

**POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Curvularia* sp.
SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN
UJI FITOTOKSISITASNYA PADA BIBIT KAKAO**

(Skripsi)

Oleh

**Anis Maimunah
2054121008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Curvularia* sp. SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN UJI FITOTOKSISITASNYA PADA BIBIT KAKAO

Oleh

ANIS MAIMUNAH

Kakao (*Theobroma cacao* L.) termasuk komoditas perkebunan penting dalam perekonomian Indonesia. Salah satu gulma di perkebunan kakao adalah *Asystasia gangetica*. Gulma *A. gangetica* memiliki kemampuan tumbuh dengan cepat dan merupakan gulma invansif. Pengendalian gulma umumnya dilakukan dengan aplikasi herbisida. Penggunaan herbisida dilaporkan menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan. Penggunaan herbisida metabolit sekunder jamur dapat menjadi alternatif untuk mengurangi aplikasi herbisida sintetik. Penelitian ini bertujuan menguji metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica* dan mengetahui fitotoksitasnya pada tanaman kakao. Penelitian dilaksanakan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas: tanpa metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp., metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria*, dan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Rottboellia*. Uji pada gulma *A. gangetica* dilakukan dengan metode bioassay yaitu uji pratumbuh, uji pelukaan, dan uji pascatumbuh. Uji fitotoksitas pada bibit kakao dilakukan hanya pada pascatumbuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. mampu menghambat perkecambahan benih *A. gangetica* sebesar 100%, metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria* mampu menimbulkan nekrotik pada daun gulma *A. gangetica*, dan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria* dan gulma *Rottboellia* cenderung menghambat pertumbuhan gulma *A. gangetica*. Uji fitotoksitas pada bibit kakao menunjukkan bahwa metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. menimbulkan gejala fitotoksitas dalam kategori ringan.

Kata kunci: *Curvularia* sp., Gulma *A. gangetica*, Kakao, Metabolit Sekunder

ABSTRACT

THE POTENTIAL OF SECONDARY METABOLITES FROM *Curvularia* sp. AS HERBICIDES AGAINST *Asystasia gangetica* AND THEIR PHYTOTOXICITY ON COCOA SEEDLINGS

By

ANIS MAIMUNAH

*Kakao (*Theobroma cacao* L.) is an important plantation commodity in the Indonesian economy. One of the weeds found in cocoa plantations is *Asystasia gangetica*. *A. gangetica* has a rapid growth ability and is considered an invasive weed. Weed control is generally achieved through herbicide application. The use of herbicides has been reported to cause various negative effects, such as environmental pollution. The use of secondary metabolites from fungi could be an alternative to reduce the application of synthetic herbicides. This study aimed to test the secondary metabolites of *Curvularia* sp. as herbicides to control the weed *A. gangetica* and to assess their phytotoxicity on cocoa seedlings. The research was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications. The treatments consisted of the following: without secondary metabolites of *Curvularia* sp., secondary metabolites of *Curvularia* sp. from water hyacinth, secondary metabolites of *Curvularia* sp. from *Digitaria*, and secondary metabolites of *Curvularia* sp. from *Rottboellia*. Testing of the weed *A. gangetica* was performed using a bioassay method, which included pre-emergence, wound, and post-emergence tests. Phytotoxicity tests on cocoa seedlings were conducted only during the post-emergence phase. The results of the study showed that the secondary metabolites of *Curvularia* sp. inhibited the germination of *A. gangetica* seeds by 100%. The secondary metabolites of *Curvularia* sp. from *Digitaria* caused necrosis in the leaves of *A. gangetica*, and the secondary metabolites from *Digitaria* and *Rottboellia* tended to inhibit the growth of *A. gangetica*. A phytotoxicity test on cocoa seedlings indicated that the secondary metabolites of *Curvularia* sp. caused mild symptoms of phytotoxicity.*

Keywords: *A. gangetica*, Cocoa, *Curvularia* sp., Secondary Metabolites

**POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Curvularia* sp.
SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN
UJI FITOTOKSISITASNYA PADA BIBIT KAKAO**

Oleh

ANIS MAIMUNAH

Skripsi

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

pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **POTENSI HERBISIDA METABOLIT
SEKUNDER JAMUR *Curvularia* sp. SEBAGAI
HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN
UJI FITOTOKSISITASNYA PADA BIBIT
KAKAO**

Nama Mahasiswa : **Anis Maimunah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2054121008**

Program Studi : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI:

1. Komisi Pembimbing,



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



Ir. Herry Susanto, M.P.
NIP 196301151987031001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,



Ir. Setyo Widagdo, M.Si.
NIP 196812121992031004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : Ir. Herry Susanto, M.P.



Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Iqbal Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 30 September 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“POTENSI METABOLIT SEKUNDER JAMUR *Curvularia* sp. SEBAGAI HERBISIDA GULMA *Asystasia gangetica* DAN UJI FITOTOKSISITASNYA PADA BIBIT KAKAO“** merupakan hasil karya sendiri. Semua hasil yang tertuang pada 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 dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 30 September 2024

Yang membuat pernyataan,



Anis Maimunah

NPM 2054121008

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Anis Maimunah lahir di Desa Penantian, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus pada 29 Mei 2002 dari pasangan Bapak Muhlisin dan Ibu Fitriyani. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dengan adik perempuan bernama Muhrimatul Mu'auwanah dan adik laki-laki bernama Syakiano Praja Kusuma. Penulis tinggal di Desa Tanjung Baru, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Penulis telah menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Penantian pada 2008. Pendidikan Madrasah Tsanawiyah di MTS Nurul Huda Pringsewu pada 2014. Pendidikan Madrasah Aliyah di MA Negeri 1 Pringsewu pada 2017.

Penulis merupakan mahasiswa aktif di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang diterima pada 2020 melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMMPTN-Barat). Penulis memilih perkebunan sebagai konsentrasi penelitian di perkuliahan. Pada 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Batu Keramat, Kecamatan Kota Agung Timur, Kabupaten Tanggamus. Pada tahun yang sama, penulis juga melaksanakan Praktik Umum (PU) di Kebun Induk Kopi, Sekolah Kopi Lampung Barat. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah terpilih menjadi asisten dosen mata kuliah Perkebunan Tebu dan Karet dan mata kuliah Kewirausahaan pada 2023. Pada 2024, penulis pernah terpilih menjadi asisten dosen mata kuliah Rempah dan Fitofarmaka. Penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan bergabung dalam Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT) sebagai anggota bidang Dana dan Usaha periode 2021/2022.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah *rabbi` alamin*, dengan rasa syukur dan kerendahan hati
kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua tercinta Bapak Muhlisin dan Ibu Fitriyani yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia, yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, semua bentuk dukungan yang baik, motivasi, nasihat, dan doa yang tidak pernah terputus

Serta Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah 286)

“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah :5-6)

“Tidak terwujudnya impianmu bukan berarti kamu gagal dalam hidup. Berhasil mewujudkannya juga bukan berarti kamu berhasil dalam hidup”

(Baek Yi Jin)

SANWACANA

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Allhamdullilahirabil'alamin, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Potensi Metabolit Sekunder Jamur *Curvularia* sp. sebagai Herbisida Gulma *Asystasia gangetica* dan Uji Fitotoksitasnya pada Bibit Kakao” dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama dalam mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih dengan segala kerendahan hati kepada berbagai pihak yang terlibat dalam keberhasilan pelaksanaan penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini, yaitu 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 Pertama sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan arahan, motivasi, nasihat dengan penuh kesabaran kepada penulis, dan segala bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi berlangsung;
- (4) Bapak Ir. Herry Susanto, M.P., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu, motivasi, saran, serta kritik yang sangat membantu penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
- (5) Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S., selaku Dosen Penguji atas pemberian saran dan masukan kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi;

- (6) Adik tercinta Muhrimatul Mu'auwanah dan Syakiano Praja Kusuma yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa kepada penulis;
- (7) Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis sehingga skripsi ini bisa terselesaikan;
- (8) Sahabat sekaligus saudara Trisa Kartika, Salsabila Sekar Putri, dan Kiky Marga Wati yang selalu memberikan dukungan terbaik, serta banyak membantu penulis dari awal perkuliahan sampai detik ini;
- (9) Andre Janu Wibowo dan Alya Fayza yang banyak membantu penulis selama masa penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai;
- (10) Keluarga Besar Agroteknologi Angkatan 2020 atas kebersamaannya dalam melewati suka duka selama ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca. *Amiin ya Rabbal Alamin.*

