

**POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Fusarium* sp.
SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN
UJI FITOTOKSISITASNYA PADA TANAMAN CABAI
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**ALYA FAYZA
NPM 2054121011**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Fusarium* sp.
SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN
UJI FITOTOKSISITASNYA PADA TANAMAN CABAI
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Oleh

ALYA FAYZA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Fusarium* sp. SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN UJI FITOTOKSISITASNYA PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)

Oleh

ALYA FAYZA

Keberadaan gulma dalam pertanian, termasuk di pertanian perkotaan, menjadi salah satu faktor penghambat produksi tanaman. Umumnya gulma dikendalikan dengan herbisida sintetik. Namun, penggunaan herbisida sintetik secara terus-menerus dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, resistensi gulma, dan kerusakan tanah. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan herbisida yang ramah lingkungan. Berbagai jamur dilaporkan memiliki potensi untuk mengendalikan gulma (bioherbisida). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. sebagai herbisida pada gulma *A. gangetica* dan mengetahui fitotoksisitas metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit (*C. frutescens* L.). Penelitian dilaksanakan dari Januari sampai Mei 2024 di Laboratorim Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah: metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1, metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2, dan kontrol (tanpa aplikasi metabolit) sebagai pembanding. Penelitian terdiri atas peremajaan dan produksi metabolit sekunder *Fusarium* sp., uji pratumbuh, uji pascatumbuh, dan uji pelukaan. Hasil penelitian pada gulma *A. gangetica* menunjukkan bahwa metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. mampu menghambat perkecambahan sampai 98% dan menyebabkan nekrosis pada daun, namun tidak menghambat pertumbuhan. Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. tidak fitotoksik terhadap tanaman cabai rawit.

Kata kunci: *A. gangetica*, cabai rawit, *Fusarium* sp., gulma, metabolit jamur

ABSTRACT

THE POTENTIAL OF SECONDARY METABOLITES FROM FUSARIUM SP. AS A HERBICIDE AGAINST *Asystasia gangetica* AND THEIR PHYTOTOXICITY ON CHILI PEPPER (*Capsicum frutescens* L.).

By

ALYA FAYZA

*The presence of weeds in agriculture, including urban farming, is a significant limiting factor for crop production. Generally, weeds are controlled using synthetic herbicides. However, the continuous use of synthetic herbicides can lead to environmental pollution, weed resistance, and soil degradation. Therefore, there is a need to develop environmentally friendly herbicides. Various fungi have been reported to possess the potential for weed control (bioherbicides). This study aims to evaluate the potential of secondary metabolites from *Fusarium* sp. as herbicides against the weed *A. gangetica* and to assess the phytotoxicity of these secondary metabolites on chili pepper plants (*C. frutescens* L.). The research was conducted from January to May 2024 at the Plant Disease Science Laboratory and Greenhouse, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung. The study employed a completely randomized design (CRD) with three treatments and five replications. The treatments in this study included: secondary metabolites from *Fusarium* sp. 1, secondary metabolites from *Fusarium* sp. 2, and a control (without the application of metabolites) as a comparison. The research comprised rejuvenation and production of secondary metabolites from *Fusarium* sp., pre-germination tests, post-germination tests, and wound tests. The results indicated that the secondary metabolites from *Fusarium* sp. were able to inhibit the germination of *A. gangetica* by up to 98% and caused necrosis in the leaves, although they did not inhibit growth. The secondary metabolites from *Fusarium* sp. were not phytotoxic to chili pepper plants.*

Keywords: *A. gangetica*, chilli pepper, fungal metabolites, *Fusarium* sp., weed

Judul Skripsi : **POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR
Fusarium sp. SEBAGAI HERBISIDA GULMA
Asystasia gangetica DAN UJI
FITOTOKSISITASNYA PADA TANAMAN
CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Nama Mahasiswa : **Alya Fayza**

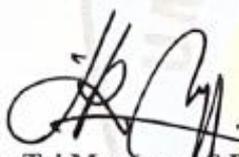
Nomor Pokok Mahasiswa : 2054121011

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

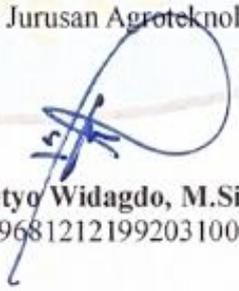
MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,


Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP 198002082005011002


Purba Sanjaya, S.P., M.Si.
NIP 198805112019031012

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,


Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si



Sekretaris : Purba Sanjaya, S.P., M.Si



Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Rugayah, M.P.



2. Ketua Kota Pertanian
KEMENTERIAN PERTANIAN
UNIVERSITAS LAHONG
Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196111181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Oktober 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Fusarium* sp. SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN UJI TOKSISITASNYA PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Oktober 2024
Penulis,



Alya Fayza
NPM 2054121011

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bandar Lampung pada 15 Maret 2002. Penulis ini merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak M. Arjun dan Ibu Triana. Penulis telah menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Siti Manggopoh pada 2007-2008, pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Palapa pada 2008-2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP IT Fitrah Insani pada 2014-2017, Sekolah Menengah Atas (SMA) di MAN 2 Bandar Lampung pada 2017-2020, pada 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung dengan Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian.

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jaga Raga, Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat pada periode I 2023. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Rempah, Obat, dan Aromatik (BSIP TROA), Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor pada 2023. Selama menempuh pendidikan, penulis pernah mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yaitu Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM) di Universitas Bosowa, Makassar, Sulawesi Selatan. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Dasar-dasar Agronomi Jurusan Proteksi Tanaman, Kimia Dasar Jurusan Teknologi Pertanian, Teknologi Produksi Tanaman Pangan Jurusan Agroteknologi, Produksi Tanaman Pangan Jurusan Agronomi dan Hortikultura, dan Teknologi Pengendalian Gulma Jurusan Agroteknologi. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi internal kampus Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (PERMA AGT) sebagai anggota Bidang Kaderisasi pada 2022 dan sebagai Kepala Bidang Dana dan Usaha pada 2023.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya ini sebagai ungkapan terima kasihku untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta dan terkasih: Ayah M. Arjun dan Mamah Triana yang senantiasa mendoakan untuk kebaikan anak-anaknya, selalu memberi kasih ayang, nasihat, motivasi, dan dukungan kepada penulis untuk kelancaran putrinya dalam menyelesaikan pendidikan,
2. Kedua adikku: Raffy Al Irfany dan Izz Khalifa Keisha Zahra terima kasih atas segala doa dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis, semoga kelak menjadi manusia yang bermanfaat,
3. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi 2020, serta Almamaterku tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

Jangan putus asa atau bersedih
(QS. Al-imran:139)

Sesungguhnya hanya orang-orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala
mereka tanpa batas

(QS. Az-zumar:10)

Kamu tidak akan menjadi dewasa tanpa sebuah penderitaan, tidak akan pernah
belajar tanpa sebuah kesalahan, dan tidak akan sukses tanpa sebuah kegagalan

Jika kamu merasa lelah karena badai ingatlah bahwa selalu akan ada pelangi
yang datang setelahnya (Syifa Hadju)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas berkat, rahmat, karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Potensi Metabolit Sekunder Jamur *Fusarium sp.* sebagai Herbisida Gulma *Asystasia gangetica* dan Uji Fitotoksisitasnya pada Tanaman Cabai Rawit**”. Tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terima kasih penulis kepada:

- (1) Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas pertanian, Universitas Lampung;
- (2) Bapak Ir. Setyo Widagdo, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (3) Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi;
- (4) Bapak Purba Sanjaya, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberi arahan dari awal perkuliahan hingga melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi;
- (5) Ibu Ir. Rugayah, M.P. selaku Penguji yang telah memberi masukan dan saran kepada penulis untuk penelitian dan penulisan skripsi;
- (6) Keluarga terutama kedua orang tua penulis Ayah M. Arjun dan Mamah Triana adik-adikku Raffy Al-Irfany dan Izz Khalifa Keisha Zahra, yang telah memberikan nasihat, motivasi, semangat, serta dukungan fisik maupun

materi, dan doa yang selalu dilangitkan agar penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung dengan baik;

- (7) Sahabat dan teman-temanku: Tri Meisyah Putri, Indah Saskia Sofiyan, Alike Fadhilah Manaf, Rovia Sanori Simamora, Alifah Putri Ekanusa, Arlina Theresa Manurung, Deka Delta Lita, Azzah Mutia, Annisa Nur Q, Salsabila Sekar Putri, Anis Maimunah, dan Novian Andika yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis;
- (8) Pemilik NPM 2014121044 yang selalu menemani dalam suka dan duka penulis, membantu penelitian, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi;
- (9) Teman-teman Jurusan Agroteknologi angkatan 2020.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas saran, masukan, dan keluangan waktu dalam membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan terkhusus kepada penulis.

Bandar Lampung, 7 Oktober 2024
Penulis,

Alya Fayza

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Kerangka Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Hipotesis..... | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Karakteristik Tanaman Cabai (<i>C. frutescens</i> L.)..... | 6 |
| 2.2 Karakteristik Gulma <i>Asystasia gangetica</i> | 7 |
| 2.3 Potensi Metabolit Sekunder Jamur <i>Fusarium</i> sp. sebagai Bioherbisida | 8 |
| III BAHAN DAN METODE | 13 |
| 3.1 Waktu dan Tempat | 13 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 13 |
| 3.3 Metode Penelitian | 13 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 15 |
| 3.4.1 Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA) | 15 |
| 3.4.2 Peremajaan dan Perbanyakan Isolat Jamur <i>Fusarium</i> sp. ... | 15 |
| 3.4.3 Produksi Metabolit Sekunder Jamur Patogen..... | 16 |
| 3.4.4 Uji Bioassays pada Gulma <i>Asystasia gangetica</i> | 16 |
| 3.4.5 Uji Bioassays pada Tanaman Cabai Rawit (<i>C. frutescens</i> L)..... | 18 |

| | |
|---|-----------|
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 20 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 20 |
| 4.1.1 Hasil Peremajaan dan Produksi Metabolit Sekunder Jamur Patogen <i>Fusarium</i> sp. | 20 |
| 4.1.2 Uji Pratumbuh pada Benih Gulma <i>A. gangetica</i> | 21 |
| 4.1.3 Uji Pascatumbuh Gulma <i>A. gangetica</i> | 22 |
| 4.1.4 Uji Pelukaan | 25 |
| 4.1.5 Uji Pratumbuh Tanaman Cabai Rawit | 26 |
| 4.1.6 Uji Pascatumbuh Tanaman Cabai Rawit..... | 28 |
| 4.1.7 Pengaruh Aplikasi Metabolit Sekunder Jamur <i>Fusarium</i> sp. terhadap Kehijauan Daun | 28 |
| 4.2 Pembahasan..... | 30 |
| V SIMPULAN DAN SARAN | 34 |
| 5.1 Simpulan..... | 34 |
| 5.2 Saran | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 35 |
| LAMPIRAN | 40 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Data Persentase Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i> | 41 |
| 2. Uji Homogenitas Ragam Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i> | 41 |
| 3. Analisis Ragam Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i> | 42 |
| 4. Uji Lanjut BNT Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i> | 42 |
| 5. Data Penambahan Tinggi Gulma <i>A. gangetica</i> | 42 |
| 6. Uji Homogenitas Ragam Penambahan Tinggi Gulma <i>A. gangetica</i> . | 43 |
| 7. Analisis Ragam Tinggi Gulma <i>A. gangetica</i> | 43 |
| 8. Data Panjang Akar Gulma <i>A. gangetica</i> | 44 |
| 9. Uji Homogenitas Ragam Panjang Akar Gulma <i>A. gangetica</i> | 44 |
| 10. Analisis Ragam Panjang Akar Gulma <i>A. gangetica</i> | 45 |
| 11. Data Bobot Basah Gulma <i>A. gangetica</i> | 45 |
| 12. Uji Homogenitas Ragam Bobot Basah Gulma <i>A. gangetica</i> | 46 |
| 13. Analisis Ragam Bobot Basah Gulma <i>A. gangetica</i> | 46 |
| 14. Data Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> | 47 |
| 15. Uji Homogenitas Ragam Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> | 47 |
| 16. Analisis Ragam Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> | 48 |
| 17. Data Persentase Perkecambahan Tanaman Cabai Rawit | 48 |
| 18. Uji Homogenitas Ragam Perkecambahan Tanaman Cabai Rawit..... | 49 |
| 19. Analisis Ragam Perkecambahan Tanaman Cabai Rawit | 49 |
| 20. Data Penambahan Tinggi Tanaman Cabai Rawit | 50 |
| 21. Uji Homogenitas Ragam Penambahan Tinggi Tanaman Cabai Rawit | 50 |
| 22. Analisis Ragam Penambahan Tinggi Tanaman Cabai Rawit | 51 |
| 23. Data Panjang Akar Tanaman Cabai Rawit | 51 |
| 24. Uji Homogenitas Ragam Panjang Akar Tanaman Cabai Rawit | 52 |

