



**EFEKTIVITAS CENDAWAN ENDOFIT PENGINDUKSI
KETAHANAN PADI TERHADAP ALELOPATI
GULMA *Echinochloa crus-galli***

SKRIPSI

Oleh:
Febriana Rachmawati
NIM 171510701040

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**



**EFEKTIVITAS CENDAWAN ENDOFIT PENGINDUKSI
KETAHANAN PADI TERHADAP ALELOPATI
GULMA *Echinochloa crus-galli***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Proteksi Tanaman (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pertanian

Oleh:

Febriana Rachmawati
NIM 171510701040

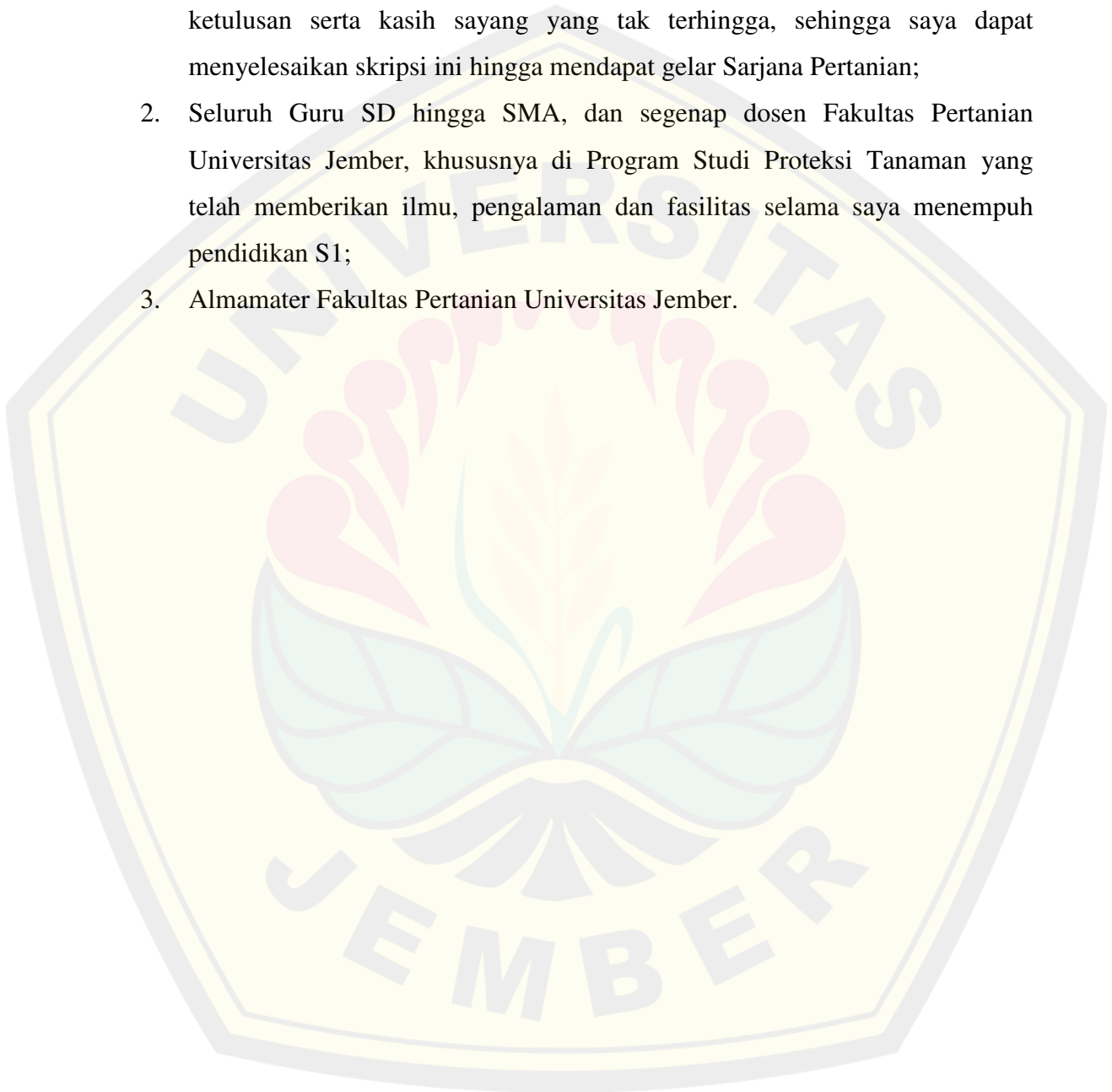
Dosen Pembimbing Skripsi:
Dr. Ir. Rachmi Masnilah, M.Si.

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Ibu Muslimah dan Bapak Harsila atas semua ketulusan serta kasih sayang yang tak terhingga, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini hingga mendapat gelar Sarjana Pertanian;
2. Seluruh Guru SD hingga SMA, dan segenap dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember, khususnya di Program Studi Proteksi Tanaman yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan fasilitas selama saya menempuh pendidikan S1;
3. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah : 286)

*“There are only two ways to live your life. One is as though nothing is a miracle.
The other is as though everything is a miracle.”*

(Albert Einstein)

“Sometimes the questions are complicated and the answers are simple.”

(Dr. Seuss)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriana Rachmawati

NIM : 171510701040

menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: **“Efektivitas Cendawan Endofit Penginduksi Ketahanan Padi Terhadap Alelopati Gulma *Echinochloa crus-galli*”** adalah benar-benar hasil karya penulis sendiri, kecuali jika pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya tulis plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2022

Yang menyatakan

Febriana Rachmawati
NIM 171510701040

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS CENDAWAN ENDOFIT PENGINDUKSI
KETAHANAN PADI TERHADAP ALELOPATI
GULMA *Echinochloa crus-galli***

Oleh:

Febriana Rachmawati

NIM 171510701040

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi : Dr. Ir. Rachmi Masnilah, M.Si.
NIP. 196301021988022001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “EFEKTIVITAS CENDAWAN ENDOFIT
PENGINDUKSI KETAHANAN PADI TERHADAP ALELOPATI GULMA
Echinochloa crus-galli” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 23 Februari 2022

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

Dr. Ir. Rachmi Masnilah, M.Si.
NIP. 196301021988022001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Prof. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, M.S., Ph.D.
NIP. 196108061988021001

Ir. Sigit Prastowo, M.P.
NIP. 196508011990021001

**Mengesahkan,
Dekan,**

Prof. Dr. Ir. Soetrisno, M.P.
NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

EFEKTIVITAS CENDAWAN ENDOFIT PENGINDUKSI KETAHANAN PADI TERHADAP ALELOPATI GULMA *Echinochloa crus-galli*; FEBRIANA RACHMAWATI, 171510701040; Program Studi Proteksi Tanaman; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Produksi padi di Indonesia pada tahun 2019 mengalami penurunan sebesar 7,75% dari tahun sebelumnya. Penurunan ini terjadi akibat beberapa faktor baik yang disebabkan manusia maupun persaingan di alam. Salah satunya yakni persaingan padi dengan gulma. Gulma yang tumbuh di lahan persawahan padi dapat menurunkan produktivitas mencapai 87%. Penurunan ini tidak lain disebabkan oleh adanya senyawa alelopati yang diproduksi oleh gulma yang dapat bersifat racun bagi tanaman padi. Keberadaan senyawa alelopati mengakibatkan gangguan pertumbuhan tanaman padi akibat terganggunya proses fisiologis pada tanaman. Saat ini pengendalian gulma terfokus pada penggunaan herbisida kimia yang menyebabkan banyak gulma beradaptasi dan menjadi resisten. Hal tersebut yang menjadi pertimbangan dalam melakukan penginduksian tanaman padi sehingga memiliki ketahanan terhadap persaingan dengan senyawa alelopati yang dihasilkan oleh gulma. Cendawan endofit merupakan salah satu mikroba yang mampu meningkatkan proses fisiologis pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas beberapa isolat cendawan endofit dalam menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap alelopati gulma.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan RAL secara *in vitro* dengan 7 perlakuan 4 ulangan dan *in vivo* sebanyak 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari C0= Perlakuan Aquades C1= Perlakuan Alelopati C2= Perlakuan Cendawan *Aspergillus flavus* dan alelopati gulma C3= Perlakuan Cendawan *Monosporium* sp. dan alelopati gulma C4= Perlakuan Cendawan *Curvularia* sp. dan alelopati gulma C5= Perlakuan Cendawan *Acremonium* sp. dan alelopati gulma C6= Perlakuan Cendawan *Fusarium* sp. dan alelopati gulma C7= Perlakuan Cendawan *Nigrospora* sp. dan alelopati gulma. Variable pengamatan yang digunakan adalah kandungan alelokimia pada ekstrak *Echinochloa crus-galli* serta pada tanaman padi yakni

tinggi tanaman, panjang akar, jumlah anakan, jumlah klorofil dan kandungan enzim *Indole Acetic Acid* (IAA).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan alelopati pada gulma *Echinochloa crusgalli* memiliki senyawa alelokimia fenol, steroid dan terpenoid. Cendawan endofit isolat C3U (*Monosporium* sp.), C4U (*Curvularia* sp.) dan C7U (*Nigrospora* sp.) mampu meningkatkan daya perkecambahan tanaman padi namun tidak berpengaruh pada panjang akar dan banyak daun pada fase perkecambahan. Pada percobaan in vivo cendawan endofit C7U (*Nigrospora* sp.) mampu meningkatkan ketahanan tanaman dengan meningkatkan aktivitas fisiologis pada tanaman padi dengan meningkatkan jumlah klorofil, jumlah anakan, tinggi tanaman serta panjang akar. Pemberian cendawan endofit hasil eksplorasi yang diinokulasikan pada tanaman memiliki kemampuan dalam meningkatkan hormone IAA yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