Bandar Lampung, 30 September 2024
Penulis,

Anis Maimunah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	4
I.3 Tujuan	4
I.4 Kerangka Pemikiran.....	4
I.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kakao	7
2.2 Gulma <i>Asystasia gangetica</i>	9
2.3 Taksonomi dan Morfologi <i>Curvularia</i> sp	10
2.4 Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. sebagai Herbisida	10
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.....	14
3.4.1 Pembuatan Media Potato Sucrose Agar (PSA).....	15
3.4.2 Peremajaan dan Perbanyakan Isolat Jamur <i>Curvularia</i> sp.	15
3.4.3 Penyiapan Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp	15
3.4.4 Uji Bioassays pada Gulma <i>Asystasia gangetica</i>	16
3.4.5 Uji Bioassays pada Bibit Kakao	18

3.5 Variabel Pengamatan	19
3.5.1 Persentase Perkecambahan	19
3.5.2 Uji Pelukaan.....	19
3.5.3 Penambahan Tinggi Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	19
3.5.4 Penambahan Jumlah Daun Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	19
3.5.5 Kehijauan Daun Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	20
3.5.6 Panjang Akar Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	20
3.5.7 Bobot Segar Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	20
3.5.8 Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> dan Bibit Kakao	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Hasil Penelitian	21
4.1.1 Uji Pratumhuh pada Gulma <i>A.gangetica</i>	21
4.1.2 Uji Pelukaan pada Gulma <i>A.gangetica</i>	22
4.1.3 Uji Pascatumhuh pada Gulma <i>A.gangetica</i>	22
4.1.4 Uji Pascatumhuh pada Bibit Kakao	28
4.2 Pembahasan.....	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skoring Keracunan Tanaman terhadap Aplikasi Herbisida	18
2. Pengaruh Pemberian Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. terhadap Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i> . Hari Ke-14 setelah Aplikasi.....	22
3. Penghambatan Pertumbuhan Gulma <i>A. gangetica</i>	24
4. Penghambatan Pertumbuhan Bibit Kakao.....	30
5. Persentase Perkecambahan pada Gulma <i>A. gangetica</i>	47
6. Transformasi Persentase Perkecambahan Gulma <i>A. gangetica</i>	47
7. Analisis Ragam pada Variabel Pengamatan Persentase Perkecambahan	48
8. Penambahan Tinggi pada Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	48
9. Penambahan Jumlah Daun pada Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	49
10. Tingkat Kehijauan Daun Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi	49
11. Panjang Akar Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.	50
12. Bobot Segar Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	50
13. Bobot Kering Gulma <i>A. gangetica</i> akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	51
14. Penambahan Tinggi Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	51
15. Penambahan Jumlah Daun Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	52

16.	Kehijauan Daun Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	52
17.	Panjang Akar Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi	53
18.	Bobot Segar Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	53
19.	Bobot Kering Bibit Kakao akibat Metabolit Sekunder Jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 Hari setelah Aplikasi.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran uji metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada gulma <i>A. gangetica</i> dan bibit kakao	6
2. Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada gulma <i>A. gangetica</i> pada 3 hari setelah aplikasi	23
3. Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada gulma <i>A. gangetica</i> pada 7 hari setelah aplikasi	23
4. Penambahan tinggi gulma <i>A. gangetica</i> . akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	25
5. Penambahan jumlah daun gulma <i>A. gangetica</i> . akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	25
6. Kehijauan daun gulma <i>A. gangetica</i> akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	26
7. Panjang akar gulma gulma <i>A. gangetica</i> . akibat metabolit sekunder amur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi.....	27
8. Bobot segar gulma <i>A. gangetica</i> . akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	28
9. Bobot kering gulma <i>A. gangetica</i> . akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	28
10. Pengaruh aplikasi metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada bibit kakao pada 7 hari setelah aplikasi	29
11. Penambahan tinggi bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	30
12. Penambahan jumlah daun bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	31
13. Kehijauan bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	32
14. Panjang akar bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	32

15.	Bobot segar bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	33
16.	Bobot kering bibit kakao akibat metabolit sekunder jamur <i>Curvularia</i> sp. pada 7 hari setelah aplikasi	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai komoditas andalan ekspor. Kakao merupakan komoditas perkebunan ketiga terbesar setelah kelapa sawit karet, kakao berperan penting dalam meningkatkan perekonomian sebagai penghasil devisa sekaligus meningkatkan perekonomian petani (Managanta *et al.*, 2019). Pada 2022, Indonesia berada di peringkat ke-3 negara produsen kakao terbesar di dunia setelah Cote d'Ivoire, Ghana. Pada 2021, kakao dikelola oleh perkebunan rakyat sekitar 1.451.504 ha atau 99,39% (Badan Pusat Statistik, 2022).

Tanaman kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Provinsi Lampung. Pada 2021, Provinsi Lampung menjadi salah satu provinsi dengan produksi kakao tertinggi. Dengan total 688.210 ton produksi kakao di Indonesia, Provinsi Lampung berada di urutan ke-5 penghasil kakao tertinggi setelah Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Barat. Provinsi Lampung menyumbangkan sekitar 8 % yakni 56,6 ton biji kakao dari luas areal lahan 78,87 ha (Badan Pusat Statistik, 2022). Upaya untuk meningkatkan produktivitas kakao telah banyak dilakukan salah satunya kegiatan pemeliharaan kakao adalah pengendalian gulma. Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh di tempat yang tidak dikehendaki dan dapat merugikan baik secara kualitas dan kuantitas. Hal ini terjadi akibat gulma yang tumbuh pada lahan budidaya mengakibatkan terjadinya kompetisi dengan tanaman budidaya dalam penyerapan unsur hara, cahaya matahari, dan penyerapan air (Kastanja, 2015).

Contoh gulma penting di perkebunan karet, kopi, kakao, nanas dan kelapa sawit adalah gulma *Asystasia gangetica* sejak tahun 1970. *A. gangetica* dapat tumbuh pada berbagai wilayah dengan kondisi yang beragam. Seperti pada daerah yang ternaungi yaitu daerah perkebunan, tanaman ini dapat menghasilkan daun dan menghasilkan organ vegetatif sehingga memiliki pertumbuhan yang cepat dan kompetitif (Kumalasari *et al.*, 2019). *A. gangetica* tumbuh dengan cepat karena berkembangbiak dengan stolonnya, yaitu pada ruas batang yang menyentuh tanah akan terbentuk perakaran baru, yang akan tumbuh merambat hingga mendominasi ruang tumbuh. Gulma ini juga dilaporkan sebagai salah satu gulma yang dianggap sebagai gulma invasif (Ramadhani dan Ulpah, 2022).

Gulma dapat menurunkan hasil panen, sehingga keberadaannya harus dikendalikan agar pertumbuhan tanaman optimal (Hardiman *et al.*, 2014). Selain itu menurut Sembodo (2010) gulma dapat mengeluarkan senyawa beracun atau alelokimia yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit atau kematian pada tanaman pokok. Gulma merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan dan produksi tanaman, dan kerusakan yang disebabkan oleh gulma terakumulasi selama produksi akhir dari tanaman pokok. Kehadiran gulma dapat berdampak pada produksi dengan kerugian berkisar antara 15-75% tergantung pada kondisi alam (Raharjo *et al.*, 2018).

Teknologi pengendalian gulma yang paling banyak digunakan secara luas saat ini adalah aplikasi herbisida sintetik. Penggunaan herbisida sintetik dapat mengurangi biaya pengendalian gulma karena untuk mengendalikan gulma pada hamparan yang luas dan mudah digunakan, tetapi berdampak negatif terhadap lingkungan (Supriadi, 2012). Penggunaan herbisida kimia memberikan dampak negatif, bahan aktif yang terkandung di dalam herbisida dapat teresidu di tanah, sehingga tidak hanya bersifat toksin pada gulma tetapi juga dapat mempengaruhi aktivitas biota tanah (Sari *et al.*, 2015). Kebutuhan pasar bahan kimia herbisida di Indonesia bernilai 6,17 miliar USD pada 2024, dan diperkirakan akan naik sebesar 4,13% dari 2024 hingga 2029 (Mordor Intelligence Research, 2024).

Saat ini, pengendalian gulma secara biologis telah banyak dikembangkan karena lebih aman dan tidak mengganggu stabilitas lingkungan. Agensia hayati (biologi) yang umum digunakan adalah jamur patogen yang karena sifatnya yang merusak, dapat diproduksi secara massal dan dapat langsung diformulasikan serta diaplikasikan langsung pada tanaman (Fauzi, 2009). Menurut Mira *et al.* (2021), pengendalian gulma secara biologis oleh jamur patogen dapat tercapai. Jamur merupakan kandidat agen pengendali hayati yang mempunyai peluang bagus dalam pengendalian gulma karena dapat menyebabkan kerusakan parah pada gulma (Peng *et al.*, 2004).