| | | |
|-----|--|----|
| 25. | Analisis Ragam Panjang Akar Tanaman Cabai Rawit | 52 |
| 26. | Data Bobot Basah Tanaman Cabai Rawit | 53 |
| 27. | Uji Homogenitas Ragam Bobot Basah Tanaman Cabai Rawit | 53 |
| 28. | Analisis Ragam Bobot Basah Tanaman Cabai Rawit | 54 |
| 29. | Data Bobot Kering Tanaman Cabai Rawit..... | 54 |
| 30. | Uji Homogenitas Ragam Bobot Kering Tanaman Cabai Rawit | 55 |
| 31. | Analisis Ragam Bobot Kering Tanaman Cabai Rawit..... | 55 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kerangka pemikiran. | 5 |
| 2. Cabai rawit merah. | 7 |
| 3. Gulma <i>A. gangetica</i> | 8 |
| 4. Tata letak percobaan polibag gulma <i>A. gangetica</i> di rumah kaca. ... | 14 |
| 5. Tata letak percobaan polibag cabai rawit di rumah kaca. | 14 |
| 6. Hasil peremajaan dan perbanyakkan jamur <i>Fusarium</i> sp.: (a) Koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 1 dan (b) Koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 2. | 21 |
| 7. Media cair mengandung metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur <i>Fusarium</i> sp.: (a) <i>Fusarium</i> sp. 1; dan (b) <i>Fusarium</i> sp. 2. | 21 |
| 8. Rata-rata waktu mulai benih berkecambah gulma <i>A. gangetica</i> akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 22 |
| 9. Penghambatan perkecambahan benih gulma <i>A. gangetica</i> akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 22 |
| 10. Rata-rata jumlah fotoksisitas pada daun <i>A. gangetica</i> akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 24 |
| 11. Rata-rata penambahan tinggi tanaman dan panjang akar gulma <i>A. gangetica</i> akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 24 |
| 12. Rata-rata bobot basah dan bobot kering gulma <i>A. gangetica</i> akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 25 |
| 13. Pengaruh uji pelukaan akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. pada daun <i>A. gangetica</i> | 26 |
| 14. Rata-rata waktu mulai berkecambah benih cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 27 |
| 15. Penghambatan perkecambahan benih cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 27 |

| | | |
|-----|--|----|
| 16. | Rata-rata penambahan tinggi tanaman dan panjang akar cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 29 |
| 17. | Rata-rata bobot basah dan bobot kering cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. | 29 |
| 18. | Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Fusarium</i> sp. terhadap derajat kehijauan daun. | 30 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Masyarakat secara luas menggunakan cabai sebagai bumbu dalam masakan sehari-hari. Selain memenuhi fungsi utama sebagai penyedap rasa, cabai juga memiliki peran penting sebagai bahan baku dalam industri pangan dan farmasi (Munandar dkk., 2017). Kandungan gizi dalam cabai meliputi karbohidrat, lemak, protein, kalsium, serta vitamin A, B1, dan C, yang merupakan kebutuhan penting bagi tubuh. Selain itu, cabai juga mengandung lasparaginase, suatu zat yang memiliki sifat sebagai agen anti kanker (Agustina dkk., 2014). Namun dalam proses budidaya cabai dapat terkendala karena adanya gulma, salah satunya adalah gulma *Asystasia gangetica* (Setiawan, 2013).

Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh di lokasi yang tidak diinginkan manusia. Keberadaan gulma menyebabkan berbagai kerugian (Liliane dan Charles, 2019). Gulma mampu menurunkan produksi cabai hingga 80% (Prabowo dkk., 2020). Kerugian yang disebabkan oleh gulma melibatkan penurunan hasil dan kualitas tanaman (Gharde dkk., 2018). Gulma berdampak pada pertumbuhan tanaman dengan bersaing untuk mendapatkan cahaya, air, nutrisi, ruang pertumbuhan, serta oksigen dan karbondioksida yang diperlukan (Utami dan Rahadian 2010).

Pertumbuhan gulma dalam pertanian perkotaan menjadi salah satu hal yang dapat menghambat produksi tanaman (Fauzi, 2016). Umumnya gulma dikendalikan menggunakan herbisida sintetik (Perkasa., dkk 2016). Namun, penggunaan herbisida sintetik secara terus-menerus dilaporkan menimbulkan dampak negatif

bagi lingkungan seperti pencemaran lingkungan dan sumber air, serta kerusakan tanah (Kurniawan, 2019). Sembiring dan Sebayang (2019), melaporkan bahwa penggunaan herbisida sintetik secara terus-menerus menyebabkan gulma yang awalnya peka terhadap herbisida tersebut lama kelamaan menjadi resisten.

Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif penggunaan herbisida sintetik adalah dengan menggunakan herbisida berbasis mikroba (Fauzi dkk., 2018). Herbisida jenis ini lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu (Javed dkk., 2016). Salah satu mikroba yang dapat digunakan sebagai bahan herbisida adalah jamur (Fauzi dkk., 2018). Penggunaan herbisida berbasis mikroba telah terbukti efektif dalam pengendalian gulma (Junior dkk., 2019).

Berbagai jenis jamur telah dilaporkan memiliki potensi sebagai bioherbisida, seperti jamur *Colletotrichum* dan *Scelerotinia* (Harding dan Raizada, 2015), *Fusarium oxysporum* (Junior dkk., 2019), *Diaporthe* (Bastos dkk., 2017), *Parkinsonia aculeate* (Galea, 2021), dan *Culvularia* (Khiralla dkk., 2019). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian metabolit sekunder jamur *Fusarium* sebagai herbisida.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

- (1) Apakah metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. berpotensi sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*;
- (2) Apakah metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. menimbulkan fitotoksisitas pada tanaman cabai rawit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui potensi metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. sebagai herbisida pada gulma *A. gangetica*;

- (2) Mengetahui fitotoksisitas metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. pada tanaman cabai rawit.

1.4 Kerangka Penelitian

Pengendalian gulma menggunakan herbisida sintetik secara terus-menerus telah menyebabkan gulma menjadi resisten (Sembiring dan Sebayang, 2019). Akibatnya dosis harus dinaikkan sehingga menyebabkan peningkatan biaya produksi. Selain itu, juga menimbulkan kerusakan lingkungan sekitar dan manusia, terganggunya keseimbangan alam, serta adanya residu herbisida di dalam tanah yang dapat membunuh organisme non-target, bahkan sampai terbawa ke aliran sungai dan sumber air (Fitria dkk., 2020).

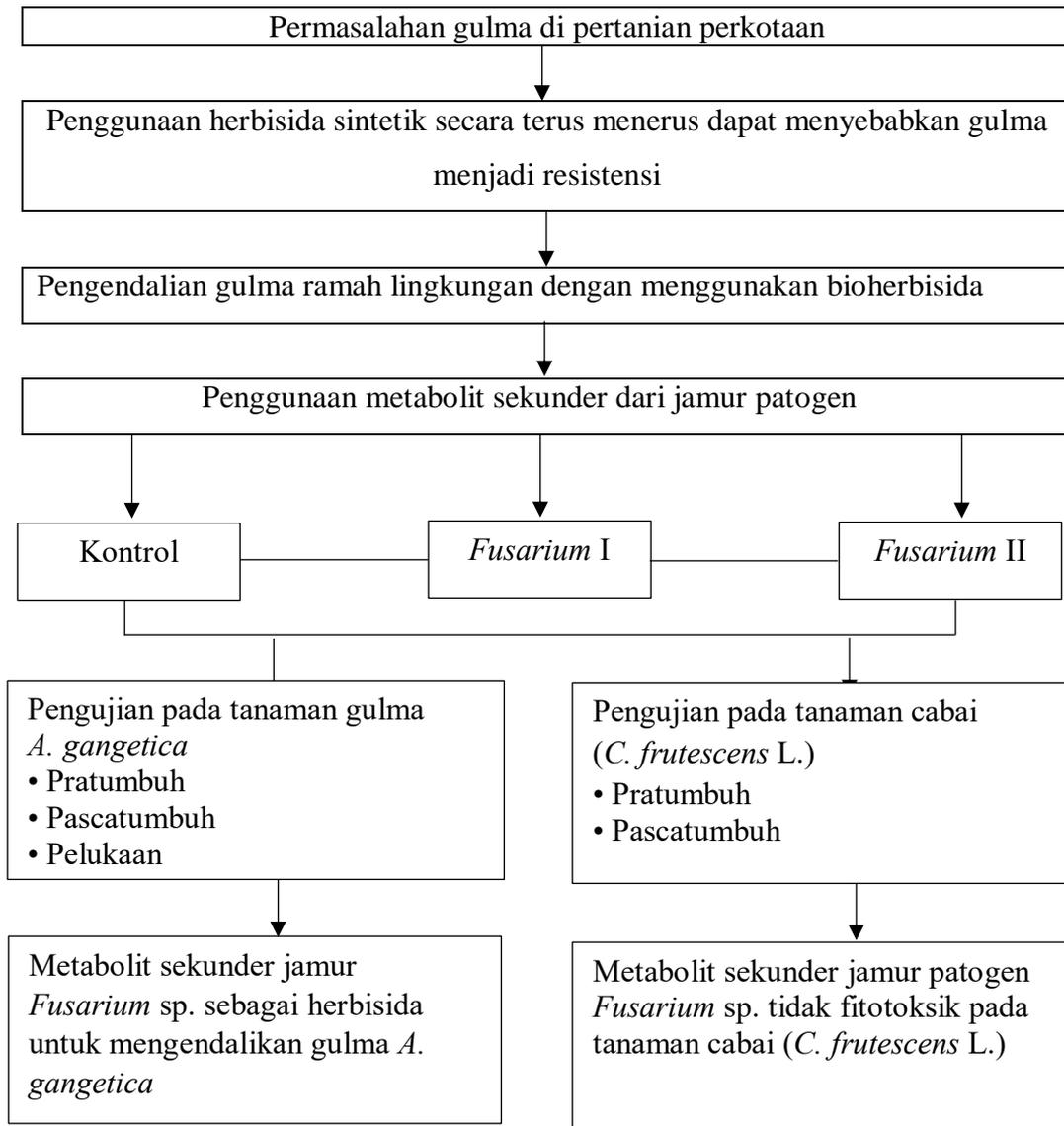
Gulma yang ditemukan pada tanaman cabai diantara: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd, *Eleusine indica* (L.) Gaertn, *Spilanthus acmella* L., *Emilia sonchifolia* (L.) DC, *Euphorbia hirta* L., *Phyllanthus amarus* Schumach. dan Thonn, *Amaranthus spinosus* L., *Cleome rutidosperma* DC, *Cyperus rotundus* L, *Portulaca lereacea* L. dan *Laportea interrupta* (L.) Chew (Lestari dan Chitra 2021), termasuk *Asystasia gangetica*. Gulma *A. gangetica* merupakan gulma invasif. Gulma ini dapat tumbuh dengan cepat dengan stolonnya, yaitu pada ruas batang yang menyentuh tanah akan terbentuk perakaran baru, yang akan tumbuh merambat sehingga perlu dilakukannya pengendalian (Ramadhani dan Ulpah, 2022).