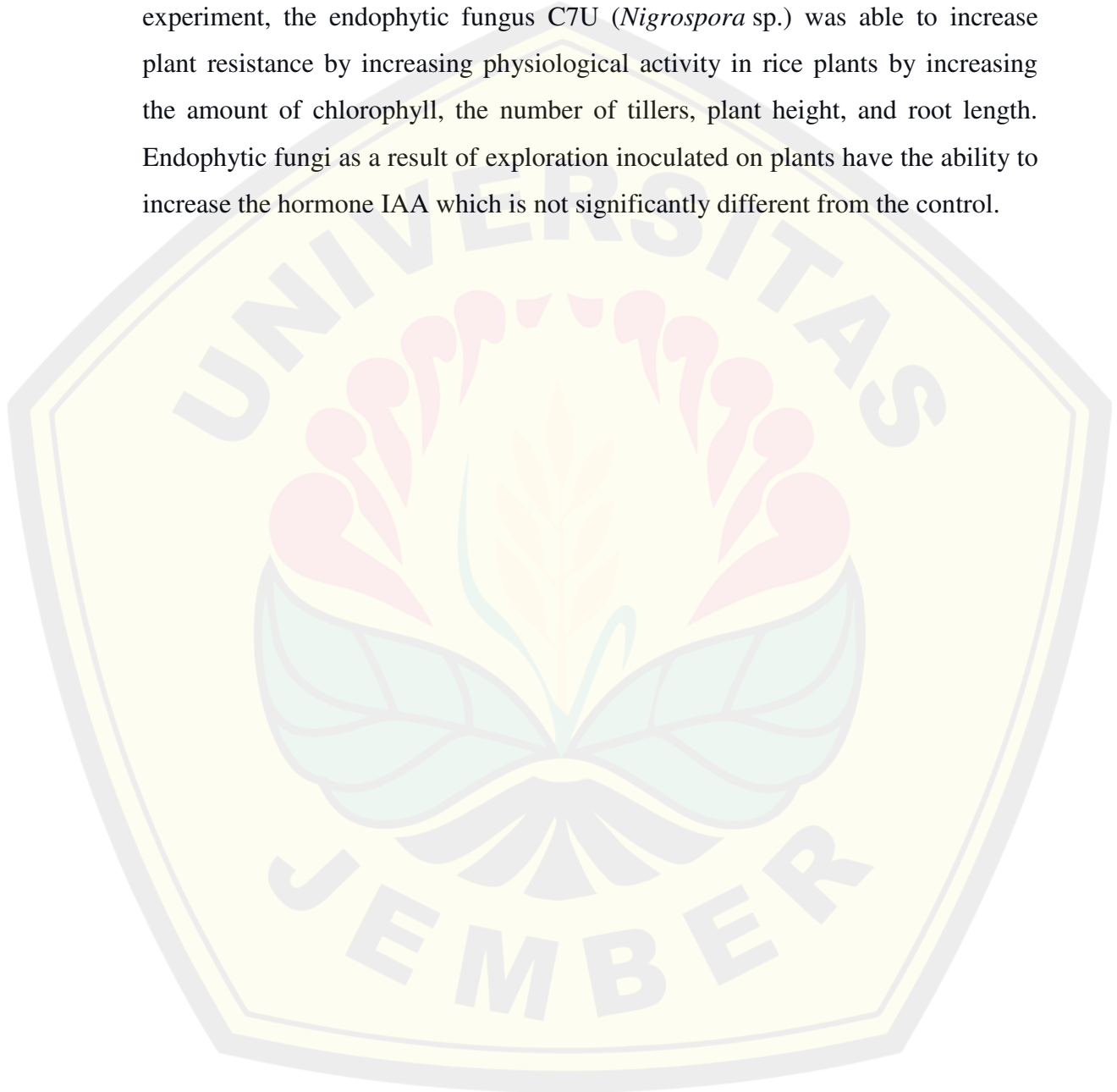
SUMMARY

THE EFFECTIVENESS OF ENDOPHYTIC FUNGI TO INDUCE RICE RESISTANCE AGAINST WEED ALLELOPATHY *Echinochloa crus-galli*; FEBRIANA RACHMAWATI, 171510701040; Plant Protection Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Rice production in Indonesia in 2019 decreased by 7.75% from the previous year. This decline occurred due to several factors, both caused by humans and competition in nature. One of them is rice competition with weeds. Weeds growing in paddy fields can reduce productivity by up to 87%. This decrease was caused by the presence of allelopathic compounds produced by weeds which can be toxic to rice plants. The presence of allelopathic compounds resulted in impaired growth of rice plants due to disruption of physiological processes in plants. Currently weed control is focused on the use of chemical herbicides which causes many weeds to adapt and become resistant. This is a consideration in inducing rice plants so that they have resistance to competition with allelopathic compounds produced by weeds. Endophytic fungus is one of the microbes that can improve physiological processes in plants. This study aimed to determine the effectiveness of several isolates of endophytic fungi in inducing the resistance of rice plants to weed allelopathy.

This research was conducted using an in vitro RAL experimental design with 7 treatments, 4 replications, and in vivo 5 treatments and 5 replications. The treatments consisted of C0= Aquades treatment C1= Aleloapti treatment C2=fungus treatment *Aspergillus flavus* and weed allelopathy C3=and weed allelopathy treatment *Monosporium* C4= Fungus *Curvularia* sp. and weed allelopathy C5= Treatment of the fungus *Acremonium* sp. and weed allelopathy C6= Treatment of the Fungus *Fusarium* sp. and weed allelopathy C7= Treatment of Fungi *Nigrospora* sp. and weed allelopathy. The observation variables used were allelochemical content extract *Echinochloa crus-galli* and in rice plants, namely plant height, root length, number of tillers, amount of chlorophyll, and content of the enzyme *Indole Acetic Acid* (IAA).

The results showed that the allelopathic content of the weed *Echinochloa crusgalli* had allelochemical compounds of phenols, steroids, and terpenoids. Endophytic fungi isolates C3U (*Monosporium* sp.), C4U (*Curvularia* sp.), and C7U (*Nigrospora* sp.) were able to increase the germination of rice plants but had no effect on root length and leaf number in the germination phase. In an in vivo experiment, the endophytic fungus C7U (*Nigrospora* sp.) was able to increase plant resistance by increasing physiological activity in rice plants by increasing the amount of chlorophyll, the number of tillers, plant height, and root length. Endophytic fungi as a result of exploration inoculated on plants have the ability to increase the hormone IAA which is not significantly different from the control.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Cendawan Endofit Penginduksi Ketahanan Padi Terhadap Alelopati Gulma *Echinochloa crus-galli*”**. Skripsi ini diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana pada Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Keberhasilan selama penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Syaifuddin Hasjim, M.P. selaku Koordinator Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Bapak Ir. Sigit Prastowo, M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa.
4. Ibu Dr. Ir. Rachmi Masnilah, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi (DPS) untuk waktu, arahan, bimbingan, motivasi dan kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Ir. Wiwiek Sri Wahyuni, M.S., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ir. Sigit Prastowo, M.P. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi menyempurnakan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ali Wafa, S.P., M.Si. dan Bapak Hardian Susilo Addy, S.P., M.P., Ph.D. selaku dosen Program Studi Proteksi Tanaman yang sangat membantu penulis dalam penyusunan skripsi baik dalam bentuk moral dan materiil.
7. Kedua orang tua tercinta Ibu Muslimah dan Bapak Harsila yang telah memberikan do'a, kasih sayang, dorongan, serta semangat secara moral dan materi mulai dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini mendapat gelar Sarjana Pertanian.

8. Sahabat-sahabat saya yang tidak dapat saya sebut satu-persatu telah selalu membantu, memberi semangat, motivasi dan dukungan penuh untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Keluarga besar IMHPT dan BEM Fakultas Pertanian sebagai tempat berproses, telah memberikan ilmu dan pengetahuan berorganisasi serta kekeluargaan.
10. Keluarga besar Proteksi Tanaman 2017 atas kenangan, kebersamaan, dan suka duka selama perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengucapkan mohon maaf dan terima kasih jika ada kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, 23 Februari 2022

Penulis

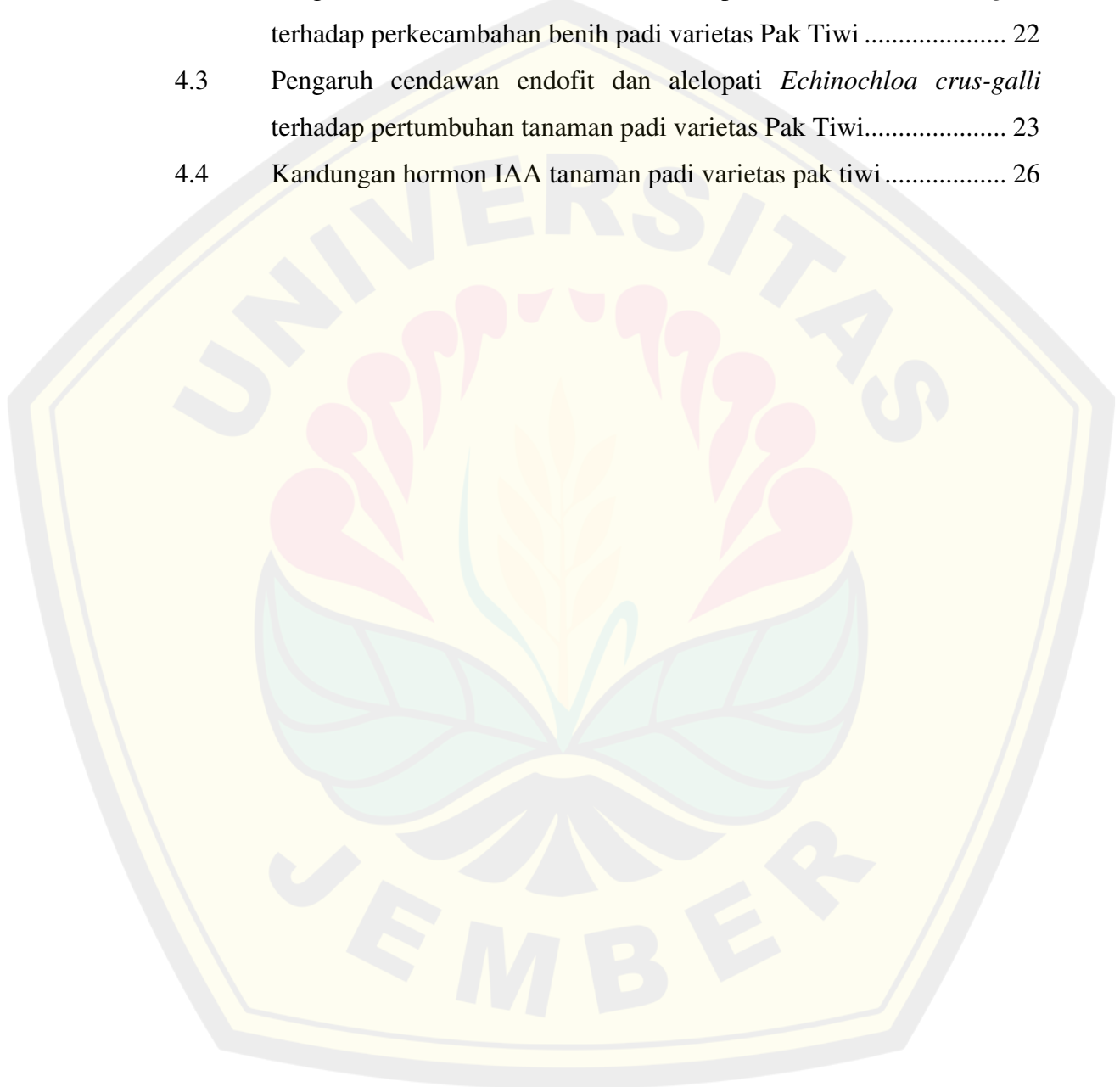
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Padi	4
2.2 <i>Echinochloa crus-galli</i>	5
2.3 Alelopati Gulma <i>Echinochloa crus-galli</i>	5
2.4 Pemanfaatan Cendawan Endofit terhadap alelopati	6
2.5 Hipotesis	8
BAB III. METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat.....	9
3.2 Persiapan Penelitian	9
3.2.1 Alat dan Bahan	9
3.2.2 Persiapan Cendawan Endofit.....	9
3.2.3 Persiapan Alelopati Gulma.....	10
3.2.4 Persiapan Benih Padi	10
3.2.5 Persiapan Media Tanam	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	11
3.3.1 Rancangan Penelitian	11
3.3.2 Prosedur Penelitian	12
3.4 Variable Pengamatan	15
3.4.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma <i>E. crusgalli</i>	15
3.4.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> pada perkecambahan tanaman padi secara in vitro	15
3.4.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>E. crusgalli</i> terhadap ketahanan tanaman secara in vivo	15
3.4.4 Pengaruh cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA	16