Penggunaan herbisida dari metabolit sekunder jamur memiliki banyak kelebihan, seperti aman terhadap lingkungan karena lebih spesifik dalam pengendalian gulma. Cenderung lebih aman bagi manusia, dan hewan karena tidak meninggalkan residu kimia. Selain itu, herbisida dari metabolit sekunder jamur yang potensial untuk digunakan umumnya mempunyai daya bunuh yang rendah dan memerlukan waktu reaksi yang lama jika dibandingkan herbisida sintetik. Jamur menghasilkan metabolit fitotoksik dimana metabolit fitotoksik berperan penting dalam menginduksi gejala penyakit pada tanaman dan gulma (Varejao *et al.*, 2013). Oleh karena itu, penggunaan herbisida dari metabolit sekunder dari jamur, dianggap paling aman bagi lingkungan dan manusia.

Contoh jamur yang menghasilkan metabolit sekunder untuk mengendalikan gulma ialah jamur *Curvularia* sp. Jamur *Curvularia* sp. mengandung beberapa kelompok metabolit sekunder yang beragam termasuk alkaloid, terpen, poliketida, dan kuinon (Kalimuthu *et al.*, 2022). Menurut Kaaniche *et al.* (2019) jamur *Curvularia* sp. memiliki berbagai aktivitas biologis termasuk anti kanker, anti inflamasi, anti mikroba, anti oksidan, dan fitotoksisitas. Beberapa spesies *Curvularia* juga menunjukkan dampak negatif terhadap manusia dan hewan. Terlepas dari dampak negatifnya, ada beberapa implikasi menguntungkan seperti produksi enzim bernilai industri, bioherbisida, dan sumber nanopartikel.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- (1) Apakah metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. berpotensi sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*?
- (2) Apakah metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. menyebabkan fitotoksisitas pada bibit kakao?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui potensi metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*;
- (2) Mengetahui fitotoksisitas metabolit sekunder dari jamur *Curvularia* sp. pada bibit kakao.

1.4 Kerangka Pemikiran

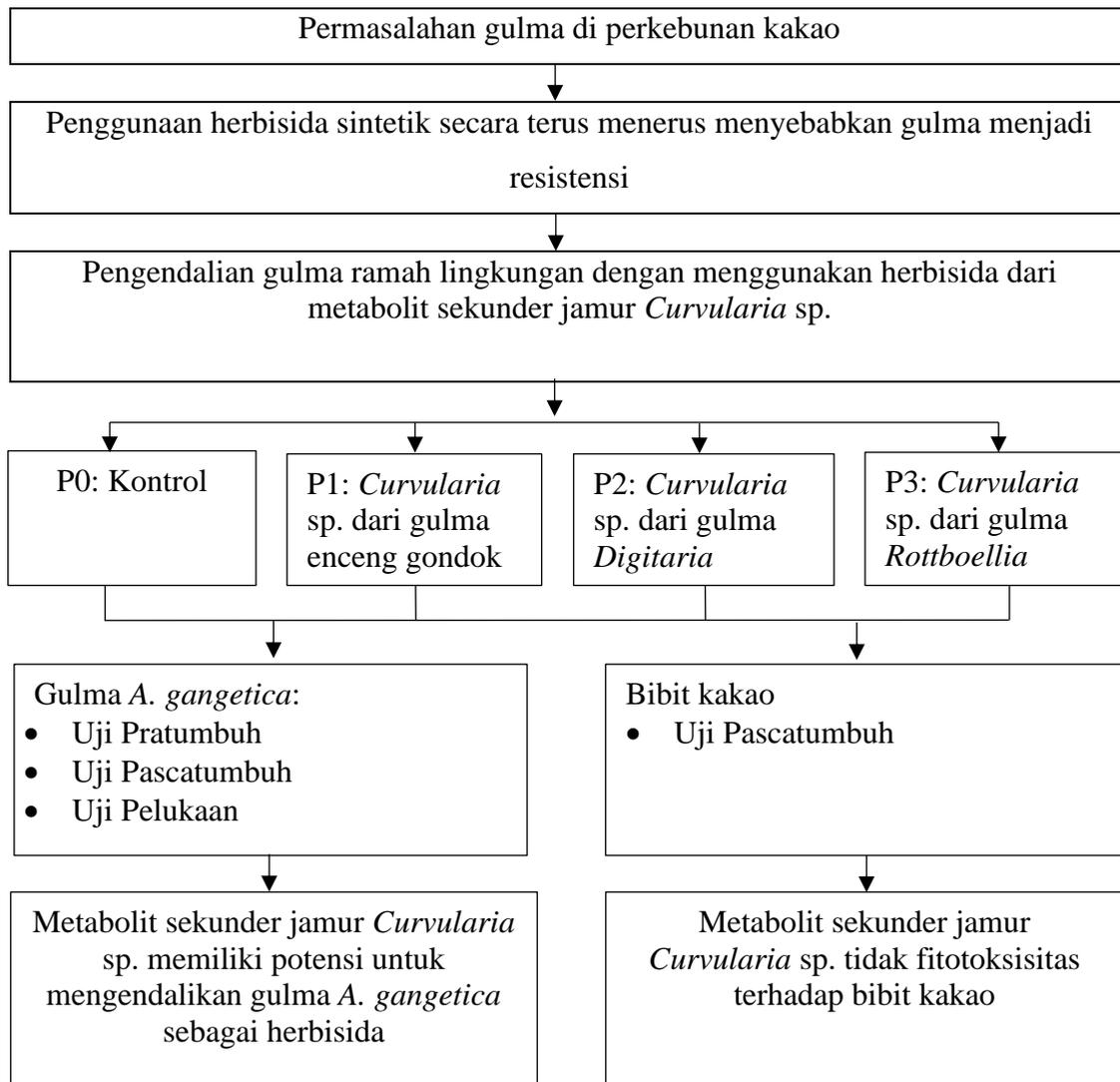
Kehadiran gulma pada suatu lahan merupakan salah satu faktor pembatas produksi tanaman pertanian. Menurut Sukman *et al.* (2002), gulma hidup dengan tidak terkontrol pada waktu dan tempat yang tidak diinginkan, sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman di sekitarnya. Gulma selain dapat mengganggu serta mengakibatkan adanya kompetisi dalam mendapatkan air, zat hara, sinar matahari dengan tanaman pokok juga dapat menjadi inang bagi hama dan penyakit.

Umumnya gulma dikendalikan menggunakan herbisida sintetik namun penggunaan yang tidak bijaksana dapat menimbulkan berbagai permasalahan baru seperti pencemaran lingkungan dan menimbulkan resistensi terhadap gulma. Menurut Sari *et al.* (2021) salah satu alternatif pengendalian gulma yang ramah lingkungan adalah menggunakan herbisida dari metabolit sekunder jamur. Jamur potogen memiliki kemampuan menghasilkan metabolit sekunder yang berperan

besar dalam peningkatan pengendalian gulma (Junior *et al.*, 2019). Menurut Marinho *et al.* (2017) jamur patogen dikenal karena potensi metabolismenya untuk menghasilkan berbagai macam enzim dan metabolit bioaktif untuk aplikasi pertanian.

Beberapa jenis metabolit sekunder dari jamur dapat digunakan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman. Selain itu, metabolit sekunder dari jamur patogen juga dapat digunakan sebagai agen pengendali gulma (Fajriyah *et al.*, 2020). Dayan *et al.* (2011) melaporkan bahwa metabolit sekunder memiliki cara kerja unik yang dapat digunakan sebagai herbisida komersial secara langsung atau sebagai turunannya yang bersifat selektif, mudah terurai, dan lebih aman bagi lingkungan. Menurut Kim *et al.* (2020) metabolit sekunder yang dihasilkan oleh spesies mikroba menyebabkan tanda-tanda toksisitas herbisida, seperti terbakar, nekrosis, klorosis, dan deformasi, yang menyebabkan kematian tanaman.