Bioherbisida dari bahan alami seperti jamur patogen dapat digunakan sebagai alternatif untuk pengendalian gulma secara biologis (Bailey dkk., 2010). Jamur mampu menghasilkan senyawa bioaktif bersifat fitotoksin (racun) dan sangat potensial dikembangkan menjadi bioherbisida (Hasiani dkk., 2015). Menurut Rai dkk. (2021), jamur dapat memproduksi metabolit sekunder yang berpotensi menjadi herbisida. Portela dkk. (2022) melaporkan bahwa fitotoksin yang dihasilkan jamur mengandung bahan aktif yang dapat digunakan sebagai bioherbisida.

Jamur patogen yang berpotensi sebagai bioherbisida salah satunya adalah *Fusarium* sp. (Grasella, 2022). Grasella (2022) menggunakan *F. oxysporum* untuk mengendalikan gulma *Cyperus rotundus* L. Fauzi dkk. (2018) menggunakan *Fusarium* sp. untuk mengendalikan gulma *Eichhornia crassipes*. Arsalan Khan dkk. (2021) menggunakan *F. oxysporum* untuk mengendalikan gulma *Parthenium hysterophorus*, *Chenopodium album*, *Canada thistle*, dan *Phalaris minor*. Karim dkk. (2012) menggunakan *F. tumidum* untuk mengendalikan gulma *Cytisus scoparius*. Anteyi (2022) menggunakan *F. exometabolite* untuk mengendalikan gulma *Striga hermonthica*. Janaviciene dkk. (2023) menggunakan *F. avenaceum* dan *F. graminearum* untuk mengendalikan gulma *Triticum aestivum*, *Fallopia convolvulus* L., *Poa annua* L., *Capsella bursa-pastoris* L. *Viola arvensis* Murray, dan *Tripleurospermum inodorum* L.

Jamur *Fusarium* menghasilkan metabolit sekunder yang mengandung fitotoksin dan memiliki kemampuan untuk merusak tanaman (Ismail dan Papenbrock, 2015). Javaiciene dkk. (2017), melaporkan bahwa *Fusarium* menghasilkan mitotoksin seperti deoksinivalenol (DON), nivalenol (NIV), enniatin, dan moniliformin. *F. oxysporum* memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan luas pada tanaman dalam waktu yang relatif singkat, dengan tingkat intensitas serangan yang mencapai 35% (Putra dkk., 2019).

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji potensi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. sebagai herbisida pada gulma *A. gangetica* dan menguji fitotoksisitasnya pada tanaman cabai rawit. Kerangka pemikiran pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. memiliki potensi sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*;
- (2) Metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. tidak fitotoksik terhadap tanaman cabai rawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman Cabai (*C. frutescens* L.)

Cabai berasal dari Dunia Baru, yaitu wilayah Meksiko, Amerika Tengah, dan Andes di Amerika Serikat sebelum menyebar ke berbagai penjuru dunia, cabai pertama kali tiba di Eropa melalui Spanyol dan dikenal sebagai "*chili pepper*" atau "*guinea pepper*" (Zulkarnain, 2013). Ayuningtyas dkk. (2023), melaporkan bahwa tanaman cabai (*C. frutescens* L.) adalah jenis tanaman perdu yang termasuk dalam keluarga Solanaceae. Cabai memiliki pertumbuhan tegak dengan batang berkayu yang bercabang. Tanaman cabai adalah salah satu contoh tanaman rawit yang sering ditanam dalam pot dan dapat digunakan baik sebagai dekorasi dalam ruangan maupun di luar ruangan. Tanaman cabai rawit termasuk pada genus yang sama dengan paprika dan cabai merah yaitu *Capsicum*. Tanaman ini termasuk ke dalam Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Solanales, Keluarga Solanaceae, Genus *Capsicum*, dan Spesies *Capsicum frutescens* (Saparinto dan R. Susiana, 2016).

Morfologi cabai yaitu daun muncul secara berurutan pada tunas-tunas samping yang disusun spiral di sepanjang batang utama. Bunga pada tanaman cabai bersifat tunggal dan muncul di ujung ruas tunas, dengan mahkota bunga yang dapat berwarna putih, kuning muda, kuning, ungu dengan dasar putih, putih dengan dasar ungu, atau ungu, bergantung pada varietasnya. Buah cabai memiliki plasenta sebagai tempat melekatnya biji, terletak di bagian dalam buah. Struktur plasenta ini menentukan bagian dalam buah cabai. Daging buah cabai dapat bervariasi, ada yang renyah dan ada juga yang lunak. Ukuran buah cabai sangat beragam, mulai dari pendek hingga panjang tergantung pada jenis varietasnya (Agriflo, 2012). Bentuk fisik dari cabai rawit disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cabai rawit merah.

Tanaman cabai juga dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah, mulai dari tanah berpasir hingga tanah liat (Harpenas dan Dermawan 2010). Pertumbuhan tanaman cabai akan optimum jika ditanam pada tanah dengan pH 6-7. Tanah yang gembur, subur, dan banyak mengandung humus (bahan organik) sangat cocok, akan tetapi tanah yang cocok adalah tanah yang banyak mengandung unsur N dan K, tanaman cabai cocok dengan kondisi air yang menggenang (Nufalach, 2010).

2.2 Karakteristik Gulma *Asystasia gangetica*

Gulma *Asystasia gangetica* adalah jenis tumbuhan liar yang dapat tumbuh dengan baik di lingkungan yang teduh. Kandungan protein kasar berkisar antara 19,3% (Adigun dkk., 2014) hingga 33%, bergantung pada bagian tanaman yang digunakan (Putra, 2018). Tumbuhan ini sering ditemukan secara dominan di lahan pertanian. Keberadaannya memberikan dampak negatif pada kualitas dan jumlah hasil produksi di lahan pertanian karena mengandung senyawa alelokimia yang bersifat fitotoksik, seperti indole-3-carboxaldehyde dan (6R,9S)-3-oxo- α -ionol (Suzuki dkk., 2019). Gulma *A. gangetica* termasuk pada genus *Asystasia*, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Scrophulariales, Keluarga Acanthaceae, Genus *Asystasia*, dan Spesies *Asystasia gangetica* (Tillo dkk., 2012).

Violet cina, yang juga dikenal sebagai *A. gangetica*, ini dapat mencapai tinggi 10 meter dan dapat tumbuh pada ketinggian 300 meter di atas permukaan laut. Daunnya berwarna hijau, berbentuk bulat, dan memiliki sedikit rambut halus. Bunga *A. gangetica* memiliki warna biru pucat hingga ungu, dan ada varietas yang berwarna putih. Malainya memiliki bentuk kapsul dengan ukuran sekitar 2,5 - 3,5 cm, dan bijinya memiliki diameter 5 mm (Tillo dkk., 2012). Bentuk fisik dari *A. gangetica* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Gulma *A. gangetica*.

2.3 Potensi Metabolit Sekunder Jamur *Fusarium* sp. sebagai Bioherbisida

Bioherbisida adalah herbisida yang berasal dari bahan-bahan organik dan lebih ramah lingkungan. Penggunaan herbisida alami dan ramah lingkungan menjadi hal yang dapat dilakukan sebagai alternatif pengganti bahan atau herbisida. Penggunaan herbisida oleh para petani cukup memberatkan karena harganya yang mahal. Selain itu, herbisida juga dapat membuat gulma resisten dan menurunkan kualitas tanah. Oleh sebab itu, bioherbisida menjadi metode pengendalian gulma yang lebih murah dan ramah lingkungan yang dapat digunakan oleh para petani (Sari dan Jainal, 2020).

Bioherbisida dari metabolit sekunder adalah jenis agen pengendalian gulma alami yang diproduksi oleh mikroorganisme, seperti jamur, sebagai bahan aktif untuk mengendalikan pertumbuhan gulma tanaman. Senyawa-senyawa ini bisa

menghambat pertumbuhan, menekan populasi gulma, atau bahkan merusak gulma secara selektif, tanpa berdampak negatif pada tanaman budidaya (Gopinath dan Pritam, 2020). Bioherbisida adalah herbisida yang berasal dari bahan-bahan organik dan lebih ramah lingkungan (Elfrida dkk., 2018). Menurut Siregar dkk. (2017), bioherbisida dapat dibuat dengan memanfaatkan senyawa alelokimia dari akar, batang, daun, bunga maupun biji suatu tanaman.

Jamur adalah organisme heterotrof yang bergantung pada organisme lain untuk hidup. Umumnya, jamur bersifat parasit, mereka hidup dan tumbuh dengan menyerap nutrisi dari lingkungan sekitarnya atau dari organisme lain. Banyak di antara jenis jamur ini yang dapat menimbulkan kerugian pada tanaman budidaya. Jamur yang memiliki potensi merusak tanaman disebut sebagai jamur fitopatogen. Jamur fitopatogen merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang dapat merugikan petani secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh jumlah jamur yang sangat melimpah di permukaan bumi. Dari semua kelompok organisme patogen tanaman, jamur adalah kelompok yang paling banyak ditemui, dengan lebih dari 10.000 spesies jamur patogen tanaman yang telah diidentifikasi (Narendra, 2013).

Jamur yang bersifat fitopatogenik sebagai biokontrol gulma adalah alternatif pengelolaan baru yang dapat mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan membantu dalam pembentukan varietas tanaman yang resisten terhadap herbisida. Tahap awal dalam pengembangan biokontrol terhadap gulma adalah mengidentifikasi tanaman dan musuh alami yang memiliki kemampuan dan potensi terbaik untuk mencapai biokontrol yang efisien (Mira dkk., 2021). Metabolit sekunder merupakan senyawa hasil metabolisme yang tidak terlalu berperan penting dalam pertumbuhan, namun berperan sebagai pelindung bagi penghasilnya dan penting dalam interaksinya dengan lingkungan. Produksi senyawa ini tergolong rendah dan sangat tergantung dengan kondisi fisiologis penghasilnya (Alfarisyi, 2022).