3.5 Analisis Data	17
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil	18
4.1.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma <i>Echinochloa crus-galli</i> 21	
4.1.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> pada perkecambahan tanaman padi secara <i>in vitro</i>	21
4.1.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> terhadap ketahanan tanaman secara <i>in vivo</i>	22
4.1.4 Pengaruh induksi cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA (Indole Acetic Acid)	24
4.2 Pembahasan	26
4.2.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma <i>Echinochloa crus-galli</i> 26	
4.2.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> pada perkecambahan tanaman padi secara <i>in vitro</i>	27
4.2.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> terhadap ketahanan tanaman secara <i>in vivo</i>	29
4.2.4 Pengaruh induksi cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA (Indole Acetic Acid)	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Hal
4.1	Karakteristik Cendawan Endofit Tanaman Padi	19
4.2	Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> terhadap perkecambahan benih padi varietas Pak Tiwi	22
4.3	Pengaruh cendawan endofit dan alelopati <i>Echinochloa crus-galli</i> terhadap pertumbuhan tanaman padi varietas Pak Tiwi.....	23
4.4	Kandungan hormon IAA tanaman padi varietas pak tiwi.....	26



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Hal
3.1	Denah percobaan <i>in vitro</i>	11
3.2	Denah percobaan <i>in vivo</i>	12
4.1	Morfologi gulma <i>E. crusgalli</i> (a.) Keseluruhan gulma (b) Daun (c) Biji <i>E. crusgalli</i>	18
4.2	Bentuk dan Warna Koloni (a) isolat V1, (b) isolat V2, (c) isolat V3, (d) isolat V4, (e) isolat G1, dan (f) isolat G2	19
4.3	Bentuk Konidia (a) isolat V1, (b) isolat V2, (c) isolat V3, (d) isolat V4, (e) isolat G1, dan (f) isolat G2.....	20
4.4	Hasil uji kandungan alelopati (a) uji fenolik (F) dan uji steroid (S), (b) uji terpenoid.....	21
4.5	Pengaruh cendawan endofit dan alelopati terhadap tinggi tanaman padi C0U (A), C1U (B), C3U (C), C4U (D) dan C7U (E).....	24
4.6	Tingkat konsentrasi larutan IAA sintetis.....	25
4.7	Kurva IAA standart (sintesis).....	25
4.8	Sampel pengujian IAA standart dan IAA pada tanaman padi (a) C0U (Aquadres), (b) C1U (Alelopati), (c) C3U (V2+Alelopati), (d) C4U(V3+Alelopati), (e) C7U (G2+Alelopati), dan (f) IAA standart	26
4.9	Tanaman padi perlakuan C0U(A), C1U(B), C3U(C), C4U(D) dan C7U(E)	29
4.10	Arsitektur akar perlakuan C0U(A), C1U(B), C3U(C), C4U(D), dan C7U(E)	30

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Hal
1.	Data Perhitungan Perkecambahan Benih Padi	42
2.	Data Perhitungan Panjang akar Tanaman Padi Secara <i>In Vivo</i>	43
3.	Data Perhitungan Jumlah Daun Tanaman Padi Secara <i>In Vivo</i>	44
4.	Data Perhitungan Jumlah Klorofil 1 Tanaman Padi.....	45
5.	Data Perhitungan Jumlah Klorofil 2 Tanaman Padi.....	46
6.	Data Perhitungan Jumlah Klorofil 3 Tanaman Padi.....	46
7.	Data Perhitungan Tinggi Tanaman Padi	47
8.	Data Perhitungan Jumlah Anakan Tanaman Padi	48
9.	Data Perhitungan Panjang Akar Tanaman Padi	49
10.	Tabel Hasil Perhitungan IAA Standart dan IAA Tanaman.....	49
11.	Dokumentasi.....	52

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan komoditas pangan utama yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Padi memiliki peran yang cukup penting dalam mengembangkan tingkat perekonomian Indonesia khususnya pada bidang pertanian. Produksi padi pada tahun 2019 diperkirakan mencapai 31,31 juta ton beras dimana mengalami penurunan sebesar 7,75% dari tahun 2018 (BPS, 2020). Penurunan produktivitas padi banyak dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adanya persaingan dengan tanaman pesaing gulma. Menurut Damayanti dkk (2017), gulma yang tumbuh di sekitar tanaman padi mampu menurunkan produktivitas mencapai 87%. Gulma yang sering kali ditemukan pada komunitas padi adalah *E. crus-galli* (L.) P. Beauv., *Cyperus iria* L., *Monochoria vaginalis* (Burm. F), *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl dan lain lain (Zarwazi dkk., 2016).

Gulma merupakan salah satu tumbuhan yang keberadaannya mengganggu tanaman budidaya. Tumbuhan disebut sebagai gulma apabila bersifat konsumtif pada faktor tumbuh, kompetitif dan invasif pada suatu wilayah. Gulma dapat menjadi pesaing utama bagi tanaman budidaya dalam hal penyerapan nutrisi, unsur hara, cahaya, air, membatasi ruang tumbuh tanaman budidaya dan lain-lain (Putra dkk., 2018). Selain menjadi pesaing bagi tanaman budidaya, gulma dapat mengeluarkan senyawa yang dapat bersifat racun. Senyawa tersebut disebut dengan senyawa alelopati gulma. Senyawa alelopati dapat menimbulkan gangguan fisiologis berupa terganggunya proses fotosintesis, sintesis protein, dan pembukaan stomata. Sehingga menyebabkan lambat tumbuh dan keseimbangan hormon yang terganggu (Yanti dkk., 2016).

Pengendalian gulma hingga saat ini masih banyak memanfaatkan herbisida kimia sintesis. Penggunaan herbisida kimia sintesis yang tidak tepat dalam jangka panjang dan akan menimbulkan permasalahan dikemudian hari. Bahan aktif herbisida dapat mengakibatkan gulma-gulma mengalami resistensi terhadap bahan aktif herbisida dikemudian hari dan munculnya berbagai dampak negatif lainnya (Manik 2019). Dampak paparan herbisida pada manusia yakni dapat

menyebabkan iritasi dermatitis (Mahyuni, 2015). Sedangkan pada lingkungan herbisida meninggalkan residu yang akan terbawa pada air, tanah dan hasil panen yang dapat menimbulkan permasalahan kesehatan dikemudian hari (Bruggen *et al.*, 2018).

Gangguan fisiologis tanaman yang disebabkan adanya senyawa alelopati ini perlu diatasi untuk menekan penurunan produktivitas pada padi. Induksi ketahanan tanaman merupakan salah satu cara dalam mengurangi efek senyawa alelopati (Martin *et al.*, 2018). Induksi ketahanan tanaman padi dapat dilakukan dengan beberapa mekanisme salah satunya yaitu *Induced Systemic Resistance* (ISR). Peningkatan ketahanan tanaman melalui ISR ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroba endofit (Giopany dkk., 2018). Mikroba endofit berupa cendawan diketahui memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang dapat meningkatkan ketahanan tumbuhan inang terhadap kondisi cekaman biotik maupun abiotik (Irawati dkk., 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cendawan endofit terhadap cekaman biotik yang disebabkan oleh alelopati gulma *Echinochloa crus-galli*.

1.2 Perumusan Masalah

1. Apa saja kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma *Echinochloa crus-galli*?
2. Bagaimana pengaruh cendawan endofit dan alelopati terhadap perkecambahan benih secara *in vitro*?
3. Bagaimana pengaruh cendawan endofit dan alelopati terhadap ketahanan padi secara *in vivo*?
4. Bagaimana pengaruh cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA pada tanaman?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma *Echinochloa crus-galli*.

2. Mengetahui pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* pada perkecambahan tanaman padi secara in vitro.
3. Mengetahui pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* terhadap ketahanan tanaman secara in vivo.
4. Mengetahui pengaruh induksi cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA (Indole Acetic Acid).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, untuk menambah wawasan serta sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Universitas Jember.
2. Bagi pemerintah daerah Kabupaten Jember, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam pertimbangan perencanaan strategi ketahanan tanaman terhadap gulma.
3. Bagi pembaca, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan kajian dan pertimbangan dalam melakukan penelitian selanjutnya.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan golongan tanaman pangan dalam golongan gramineae yang berasal dari dua benua yaitu benua Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Klasifikasi botani tanaman padi yaitu sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Poales
Famili	: Gramineae (<i>Poaceae</i>)
Genus	: <i>Oryza</i>
Species	: <i>Oryza</i> spp (Mustika dkk, 2019).

Tanaman padi memiliki batang yang beruas, ruas-ruas tersebut berbentuk tabung dengan ditutup oleh buku dikedua ujungnya. Sekat buku yang berada pada ruas batang akan muncul daun pelepah yang membalut ruas hingga buku bagian atas. Padi yang termasuk tumbuhan golongan rumput memiliki bentuk daun sejajar berwarna hijau, permukaan tidak berambut dengan ciri khas adanya sisik dan telinga daun serta ukuran panjang berkisar 41-61 cm. Sekumpulan bunga padi (*spikelet*) muncul dari permukaan buku disebut malai, dimana malai terdiri dari 100-120 bunga (Rembang dkk., 2018). Padi dikelompokkan dalam tiga subspecies yaitu *indica*, *japonica*, dan *javanica*. Padi *indica* memiliki ciri-ciri daun berwarna hijau terang, lebar, bulir ramping, tipis dan mudah pecah, memiliki anakan dalam jumlah yang banyak dan umumnya tidak berbulu. Padi *japonica* memiliki ciri-ciri daun berwarna hijau tua, sempit, bentuk bulir pendek, bulat serta tidak mudah pecah, memiliki anakan dalam jumlah sedang, memiliki bulu yang panjang atau terdapat yang tidak berbulu. Padi *javanica* memiliki ciri-ciri daun kaku, lebar, berwarna hijau terang, memiliki bentuk bulir yang lebar, kaku dan tidak mudah pecah, memiliki jumlah anakan yang sedikit, tidak berbulu atau ada yang berbulu panjang (Mustika dkk, 2019).

2.2 *Echinochloa crus-galli*

E. crus-galli memiliki nama lain *Panicum crus-galli* yang merupakan tanaman annual kelas Monocotyledon, famili Poaceae/Graminae (IRRI, 1983). Galinato *et al.* (1999), menyatakan bahwa rumput *E. crus-galli* tersebar pada daerah tropis dan sub tropis di seluruh negara Asia Tenggara, Asia Selatan dan Australia. Rumput ini dapat ditemui di Indonesia dan dikenal dengan nama gagajahan, jajagoan, padi burung, jawan, jawan parikejawan, ramon jawan, suket ngawan.

Echinochloa crus-galli serupa dengan penampakan padi ketika masih muda (Kasasian, 1971) memiliki batang tegak dengan daun tegak atau rebah di bagian dasarnya. Tinggi gulma ini dapat mencapai 20-150 cm. Selain itu gulma ini juga memiliki akar yang tebal dan berserat (Soerjani, 1987). Bunga *E. crus-galli* berupa panikel apikal dengan bunga majemuk 5-40 bunga. Bijinya berwarna coklat hingga kehitaman (Galinato *et al.*, 1999).