Terdapat metabolit sekunder jamur patogen gulma yang telah berhasil dieksplorasi, yaitu *Curvularia* sp., *Chaetomium* sp., dan *Fusarium oxysporum*. Ketiga metabolit sekunder jamur patogen gulma tersebut mampu mengatasi beberapa gulma uji, seperti bandotan, rumput grinting, dan jukut pendul (Dewi *et al.*, 2022). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Zhu dan Qiang (2004) menunjukkan bahwa metabolit sekunder dari isolat jamur *Curvularia eragrostidis* QZ-2000 merupakan bioherbisida yang ampuh untuk mengendalikan gulma *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. pada lahan pertanian seperti kedelai, jagung, kapas, kacang tanah, dan melon. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui potensi metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. sebagai herbisida pada gulma *A. gangetica* dan apakah metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. tidak toksik terhadap tanaman kakao. Berikut kerangka pemikiran kerangka pemikiran uji metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. pada gulma *Asystasia gangetica* dan bibit kakao (Gambar 1).



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran uji metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. pada gulma *Asystasia gangetica* dan bibit kakao.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- (1) Metabolit sekunder dari jamur *Curvularia* sp. berpotensi sebagai herbisida untuk mengendalikan gulma *A. gangetica*;
- (2) Metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. tidak toksisitas terhadap bibit kakao.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kakao

Tanaman kakao berasal dari hutan-hutan tropis di Amerika Tengah dan di Amerika Selatan bagian Utara. Penduduk yang pertama kali mengusahakan tanaman kakao serta menggunakannya sebagai bahan makanan dan minuman adalah Suku Indian Maya dan Suku Astek. Di Indonesia tanaman kakao diperkenalkan oleh orang Spanyol pada 1560 di Sulawesi. Kakao merupakan salah satu hasil perkebunan yang dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan devisa Indonesia selain itu kakao memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Produksi kakao semakin meningkat dan kita ketahui pemanfaatan kakao sangat banyak. mulai dari biji sampai lemaknya dapat dimanfaatkan menjadi produk. Sebagai salah satu penghasil kakao, Indonesia harus dapat meningkatkan mutu biji kakao menjadi sebuah produk agar dapat bersaing dengan negara-negara penghasil kakao lainnya.

Tanaman kakao memiliki tingkatan taksonomi sebagai identitas. Kakao tergolong ke dalam *kingdom plantae*. Kakao merupakan tanaman yang menghasilkan biji. Biji tanaman kakao termasuk dalam biji tertutup (*angiospermae*) dan berkeping dua (*dicotyledoneae*). Kakao termasuk ke dalam ordo *malvales* dan famili *sterculiaceae*. *Theobroma* adalah genus dari tanaman kakao. Nama latin tanaman kakao adalah *Theobroma cacao* L. (Samudra, 2005).

Morfologi tanaman kakao sebagai berikut: akar tanaman kakao merupakan akar tunggang, pertumbuhannya dapat mencapai 8 m ke arah samping dan 15 m ke arah bawah yang berwarna kecoklatan (Siregar *et al.*, 2010). Susanto (2011) menyatakan perakaran kakao tumbuh cepat pada bibit dari biji yang baru

berkecambah dari panjang akar 1 cm pada umur satu minggu tumbuh menjadi 16 cm-18 cm pada umur satu bulan. Kakao yang diperbanyak secara vegetatif pada awal pertumbuhannya tidak menumbuhkan akar tunggang, melainkan akar-akar serabut yang banyak jumlahnya. Setelah dewasa tanaman tersebut menumbuhkan dua akar yang menyerupai akar tunggang (PPKKI, 2011).

Batang tanaman kakao memiliki batang yang berkayu dan berbentuk bulat dengan dua sifat percabangan yang disebut dengan dimorfisme. Cabang yang arah tumbuhnya ke atas disebut cabang ortotrop, sedangkan cabang cabang yang arah pertumbuhannya ke samping disebut cabang plagiotrop (Karmawati, 2010). Pada umur tiga tahun tanaman kakao bisa mencapai tinggi berkisar 1,8 m-3 m dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,5 m-7 m. Tanaman kakao asal dari biji, setelah mencapai tinggi 0,9 m-1,5 m akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket.

Daun kakao terletak pada tunas ortotrop memiliki tangkai daun dengan panjang berkisar 7,5 cm-10 cm sedangkan daun yang terletak pada tunas plagiotrop panjang tangkai daun berkisar 2,5 cm. Daun tanaman kakao memiliki satu sifat khusus yaitu adanya dua persendian yang terdapat pada tangkai daun sehingga daun mampu membuat gerakan untuk menyesuaikan dengan daerah datangnya sinar matahari. Tangkai daun tanaman kakao berbentuk silinder dan bersisik halus. Susunan tulang daun tanaman kakao berbetuk menyirip dan tulang daun menonjol kebawah permukaan daun tanaman kakao berbentuk memanjang, ujung daun meruncing, dan pangkal daun runcing. Tepi daun tipis tetapi kuat. Warna daun hijau tua tergantung pada kultivarnya. Panjang daun dewasa mencapai 30 cm dan lebarnya 10 cm (Damanik dan Herman, 2010).

Bunga kakao memiliki kombinasi warna putih, ungu, atau kemerahan. Tangkai bunga kecil memiliki panjang 1 cm-1,5 cm dengan mahkota yang memiliki panjang 6 mm-8 mm. Bunga kakao disusun oleh 5 daun kelopak yang bebas satu sama lain 5 daun mahkota, 10 tangkai sari yang tersusun dalam 2 lingkaran dan masing-masing terdiri dari 5 tangkai sari tetapi hanya 1 lingkaran yang fertil dan 5 daun buah yang bersatu (Tjasadihardja, 2000). Bunga kakao terdapat hanya

sampai cabang sekunder. Tanaman kakao dapat menghasilkan bunga sebanyak 6000-10.000 pertahun dan hanya sekitar 10% yang dapat menjadi buah

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna buah kakao, yaitu buah yang ketika muda berwarna hijau jika matang berwarna kuning dan buah yang ketika muda berwarna merah setelah matang berwarna jingga (*orange*). Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Permukaan kulit buah kakao pada umumnya halus dan kulitnya tipis. Buah akan matang setelah berumur enam bulan. Pada saat itu ukurannya beragam berkisar antara 10 cm-30 cm. Biji kakao berbentuk bulat telur dan berdaging dibalut selaput putih yang tebal serta biji berwarna cokelat. Biji ini terlihat jelas dua belahan atau dua keping sehingga dinamakan tumbuhan dikotil (Zaskia, 2015).

2.2 Gulma *Asystasia gangetica*

Gulma *A. gangetica* umumnya dikenal sebagai Violet Cina, Coromandel atau *Creeping foxglove* merupakan tumbuhan perennial dari famili *Acanthaceae* yang tumbuh menjalar dan menempel pada tanaman pokok. Gulma *A. gangetica* termasuk ke dalam kingdom *plantae*, divisi *magnoliophyte*, dan kelas *magnoliopsida*. *Asystasia* termasuk genus. Gulma ini memiliki nama latin *Asystasia gangetica* (L). T. Anderson (Karyati dan Adhi, 2018).

Gulma *A. gangetica* tumbuh merambat dan bercabang, batangnya berbentuk segiempat dengan panjang hingga 2 m. Bentuk daun saling berlawanan dan tidak terdapat stipula. Panjang tangkai daun 0,5 cm-6 cm dengan daun yang tidak berbentuk ovatus dengan panjang 4 cm-9 cm dan lebar 2 cm-5 cm. *A. gangetica* memiliki 4-6 urat daun di setiap sisi pelepah. Bentuk perbungaan majemuk dan berderet mengarah pada satu sisi dengan panjang deret bunga mencapai 2 cm. Tangkai bunga memiliki panjang hingga 3 mm dan kelopak bunga dengan panjang 4 mm-10 mm. Bunga biasanya berwarna putih atau putih dengan bintik-bintik keunguan (Grubben and Denton, 2004).

2.3 Taksonomi dan Morfologi *Curvularia* sp.

Curvularia sp. merupakan fungi yang memiliki inang yang lebih dari satu sehingga dalam daur hidupnya dapat bertahan di beberapa inang termasuk gulma yang terdapat pada perkebunan kelapa sawit (Susanto dan Prasetyo, 2013).

Curvularia sp. termasuk ke dalam kingdom *fungi*, filum *ascomycetes*, dan kelas *eucomycetes*. *Curvularia* sp. termasuk ordo *pleosorales*. Famili dari *Curvularia* sp. yaitu *pleosporaleae* dengan genus *Curvularia*. Nama latin *Curvularia* sp. adalah *Curvularia* sp. (Agrios, 2005).