Fusarium sp. merupakan salah satu patogen terbawa tanah (*soil borne*) yang paling merusak di seluruh dunia. Patogen ini memiliki kisaran tanaman inang

yang sangat luas dan tersebar di semua zona iklim subtropis dan tropis. *Fusarium* sp. dikelompokkan ke dalam forma spesialis berdasarkan pada tanaman inang yang dapat diinfeksi. Sebagian forma spesialis dibagi lagi ke dalam ras fisiologi berdasarkan virulensi pada berbagai kultivar inang yang berbeda (Hartati dkk., 2016). Saat ini, forma spesialis jamur yang dilaporkan sudah mencapai 150 atau telah menginfeksi hampir 150 spesies tanaman (Rana dkk., 2017).

Jamur *Fusarium* sp. memiliki morfologi yang terdiri dari struktur mikronidia dan makronidia. Koloni jamur ini memiliki permukaan ungu dengan tepi yang bergerigi, kasar, berserabut, dan bergelombang. Di lingkungan, jamur ini membentuk konidium. Konidiofor bercabang-cabang dan makro konidium berbentuk sabit, memiliki tangkai kecil, dan sering kali berpasangan. Miselium utamanya terdapat di dalam sel, khususnya di dalam pembuluh, serta membentuk miselium di antara sel-sel, seperti di kulit dan jaringan parenkim dekat area infeksi. *Fusarium* sp. merupakan fungi aseksual yang menghasilkan tiga jenis spora: mikronidia, makronidia, dan klamidospora. Mikronidia, yang terdiri dari satu atau dua sel, dihasilkan oleh *Fusarium* sp. dalam semua kondisi dan dapat menginfeksi tanaman. Makronidia, yang terdiri dari tiga hingga lima sel, umumnya ditemukan di permukaan. Klamidospora, spora dengan sel selain dari yang disebutkan sebelumnya, dapat menginfeksi tanaman saat dalam keadaan dorman, dan spora ini mampu tumbuh dalam air (Juniawan, 2015).

Jamur *Fusarium* sp. berada pada genus *Fusarium*, Divisi Eumycota, Kelas Hypomycetes, Ordo Moniliales, Keluarga Tuberculariaceae, dan Genus *Fusarium* (Ismi, 2017). Cendawan *Fusarium* sp. menghasilkan suatu toksin yang dikenal sebagai likomarasmin, yang berperan dalam mengganggu permeabilitas membran plasma tanaman. *Fusarium* sp. juga membentuk senyawa sederhana, seperti asam fusarat, dan menghasilkan enzim pektolitik, terutama pektinmetilesterase (PME) dan depolimerase (DP). PME berfungsi untuk menghapus gugus metil pada rantai pektin, mengubahnya menjadi asam pektat, sedangkan depolimerase memecah rantai asam pektat menjadi poligalakturonida dengan beragam berat molekul. Enzim-enzim ini bertanggung jawab memecah komponen pektin dalam dinding

xilem tanaman. Fragmen asam pektat yang dihasilkan memasuki pembuluh xilem, membentuk massa koloidal yang mengandung bahan non pektin, yang dapat menyumbat pembuluh xilem. Perubahan warna menjadi cokelat pada berkas pembuluh xilem terjadi karena fenol-fenol yang terlepas dan masuk ke dalamnya. Fenol-fenol tersebut mengalami polimerisasi menjadi melanin berwarna cokelat melalui aksi enzim fenol oksidase yang dihasilkan oleh tumbuhan inang. Melanin, sebagai bahan berwarna utama, terutama diserap oleh pembuluh xilem yang berlignin, yang menyebabkan warna cokelat khas pada penyakit layu *Fusarium* (Oktaviani, 2018).

Fusarium sp. mengalami dua fase utama dalam siklus hidupnya, yaitu fase patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis, cendawan bertindak sebagai parasit yang hidup pada tanaman inang. Ketika tanaman inang tidak tersedia, patogen beralih ke fase saprogenesis, di mana mereka hidup sebagai saprofit di dalam tanah, memanfaatkan sisa-sisa tanaman yang telah mati. Pada fase ini, *Fusarium* sp. dapat menjadi sumber inokulum yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman lain. Penyebaran propagul *Fusarium* dapat terjadi melalui berbagai cara, termasuk melalui angin, air tanah, dan tanah yang terinfeksi. Selain itu, propagul juga dapat terbawa oleh alat pertanian dan manusia. Dengan demikian, siklus hidup *Fusarium* melibatkan adaptasi antara fase patogenesis ketika parasit pada tanaman inang dan fase saprogenesis ketika berperan sebagai saprofit di dalam tanah, memberikan potensi untuk penyebaran penyakit melalui berbagai mekanisme (Alfizar dkk., 2011).

Serangan awal penyakit layu *Fusarium* dicirikan oleh adanya pembusukan pada bagian batang yang berdekatan dengan permukaan tanah. Selanjutnya, proses pembusukan ini akan menyebar ke arah akar tanaman. Dampaknya, tanaman akan mengalami layu dan kering pada bagian ranting, akhirnya menyebabkan rebahnya tanaman (Hamid, 2011). Gejala serangan *Fusarium* sp. dimulai dengan pucatnya tulang daun bagian atas, merunduknya tangkai daun, dan tanaman mengalami layu. Layu total bisa terjadi dalam rentang waktu 2-3 minggu setelah infeksi. Tanda-tandanya terlihat pada perubahan warna jaringan angkut tanaman menjadi

kuning atau coklat. *Fusarium* dapat menyebar dari satu lahan ke lahan lain melalui mesin pertanian, seresah daun yang terinfeksi, atau melalui air irigasi. Suhu tanah yang tinggi sangat mendukung perkembangan penyakit ini (Oktaviani, 2018).

Gejala dari serangan jamur dapat mengenai tanaman yang rentan pada semua fase pertumbuhan. Pada tanaman dewasa, infeksi dapat menyebabkan daun menguning, terutama dimulai dari daun yang lebih tua, serta gejala kerdil atau layu. Jika terjadi layu, tanaman bisa mengalami kematian dalam rentang waktu 3 hingga 5 hari. Tanaman yang terinfeksi dapat menunjukkan nekrosis dan klorosis pada daun. Jamur tersebut mempengaruhi sistem jaringan, dan tanaman yang terinfeksi mungkin tidak menunjukkan gejala yang nyata hingga fase pembuahan dimulai. Setelah tanaman mati, miselium putih dapat terbentuk di permukaan luar tanaman (Rahmi dkk., 2017).

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari 2024 sampai Mei 2024, di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Rumah Kaca, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), Erlenmeyer, bunsen, jarum ose, pinset, scaple bor gabus, kertas label, alat tulis, microwave, blender, mikropipet 0-1000 μ l, tip 0-1000 μ l, gelas ukur, penggaris, timbangan elektrik, inkubator, pH meter, aluminium foil, tisu, plastik tahan panas, plastik wrapping, dan alat dokumentasi. Bahan yang digunakan adalah benih gulma *A. gangetica* dan benih cabai rawit, isolate jamur patogen, nutrient agar, NaCl, aquades, alcohol 70%, H₂O₂ 5%.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali, sehingga total diperoleh 15 satuan percobaan. Perlakuan dalam penelitian mencakup kontrol, metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. I dan metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. II. Data yang terkumpul dianalisis dengan melakukan uji homogenitas ragam menggunakan uji bartlett *Analysis of variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan tingkat signifikansi

sebesar 5%. Tata letak percobaan masing-masing gulma *A. gangetica* dan cabai rawit tersaji pada Gambar 4 dan 5.

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| G0U1 | G1U4 | G2U2 | G0U4 | G2U4 |
| G1U4 | G1U5 | G2U5 | G1U2 | G0U3 |
| G2U1 | G0U5 | G0U2 | G2U3 | G1U1 |

Gambar 4. Tata letak percobaan polibag gulma *A. gangetica* di rumah kaca.

Keterangan:

G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2

U1 = Ulangan 1

U2 = Ulangan 2

U3 = Ulangan 3

U4 = Ulangan 4

U5 = Ulangan 5.

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| P2U4 | P0U5 | P0U2 | P0U4 | P1U4 |
| P1U5 | P1U2 | P2U3 | P0U3 | P1U3 |
| P1U1 | P2U2 | P2U1 | P2U5 | P0U1 |

Gambar 5. Tata letak percobaan polibag cabai rawit di rumah kaca.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2

U1 = Ulangan 1

U2 = Ulangan 2

U3 = Ulangan 3

U4 = Ulangan 4

U5 = Ulangan 5.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yakni pembuatan media *Potato Dextrose Agar* (PDA), peremajaan dan perbanyak isolat jamur *Fusarium* sp., penyiapan metabolit sekunder dari jamur patogen, melakukan uji bioassay pada gulma *A. gangetica* dan tanaman cabai rawit.

3.4.1 Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Media PDA dibuat dengan menggunakan bahan-bahan seperti 100 ml aquades, 200 g kentang yang dikupas, 20 g dextrose, dan 20 g agar-agar. Kentang yang sudah dipersiapkan dipotong menjadi dadu kecil, kemudian ditimbang sebanyak 200 g. Kentang yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam panci yang berisi 1000 ml aquades, lalu dimasak hingga lunak. Sari-sari kentang yang sudah dihasilkan kemudian dicampur dengan sukrosa dan agar-agar, masing-masing sebanyak 20 g. Campuran tersebut diaduk hingga homogen. Setelah homogen, larutan dituang ke dalam erlenmeyer hingga mencapai volume 1000 mL. Mulut erlenmeyer ditutup rapat menggunakan kertas aluminium foil, diikat dengan karet, dan dibungkus dengan plastik. Erlenmeyer yang sudah dipersiapkan tersebut kemudian disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Setelah proses sterilisasi, ditambahkan dengan 1,4 ml asam laktat sebelum dituang ke dalam cawan petri. Media ini akan digunakan sebagai media perbanyak untuk isolate jamur *Fusarium* sp. 1 dan 2.

3.4.2 Peremajaan dan Perbanyak Isolat Jamur *Fusarium* sp.

Isolat *Fusarium* sp. 1 dan 2 diperoleh dari laboratorium hama dan penyakit tanaman Universitas Lampung. Isolat tersebut kemudian diremajakan pada media PDA. Peremajaan dilakukan dengan mengambil biakan menggunakan bor gabus kemudian diletakkan pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari

3.4.3 Produksi Metabolit Sekunder Jamur Patogen

Jamur *Fusarium* sp. dibiakkan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) selama 7 hari pada suhu ruang. Setelah itu, masing-masing biakan jamur patogen diambil konidia dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 1000 mL berisi media PDB (*Potato Dextrose Broth*). Biakan diinkubasi selama 7 hari menggunakan orbital shaker (25°C-28°C; 150 rpm. Kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No.1 lalu hasil saringan (cairan metabolit) digunakan dalam pengujian.

3.4.4 Uji Bioassays pada Gulma *Asystasia gangetica*

Uji bioassays pada gulma *A. gangetica* dilakukan tiga uji yaitu uji pratumbuh, pascatumbuh, dan pelukaan.