Kompetisi Padi dengan Gulma *Echinochloa crus-galli* menimbulkan pengaruh negatif bagi keduanya sebagai akibat pemanfaatan secara bersama sumberdaya yang ada dalam keadaan terbatas. Kompetisi antara padi dan *E. crus-galli* pada fase awal pertumbuhan paling besar pengaruhnya terhadap penurunan hasil padi. Menurut Suardi dan Pane (1983) gulma ini dapat menurunkan produksi padi hingga 72%. Penelitian sebelumnya di Taiwan menyebutkan bahwa gulma ini telah menurunkan produksi padi di Taiwan hingga 85% (De Datta, 1981).

2.3 Alelopati Gulma *Echinochloa crus-galli*

Alelopati dapat menghambat pertumbuhan tumbuhan lain yang tumbuh bersaing dengan tumbuhan tersebut dan dapat merugikan tumbuhan akibat pengaruh senyawa-senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan. Senyawa-senyawa kimia alelopati dapat mempengaruhi tumbuhan yang lain melalui penyerapan unsur hara, penghambatan pembelahan sel, pertumbuhan, proses fotosintesis, proses respirasi, sintesis protein, dan proses-proses metabolisme yang lain. Menurut Cahyo (1993), pemberian ekstrak mendong terhadap padi sawah dapat menghambat pertumbuhan dan perkecambahan padi sawah akibat adanya

aktivitas senyawa alelopati yang terkandung dalam mendong. Mekanisme penekanan perkecambahan ini diakibatkan oleh melambatnya proses hidrolisis dalam biji sehingga menyebabkan pembelahan sel menjadi tertunda (IRRI, 1998). Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa senyawa alelopati memiliki pengaruh yang besar terhadap perkecambahan tanaman. Selain hal tersebut alelopati juga dapat menurunkan kandungan klorofil pada daun sehingga menurunkan laju fotosintesis yang diikuti oleh penurunan laju pertumbuhan (Streibig *et al.* 2002).

Sebagai salah satu jenis tanaman, gulma juga diketahui mampu menghasilkan senyawa alelopati. Gulma *Echinochloa crus-galli* memiliki 59 jenis komponen senyawa alelopati yang terdiri dari fenol, terpenoid, steroid, lakton dan beberapa turunannya (Khanh *et al.*, 2018). Senyawa alelopati yang terkandung dalam *Echinochloa crus-galli* diambil dari berbagai bagian termasuk dari eksudat akar dan lingkungan disekitarnya. Beberapa bagian tanaman dari *Echinochloa crus-galli* memiliki tingkat toksisitas yang tinggi seperti pada bagian daun, kulit tanaman dan batang. Senyawa alelopati yang dimiliki *Echinochloa crus-galli* mampu menghambat pertumbuhan akar padi hingga mencapai 46,6% (Khanh *et al.*, 2018).

2.4 Pemanfaatan Cendawan Endofit terhadap alelopati

Cendawan endofit merupakan mikroorganisme yang terdapat didalam jaringan tumbuhan dan berpotensi memberikan ketahanan pada tumbuhan inang dari serangan Organisme Pengganggu Tanaman. Endofit berasal dari kata *Endon* yang berarti di dalam dan *Phyton* yang artinya tanaman dalam bahasa Yunani. Cendawan endofit merupakan penggambaran untuk sejumlah cendawan yang memiliki seluruh siklus hidup di dalam jaringan tumbuhan dan tidak menyebabkan infeksi pada jaringan. Cendawan endofit memiliki senyawa yang bermanfaat bagi tumbuhan seperti auksin, giberelin dan lain-lain, tidak hanya itu cendawan endofit juga memiliki reaksi khusus pada tanaman inang yang akan aktif untuk menghambat cendawan lain (Strobel, 2018).

Cendawan endofit memiliki reaksi untuk melindungi tanaman dengan berbagai macam berupa mekanisme kompetisi, induksi resisten, antagonis dan mikoparasit. Hubungan antara cendawan endofit dengan tanaman inang diyakini dapat menginduksi ketahanan tanaman dan mampu mempengaruhi fisiologis tanaman melalui mekanisme ketahanan ISR (Wilia *et al.*, 2011). Cendawan endofit mampu menghasilkan fitohormon seperti IAA (*Indol Acetic Acid*). IAA berfungsi untuk mengendalikan proses fisiologis dan penstimulan pemanjangan sel dalam batang dan inisiasi pemanjangan akar. Beberapa mikroorganisme mampu memproduksi auksin berupa IAA dengan adanya precursor seperti L-triptofan (Mohite., 2013). Proses biosintesis triptofan khususnya pada cendawan saat ini masih terbilang cukup sedikit yakni diantaranya *Neurospora crassa* dan *Saccharomyces cerevieae* (Miozzari *et al.*, 1978). Cendawan lain yang mampu menghasilkan senyawa IAA yakni cendawan dari genus *Fusarium* (Payangan, 2018). Selain itu cendawan endofit juga mampu berperan sebagai pemacu perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Benih yang telah melalui perendaman cendawan endofit memiliki rerata perkecambahan sebanyak 85% (Saragih dkk., 2018).

Cendawan endofit memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas tanaman seperti penginduksi ketahanan terhadap stress kekeringan dan pemacu pertumbuhan tanaman pada padi (Irawati dkk, 2014). Tanaman yang diaplikasi menggunakan cendawan endofit menunjukkan penambahan tajuk dan panjang akar hingga mencapai 56,1% pada tanaman cabai (Ramdan dkk, 2018). Selain itu aplikasi cendawan endofit pada gulma rumput golongan *Lolium* sp. mengakibatkan kematian sel pada puncak batang dan mengakibatkan stunting pada anakan gulma (Schardl *et al.*, 2004). Berdasarkan hal tersebut cendawan endofit diharapkan mampu untuk meningkatkan ketahanan tanaman dalam meningkatkan fungsi fisiologis dengan meningkatkan hormone IAA dan memacu pertumbuhan khususnya pada padi yang bersaing dengan gulma.

2.5 Hipotesis

1. Senyawa alelopati yang terkandung dalam ekstrak gulma *E. crus-galli* merupakan senyawa fenol, terpenoid dan steroid.
2. Cendawan endofit mampu meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap alelopati secara in vitro melalui daya perkecambahan.
3. Cendawan endofit mampu meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap alelopati secara in vivo.
4. Cendawan endofit memiliki kemampuan untuk meningkatkan hormon IAA (Indole Acetic Acid) pada tanaman.



BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berisi tentang efektivitas cendawan endofit dalam menginduksi ketahanan tanaman padi terhadap alelopati gulma *E. crus-galli*. Dilaksanakan di laboratorium Teknologi Pengendalian PS Proteksi Tanaman Faperta Unej, CDAST Universitas Jember dan di *Green House* yang dimiliki PS Proteksi Tanaman. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September s/d November 2021.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah tanaman padi yang tumbuh disekelilingi gulma, gulma *Echinocloa crus-galli*, media Malt Extract Agar (MEA) dan Potato Dextrose Agar (PDA), Water Agar, Aquades, NaOCL 5%, cling wrap, aluminium foil, spiritus, alkohol 70%, etanol 96%, reagen salkowski, kloroform, NH₄OH 2N, HCL, IAA sintesis, FeCl₃, sodium hipoklorit, asam sulfat pekat, asam asetat, benih padi, air steril, tanah steril, tissue dan label.

Alat yang digunakan adalah cawan petri, beaker glass, erlenmeyer, bunsen, gunting, cutter, autoclave, oven, inkubator, spektrofotometer, micropipet, tip, handsprayer, stopwatch, jarum N, pinset, penggaris, *laminar air flow*, SPAD 502 Plus Chlorophyll meter, mikroskop kampaun, kamera, ember plastik dan alat tulis.

3.2.2 Persiapan Cendawan Endofit

Cendawan endofit di eksplorasi dari lahan pertanaman padi yang banyak memiliki vegetasi gulma dengan kerapatan gulma yang tinggi. Cendawan di eksplorasi dari tanaman padi di daerah Kabupaten Jember, yang secara biologis terindikasi sehat dengan ciri-ciri lebih tinggi dari tanaman lainnya, memiliki tingkat hijau daun yang lebih baik dan memiliki vigor tanaman yang lebih baik. Cendawan endofit diisolasi dengan metode Yurnaliza *et al* (2014), dengan sterilisasi permukaan akar dan batang. Akar dan batang sepanjang 1 cm

dicuci pada etanol 90% selama 90 detik, sodium hipoklorit 5% selama 2 menit, etanol selama 30 detik kemudian dicuci pada air steril dan dikering anginkan. Bagian akar, daun dan batang steril ditanam pada media Malt Ekstrak Agar (MEA) dan Potato Dextrose Agar (PDA) 20%. Bagian tanaman dibelah untuk ditumbuhkan dalam media MEA dan PDA untuk selanjutnya diinkubasi selama 7 hari. Cendawan endofit lalu dibuat biakan murninya untuk selanjutnya diinventarisasi berdasarkan warna koloni dan morfologi secara makroskopik dan mikroskopik.

3.2.3 Persiapan Alelopati Gulma

Senyawa alelopati gulma spesies *E. cruss-galli* didapatkan dengan mengekstrak bagian gulma, baik batang, daun dan akar. Gulma yang dipanen dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan tanah dan kontaminan lainnya. Gulma dipotong-potong dengan ukuran 2 cm, kemudian di kering anginkan di dalam *Green House* selama 3 hari. Material gulma yang telah kering kemudian dirajang menjadi ukuran lebih kecil dan dihaluskan menggunakan *blender*. Setelah itu simplisia direndam menggunakan etanol 96% selama 3x24 jam. Hasil rendaman disaring menggunakan corong yang dialasi kertas saring. Selanjutnya diuapkan menggunakan *vaccum rotary evaporator* dengan suhu 60° C hingga dihasilkan ekstrak kental murni (Cahyanti dkk., 2015).

3.2.4 Persiapan Benih Padi

Benih yang digunakan berasal dari benih varietas PAK-TIWI 1. Pemilihan benih dilakukan dengan memilih benih yang bernas, dengan cara merendam benih pada air hangat. Benih yang mengapung dipisahkan dan dibuang, sedangkan benih yang terendam digunakan pada proses persemaian (Jalil dkk., 2016).

3.2.5 Persiapan Media Tanam

Media tanam pada metode *in vitro* menggunakan media *water agar*. *Water agar* menggunakan komposisi 6,75 gr agar dengan 405 ml aquades. Bahan agar dicampurkan dengan aquades dan panaskan diatas kompor. Media agar yang

dipanaskan diaduk hingga menjadi kebeningan dengan menggunakan pengaduk kaca. Setelah media agar menjadi bening, mulut *erlenmeyer* disegel menggunakan aluminium foil dan plastik wrap dan di autoclave pada suhu 121°C.

