	145.10	36.275	22.24	0.0000
Perlakuan	5	3148.78	629.756		
Galat	20	566.37	28.319		
Total	29	3860.25			

Persentase telur menetas

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.74335	0.18584	0.10	0.9907
Perlakuan	5	0.16404	0.03281		
Galat	20	6.48353	0.32418		
Total	29	7.39092			

Mortalitas larva

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12489.0	2497.79	82.2	0.0000
Galat	24	729.2	30.38		
Total	29	13218.2			

Persentase pupa terbentuk

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12486.0	2497.19	82.3	0.0000
Galat	24	728.4	30.35		
Total	29	13214.4			

Persentase imago terbentuk

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12486.0	2497.19	82.3	0.0000
Galat	24	728.4	30.35		
Total	29	13214.4			

Lama stadia telur

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	1.86667	0.46667	0.20	0.9587
Perlakuan	5	0.16667	0.03333		
Galat	20	3.33333	0.16667		
Total	29	5.36667			

Lama stadia larva

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12486.0	2497.19	82.3	0.0000
Galat	24	728.4	30.35		
Total	29	13214.4			

Lama stadia pupa

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12486.0	2497.19	82.3	0.0000
Galat	24	728.4	30.35		
Total	29	13214.4			

Lama hidup imago jantan

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	5	12486.0	2497.19	82.3	0.0000
Galat	24	728.4	30.35		
Total	29	13214.4			

Jumlah kelompok telur 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.01533	0.00383	49.06	0.0000
Perlakuan	5	0.69500	0.13900		
Galat	20	0.05667	0.00283		
Total	29	0.76700			

Jumlah kelompok telur 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.05000	0.01250	13.02	0.0000
Perlakuan	5	0.93067	0.18613		
Galat	20	0.28600	0.01430		
Total	29	1.26667			

Jumlah kelompok telur 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.01800	0.00450	26.46	0.0000
Perlakuan	5	0.96567	0.19313		
Galat	20	0.14600	0.00730		
Total	29	1.12967			

Jumlah kelompok telur 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.00200	0.00050	42.67	0.0000
Perlakuan	5	0.10667	0.02133		
Galat	20	0.01000	0.00050		
Total	29	0.11867			

Jumlah larva 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.3380	0.08450	3.97	0.0116
Perlakuan	5	8.8707	1.77413		
Galat	20	8.9460	0.44730		
Total	29	18.1547			

Jumlah larva 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	2.9287	0.73217	3.54	0.0188
Perlakuan	5	5.7910	1.15820		
Galat	20	6.5473	0.32737		
Total	29	15.2670			

Jumlah larva 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	1.123	0.2808	30.97	0.0000
Perlakuan	5	115.099	23.0197		
Galat	20	14.865	0.7432		
Total	29	131.087			

Jumlah larva 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	3.219	0.8047	56.94	0.0000
Perlakuan	5	165.096	33.0192		
Galat	20	11.597	0.5799		
Total	29	179.912			

Jumlah larva 6 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	1.2433	0.31083	30.54	0.0000

Perlakuan	5	35.7377	7.14753
Galat	20	4.6807	0.23403
Total	29	41.6617	

Jumlah larva 7 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.042	0.0105	451.16	0.0000
Perlakuan	5	210.015	42.0029		
Galat	20	1.862	0.0931		
Total	29	211.919			

Jumlah larva 8 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	0.725	0.1812	151.30	0.0000
Perlakuan	5	150.063	30.0125		
Galat	20	3.967	0.1984		
Total	29	154.755			

Persentase daun terserang 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	16.597	4.1493	7.37	0.0005
Perlakuan	5	244.877	48.9755		
Galat	20	132.862	6.6431		
Total	29	394.336			

Persentase daun terserang 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	58.773	14.6933	3.12	0.0305
Perlakuan	5	207.969	41.5939		
Galat	20	266.526	13.3263		
Total	29	533.268			

Persentase daun terserang 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	25.83	6.458	139.45	0.0000
Perlakuan	5	3648.74	729.748		
Galat	20	104.66	5.233		
Total	29	3779.23			

Persentase daun terserang 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
------------------	----	----	----	---	---

Blok	4	11.557	2.889	61.04	0.0000
Perlakuan	5	881.740	176.348		
Galat	20	57.781	2.889		
Total	29	951.078			

Persentase daun terserang 6 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	6.560	1.640	44.97	0.0000
Perlakuan	5	714.304	142.861		
Galat	20	63.533	3.177		
Total	29	784.396			