3.4.4.1 Uji pratumbuh

Uji pratumbuh dilakukan dengan menyiapkan benih gulma sebanyak 20 butir dalam wadah yang telah diisi larutan metabolit sekunder sebanyak 30 mL. Benih gulma direndam dalam wadah yang telah diisi larutan metabolit sekunder selama 24 jam. Selanjutnya disiapkan cawan petri dan mengecambahkan benih gulma di dalam cawan petri. Perkecambahan diamati pada hari ke-14 setelah diaplikasikan bioherbisida. Selanjutnya benih yang berkecambah atau tidak berkecambah dihitung. Variabel pengamatan yaitu, persentase perkecambahan dan persentase penghambatan perkecambahan gulma *A. gangetica*. Persentase perkecambahan gulma *A. gangetica* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(\sum K1)}{(\sum K0)} \times 100\%$$

Keterangan

K0 = Jumlah benih yang dikecambahkan di awal

K1 = Jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-i

Persentase penghambatan perkecambahan gulma *A. gangetica* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{K_0 - K_1}{K_0} \times 100\%$$

Keterangan:

K₀ = Jumlah benih yang dikecambahkan di awal

K₁ = Jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-i

3.4.4.2 Uji pascatumbuh

Uji pascatumbuh dilakukan dengan menanam tanaman gulma *A. gangetica* pada tanah yang telah disterilisasi dengan proses pengukusan selama 1 jam. Media tanam yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam polybag berukuran 35cm x 35cm. Selanjutnya, memindah tanam gulma *A. gangetica*, dan ditunggu sampai beradaptasi selama 7 hari lalu diaplikasikan metabolit sekunder dari jamur patogen pada gulma sebanyak 50 mL dengan disemprotkan pada bagian daun tanaman.

Selanjutnya, setelah pengaplikasian metabolit sekunder selama 7 hari maka dilakukan: (1) pengamatan visual terhadap fitotoksisitas tanaman secara visual seperti daun mengering, daun menguning, bercak, maupun daun mati sebagai persentase penurunan dibandingkan dengan pengujian kontrol, (2) penambahan tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dengan cara mengukur dari pangkal gulma hingga sampai titik tumbuh (dikotil), (3) bobot basah diamati dengan menimbang gulma menggunakan alat timbangan digital, (4) bobot kering diamati dengan mengoven gulma pada suhu 80°C selama 2x24 jam, lalu ditimbang, (5) panjang akar diukur mulai dari bagian pangkal akar sampai ujung akar dengan menggunakan penggaris.

3.4.3.3 Uji pelukaan

Uji pelukaan dilakukan dengan mengambil gulma *A. gangetica*. Tanaman ini kemudian ditusuk pada bagian pangkal, tengah, dan pucuknya menggunakan jarum. Selanjutnya, larutan metabolit sekunder dari jamur patogen diaplikasikan pada tanaman dengan meneteskan sebanyak 10 μ L pada setiap daun gulma yang telah ditusuk. Setelah aplikasi pada 3x24 jam dilakukan pengukuran diameter nekrosis dan klorosis. Variabel pengamatan yaitu persentase kerusakan (fitotoksisitas) pada daun.

3.4.5 Uji Bioassays pada Tanaman Cabai Rawit (*C. frutescens* L)

Uji bioassays pada tanaman cabai rawit dilakukan dua uji yaitu uji pratumbuh dan pascatumbuh.

3.4.5.1 Uji pratumbuh

Uji pratumbuh dilakukan dengan menyiapkan benih cabai sebanyak 10 butir dalam wadah yang telah diisi larutan metabolit sekunder sebanyak 30 mL. Benih cabai direndam dalam wadah yang telah diisi larutan metabolit sekunder selama 24 jam. Selanjutnya disiapkan cawan petri dan menecembahkan benih cabai di dalam cawan petri. Perkecambahan diamati pada hari ke-14 setelah diaplikasikan bioherbisida. Selanjutnya benih yang berkecambah atau tidak berkecambah dihitung. Variabel pengamatan yaitu, persentase perkecambahan dan persentase penghambatan perkecambahan cabai rawit. Persentase perkecambahan cabai rawit dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{(\sum K1)}{(\sum K0)} \times 100\%$$

Keterangan

K0 = Jumlah benih yang dikecambahkan di awal

K1 = Jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-i

Persentase penghambatan perkecambahan gulma *A. gangetica* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{K_0 - K_1}{K_0} \times 100\%$$

Keterangan:

K₀ = Jumlah benih yang dikecambahkan di awal

K₁ = Jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-i

3.4.5.2 Uji pascatumbuh

Uji pascatumbuh dilakukan dengan menanam tanaman cabai rawit pada tanah yang telah melalui sterilisasi dengan proses pengukusan selama 1 jam. Media tanam yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam polybag berukuran 35cm x 35cm. Selanjutnya, benih cabai rawit yang telah disiapkan ditanam ke dalam setiap polybag percobaan. Setelah tanaman indikator mencapai usia 2 bulan setelah penanaman, metabolit sekunder dari jamur patogen diaplikasikan pada cabai rawit sebanyak 50 mL dengan cara disemprotkan pada bagian daun tanaman.

Selanjutnya, setelah pengaaplikasian metabolit sekunder selama 7 hari maka dilakukan: (1) pengamatan visual terhadap fitotoksisitas tanaman secara visual seperti daun mengering, daun menguning, bercak, maupun daun mati sebagai persentase penurunan dibandingkan dengan pengujian kontrol, (2) tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dengan cara mengukur dari pangkal cabai rawit hingga sampai titik tumbuh (dikotil), (3) bobot basah diamati dengan menimbang cabai rawit menggunakan alat timbangan digital, (4) bobot kering diamati dengan mengoven cabai rawit pada suhu 80°C selama 2x24 jam, lalu ditimbang, (5) panjang akar diukur mulai dari bagian pangkal akar sampai ujung akar dengan menggunakan penggaris.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

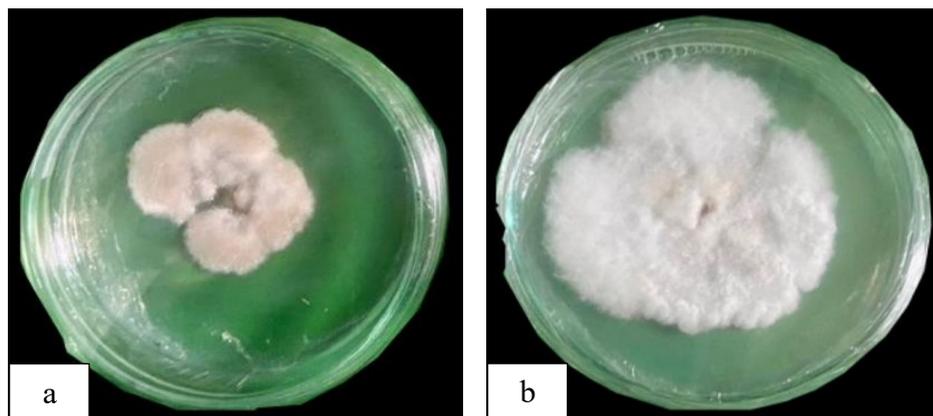
4.1 Hasil

Hasil penelitian dilakukan uji pratumbuh pada gulma *A. gangetica*, uji pascatumbuh pada gulma *A. gangetica*, uji pelukaan pada gulma *A. gangetica*, uji pratumbuh pada cabai rawit, dan uji pascatumbuh pada cabai rawit yang meliputi penambahan tinggi, panjang akar, bobot segar, bobot kering, dan kehijauan daun.

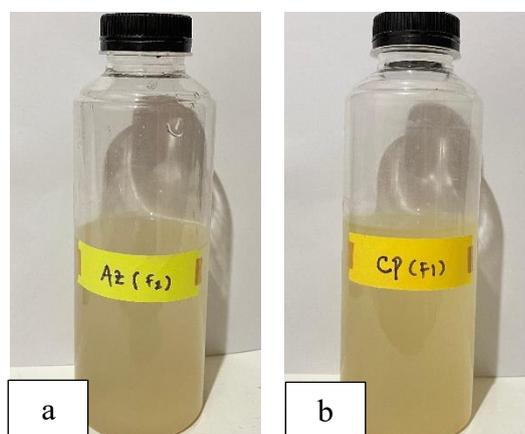
4.1.1 Hasil Peremajaan dan Produksi Metabolit Sekunder Jamur Patogen *Fusarium* sp.

Penelitian ini digunakan dua isolat jamur *Fusarium* sp. yaitu, jamur *Fusarium* sp. 1 yang diisolasi dari gulma golongan teki (*C. rotundus*) dan jamur *Fusarium* sp. 2 yang diisolasi dari gulma golongan daun lebar (*A. gangetica*). Jamur *Fusarium* sp. 1 dengan ciri-ciri makroskopis koloni jamur berwarna putih seperti kapas, lalu setelah beberapa lama berubah menjadi putih kekuningan atau krem, dan pusat koloni bagian bawah berwarna merah muda keunguan. Jamur *Fusarium* sp. 2 dengan ciri-ciri makroskopis koloni jamur berwarna putih seperti kapas dan disertai warna kekuningan atau krem pada pusat koloni. Tampilan koloni jamur *Fusarium* sp. hasil inkubasi disajikan pada Gambar 6.

Metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. 1 yang dihasilkan dengan ciri-ciri berwarna kekuningan, bening dan endapan yang dihasilkan sedikit, dan memiliki aroma asam dan tidak menyengat, sedangkan metabolit sekunder jamur patogen *Fusarium* sp. 2 berwarna kuning kecokelatan, bening dan menghasilkan endapan, serta memiliki aroma asam dan menyengat. Media cair mengandung metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. disajikan pada Gambar 7.



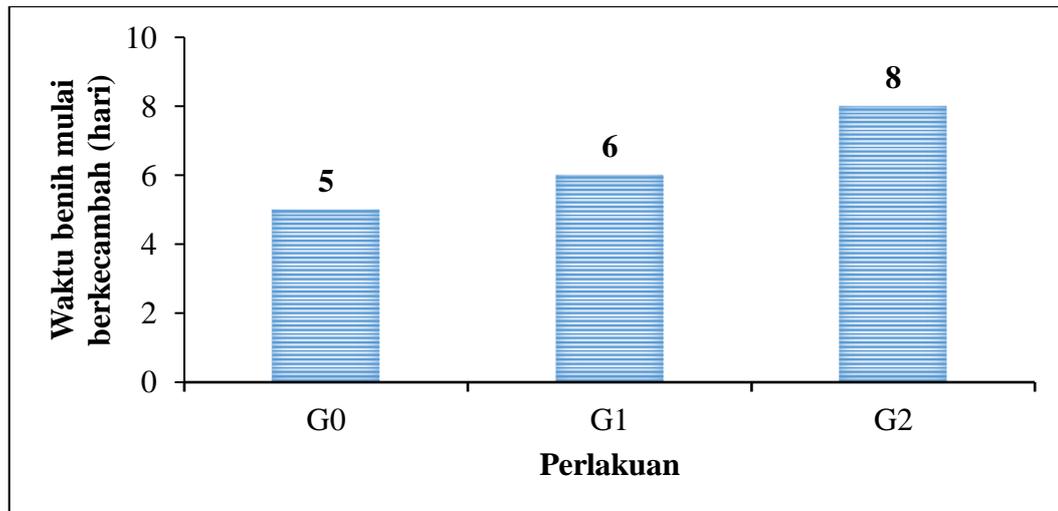
Gambar 6. Hasil peremajaan dan perbanyakan jamur *Fusarium* sp.: (a) Koloni jamur *Fusarium* sp. 1 dan (b) Koloni jamur *Fusarium* sp. 2.



Gambar 7. Media cair mengandung metabolit sekunder yang dihasilkan oleh jamur *Fusarium* sp.: (a) *Fusarium* sp. 1; dan (b) *Fusarium* sp. 2.

4.1.2 Uji Pratumh pada Benih Gulma *A. gangetica*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih gulma *A. gangetica* mulai berkecambah pada hari ke 5-8 setelah pengaplikasian. Rata-rata waktu mulai berkecambah gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 8. Aplikasi metabolit sekunder *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 mampu menghambat perkecambahan benih gulma *A. gangetica* 93,33% dan 98,33%. Penghambatan perkecambahan benih *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 9.