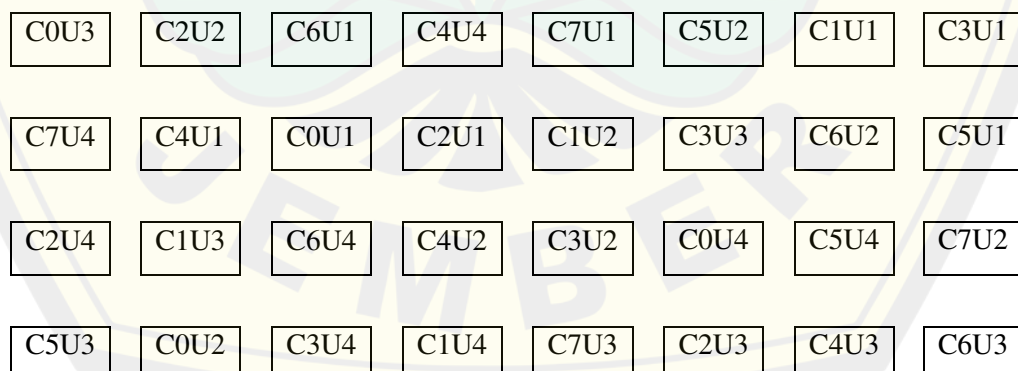
Media tanam pada metode *in vivo* yang digunakan yakni berupa tanah. Tanah yang digunakan berasal dari lapisan top soil yang telah disterilisasi dengan menggunakan metode pemanasan. Proses sterilisasi dilakukan dengan mengikat karung yang berisi tanah dan dipanaskan dalam drum yang berisi air mendidih. Drum dilengkapi dengan kayu pada bagian dalam yang berfungsi agar tanah tidak tercelup pada air. Proses sterilisasi dilakukan selama 2 jam, kemudian diangkat dan diletakan pada *Green House* untuk menghindari kontaminan dari air hujan (Setiawan dkk., 2014).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial yang dilakukan secara *in vitro* dan *in vivo*. Perlakuan *in vitro* dilakukan dengan menggunakan cendawan endofit hasil eksplorasi sebanyak 8 perlakuan dan 4 ulangan dengan menggunakan 6 cendawan endofit hasil eksplorasi dan 2 kontrol, sedangkan perlakuan *in vivo* dilakukan dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan dengan mengambil 3 cendawan endofit terbaik dari perlakuan *in vitro* dan 2 kontrol.

Berikut merupakan perlakuan yang diberikan:



Gambar 3.1 Denah percobaan *in vitro*

Keterangan :

C0U : Aquades

C3U : V2 + Alelopati

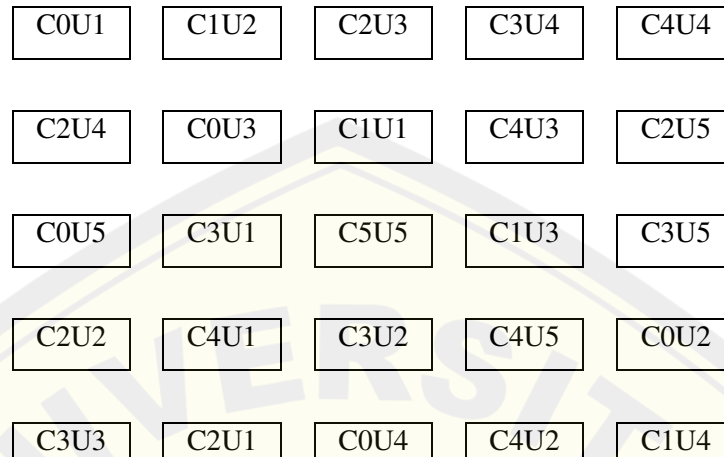
C1U : Alelopati

C4U : V3 + Alelopati

C2U : V1 + Alelopati C5U : V4 + Alelopati

C6U : G1 + Alelopati

C7U : G2 + Alelopati



Gambar 3.2 Denah percobaan *in vivo*

Keterangan :

C0U : Aquades

C1U : Alelopati

C3U : V2 + Alelopati

C4U : V3 + Alelopati

C7U : G2 + Alelopati

3.3.2 Prosedur Penelitian

1. Pengujian kandungan alelopati

Pengujian kandungan alelopati dilakukan dengan pengujian fenol, terpenoid dan steroid. Pengujian fenol dilakukan dengan melarutkan ekstrak *Echinochloa cruss-galli* sebanyak 0,5 gr dengan FeCl₃ 1% (Resmi., 2011). Pengujian senyawa steroid dilakukan dengan memasukan 2 gr ekstrak gulma pada gelas kimia kemudian ditambahkan dengan methanol yang mengandul 2 ml asam asetat anhidrat (Indarto., 2015). Kemudian pengujian senyawa terpenoid dilakukan dengan memasukan ekstrak sebanyak 2 gr ke dalam gelas kimia dan ditambahkan 10 ml etanol dididihkan kemudian disaring, setelah itu diambil sebanyak 5 ml ekstrak kemudian ditambahkan dengan 2 ml kloroform dan 3 ml asam sulfat pekat (Indarto, 2015).

2. Prosedur Penelitian In vitro

Pada kegiatan in vitro dilakukan dengan pembuatan media *water agar* sebanyak 6,75 gr pada 405 mL aquades kemudian di *autoclave* pada suhu 121°C. Kemudian media *water agar* yang telah dibuat dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 50°C, lalu ditambahkan campuran alelopati sebanyak 45 ml (36 ml alelopati + 9 ml aquades) pada setiap 405 ml *water agar*. Campuran media *water agar* dan alelopati dituangkan pada *petri dish* didalam *laminar air flow*. Media yang telah dituang pada *petri dish* dibiarkan agak terbuka selama 5-10 menit dalam *laminar air flow*.

Langkah berikutnya benih padi yang telah dipilih dilakukan sterilisasi permukaan menggunakan NaOCL 5% selama sepuluh menit (Wiguna, 2013), kemudian dilakukan perendaman dengan suspensi cendawan endofit yang telah didapat. Perendaman benih dilakukan pada wadah *tray* dengan suspensi cendawan endofit dengan kerapatan 10^7 sebanyak 10 ml selama 6 jam (Saragih dkk., 2018). Setelah dilakukan perendaman benih di letakan pada media *water agar* sebanyak 20 benih per *petri dish*. Pengamatan in vitro dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu.

3. Prosedur Penelitian In vivo

Langkah awal yakni melakukan penyemaian pada benih padi yang telah dilakukan pengecekan bernaas dan sterilisasi permukaan benih. Sebelum melakukan penyemaian pada media tanam tanah, benih dilakukan perendaman dengan suspensi cendawan endofit dengan konsentrasi 10^7 sebanyak 100 ml selama 6 jam (Saragih dkk., 2018). Kemudian benih yang telah direndam dilakukan penyemaian pada *tray* yang telah diisi dengan tanah steril.

Setelah berkecambah dan benih berumur 10 hari, semai dipindahkan pada timba yang telah diisi dengan tanah steril sebanyak 10 bibit per timba. Pengaplikasian cendawan endofit dilakukan pada 14 hst, 28 hst dan 42 hst sebanyak 10 ml dengan kerapatan 10^7 tiap timba. Kemudian pengaplikasian alelopati dilakukan pada waktu 2 hari setelah pengaplikasian suspensi cendawan

endofit. Alelopati diaplikasikan sebanyak 10 ml dengan konsentrasi 70%. Pemeliharaan yang dilakukan pada tanaman padi yakni pemupukan dengan menggunakan NPK sebanyak 0,075 gr per timba pada 15 hst dan 35 hst. Kemudian penyiraman yang dilakukan dilaksanakan selama dua hari sekali dengan volume ketinggian 2 cm.

4. Analisis hormon IAA

Analisis hormon IAA dilakukan dengan dua metode yakni metode Unyayar *et al.*, (1996) untuk ekstraksi dan metode Pattern dan Glick., (2002) spektrofotometer dengan reagen *Salkowski* untuk mengukur kadar hormon IAA. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel daun dan akar segar sebanyak 1 gr dan digerus menggunakan mortar hingga halus. Ekstrak kemudian dilarutkan dengan campuran methanol 36 ml, kloroform 15 ml, NH₄OH 2N 9ml dan aquades 25 ml. Larutan kloroform dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah dan membuang filtrat bagian bawah. Setelah itu larutan etanol yang terkandung dihilangkan dengan menggunakan teknik evaporasi hingga gelembung udara menghilang. Fase air yang didapat ditambahkan dengan HCL 1 N untuk mendapatkan larutan pada pH 2,5. Kemudian larutan diekstraksi sebanyak tiga kali menggunakan pelarut etilasetat 15 ml dan diambil larutan bagian atas. Fase etilasetat diuapkan dengan evaporator hingga larutan tersisa kurang lebih 2 ml (Wibowo *et al.*, 2009).

Sebagai pembanding kadar hormon IAA pada tanaman dilakukan pembuatan kurva standar IAA dengan menggunakan IAA sintesis sebanyak 2,5 mg dengan 50 ml methanol dengan konsentrasi 50 ppm. Larutan IAA sintesis dimasukan pada tabung reaksi masing-masing 20 µl (1 ppm), 100 µl (5 ppm), 200 µl (10ppm), 400µl (20 ppm), 600 µl (30 ppm), dan 800 µl (40 ppm). Kemudian ditambahkan dengan methanol hingga setiap tabung reaksi menjadi 1000 µl. Setelah itu ditambahkan reagen *Salkowski* sebanyak 4 ml dan di homogenkan. Selanjutnya larutan di letakan pada ruang gelap dengan suhu ruang selama satu jam, yang kemudian akan merubah warna larutan menjadi berwarna merah muda.

Larutan standar IAA diukur absorpsinya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm (Payangan., 2018).

3.4 Variable Pengamatan

3.4.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma *E. crusgalli*

Pengamatan ini dilakukan dengan skrining fitokimia yang terkandung dalam ekstrak gulma. Pengujian senyawa fenolik positif akan menunjukkan perubahan warna menjadi hijau, merah, ungu, biru hingga hitam (Resmi., 2011). Sedangkan pengujian steroid positif yang diareaksikan dengan asam sulfat pekat akan menunjukkan perubahan warna berupa hijau atau biru (Robinson., 1995). Pengujian terpenoid menunjukkan reaksi positif apabila menampilkan perubahan warna menjadi coklat kemerahan (Odeoga., 2005).

3.4.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* pada perkecambahan tanaman padi secara in vitro

Pengamatan pertumbuhan padi secara in vitro meliputi jumlah benih yang mampu tumbuh kemudian disertai dengan jumlah daun dan panjang akar ketika tanaman berumur dua minggu. Presentase daya perkecambahan benih padi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DB = \frac{\sum BK}{\sum TB} \times 100\%$$

Keterangan:

DB : Daya Berkecambah

$\sum BK$: Jumlah Biji Berkecambah

$\sum TB$: Jumlah Total Biji (Talukdar., 2011).

3.4.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *E. crusgalli* terhadap ketahanan tanaman secara in vivo

1. Jumlah anakan padi pada setiap rumpun, perhitungan dilakukan dengan melakukan pengurangan jumlah anakan diakhir pengamatan dengan jumlah indukan awal.

2. Pengukuran jumlah klorofil pada daun pertanaman dengan menggunakan SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter. Daun dibersihkan menggunakan tisu kemudian permukaan daun dijepitkan pada sensor SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter yang kemudian nilai akan muncul pada layar. Pengamatan jumlah klorofil dilakukan setelah pengaplikasian cendawan endofit 21, 35 dan 49 HST (Waluyo *et al.*, 2016).
3. Tinggi tanaman yang diukur dari pangkal batang pada permukaan tanah hingga tinggi malai terpanjang. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada akhir pengamatan.
4. Kemudian diakhir pengamatan juga dilakukan pengukuran panjang akar pada setiap perlakuan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris dari pangkal akar hingga ujung akar (Mangansige dkk., 2018).