Curvularia sp. mampu tumbuh dengan optimum pada suhu 10°C-40°C (Almaguer *et al.*, 2013). Menurut Kidd *et al.* (2016) bahwa morfologi *Curvularia* sp. memiliki koloni yang tumbuh cepat, ada yang berwarna coklat di permukaan atas dan hitam di permukaan bawah, berwarna abu-abu hingga coklat kehitaman dan berwarna hitam. Karakteristik morfologi dari *Curvularia* sp. meliputi miselium berwarna putih dan berubah agak kecoklatan kemudian coklat kehitaman, memiliki bentuk agak kasar dan arah pertumbuhan jamur ke arah samping, memiliki percabangan hifa dan bersekat dengan warna hifa coklat, kodia dari *Curvularia* sp. berbentuk agak lonjong dan berlekuk berwarna coklat gelap terdiri atas 3-5 sel.

Berdasarkan hasil identifikasi di lapangan, konidia *Curvularia* sp. dapat dikenal sebagai hawar daun pada tanaman kelapa sawit. Penyebaran *Curvularia* sp. dapat melalui tanah, terbawa hembusan angin, percikan air hujan, dan kemungkinan infeksi dari serangga (Sunarko, 2014). Identifikasi penyakit bercak daun *Curvularia* sp. bentuknya bulat, warnanya lambat laun berubah menjadi coklat muda dan pusat bercak mengendap (melekuk). Setelah itu, warna bercak berubah menjadi coklat tua dan dikelilingi oleh halo jingga kekuningan.

2.4 Metabolit Sekunder Jamur *Curvularia* sp. sebagai Herbisida

Jamur adalah sekelompok organisme yang terdiri dari beberapa aktivitas biologis yang menguntungkan dan merusak yang memiliki dampak besar pada flora dan

fauna. Jamur diketahui menghasilkan beberapa antibiotik ampuh seperti penisilin dan sefalosporin. Metabolit sekunder adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah yang tidak berpartisipasi secara langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman tetapi terlibat dalam sinyal dan regulasi jalur metabolisme primer (Kroymann, 2011). Di antara semua mikroorganisme, kelompok jamur memainkan peran penting dalam produksi metabolit sekunder (Chutulo dan Chalannavar, 2018).

Metabolit sekunder adalah senyawa organik yang diproduksi oleh organisme yang berbeda dan tidak berkaitan langsung dengan pertumbuhan, perkembangan atau reproduksi. Walaupun tidak bersifat esensial bagi mikroba, jamur menghasilkan beraneka metabolit sekunder. Metabolit sekunder diketahui berasal dari tumbuhan dan mikroorganisme. Metabolit sekunder memiliki berat molekul yang rendah yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan tumbuhan berhubungan dengan genra, spesies atau strain (Namasivayam *et al.*, 2014).

Metabolit sekunder jamur *Curvularia lunata* termasuk jamur yang dapat mengendalikan gulma karena menyebabkan endemik parah pada daun, tangkai daun, batang dan lain-lain terhadap gulma sasaran. Metabolit sekunder jamur *C. lunata* dapat mengendalikan gulma *Echinochloa crus-galli* (jajagoan/jawan) yang merupakan gulma padi sawah dan menyebabkan masalah serius dalam produksi padi, sehingga merupakan spesies gulma paling berbahaya di dunia. Kedua spesies gulma *D. sanguinalis* (L.) Scop. dan *D. ischaemum* Schreb. adalah gulma invasif di Kanada dan penelitian mengungkapkan bahwa jamur *Curvularia eragrostidis* menunjukkan toksisitas yang kuat terhadap gulma ini dan dapat membantu mengendalikannya (Krupska dan Watson, 2021).

Metabolit sekunder jamur *C. eragrostidis* mempunyai potensi besar dikembangkan untuk mengendalikan gulma *D. sanguinalis* karena dapat membunuh gulma dengan cepat. Hal ini tidak menimbulkan dampak negatif pada banyak tanaman penting yang ditanam di Tiongkok, termasuk padi, jagung, kapas, kedelai, kacang tanah, melon air, dan rumput rumput. Oleh karena itu jamur *C. eragrostidis*

menjadi pilihan yang tepat untuk mengendalikan gulma *D. sanguinalis*. Selain itu, konidia jamur dapat diproduksi secara massal dengan menggunakan proses fermentasi dua tahap, yang berpotensi memenuhi standar teknologi industri saat ini. Sinergi dengan herbisida pilihan dengan tingkat pengurangan yang jauh dapat membantu dalam kemanjuran, konsistensi, dan fleksibilitas pengendalian gulma pada kondisi lapangan. Dalam sistem pengendalian gulma terpadu, strategi ini dapat mengurangi penggunaan herbisida kimia dan mengurangi kekhawatiran mengenai sisa herbisida di lingkungan (Zhu dan Qiang, 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai Januari sampai April 2024, di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan 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, mikropipet 0-1000 L, tip 0-1000 L, gelas ukur, penggaris, timbangan, alat tulis, dan alat dokumentasi.

Bahan yang digunakan adalah gulma *Asystasia gangetica* dan benih kakao dari klon sulawesi, jamur patogen *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, jamur patogen *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria* dan jamur patogen *Curvularia* sp. dari gulma *Rottboellia*, nutrient agar, NaOCl, aquades, alkohol 70%, H₂O₂ 5%, aluminium *foil*, tissu, plastik tahan panas, dan plastik *wrapping*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 16 unit percobaan (Gambar 2). Perlakuan pada penelitian ini adalah kontrol (P0), metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok (P1), metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria* (P2), dan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma

Rottboellia (P3). Penelitian ini dilakukan tiga uji yaitu uji pratumbuh dan pelukaan pada gulma *A. gangetica*, serta uji pascatumbuh yaitu pada gulma *A. gangetica* dan bibit kakao. Masing-masing unit percobaan uji pratumbuh terdapat 20 benih gulma *A. gangetica* yang akan ditanam pada cawan petri, sehingga diperoleh sebanyak 320 benih gulma *A. gangetica*. Masing-masing unit percobaan uji pelukaan dan uji pascatumbuh terdapat 3 gulma *A. gangetica* ditanam pada pot, sehingga diperoleh sebanyak 48 gulma *A. gangetica*. Sementara masing-masing unit percobaan uji pascatumbuh terdapat 3 bibit kakao ditanam pada polybag, sehingga diperoleh 48 bibit kakao.

Variabel pengamatan uji pratumbuh atau perkecambahan gulma *A. gangetica* dilakukan homogenitas data penelitian yang diuji dengan Uji Barlett dan aditivitas data diuji dengan Uji Tukey. Data dilakukan analisis data dengan analisis ragam (Anara) dan pemisahaan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%. Variabel pengamatan uji pelukaan dilakukan dengan skoring keracunan tanaman terhadap aplikasi hebisida. Variabel pengamatan uji pascatumbuh dilakukan analisis data menggunakan histogram serta menghitung nilai penghambatan pertumbuhan gulma. Rumus nilai penghambatan pertumbuhan gulma adalah sebagai berikut.

$$\text{Nilai Penghambatan} = \frac{\text{Kontrol} - \text{Perlakuan}}{\text{Kontrol}} \times 100\%$$

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi pembuatan media *potato sucrose agar* (PSA), peremajaan dan perbanyakkan jamur *Curvularia* sp., penyiapan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. uji *bioassays* pada gulma *A. gangetica*, dan uji *bioassays* pada bibit kakao.

3.4.1 Pembuatan Media *Potato Sucrose Agar* (PSA)

Media PSA dibuat dengan menggunakan bahan-bahan diantaranya 100 mL aquades, 200 g kentang, 20 g *sucrose*, dan 20 g agar-agar. Kentang dikupas lalu dibersihkan dan dipotong dengan ukuran kecil berbentuk dadu. Selanjutnya, kentang ditimbang sebanyak 200 g. Kentang yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam panci yang berisi 1000 mL aquades dan dimasak hingga lunak. Setelah itu, ampas kentang dibuang hingga menyisakan sari-sarinya. Selanjutnya, dimasukkan sukrosa dan agar masing-masing sebanyak 20 g ke dalam panci yang telah berisi sari-sari kentang lalu diaduk hingga homogen. Setelah homogen, larutan dituang ke dalam erlenmeyer hingga mencapai volume 1000 mL. Selanjutnya, mulut tabung erlenmeyer ditutup menggunakan kertas aluminium foil dan diikat dengan karet serta dibungkus menggunakan plastik tahan panas. Erlenmeyer tersebut disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Kemudian larutan tersebut ditambahkan 1,4 mL asam laktat sebelum dituang ke cawan petri yang akan digunakan sebagai media perbanyakan jamur *Curvularia* sp.