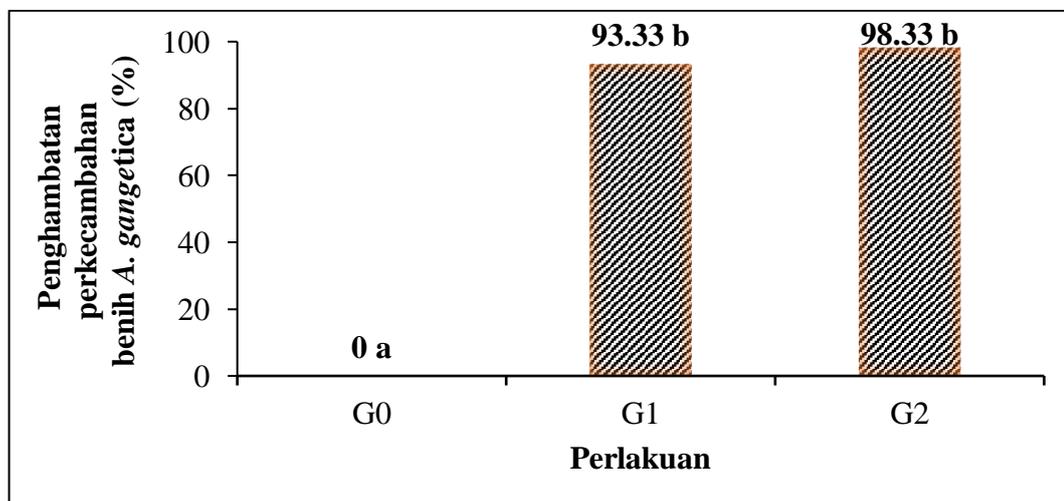
Gambar 8. Rata-rata waktu mulai benih berkecambah gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



Gambar 9. Penghambatan perkecambahan benih gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

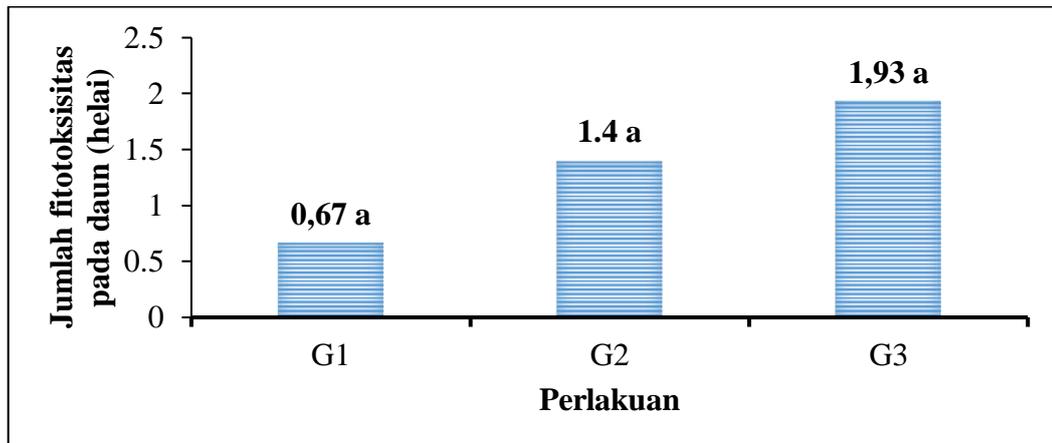
G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.

4.1.3 Uji Pascatumbuh Gulma *A. gangetica*

Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 tidak berpengaruh nyata terhadap keterjadian fitotoksisitas pada daun gulma *A. gangetica*. Rata-rata fitotoksisitas daun gulma *A. gangetica* pada aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 sebesar 1,40 helai, aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2 sebesar 1,93 helai, sedangkan tanpa aplikasi metabolit sekunder 0,57 helai. Rata-rata jumlah fitotoksisita pada daun *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai disajikan pada Gambar 10.

Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah, dan bobot kering gulma *A. gangetica*. Rata-rata penambahan tinggi dan panjang akar gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 berturut-turut sebesar 1,98 cm dan 5,89 cm, aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2 berturut-turut sebesar 1,79 cm dan 5,97 cm, sedangkan tanpa aplikasi 2,13 cm dan 6,08 cm. Rata-rata penambahan tinggi dan panjang akar gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 11.

Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering gulma *A. gangetica*. Rata-rata bobot basah dan bobot kering gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 berturut-turut sebesar 4,13 g dan 0,65 g, aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2 berturut-turut sebesar 5,47 g dan 0,55 g, sedangkan tanpa aplikasi metabolit sekunder berturut-turut sebesar 5,6 g dan 0,67 g. Rata-rata bobot basah dan bobot kering gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 12.



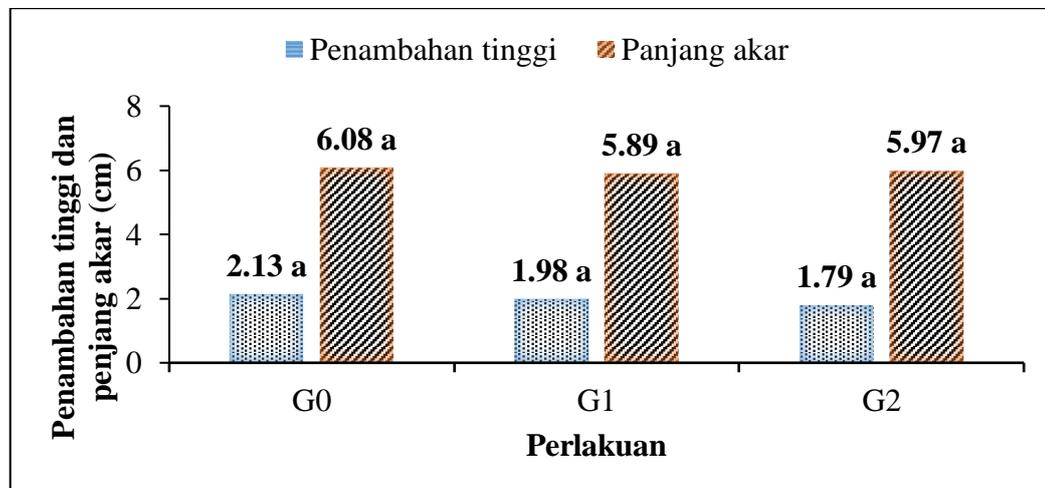
Gambar 10. Rata-rata jumlah fitotoksisitas pada daun *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



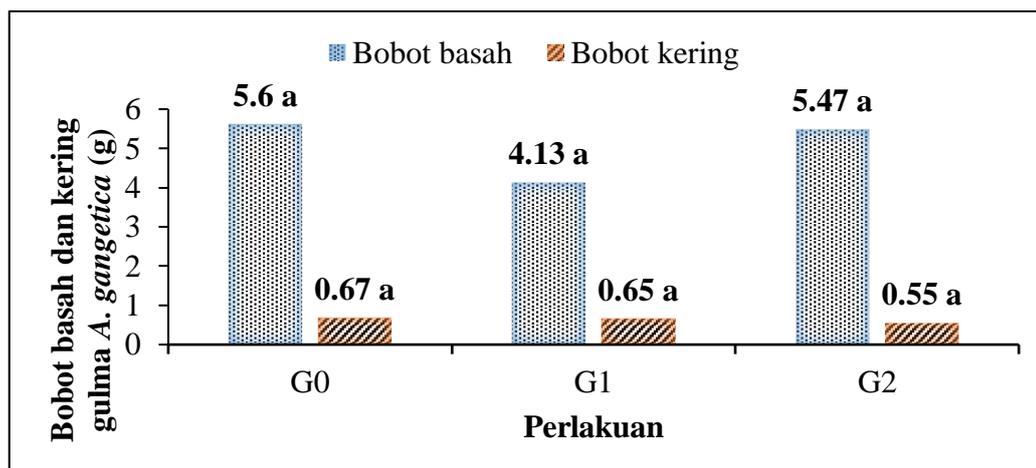
Gambar 11. Rata-rata penambahan tinggi tanaman dan panjang akar gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



Gambar 12. Rata-rata bobot basah dan bobot kering gulma *A. gangetica* akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

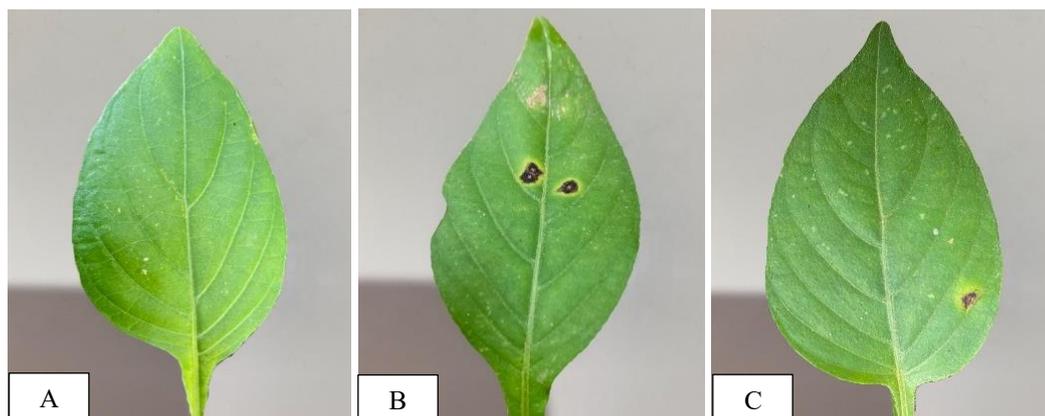
G0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

G1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

G2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.

4.1.4 Uji pelukaan

Hasil penelitian uji pelukaan akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 menunjukkan gejala fitotoksisitas pada daun gulma *A. gangetica*. Sementara itu pada perlakuan tanpa aplikasi (kontrol) tidak menunjukkan gejala fitotoksisitas pada daun gulma *A. gangetica*. Gejala fitotoksisitas yang disebabkan oleh aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 ditandai dengan adanya bercak hitam pada titik inokulasi daun *A. gangetica*. Pengaruh uji pelukaan akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada daun gulma *A. gangetica* pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh uji pelukaan akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada daun *A. gangetica*.