3.4.4 Pengaruh cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA

Pengukuran hormone IAA dilakukan dengan mereaksikan 1 ml larutan ekstraksi etilasetat dengan 4 ml reagen *Salkowski*, kemudian direaksi pada ruang gelap dengan suhu kamar selama satu jam. Kemudian larutan diukur absorbannya menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm. Kadar hormone IAA diperoleh dengan membuat rumus kurva standar menggunakan hormone IAA standar dengan konsentrasi 1, 5, 10, 20, 30, dan 40 ppm (Payangan., 2018). Pada spektrofotometer akan diperoleh nilai konsentrasi dan absorpsi kurva standart IAA dan dimasukkan pada persamaan berikut untuk mengetahui kadar hormon IAA yang diperoleh:

$$Y = a + bx$$

Keterangan:

- a : Intersep
- b : Slope
- Y : Absorbansi
- X : Konsentrasi (Payangan., 2018).

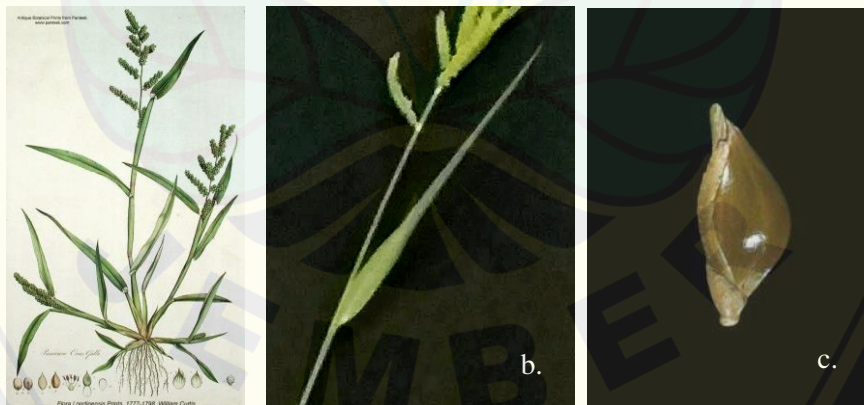
3.5 Analisis Data

Data dari seluruh tahapan penelitian ini kemudian diuji dengan analisis ragam ANOVA dan jika ditemukan perbedaan akan diuji lanjut dengan menggunakan DMRT pada taraf 5%.



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1 Hasil****Morfologi Gulma *E. crusgalli***

Gulma *E. crusgalli* merupakan salah satu gulma dominan pada tanaman padi yang muncul pada fase vegetatif dan fase generative pada tanaman padi. Gulma *E. crusgalli* memiliki kemampuan kompetitif dan adaptasi yang tinggi untuk mempertahankan hidupnya (Marambe dan Amarasinghe, 2002). *E. crusgalli* atau disebut juga jajagoan merupakan tumbuhan C4 dimana pada jenis tumbuhan ini memiliki tingkat kompetitif yang tinggi daripada padi yang termasuk pada golongan tumbuhan C3 (Setyowati *et al.*, 2007) sehingga kehadirannya merupakan kerugian bagi padi. *E. crusgalli* memiliki morfologi tubuh yang hampir menyerupai tanaman padi. Daun yang dimiliki *E. crusgalli* tegak dan berwarna hijau dengan ukuran panjang hingga 35 cm (Waterhouse, 1994). Batang berbentuk silindris dan tidak berambut (Sastroutomo, 1990), pada bagian akar berbentuk serabut, berserat dan tebal. Bunga pada gulma *E. crusgalli* berbentuk panikal apical atau seperti malai dengan bunga majemuk 5-40 butir. Biji pada *E. crusgalli* memiliki permukaan sedikit cembung dan oval (Soerjani, 1987).



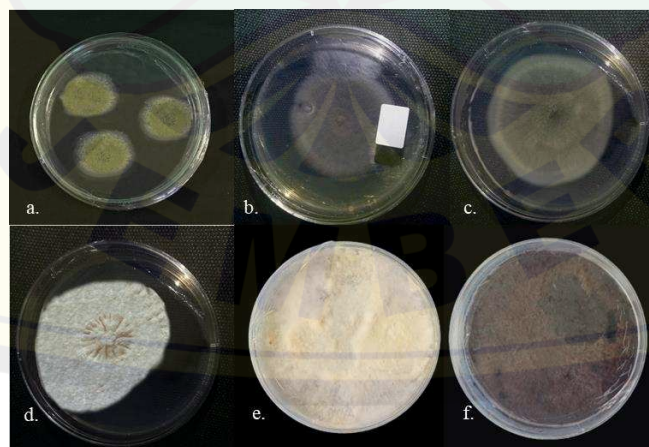
Gambar 4.1 Morfologi gulma *E. crusgalli* (a.) keseluruhan gulma (b) daun (c) Biji *E. crusgalli*

Eksplorasi Cendawan Endofit

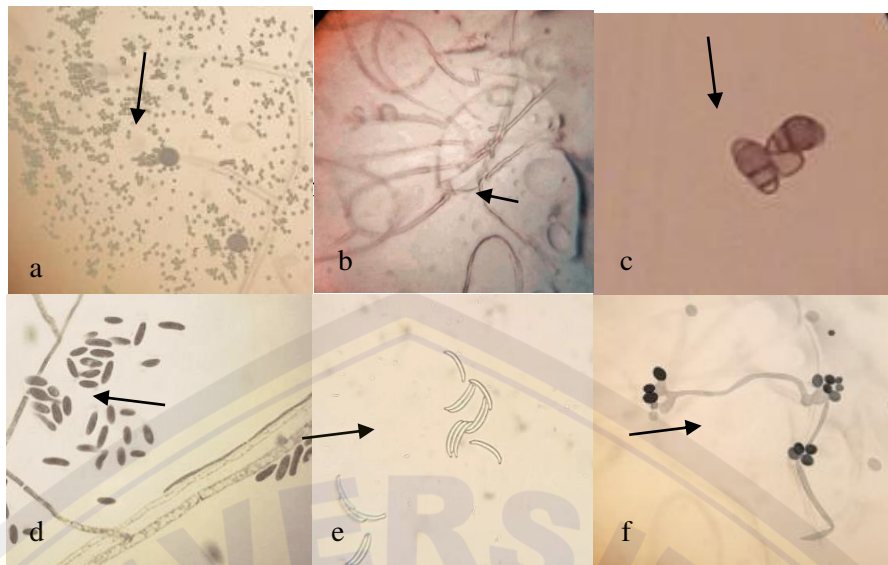
Keragaman cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari bagian-bagian tanaman padi mendapatkan 6 jenis cendawan berbeda yang masing-masing diisolasi dari tanaman padi fase vegetative dan generatif. Berdasarkan hasil temuan cendawan endofit diketahui isolate cendawan didominasi oleh cendawan berwarna putih dengan tekstur koloni halus seperti kapas dan beludru.

Tabel 4.1 Karakteristik cendawan endofit pada tanaman padi umur 30 hst dan 60 hst

Kode Isolat	Asal Isolat	Morfologi Makroskopis	Morfologi Mikroskopis	Referensi
V1	Akar	Warna koloni putih kehijauan dengan tekstur koloni berbulu.	Bulat	<i>Aspergillus flavus</i> (Navi <i>et al</i> , 1999)
V2	Daun	Warna koloni hitam keabuan dengan tekstur koloni Serabut halus.	Seperti pohon	<i>Monosporium</i> sp. (Barnett, 1972)
V3	Daun	Warna koloni putih keabuan dengan tekstur koloni seperti kapas.	Elips bersepta 4	<i>Curvularia</i> sp. (Gandjar dkk., 1999)
V4	Batang	Warna koloni putih dengan tekstur koloni seperti kapas.	Bulat silindris	<i>Acremonium</i> sp. (Samson, 2010)
G1	Daun	Warna koloni putih dengan tekstur koloni kapas halus.	Bulan sabit	<i>Fusarium</i> sp. (Barnett, 1972)
G2	Batang	Warna koloni hitam keabuan dengan tekstur koloni beludru.	Bulat oval	<i>Nigrospora</i> sp. (Watanabe., 2002)



Gambar 4.2 Bentuk dan Warna Koloni Cendawan Endofit Padi 30 hst dan 60 hst (a) isolat V1, (b) isolat V2, (c) isolat V3, (d) isolat V4, (e) isolat G1, dan (f) isolat G2



Gambar 4.3 Bentuk Konidia Cendawan Endofit Padi 30 hst dan 60 hst (a) isolat V1, (b) isolat V2, (c) isolat V3, (d) isolat V4, (e) isolat G1, dan (f) isolat G2

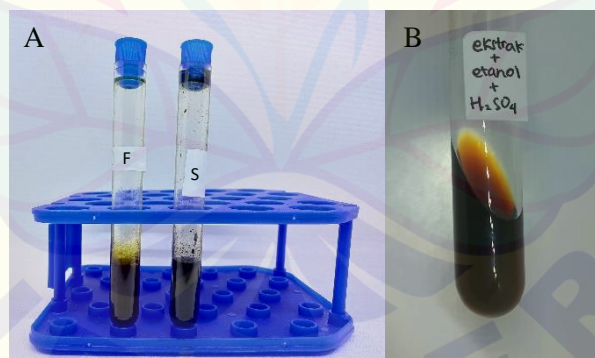
Berdasarkan tabel diatas dapat diidentifikasi bahwa cendawan endofit hasil eksplorasi diketahui pada bagian daun baik pada fase vegetatif dan fase generatif didapatkan cendawan *Monosporium sp.* (V2), *Curvularia sp.* (V3) dan *Fusarium sp.* (G1) sedangkan pada bagian batang ditemukan cendawan *Nigrospora sp.* (G2) dan *Acremonium sp.* (V4), lalu pada bagian akar ditemukan cendawan *Aspergillus flavus* (V1). Isolate cendwan endofit yang didapatkan pada tanaman padi sebanyak 4 isolat pada bagian daun, 2 isolat pada bagian pelepah dan batang, serta 1 isolat pada bagian akar. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Zakariah dkk (2010), yang menyatakan bahwa keberadaan cendawan endofit banyak ditemukan pada bagian daun. Persebaran cendawan endofit yang ditemukan pada bagian daun diketahui menyebar secara horizontal, hal tersebut dapat memungkinkan cendawan endofit mampu bergerak secara bebas sehingga keberadaan cendawan endofit pada bagian daun lebih banyak ditemui dibandingkan dengan bagian akar dimana banyak didominasi oleh bakteri endofit (Triwidodo dkk., 2021).

Pada tanaman padi fase vegetatif diidentifikasi cendawan *Monosporium sp.* (V2), *Curvularia sp.* (V3), dan *Acremonium sp.* (V4), sedangkan pada fase generatif ditemukan cendawan *Fusarium sp.* (G1). Beberapa cendawan dominan seperti *Aspergillus flavus* (V1) dan *Nigrospora sp.* (G2) ditemukan di kedua fase tanaman padi yakni fase vegetative dan fase generative. Hal tersebut didukung

oleh Irmawan (2007), bahwa cendawan *Aspergillus* sp. dan *Nigrospora* sp. mendominasi cendawan endofit pada padi jenis Ciherang. Hasil temuan cendawan endofit tersebut sejalan dengan penelitian yang disampaikan Ariyanto dkk (2013), bahwa keanekaragaman cendawan endofit yang ditemukan pada padi diantaranya *Acremonium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Monosporium* sp., *Mastigospodium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp., *Verticillium* sp., dan *Trichoderma* sp.