3.4.2 Peremajaan dan Perbanyakan Jamur *Curvularia* sp.

Isolat jamur patogen *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* didapat dari laboratorium hama dan penyakit tanaman Universitas Lampung. Isolat tersebut kemudian diremajakan pada media PSA yang telah dibuat sebelumnya. Peremajaan jamur *Curvularia* sp. dilakukan dengan mengambil biakan menggunakan bor gabus lalu diletakkan pada media PSA dan diinkubasi selama 7 hari.

3.4.3 Penyiapan Metabolit Sekunder Jamur *Curvularia* sp.

Setelah jamur *Curvularia* sp. ditumbuhkan pada medium PSA (*Potato Sucrose Agar*) selama 7 hari pada suhu ruang. Penyiapan metabolit jamur dilakukan dengan menumbuhkan jamur uji pada media cair PSB (*Potato Sucrose Broth*).

Selanjutnya, dari masing-masing biakan jamur patogen tersebut, dimasukkan dalam labu erlenmeyer 500 mL yang berisi 200 mL media cair, kemudian diinkubasi selama 7 hari di atas shaker dengan kecepatan 150 rpm dalam keadaan gelap. Setelah 7 hari, media tumbuh jamur disaring menggunakan kertas Whatman no 1 untuk memisahkan jamur dan sisa PSA dengan cairan media tumbuh. Cairan hasil saringan (cairan metabolit) yang didapatkan selanjutnya digunakan dalam pengujian.

3.4.4 Uji *Bioassays* pada Gulma *A. gangetica*

Uji *bioassays* pada gulma *A. gangetica* dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu uji pratumbuh atau perkecambahan biji gulma *A. gangetica*. Uji pelukaan dengan cara melukai bagian daun gulma *A. gangetica* pada bagian ujung, pangkal, dan tengah daun. Uji pascatumbuh yaitu dengan cara menyemprotkan pada bagian daun *A. gangetica*.

3.4.4.1 Uji pratumbuh

Uji pratumbuh dilakukan dengan menyiapkan sebanyak 20 benih gulma *A. gangetica*. Gulma *A. gangetica* direndam menggunakan air selama 5 menit yang bertujuan untuk mendapatkan benih gulma yang bagus. Ciri-ciri benih gulma *A. gangetica* yang bagus yaitu benih tenggelam di dalam air dan biji gulma memiliki warna coklat kehitaman. Setelah mendapatkan benih gulma yang bagus selanjutnya, menyiapkan cawan petri yang sudah dilapisi oleh tisu sebanyak 5 lembar dan benih gulma ditanam di atas cawan yang sudah terlapisi tisu sebanyak 20 benih. Pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Digitaria*, dan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma *Rottboellia* dengan menyemprotkan sebanyak 10 mL pada benih gulma. Perkecambahan dievaluasi pada hari ke-14 setelah pengaplikasian. Selanjutnya, benih yang berkecambah atau tidak berkecambah dihitung. Semua benih yang memiliki panjang akar primer lebih dari 2 mm dianggap berkecambah.

3.4.4.2 Uji pelukaan

Uji pelukaan dilakukan dengan menanam gulma *A. gangetica* pada media tanam berupa tanah yang sudah disterilkan menggunakan autoklaf selama 2 jam dengan suhu 121°C. Media tanam yang sudah dicampur dimasukkan ke dalam pot berdiameter 11 cm dan tinggi 11 cm. Kemudian ditanam 3 gulma *A. gangetica* yang sudah memiliki tinggi 6 cm dan 5 helai daun ke dalam pot untuk setiap percobaan. Pemeliharaan berupa penyiraman dilakukan setiap hari.

Pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* dilakukan ketika gulma *A. gangetica* berumur 7 hari setelah tanam. Pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dengan cara meneteskan larutan metabolit sekunder sebanyak 1 mL menggunakan pipet tetes pada bagian pangkal daun, tengah daun dan ujung daun yang sudah ditusuk menggunakan jarum sebanyak 5 tusukan. Pengaplikasian dilakukan 1 kali, setelah aplikasi tetesan ditunggu selama 72 jam dan mengukur efikasi pada daun gulma *A. gangetica*. Menurut Direktorat Pupuk dan Pestisida (2012), pengukuran fitotoksisitas menggunakan skoring keracunan herbisida yang disajikan pada Tabel 1.

3.4.4.3 Uji Pascatumbuh

Uji pascatumbuh dilakukan dengan menanam gulma *A. gangetica* pada media tanam berupa tanah yang sudah disterilkan menggunakan autoklaf selama 2 jam dengan suhu 121 °C. Media tanam yang sudah dicampur dimasukkan ke dalam pot berdiameter 11 cm dan tinggi 11 cm. Kemudian ditanam 3 gulma *A. gangetica* yang sudah memiliki tinggi 6 cm dan 5 helai daun kemudian ditanam ke dalam pot untuk setiap percobaan. Pemeliharaan berupa penyiraman dilakukan setiap hari. Pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, dari gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* dilakukan ketika gulma *A. gangetica* berumur 7 hari setelah tanam. Sebelum pengaplikasian metabolit sekunder dari jamur *Curvularia* sp., dilakukan kalibrasi untuk mengetahui jumlah larutan yang digunakan. Perlakuan dilakukan dengan

menyemprotkan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. pada bagian daun gulma sebanyak 20 mL. Pengaplikasian uji pascatumbuh dilakukan 1 kali dan pengamatan dilakukan pada 7 hari setelah aplikasi.

Tabel 1. Skoring Keracunan Tanaman terhadap Aplikasi Herbisida

Skor	Kriteria	Keterangan
0	Tidak ada keracunan	0-5% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal
1	Keracunan ringan	>5-20% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal
2	Keracunan sedang	>20-50% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal
3	Keracunan berat	>50-75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal
4	Keracunan sangat berat	>75% bentuk daun atau warna daun dan atau pertumbuhan tanaman tidak normal sampai tanaman mati

3.4.5 Uji *Bioassays* Pada Bibit Kakao

Uji *bioassays* pada bibit kakao yaitu menggunakan uji pascatumbuh dilakukan dengan menyemai benih kakao dari klon sulawesi menggunakan potray dimana media tanam yang digunakan yaitu pasir. Setelah kakao berumur 3 minggu kakao dipindah tanam ke polybag berukuran 20 cm × 20 cm yang sudah terisi oleh tanah yang sudah disterilkan dengan cara di autoklaf selama 2 jam dengan suhu 121°C. Pemeliharaan berupa penyiraman dilakukan setiap hari. Pengaplikasian metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, dari gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* dilakukan ketika gulma *A. gangetica* berumur 7 hari setelah tanam. Sebelum pengaplikasian metabolit sekunder dari jamur *Curvularia* sp., dilakukan kalibrasi untuk mengetahui jumlah larutan yang digunakan. Perlakuan dilakukan dengan menyemprotkan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. pada bagian daun gulma sebanyak 20 mL. Pengaplikasian uji pascatumbuh dilakukan 1 kali dan pengamatan dilakukan pada 7 hari setelah aplikasi.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diamati pada penelitian ini yaitu persentase perkecambahan, uji pelukaan, penambahan tinggi, penambahan jumlah daun, kehijauan daun, panjang akar, bobot segar, dan bobot kering.

3.5.1 Persentase Perkecambahan

Persentase perkecambahan (%) dilakukan untuk uji pratumbuh dengan menghitung persen perkecambahan menggunakan rumus: $(\sum ni / \sum na) \times 100\%$. Pengertian (ni) adalah jumlah benih yang berkecambah hingga hari ke-14 dan (na) adalah jumlah benih yang dikecambahkan pada saat awal.

3.5.2 Uji Pelukaan

Setelah aplikasi tetesan ditunggu selama 72 jam. Gejala fitotoksisitas ditandai dengan adanya bercak coklat pada titik inokulasi daun gulma *A. gangetica*.

3.5.3 Penambahan Tinggi Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Pengukuran tinggi (cm) gulma dan bibit kakao dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu dengan mengukur tinggi bibit kakao dari pangkal batang bibit kakao sampai titik tumbuh batang. Pengukuran penambahan tinggi menggunakan meteran sebelum aplikasi dan akhir pengamatan yaitu pada 7 hari setelah aplikasi.

3.5.4 Penambahan Jumlah Daun Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Jumlah daun (helai) gulma dan bibit kakao dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu mengukur jumlah daun berdasarkan penambahan jumlah daun sebelum aplikasi dan akhir penelitian yaitu pada 7 hari setelah aplikasi. Pengamatan jumlah daun kakao dan gulma dilakukan dengan menghitung seluruh daun yang mekar (terbuka sempurna).