Keterangan:

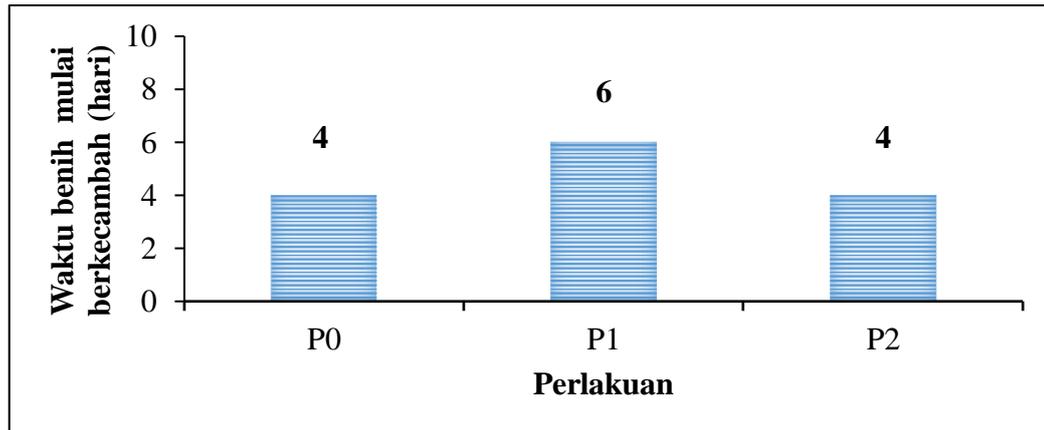
(A) = Kontrol aplikasi dengan air

(B) = Aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

(C) = Aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2

4.1.5 Uji Pratumboh Tanaman Cabai Rawit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 mampu menghambat perkecambahan benih cabai rawit berturut-turut sebesar 4% dan 10% sedangkan benih cabai rawit tanpa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. tidak ada penghambatan (100% benih cabai rawit berkecambah). Waktu mulai berkecambah benih cabai rawit berturut-turut pada hari ke 4-6 setelah pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2. Rata-rata waktu mulai berkecambah cabai rawit akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 14. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perkecambahan benih cabai rawit tidak berbeda nyata dengan perlakuan tanpa aplikasi metabolit sekunder *Fusarium* sp. (kontrol). Penghambatan perkecambahan benih cabai rawit akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 15.



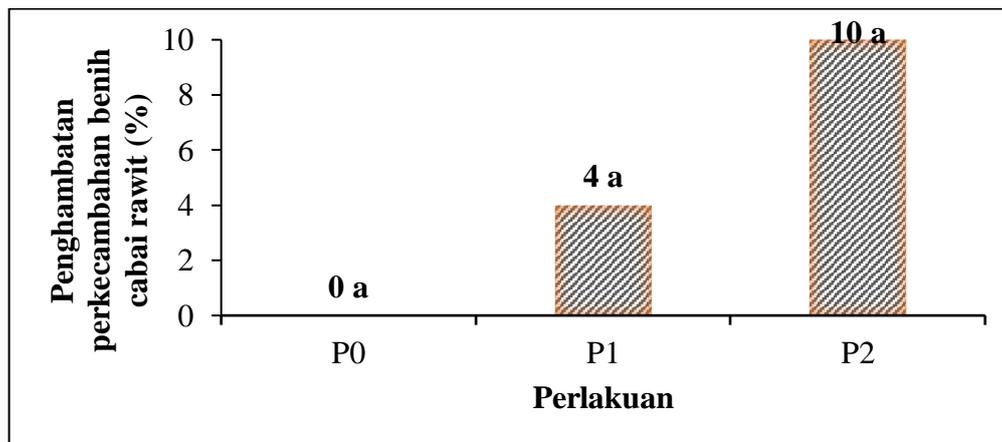
Gambar 14. Rata-rata waktu mulai berkecambah benih cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



Gambar 15. Penghambatan perkecambahan benih cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.

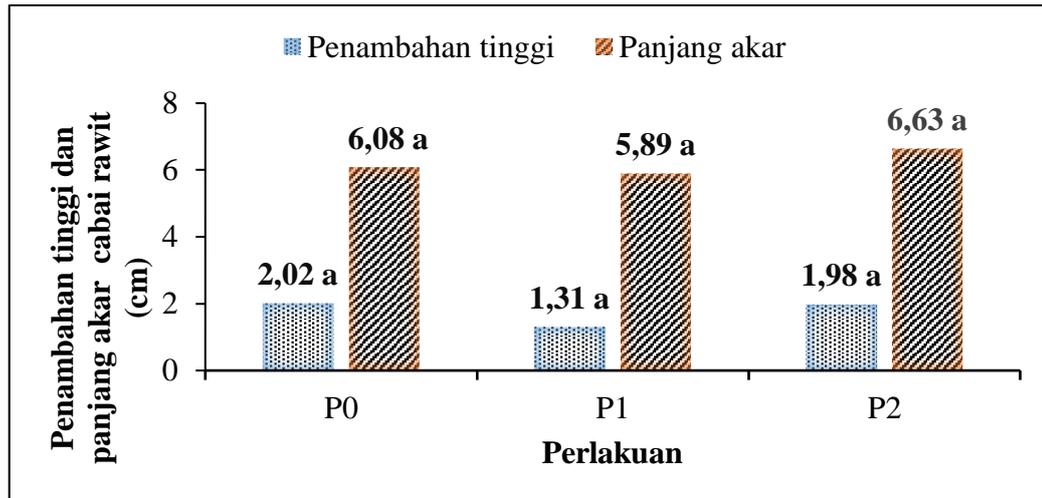
4.1.6 Uji Pascatumbuh Tanaman Cabai Rawit

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan tinggi tanaman, panjang akar, bobot basah, dan bobot kering cabai rawit. Rata-rata penambahan tinggi dan panjang akar cabai rawit akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 berturut-turut adalah 1,31 cm dan 5,89 cm, sedangkan pada aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2 berturut-turut adalah 1,98 cm dan 6,63 cm, dan tanpa aplikasi sebesar 2,02 cm dan 6,08 cm. Rata-rata penambahan tinggi dan panjang akar cabai rawit akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 16.

Hasil uji analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 dan *Fusarium* sp. 2 tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering cabai rawit. Rata-rata bobot basah dan bobot kering cabai rawit pada aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1 berturut-turut sebesar 0,54 g dan 0,31 g, aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2 berturut-turut sebesar 0,53 g dan 0,28 g, sedangkan tanpa aplikasi berturut-turut sebesar 0,63 g dan 0,38 g. Rata-rata bobot basah dan bobot kering cabai rawit pada aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 17.

4.1.7 Pengaruh Aplikasi Metabolit Sekunder Jamur *Fusarium* sp. terhadap Kehijauan Daun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah relatif klorofil daun akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. menggunakan alat SPAD (*Soil Plan Analysis Development*) nilai relatif klorofil daun cabai lebih tinggi dibandingkan dengan daun gulma. Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. terhadap derajat kehijauan daun pada berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 18.



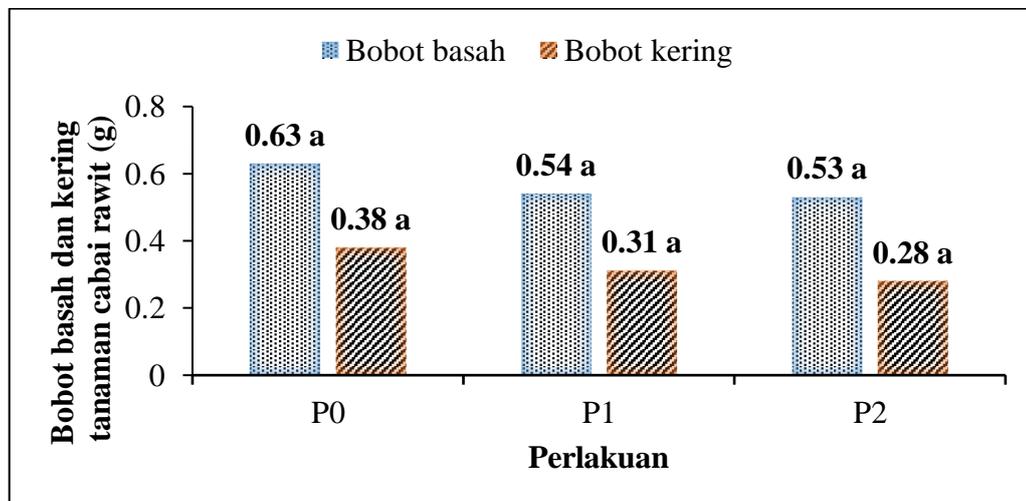
Gambar 16. Rata-rata penambahan tinggi tanaman dan panjang akar cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



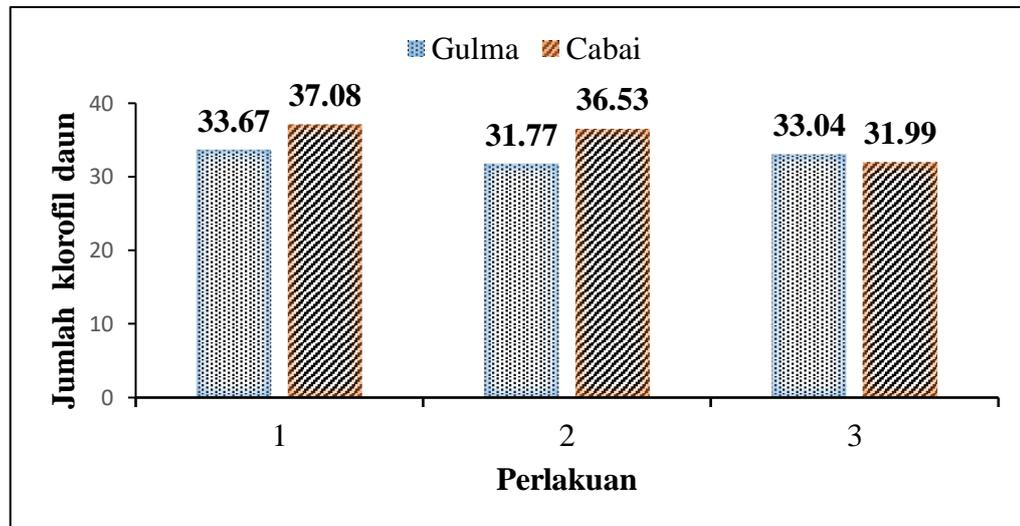
Gambar 17. Rata-rata bobot basah dan bobot kering cabai akibat aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.



Gambar 18. Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. terhadap derajat kehijauan daun.

Keterangan:

P0 = Kontrol (tanpa aplikasi metabolit)

P1 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 1

P2 = Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. 2.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian ini adalah:

- (1) Metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. berpotensi sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*, terutama sebagai herbisida pratumbuh.
- (2) Aplikasi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. tidak fitotoksi pada tanaman cabai rawit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini penulis menyarankan untuk melakukan pengujian metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. pada benih gulma golongan teki untuk melihat potensi metabolit sekunder jamur *Fusarium* sp. sebagai bioherbisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Adigun, J., Osipitan, A., Lagoke, S., Adeyemi R., dan Afolami, S. 2014. Growth and yield performance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) as influenced by row-spacing and period of weed interference in South-West Nigeria. *Journal of Agricultural Science Archives*. 6 (4): 188-198.
- Agriflo. 2012. Cabai: *Prospek Bisnis dan Teknologi Manca Negara*. Penebar Swadaya Grup. Jakarta. 205 hlm.
- Agustina, S., Widodo, P., dan Hidayah, H. A. 2014. Analisis fenetik kultivar cabai besar *Capsicum annum* L. dan cabai kecil *Capsicum frutescens* L. *Scripta Biologica*. 1(1): 113-123.
- Alfizar, Marlina, dan Nurul, H. 2011. Upaya pengendalian penyakit layu *Fusarium oxysporum* dengan pemanfaatan agen hayati cendawan FMA dan *Trichoderma harzinaum*. Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. *J. Floratek*. 6(1) :8-17.
- Andriani, V. dan Ajiningrum, P., S. 2021. Pertumbuhan, produksi, dan kandungan biokimia tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada perlakuan kombinasi ekstrak kulit singkong dan akar enceng gondok. *Jurnal Teknosains*. 15(2): 161-169.
- Anteyi, W., Iris, K., dan Frank, R. 2022. Diacetoxyscirpenol, a *Fusarium* exometabolite, prevents efficiently the incidence of the parasitic weed *Striga hermonthica*. *BMC Plant Biology*. 22(84): 2-15.
- Ayuningtyas, N. M., Ketty, S., dan M. Syukur. 2023. Growth response of potted ornamental chili (*Capsicum annum* L.) with composition of ab mix fertilizer. *Bul. Agrohorti*. 11(2): 204-213.
- Bailey, K. L., Boyetchko, S. M., dan Längle, T. 2010. Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*. 52(3): 221- 229.
- Bastos, B. O., Deobald, G.A., Brun, T., Dal Pra, V., Junges, E., Kuhn, R. C., Pinto, A, K., dan Mazutti, M. A. 2017. Solid-state fermentation for production of a bioherbicide from *Diaporthe* sp. and its formulation to enhance the efficacy. *3 Biotech*. 7(2): 135.