4.1.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma *Echinochloa crus-galli*

Skринing alelopati gulma yang dilakukan berupa uji fenolik, uji terpenoid dan uji steroid masing-masing mendapatkan reaksi positif dengan beberapa indikator berupa perubahan warna disetiap ujinya. Perubahan warna yang terjadi pada uji fenolik menghasilkan warna hijau kehitaman dari warna larutan awal yang berwarna hijau kekuningan. Dilanjutkan dengan uji terpenoid yang dilakukan juga mendapatkan reaksi positif dengan terjadinya perubahan warna dari hijau menjadi merah kecoklatan atau merah bata kemudian dilakukan juga pengujian kandungan steroid pada ekstrak gulma yang menunjukkan reaksi positif dengan adanya perubahan warna menjadi kebiruan.



Gambar 4.4 Hasil uji kandungan alelopati (a) uji fenolik (F) dan uji steroid (S), (b) uji terpenoid

4.1.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* pada perkecambahan tanaman padi secara *in vitro*

Pengamatan perkecambahan benih, panjang akar dan jumlah daun padi dilakukan pada 14 HST. Perkecambahan benih padi dikonservasikan dalam bentuk

persen dengan membandingkan jumlah benih berkecambah dibagi dengan total benih keseluruhan. Berdasarkan tingkat prosentase ini dapat mempresentasikan pengaruh pengaplikasian cendawan endofit terhadap benih padi baik pada perkecambahan, panjang akar dan jumlah daun. Hasil pengujian anova pada daya perkecambahan menunjukkan pengaruh berbeda nyata. Daya perkecambahan pada benih padi varietas Pak Tiwi menunjukkan hasil yang beragam pada setiap perlakuan dengan daya perkecambahan tertinggi pada perlakuan C0U (aquades), C3U (V2/ *Monosporium* sp.), C4U (V3/ *Curvularia* sp.), dan C7U (G2/ *Nigrospora* sp.). Hasil pengujian anova pada panjang akar dan jumlah daun menunjukkan pengaruh berbeda nyata yakni pada perlakuan C0U (Aquades) dengan panjang akar 8.58cm dan jumlah sebanyak 2 buah.

Tabel 4.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* terhadap perkecambahan benih padi varietas Pak Tiwi secara In Vitro

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)	Panjang Akar (cm)	Jumlah Daun
Aquades	78a	8.58a	2a
Alelopati	48d	0.30b	1b
V1+Alelopati	63bc	0.50b	1b
V2+Alelopati	76a	0.47b	1b
V3+Alelopati	75ab	0.30b	1b
V4+Alelopati	53cd	0.38b	1b
G1+Alelopati	56cd	0.27b	1b
G2+Alelopati	84a	0.39b	1b

Keterangan: Data yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan yang tidak berbeda nyata pada Uji Duncan taraf 5%

4.1.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* terhadap ketahanan tanaman secara in vivo

Pengamatan pertumbuhan tanaman padi dilakukan dalam beberapa aspek yakni kadar klorofil, jumlah anakan, tinggi tanaman dan panjang akar. Pengamatan jumlah anakan, tinggi tanaman dan panjang akar dilakukan diakhir pengamatan yakni pada 55 HST, sedangkan pada pengamatan klorofil dilakukan pada 21, 35 dan 49 HST. Berdasarkan hasil uji lanjut jumlah rata-rata klorofil menunjukkan hasil berbeda nyata antar perlakuan, terdapat perbedaan antara tanaman padi yang diberi perlakuan baik perlakuan cendawan endofit maupun perlakuan alelopati gulma. Pada 21 HST perlakuan C0U (Aquades) tidak berbeda

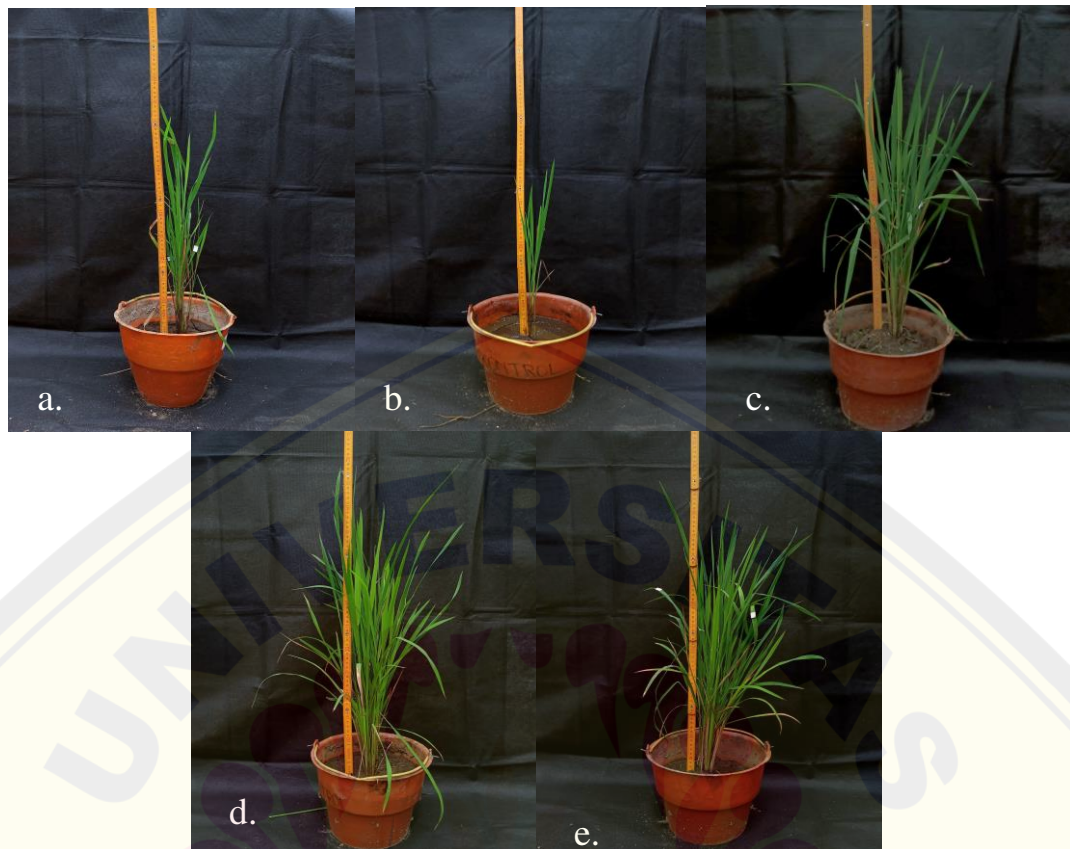
nyata dengan semua perlakuan selain perlakuan C3U (V2+Alelopati). Pada 35 HST perlakuan C0U (Aquades) tidak berbeda nyata dengan perlakuan C1U (Alelopati) dan C4U (V3+Alelopati), namun antara perlakuan C1U (Alelopati) dan C4U (V3+Alelopati) mengalami perbedaan nyata. Kemudian pada 49 HST perlakuan C0U (Aquades) dan C1U (Alelopati) tidak berbeda nyata, namun berbeda dengan perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati).

Hasil pengamatan jumlah anakan paling banyak terjadi pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) dengan jumlah 36.4 anakan serta paling sedikit terjadi pada perlakuan C1U (Alelopati) yakni 23.3. Hasil uji lanjut disimpulkan bahwa perlakuan C0U (Aquades) dan C1U (Alelopati) berbeda nyata, sedangkan pada perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati) tidak berbeda nyata. Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman tidak berbeda jauh dengan jumlah anakan dimana perlakuan C7U (G2+Alelopati) dan C3U (V2+Alelopati), menempati nilai tertinggi tanpa mengalami perbedaan, sedangkan pada perlakuan C4U (V3+Alelopati), C0U (Aquades), dan C1U (Alelopati) mengalami perbedaan. Hasil pengamatan pada akar juga dapat dilihat bahwa perlakuan C7U (G2+Alelopati) mengalami perbedaan pada semua perlakuan dengan nilai 297,7 dan hasil perlakuan lainnya tidak mengalami perbedaan.

Tabel 4.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* terhadap pertumbuhan tanaman padi varietas Pak Tiwi

Perlakuan	Rata-rata jumlah klorofil			Jumlah anakan	Tinggi tanaman	Panjang akar
	21 HST	35 HST	49 HST			
Aquades	15.55bc	34.31bc	34.88b	27.2b	55.4c	152.01c
Alelopati	14.46c	31.12c	32.70b	23.2c	48.0d	104.70c
V3+Alelopati	21.69a	38.36a	42.13a	33.8a	75.6a	237.69b
V4+Alelopati	18.82ab	36.41ab	41.69a	34.0a	70.8b	236.11b
G2+Alelopati	18.12ab	38.14a	42.59a	36.4a	78.0a	297.74a

Keterangan: Data yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan yang tidak berbeda nyata pada Uji Duncan taraf 5%



Gambar 4.5 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati terhadap tinggi tanaman padi C0U (A), C1U (B), C3U (C), C4U (D) dan C7U (E)

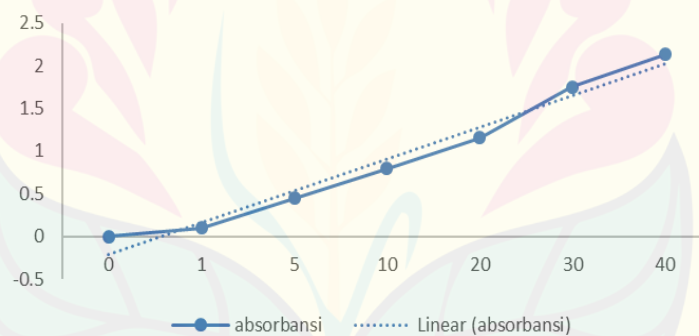
4.1.4 Pengaruh induksi cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA (Indole Acetic Acid)

Pengamatan hormone IAA dilakukan dengan membuat kurva standart IAA dengan menggunakan IAA sintetik. Hasil pembuatan konsentrasi IAA pada konsentrasi tinggi akan menghasilkan pigmen berwarna merah jambu dan pada IAA konsentrasi rendah akan menghasilkan pigmen kuning kehijauan. Berdasarkan Kovacs (2009), uji IAA secara kualitatif akan menghasilkan pigmen berwarna gmerah jambu. Hal ini berbanding lurus dengan pertambahan konsentrasi IAA maka warna merah jambu yang dihasilkan semakin pekat.



Gambar 4. 6 Tingkat konsentrasi larutan IAA sintetis

Pembuatan IAA standart dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer HITACHI U-2900 dengan panjang gelombang 520 nm. Larutan IAA standar yang telah diukur absorbansinya selanjutnya dibuat grafik standar dengan koefisien determinasi 0,986 dengan persamaan $y = 0,0523x + 0,1207$. Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi yang telah dilakukan dapat dinilai dan dimasukkan pada rumus dengan hasil kurva standar yang dapat digunakan untuk mengukur kadar IAA pada tanaman.