3.5.5 Kehijauan Daun Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Pengamatan kehijauan daun (unit klorofil) gulma dan bibit kakao dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu dengan mengukur menggunakan SPAD Minolta 502 dan mengukur di akhir penelitian yaitu pada 7 hari setelah aplikasi. Variabel ini diamati untuk melihat kadar klorofil dalam daun yang diindikasikan oleh warna kehijauan daun.

3.5.6 Panjang Akar Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Panjang akar (cm) diukur dengan membongkar gulma dan bibit kakao dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu dengan mengukur panjang akar di akhir pengamatan yaitu pada 7 hari setelah aplikasi. Pengukuran panjang akar dilakukan dengan menggunakan meteran dari pangkal tanaman hingga ke ujung akar.

3.5.7 Bobot Segar Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Pengamatan bobot segar (g) dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu dengan cara mengambil gulma dan bibit kakao di akhir pengamatan yaitu pada 7 hari setelah aplikasi. Gulma dan bibit kakao ditimbang menggunakan timbangan digital.

3.5.8 Bobot Kering Gulma *A. gangetica* dan Bibit Kakao

Pengamatan bobot kering (g) dilakukan untuk uji pascatumbuh yaitu dengan cara mengambil gulma dan bibit kakao di akhir pengamatan yaitu pada 7 hari setelah aplikasi, kemudian di oven terlebih dahulu pada suhu 100°C selama 2×24 jam. Gulma dan bibit kakao yang sudah di oven dapat ditimbang menggunakan timbangan digital.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan penelitian ini adalah:

- (1) Aplikasi metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* berpotensi sebagai herbisida dalam mengendalikan gulma *A. gangetica* pada fase pratumbuh yang mampu menghambat perkecambahan 100 %;
- (2) Aplikasi metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* dapat menghambat pertumbuhan bibit kakao terhadap penambahan tinggi yaitu 43,64%, penambahan jumlah daun 68,18%, panjang akar 6,01%, bobot segar 14,00%, dan bobot kering 16,98%, serta menimbulkan gejala fitotoksisitas pada bibit kakao dalam kategori ringan sehingga metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. dari gulma enceng gondok, gulma *Digitaria*, dan gulma *Rottboellia* berpotensi sebagai herbisida di lahan kakao.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sesuai hasil penelitian ini yaitu untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikan metabolit sekunder jamur *Curvularia* sp. pada gulma *A. gangetica* dengan periode waktu pengamatan yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Edition. Elsevier Academic Press. San Diego. 903 hlm.
- Almaguer, M., Rojan, T. I., Dobal, V., Batista, A., and Aira, M. J. 2013. Effect of temperature and growth of conidia in *Curvularia* and *Bipolaris* species isolated from the air. *Journal Aerobiologia* 29(1): 13-20.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Kakao Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/ef4419ba62e6ec7d449018e/statistik-kakao-indonesia-2022.html>. diakses pada 30 November 2023.
- Bani, P. W., Daryono, B. S., dan Purnomo. 2017. Penanda molekuler inter simple sequence repeat untuk menentukan ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 13(4): 127-127.
- Bicalho, B., Goncalves, R. A. C., Zibordi, A. P. M., Manfio G. P., and Marsaioli, A. J. 2003 Antimicrobial compounds of fungi vectored by *Clusia spp.* (*Clusiaceae*) pollinating bees. *Zeitschrift für Naturforschung C-A Journal of Bioscience* 58(9-10): 746-751.
- Bruhn, T., Schiebler, T., and Bringmann, G. 2007. The importance of proper concentration and solvent choice in bioassays for natural products research. *Natural Product Reports* 24(2): 343-347.
- Colegate, S. M and Molyneux, R. J. 2000. *Bioactive Natural Products Detection, Isolation, and Structural Determination*. Boca Raton. CRC Press. 456 hlm.
- Chutulo, E. C., and Chalannavar, R. K. 2018. Endophytic mycoflora and their bioactive compounds from *Azadirachta indica*: a comprehensive review. *J. Fungi* 4(2): 1-42.
- Dayan, F. E., Owens, D. K., and Duke, S. O. 2011. Rationale for a natural products approach to herbicide discovery. *Pest Management Science* 68(4): 519-528.
- Damanik, S., dan Herman. 2010. Prospek dan strategi pengembangan perkebunan kakao di Sumatera Barat. *Perspektif* 9(2):94-105.

- Dewi, K. R. L., Soesanto, L., Mugiastuti, E., dan Manan, A. 2022. Aplikasi jamur patogen gulma pada tanaman budidaya. *Agribios* 20(1): 0215 -0638.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2012. *Metode Standar Pengujian Efikasi Herbisida*. Direktorat Sarana dan Prasarana Pertanian. Jakarta. 229 hlm.
- Fajriyah, E. N., Fitriasari, P. D., dan Safitri, E. S. 2020. Identifikasi senyawa aktif metabolit sekunder jamur endofit biji juwet (*Syzygium cumini* L.). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* 3(1): 552-557.
- Fauzi, M. T. 2009. Patogenesitas jamur karat (*Puccinia philiphinensis* Syd), pada gulma teki (*Cyperus rotundus*). *J. HPT Tropika* 9(2): 141-148.
- Grubben, G. J. H., and Denton. 2004. *Plant Resources of Tropical Africa 2 Vegetables*. Belanda: PROTA Foundation. 667 hlm.
- Hardiman, T., Islami, T., dan Sebayang, H. T. 2014. Pengaruh waktu penyiangan gulma pada sistem tanam tumpang sari kacang tanah (*Arachis hipogaea*) dengan ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Produksi Tanaman* 2(2): 111-120.
- Jiang, S. J., Qiang, S., Zhu, Y. Z., and Dong, Y, F. 2008. Isolation and phytotoxicity of a metabolite from *Curvularia eragrostidis* and characterisation of its modes of action. *Annals of Applied Biology*, 152(1):103-111.
- Junior, F. W. R., Scariot, M. A., Forte, C. T., Pandolfi, L., Dil, J. M., Weirich, S., Carezia, C., Mulinari, J., Mazutti, M. A., Fongaro, G., Galon, L., Treichel, H., and Mossi, A. L. 2019. New perspectives for weeds control using autochthonous fungi with selective bioherbicide potential. *Heliyon* 5(5):1-10.
- Kaaniche, F., Hamed, A., Abdel, R. A. S., Wibberg, D., Abdissa, N., Euch, I. Z. L., Allouche, N., Mellouli, L., Shaaban, M., and Seweld, N. 2019. Bioactive secondary metabolites from new endophytic fungus *Curvularia*. sp. isolated from *Rauwolfia macrophylla*. *Plos One* 14(6):1-12.
- Kalimuthu, A. K., Parasuraman, P., Sivakumar, P., Murugesan, S., Arunachalam, S., Pandian, S. R. K., Ravishankar, V., Ammunje, D. N., Sampath, M., Panneerselvam, T., and Kunjiappan, S. 2022. In silico, in vitro screening of antioxidant and anticancer potentials of bioactive secondary metabolites from an endophytic fungus (*Curvularia* sp.) from *Phyllanthus niruri* L. *Environ. Sci Pollut Res* 29(32): 48908-48925.
- Kastanja, A. Y. 2015. Analisis komposisi gulma pada lahan tanaman sayur. *Jurnal Agro* 10(2):1-5.