Persentase daun terserang 7 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	9.70	2.425	88.93	0.0000
Perlakuan	5	1939.86	387.971		
Galat	20	87.26	4.363		
Total	29	2036.81			

Persentase daun terserang 8 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	10.58	2.646	90.20	0.0000
Perlakuan	5	1781.37	356.275		
Galat	20	78.99	3.950		
Total	29	1870.95			

Intensitas serangan 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	2.7432	0.68580	8.92	0.0001
Perlakuan	5	48.2279	9.64558		
Galat	20	21.6220	1.08110		
Total	29	72.5931			

Intensitas serangan 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	9.4857	2.37141	4.61	0.0058
Perlakuan	5	34.9713	6.99426		
Galat	20	30.3269	1.51635		
Total	29	74.7839			

Intensitas serangan 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	9.4857	2.37141	4.61	0.0058
Perlakuan	5	34.9713	6.99426		
Galat	20	30.3269	1.51635		
Total	29	74.7839			

Intensitas serangan 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	85.755	21.4388	16.55	0.0000
Perlakuan	5	358.139	71.6279		
Galat	20	86.557	4.3279		
Total	29	530.452			

Intensitas serangan 6 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	3.076	0.7689	34.67	0.0000
Perlakuan	5	335.395	67.0790		
Galat	20	38.699	1.9349		
Total	29	377.170			

Intensitas serangan 7 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	16.62	4.154	79.02	0.0000
Perlakuan	5	1117.34	223.467		
Galat	20	56.56	2.828		
Total	29	1190.51			

Intensitas serangan 8 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	4	14.47	3.616	68.87	0.0000
Perlakuan	5	1774.92	354.983		
Galat	20	103.09	5.154		
Total	29	1892.47			

Tinggi tanaman 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	0.2511	0.12555	2.02	0.1604
Perlakuan	5	13.0376	2.60752		
Galat	10	12.8832	1.28832		
Total	17	26.1718			

Tinggi tanaman 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	11.2846	5.64232	1.50	0.2745
Perlakuan	5	24.1608	4.83217		
Galat	10	32.3040	3.23040		
Total	17	67.7494			

Tinggi tanaman 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	15.4285	7.71427	4.08	0.0279
Perlakuan	5	32.9044	6.58089		
Galat	10	16.1166	1.61166		
Total	17	64.4496			

Tinggi tanaman 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	2.4337	1.21684	7.57	0.0035
Perlakuan	5	36.8873	7.37746		
Galat	10	9.7422	0.97422		
Total	17	49.0632			

Jumlah daun 2 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	1.2678	0.63389	2.02	0.1618
Perlakuan	5	21.1161	4.22322		
Galat	10	20.9589	2.09589		
Total	17	43.3428			

Jumlah daun 3 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	8.5511	4.2756	5.64	0.0100
Perlakuan	5	66.3378	13.2676		
Galat	10	23.5222	2.3522		
Total	17	98.4111			

Jumlah daun 4 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	11.4633	5.7317	5.00	0.0149
Perlakuan	5	59.1517	11.8303		
Galat	10	23.6700	2.3670		
Total	17	94.2850			

Jumlah daun 5 MST

Sumber Keragaman	DF	SS	MS	F	P
Blok	2	14.7511	7.3756	6.58	0.0059
Perlakuan	5	54.3561	10.8712		
Galat	10	16.5289	1.6529		
Total	17	85.6361			

Lampiran 8. Analisis Kandungan Asam salisilat

TD312

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.092	7550055	595552	5.412

TD312

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.082	7440015	582760	5.354

TD312

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.082	7481357	592013	5.376

PB211

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.089	7024447	557889	5.138

PB211

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.074	7020875	555660	5.136

PB211

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.082	7009789	556339	5.130

BbWS

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.080	6212277	491982	4.714

BbWS

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.072	6250295	495307	4.734

BbWS

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.095	6192894	491736	4.704

PD114

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.055	4514093	256352	3.828

PD114

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	3.986	4530543	243473	3.837

PD114

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.055	4514093	256352	3.828

BbJG

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.193	3362284	209302	3.228

BbJG

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.154	3355058	183052	3.224

BbJG

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.100	3377793	164257	3.236

Kontrol

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.102	2685560	217942	2.875

Kontrol

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.207	2701813	215922	2.883

Kontrol

ID#	Name	Ret.time	Area	Height	Conc.
1	RT4.127	4.210	2659270	188846	2.861