- Daniel, J., Thiarles, B., izelmar, T., Thiago, A., Tassia, C., Silvana, S., Katia, R., Marcus, T., Giovani, L., Raquel, C., dan Marcio, A. 2020. Association of adjuvants with culture filtrate from *Fusarium fujikuroi* for increasing the control of *Conyza* sp. *Bioterface Research in Applied Chemistry*. 10(5): 6481-6487.
- Daniels, J., Giovani, Z., Marcus, V., Ricardo, H., Raquel., dan Marcio, A. 2018. *Fusarium fujikuroi*: a novel source of metabolites with herbicidal activity. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 14(1): 314-320.
- Dharmadewi, A., A., I., M., 2020. Analisis kandungan klorofil pada beberapa jenis sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar food suplement. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 9(2): 171-176.
- Elfrida, Jayanthi, S., dan Fitri, R. D. 2018. Pemanfaatan ekstrak daun babandotan (*Ageratum conyzoides*) sebagai herbisida alami. *Jurnal Jeumpa*. 5(1): 50-55.
- Fauzi, A. R., Annisa, Nur I., dan Heny, A. 2016. Pertanian perkotaan:urgensi, peranan, dan praktik terbaik. *Jurnal Agroteknologi*, 10 (1):49-62.
- Fauzi, M., Murdan, dan Irwan M. 2018. Potensi jamur *Fusarium* sp. sebagai agen pengendali hayati gulma eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). CROP AGRO. *Jurnal Ilmiah Budidaya*, 4(1): 64-71.
- Fitria, Juita, D., Koko, T., Aisar, N., dan Rini, S. 2020. Model pengembangan petani dalam mengendalikan gulma secara bioherbisida dan herbisida kimia pada areal tanaman jagung. *Jurnal Pertanian*. 3(2): 202-209.
- Galea, V. J. 2021. Use of sistem implanted bioherbicide capsules to manage an infestation of *Parkinsonia aculeata* in Northern Australia. *Plants*. 10(9): 2-17.
- Gharde, Y., Singh, P.K., Dubey, R.P., dan Gupta, P.K. 2018. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. *Crop Protection* 107: 12-18.
- Girolamo, G. D dan L. Barbanti. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian Journal of Agronomy*. 25(7): 178-188.
- Grasella, S. 2022. Aktivitas Jamur *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) sebagai Bioherbisida terhadap Gulma Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harpenas, Asep dan Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta. 45 hlm.
- Hartati, S., Ummu. S. R., Lindung, T, P., Wawan, K. 2016. Kompabilitas vegetatif *Fusarium oxysporum* dari beberapa tanaman inang. *Jurnal Argikkultura*, 27 (3): 132-139.
- Harding, D. P. dan Raizada, M. N. 2015. Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses. *Frontiers in Plant Science*. 6(1): 659.

- Hasiani, V. V., Islamudin A., dan Laode R. 2015. Solasi jamur endofit dan produksi metabolit sekunder antioksidan dari daun pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*.1(4): 146-153
- Ismail, A. A. dan Papenbrock, J. 2015. Mycotoxins: producing fungi and mechanisms of phytotoxicity. *Agriculture*. 5(1): 492-537.
- Janaviciene, S., Eimantas, V., Grazina, K., Neringa, M., Zane, B., Vadims, B., dan Skaidre, S. 2023. Diversity of Mycotoxins Produced by *Fusarium* Strains Infecting Weeds. *Toxins*. 15(420): 1-11.
- Javed S, Yousaf Z, Rashid M, Saleh N, Zahoor M, Ramzan H, Yasin H, Qamar N. R., dan Aftab A. 2016. Pericarp of trapa natans Var. Bispinosa (Roxb.) makino as an organic herbicide. *International Journal of Advance Agricultural Research*. 4(9): 94-104.
- Juniawan. 2015. *Mengenal Jamur Fusarium oxysporum*. BBPP KETINDAN. <https://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/>. Diakses 17 November 2023.
- Junior, F. W. R., Scariot, M. A, Forte C. T, Pandolfi, L., Dil, J. M., Weirich, S., Carezia, C., Mulinari, J., Mazutti, M. A., dan Fongaro, G. 2019. *New Perspectives for Weeds Control Using Autochthonous Fungi with Selective Bioherbicide Potential*. Heliyon.
- Karim, R.L., Diourté, M., Jijakli, M.H. 2012. Present status of the development of mycoherbicides against water hyacinth: successes and challenges. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 16: 360-368.
- Khiralla, A., Spina, R., Saliba, S., dan Laurain, M. D. 2019. Diversity of natural products of the general *culvularia* and bipolaris. *Fungal Biol. Rev*. 3(3): 101-122.
- Kurniawan, A., Yulianty, Y., dan Nurcahyani, E. 2019. Uji potensi bioherbisida ekstrak daun mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq) terhadap pertumbuhan gulma mamon ungu (*Cleome rutidosperma* D.C.). *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1): 39– 46.
- Kumalasari, N., R., Putra R., I., dan Abdullah, L. Evaluasi morfologi, produksi dan kualitas tumbuhan *Asystasia gangetica* (L.) tanderson pada lingkungan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 18(2): 49-53.
- Liliane, T. N. dan Charles, M.S. 2019. *Factors Affecting Yield of Crops*. IntechOpen Book Series. 108 pg.
- Maulina, Y. R. 2019. Eksplorasi dan Identifikasi Cendawan Patogen Gulma Daun Lebar serta Uji Virulensinya terhadap Gulma Daun Lebar dan Tanaman Budidaya. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Mira, Y., Castaneda, D., Morales. 2021. Phytopathogenic fungi with potential as biocontrol agents for weeds of importance in crops of antioquia, Colombia. *Egypt J Biol Pest Control*. 3(1): 122 .

- Munandar, M., Romano, dan Mustafa, U. 2017. Faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan cabai merah di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 2(3): 80–91.
- Narendra, D., Rama, N. L., Satyanarayana, B., Sudeepthi, P., Hemachakradhar, K., dan Pavan, N. K. 2013. Preliminary phytochemical screening, quantitative estimation and evaluation of antimicrobial activity of *Alstoniamacrophylla* stem bark. *International Journal of Science Invention Today*. 2(1): 31-39.
- Oktaviani, E. 2018. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) terhadap Jamur Patogen *Fusarium* spp. Secara In Vitro. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Perkasa., A., Munif, G., dan Dwi, G. 2016. Penggunaan herbisida untuk pengendalian gulma pada budi daya kedelai jenuh air di lahan pasang surut. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 35(1): 63-69.
- Portela, V.O., Santana, N.A., Balbinot, M.L., Antonioli, Z.I., de Oliveira, A., Jacques, R.J.S. 2022. Phytotoxicity optimization of fungal metabolites produced by solid and submerged fermentation and its ecotoxicological effects. *Appl. Biochem Biotechnol*. 194: 2980-3000.
- Prabowo, S., Sangrani A., dan Dwi H. 2020. Identifikasi seed bank gulma lokal dan pengaruh frekuensi penyiangan terhadap pertumbuhan dan hasil cabai rawit (*Capsicum frutescens*). *Jurnal Ilmu Pertanian*. 32(2): 121-128.
- Putra, R. I. 2018. *Morfologi*, Produksi biomassa dan kualitas ara sungsang (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) sebagai hijauan pakan di beberapa Wilayah Jawa Barat dan Banten. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Putra, M. T. M., Phabiola, T. A., Suniti, N. W. 2019. Pengendalian penyakit layu *Fusarium oxysporum* sp. capsici pada tanaman cabai rawit *Capsicum frutescens* di rumah kaca dengan *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada kompos. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 8(1): 103-117.
- Rai, M., Zimowska, B., Shinde, S., Tres, M. V. 2021. Bioherbicidal potential of different species of *Phoma* opportunities and challenges. *Appl. Microbil. Biotechnol*. 105(1): 3009-3018.
- Rahmi, N., Dewi, R., Maretalina, R., dan Hidayat, M. 2017. Keanekaragaman fungi mikoriza di Kawasan Hutan Desa Lamteuba Droo Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*.
- Ramadhani, P. dan Ulpah, S. 2022. Efektivitas herbisida nabati ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) terhadap Gulma *Asystasia gangetica* L. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 38(2): 155-162.
- Rana, A., Sahgal, M., dan Johri, B. N. 2017. *Fusarium oxysporum: Genomics, Diversity and Plant–Host Interaction*. *Developments in Fungal Biology and Applied Mycology*. 6: 159-199.

- Saparinto, C. dan Susiana, R. 2016. *Grow your own medical plant panduan praktis menanam 51 tanaman obat populer di Pekarangan*. Lily Publisher. Yogyakarta. 476 hlm.
- Sembiring, D. S. P. S., dan Sebayang, N, S. 2019. Uji efikasi dua herbisida pada pengendalian gulma di lahan sederhana. *Jurnal Pertanian*, 10(2): 61-70.
- Setiawan, I. 2013. *Gulma Asystasia gangetica*. *Jurnal Kktivasi*. 18(3): 969-976.
- Siregar, E. N, Nugroho A, Sulistyono R. 2017 Uji alelopati ekstrak umbi teki pada bayam duri (*Amaranthus spinosus* L.) dan pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea mays* L. saccharata). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(2): 290 – 298.
- Sutrisni, R. dan Widodo. 2012. Keragaman *Fusarium* pada rizosfer tanaman kacang panjang dan peranannya bagi pertumbuhan tanaman. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(5): 128-137.
- Suzuki, M., Chozin M. A, Arihiro I, Kiyotake, S. dan Hisashi K.N. 2019. Phytotoxic activity of chinese violet (*Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson) and two phytotoxic substances. *Weed Biology and Management*. 19(1): 3–8.
- Tampubolon, K., Fransisca, N., Zavandri, P., Sony, T. S. S., dan Syahibal, K. 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pertisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi*. 17(3): 683-693.
- Tillo, S.K., V.B. Pandee., T.M. Rasala., dan V.V. Kale. 2012. *Asystasia gangetica: Multipotential Application*. 3(4): 18-20.
- Utami, S. dan R. Rahadian. 2010. Kompetisi gulma dan tanaman wortel pada perlakuan pupuk organik dan effective microorganisms. *Jurnal Bioma* 12(2): 40-43.
- Wandani, S. A. T., Yuliani, dan Rahayu, Y. S. 2015. Uji ketahanan lima varietas tanaman cabai merah (*Capsicum annum*) terhadap penyakit tular tanah (*Fusarium oxysporum f.sp capsici*). *LenteraBio*. 4(3): 155-160.
- Zulkarnain. 2013. *Budidaya Sayuran Tropis*. Bumi Aksara. Jakarta. 219 hlm.