- Karmawati, E. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*: Puslitbang. Bogor. 92 hlm.
- Karyati dan Adhi, M. A. 2018. *Jenis-jenis Tumbuhan Bawah di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman*: Mulawarman University Press. Samarinda. 122 hlm.
- Kidd, S., Halliday, C., Alexiou, H., and Ellis, D. 2016. *Description of Medical Fungi. 3th. Edition*, Australia: Newstyle Printing. 288 hlm.
- Kim, H. J., Bo, A. B., Kim, J. D., Kim, Y. S., Khaitov, B., Ko, Y. K., Cho, K. M., Jang, K. S., Park, K. W., and Choi, J. S. 2020. Herbicidal characteristics and structural identification of the potential active compounds from *Streptomyces* sp. KRA17-580. *J. Agric. Food Chem* 68(52):15373-15380.
- Krupska, J., and Watson, A. K. 2021. *Curvularia eragrostidis* isolates (*Dematiaceae*) for biocontrol of crabgrass (*Digitaria* spp.) in Canada. *Biocontrol Sci. Technol* 31(9): 924-950.
- Kroymann, J. 2011. Natural diversity and adaptation in plant secondary metabolism. *Curr. Opin. Plant Biol* 14(3):246-251.
- Kumalasari, N. R., F. M. Abdillah, L. Khotijah dan L. Abdullah. 2019. Pertumbuhan kembali *Asystasia gagentica* pasca aplikasi *growth hormone* pada stek di naungan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan* 17(01): 21-24.
- Ramadhani, P., dan Ulpah, S. 2022. Efektivitas herbisida nabati ekstrak daun ketapang (*Terminalia Catappa* L.) terhadap gulma *Asystasia gangetica* L. *Jurnal Dinamika Pertanian* 39(2): 155-162.
- Managanta, A. A., Sumardjo., Sadono, D., dan Tjitropranoto, P. 2019. Faktor faktor yang berpengaruh terhadap kompetensi petani kakao di Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Penyuluhan* 15(1): 120-133.
- Marinho, G., Barbosa, B. C. A., Rodrigues, K., Aquino, M., and Pereira, L. 2017. Potential of the filamentous fungus *Aspergillus niger* AN 400 to degrade atrazine in wastewaters. *Biocatal. Agric. Biotechnol* 9:162–167.
- Masniawati, A., Johanes, E., dan Winarti, W. 2021. Analisis fitokimia umbi talas jepang *Colocasia esculenta* L. (Schott) var. *antiquorum* dan talas kimpul *xanthosoma sagittifolium* L. (Schott) dari dataran rendah. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 12(2) : 7-14.
- Mehta, T., Meena, M., and Nagda, A. 2022. Bioactive compounds of *Curvularia* species as a source of various biological activities and biotechnological applications. *Front. Microbiol.* 13:1069095.

- Mira, Y., Castañeda, D., Morales, J., and Patiño, L. 2021. Phytopathogenic fungi with potential as biocontrol agents for weeds of importance in crops of Antioquia, Colombia. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 31(122):1-14.
- Mohammed, Y. M. M., and Badawy, M. E. I. 2020. Potential of phytopathogenic fungal isolates as a biocontrol agent against some weeds. *Egypt J Biol Pest Control*. 30(92):1-9.
- Mordor Intelligence Research and Advisory. 2024. *Indonesia Crop Protection Chemicals Market size & share analysis-growth trends & forecasts up to 2029*. Mordor Intelligence. Gachibowli.
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/indonesia-crop-protection-chemicals-market>
- Motlagh, S. R. Z. 2011. Evaluation of *Curvularia lunata* as an biological control agent in major weeds of rice paddies. *Life Science Journal* 8(2): 81-91.
- Namasivayam, Karthick, R., dan Prakash. 2014. Screening of bioactive compound by ge-me from *Fusarium venenatum*. *International Journal of PhaPSPech Research* 6 (6): 1833-1837.
- Peng, G., Byer, K. N., and Bailey, K. L. 2004. *Pyricularia setariae*: A potential bioherbicide agent for control of green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Science* 52(1): 105-114.
- Pujisiswanto, H., Sunyoto., Nanik, S., dan Pratiwi, M. T. 2020. Efektivitas formulasi bioherbisida ekstrak buah lerak dengan penambahan adjuvan terhadap perkecambahan gulma *Ludwigia octovalvis*. *Jurnal Agrotropika* 19(2): 96-101.
- Pujisiswanto, H., Susanto, H., Nanik, S., Putri, A. S., dan Anggraini, F. D. 2022. Pengaruh alelokimia ekstrak umbi talas (*Collocasia esculenta* L.) dan umbi gadung (*Discorea hispida* Dennst.) terhadap perkecambahan gulma *Asystasia gangetica*. *Jurnal Agrotropika* 21(2): 124-130.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2011. *Budidaya Kakao*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 50 hlm.
- Putra, D. G. P., dan Sholahuddin, A, H. 2019. *Potensi pengendalian gulma tekl dengan pestisida hayati untuk mengurangi pencemaran perairan*. Edusaintek. Semarang. 445 hlm.
- Raharjo, E. B., Tyasmoro, S.Y.and Sebayang, H. T. 2018. Pengaruh pengendalian gulma pada pertumbuhan vegetatif dua jenis bibit tanaman tebu (*Saccharum. officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 5(4) : 641-646.
- Samudra, U. 2005. *Bertanam Coklat*. Musa Perkasa Utama. Jakarta. 42 hlm.

- Sari, Y. K., Niswati, A., Aif, S., dan Yusnaini, S. 2015. Pengaruh sistem olah tanah dan aplikasi herbisida terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanaman ubi kayu (*Manihot utilissima*). *J. Agrotek Tropika* 3(3): 422-426.
- Sari, V. I., Tambunan, A. B., dan Madusari, S. 2021. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap bioherbisida saliera di pembibitan awal. *Jurnal Kultivasi* 2(2): 91- 96.
- Sembodo, D. R. J. 2010. *Gulma dan Pengolahannya*. Penerbit Graha Ilmu. Edisi Pertama. Yogyakarta. 166 hlm.
- Singh, A. K., and Pandey, A. K. 2019. Fungal metabolites as a natural source of herbicide: a novel approach of weed management. *Journal of Applied and Natural Science* 11 (1): 158-163.
- Siregar, T. H. S., Slamet, R., dan Laeli, N. 2010. *Budidaya Cokelat*. Penebar Swadaya. Jakarta. 172 hlm.
- Soesanto, L., Endang, M., dan Abdul, M. 2021. Uji aplikasi metabolit sekunder jamur patogen gulma terhadap gulma daun sempit. *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers* 1(1): 132-141.
- Solehudin, D., Suswanto, I., dan Supriyanto. 2012. Status penyakit bercak coklat pada pembibitan kelapa sawit di kabupaten Sanggau. *J Perkebunan Lahan Tropika*. 2(1):1-6.
- Sukman, Y. dan Yakub. 2002. *Gulma dan Teknik Pengendaliannya*. Buku. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 131 hlm.
- Sunarko. 2014. *Budidaya Kelapa Sawit Diberbagai Jenis Lahan*. Agromedia. Jakarta. 200 hlm.
- Supriadi. 2012. *Pengembangan Formulasi Herbisida Berbasis Asam Asetat untuk Mengendalikan Gulma pada Tanaman Kelapa Sawit*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor. 31 hlm.
- Susanto, F. X. 2011. *Tanaman Kakao, Budi Daya dan Pengolahan Hasil*. Kanisius, Yogyakarta. 183 hlm.
- Susanto dan Prasetyo. 2013. Response *Curvularia lunata* penyebab penyakit bercak kelapa sawit terhadap berbagai fungisida. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 9(6) 165-175.
- Tiwari, S., Singh, P. and Tripathi, R. S. 2011. Allelopathic effects of *Curvularia* extract on weed seed germination and seedling growth. *Weed Biology and Management*, 11(2):64-71.

- Tjasadiharja. 2000. Beberapa proses fisiologi utama penemu coklat. *Jurnal Komperensi Nasional Coklat*.1(1): 66-75.
- Varejão, E. V. V., Demuner, A. J. , Barbosa, L. C. A. and Barreto, R. W. 2013. The search for new natural herbicides: Strategic approaches for discovering fungal phytotoxins. *Crop Protection* 48: 41-50.
- Wang, K., Xu, C., Li, D., and Gu, Z. 2023. Physiological and biochemical responses of *Sagittaria trifolia* L. to phytotoxic ethyl acetate fungal extract from *Curvularia lunata* strain CLST-01. *Plants* 12(1758): 1-12.
- Widhikinasih, H. 2014. Inventarisasi bakteri patogen pada gulma wewehan (*Monochoria vaginalis* Burn.F. Presi). *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Wina, E., S. Muetzel., E.M. Hoffmann., H.P.S. Makkar., and K. Becker. 2005. Saponin containing methanol extract of *Sapindus rarak* affect microbial fermentation, microbial activity and microbial community structure in vitro. *Anim. Feed.Sci. Technol.* 121(1-2): 59-174.
- Zaskia. 2015. Pengaruh umur pindah bibit dan konsentrasi pupuk organik cair nasa terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma Cacao* L). *Agarista* 15(1): 25-31.
- Zhu, Y., and Qiang, S. 2004. Isolation, pathogenicity and safety of *Curvularia eragrostidis* isolate QZ-2000 as a bioherbicide agent for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Biocontrol Sci. Technol* 14(8): 769-782.
- Zhu, Y, Z., and Qiang, S. 2010. *Curvularia eragrostidis* a promising mycoherbicide agent for grass weeds. *Pest Technology* 5(1): 61-66.