Gambar 4.7 Kurva IAA standart (sintesis)

Hasil pengukuran IAA pada tanaman menunjukkan perbedaan disetiap perlakuan, dimana pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) menunjukkan nilai terbesar yakni 0.1358 ppm yang berbeda nyata dengan perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati), C1U (Alelopati) dan C0U (Aquades). Pada perlakuan C0U (Aquades), C3U (V2+Alelopati) dan C4U (V3+Alelopati) tidak mengalami perbedaan yang nyata, namun ketiganya berbeda nyata dengan perlakuan C0U (Aquades) dan C7U (G2+Alelopati). Perlakuan C0U (Aquades) secara matematis menunjukkan nilai terendah yakni 0.1247 ppm.

Tabel 4.4 Kandungan hormon IAA tanaman padi varietas pak tiwi

Perlakuan	Kadar IAA (ppm)
Aquades	0.1297b
Alelopati	0.1247c
V2+Alelopati	0.1308b
V3+Alelopati	0.1297b
G2+Alelopati	0.1358a

Keterangan: Data yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan yang tidak berbeda nyata pada Uji Duncan taraf 5%



Gambar 4.8 Sampel pengujian IAA standart dan IAA pada tanaman padi (a) C0U (Aquades), (b) C1U (Alelopati), (c) C3U (V2+Alelopati), (d) C4U(V3+Alelopati), (e) C7U (G2+Alelopati), dan (f) IAA standart

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kandungan senyawa alelopati pada ekstrak gulma *Echinochloa crus-galli*

Uji skrining alelopati yang dilakukan pada ekstrak gulma *E. crusgalli* menunjukkan bahwa ekstrak gulma *E. crusgalli* memiliki kandungan senyawa fenoli, steroid dan terpenoid. Berdasarkan hasil yang diperoleh perubahan yang terjadi pada pegujian senyawa fenolik yang pada awalnya berwarna kekuningan kemudian direaksikan dengan ekstrak gulma *E. crusgalli* yang semula berwarna hijau menunjukkan hasil positif dengan perubahan warna menjadi hijau kehitaman. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Susanti (2017), yang menyatakan bahwa identifikasi fenol pada tumbuhan akan menunjukkan perubahan kehitaman ketika ekstrak tanaman direaksikan dengan FeCl₃ 1%.

Pada pengujian steroid menunjukkan hasil serupa yakni terjadi perubahan warna menjadi biru, dimana sesuai dengan reaksi Liebermann-Buchard yang menyatakan pengujian steroid akan menghasilkan warna hijau atau biru (Robinson, 1995). Hasil skrining senyawa alelopati terpenoid menunjukkan hasil perubahan warna menjadi cokelat kemerahan sesuai dengan hasil penelitian dari Odeoga., (2015). Khanh *et al.*, (2018), melaporkan bahwa *E. crusgalli* memiliki kandungan 59 jenis alelopati termasuk fenol, terpenoid, steroid, laktosa dan lain-lain.

4.2.2 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* pada perkecambahan tanaman padi secara in vitro

Perkecambahan padi secara in vitro dilakukan dengan melakukan perkecambahan pada water agar yang telah dicampurkan dengan ekstrak alelopati gulma *E. crusgalli*, sebelum dilakukan penanaman pada water agar benih padi disterilisasi terlebih dahulu kemudian direndam dengan menggunakan suspensi cendawan yang telah didapat ketika eksplorasi. Berdasarkan hasil identifikasi cendawan hasil eksplorasi diketahui merupakan cendawan *Aspergillus flavus* (C2U), *Monosporium* sp. (C3U), *Curvularia* sp. (C4U), *Acremonium* sp. (C5U), *Fusarium* sp. (C6U), *Nigrospora* sp. (C7U). Tingkat perkecambahan tertinggi terjadi pada perlakuan C7U, C0U, C3U dan C4U yang diduga merupakan dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan C7U sebesar 84%, kontrol (aquades) 78%, C3U sebesar 76%, C4U sebesar 75% kemudian diikuti dengan perlakuan C2U 63% dan C6U sebanyak 56%, C5U sebesar 53% dan hasil terendah pada perlakuan C1U (Alelopati) 48%.

Perkecambahan padi yang telah dinokulasikan cendawan endofit memiliki hasil yang berbeda-beda. Pada perlakuan isolat C2U (V1+Alelopati) benih padi yang berkecambah mencapai 63% nilai tersebut berada dibawah perlakuan kontrol, dimana kondisi perkecambahan pada isolat C2U (V1+Alelopati) dan C5U (G1+Alelopati) tidak sempurna atau dapat dikatakan terhambat oleh adanya cendawan endofit yang menutupi permukaan benih serta adanya pengaruh dari senyawa alelopati gulma, sedangkan pada perlakuan C6U hasil yang didapat pada

kondisi fisik perkecambahan pada beberapa benih menunjukkan gejala nekrotik pada ujung akar. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa cendawan isolat C6U (G1+Alelopati) dapat berpeluang menjadi cendawan pathogen. Yuniarti dkk (2013), menyatakan suspensi cendawan *Fusarium* sp. dapat menurunkan viabilitas benih dan vigor pada bibit sengan.

Hal ini sesuai dengan pendapat Triwidodo dkk., (2021), bahwa hasil uji patogenesis cendawan endofit pada perkecambahan benih memiliki hasil yang berbeda-beda beberapa cendawan endofit dapat bertindak sebagai PGPF dan beberapa yang lain dapat dikategorikan sebagai cendawan pathogen. Kolonisasi cendawan endofit pada fase perkecambahan menurut Schulz (2006), diketahui dapat meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman inang. Berdasarkan pernyataan tersebut penginokulasian cendawan endofit yang dilakukan pada benih padi memiliki tingkat perkecambahan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Pemberian cendawan endofit pada tanaman alang-alang dengan genus cendawan *Stagonospora* diketahui juga dapat meningkatkan vigor dan biomassa tanaman (Ernst *et al.*, 2003).

Perlakuan perkecambahan secara *in vitro* pada variable panjang akar dan jumlah daun menunjukkan perbedaan nyata antara perlakuan COU dan semua perlakuan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa alelopati sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar dan jumlah daun. Pengaruh pertumbuhan akar dan daun ini diduga terjadinya gangguan fisiologis tanaman dari pemberian alelopati gulma *E. crusgalli*. Alelopati gulma *E. crusgalli* pada variable pengujian kandungan alelopati diketahui memiliki kandungan fenolik, dimana senyawa fenol yang terlarut dalam air dapat mempengaruhi difusi air dan oksigen pada pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Pemberian alelopati ini mempengaruhi proses pembelahan dan perkembangan sel sehingga menghambat proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rijal, 2009). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan perkecambahan benih padi pada perlakuan COU (Aquadess) atau perlakuan aquades tanpa melibatkan alelopati memiliki panjang akar dan jumlah daun yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan alelopati.

4.2.3 Pengaruh cendawan endofit dan alelopati *Echinochloa crus-galli* terhadap ketahanan tanaman secara *in vivo*

Berdasarkan hasil dari percobaan secara *in vitro* didapatkan hasil perkecambahan tertinggi pada isolat C3U (*Monosporium* sp), C4U (*Curvularia* sp) dan C7U (*Nigrospora* sp.) dengan rerata kemampuan perkecambahan mencapai 90%. Ketiga isolat tersebut selanjutnya diujikan pada tanaman secara *in vivo* dengan ulangan sebanyak 5 kali disertai dengan perlakuan kontrol C0U (Aquadres) dan C1U (Alelopati). Pada perlakuan *in vivo* dilakukan beberapa variabel pengamatan seperti jumlah klorofil, jumlah anakan, tinggi tanaman, panjang akar dan pada akhir pengamatan dilakukan pengujian kandungan IAA.

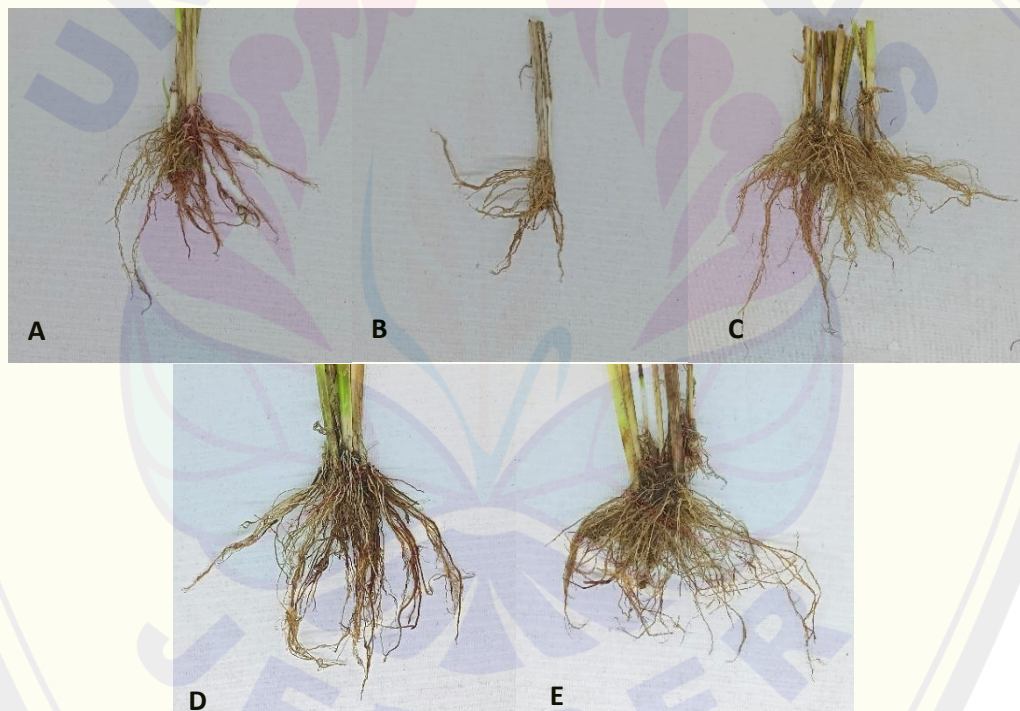
Pada pengamatan jumlah klorofil 21, 35 dan 49 hst menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Pada perlakuan C3U (V2+Alelopati) dari pengamatan 21 hst hingga pengamatan 49 hst menjadi perlakuan dengan nilai klorofil terbaik dan menunjukkan nilai yang berbeda dengan perlakuan kontrol, baik kontrol positif maupun kontrol negatif. Pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) menunjukkan jumlah klorofil berbeda nyata terhadap perlakuan C0U dan C1U pada 35 hst dan 49 hst, sedangkan pada perlakuan C4U menunjukkan hasil berbeda terhadap kontrol pada hari ke 49 hst.



Gambar 4.9 Tanaman padi perlakuan C0U(A), C1U(B), C3U(C), C4U(D) dan C7U(E)

Berdasarkan hasil pengamatan yang didapatkan pada pengamatan jumlah anakan pada perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati) berbeda nyata dengan perlakuan C0U (Aquadres) dan C1U

(Alelopati) dimana pada perlakuan tersebut merupakan perlakuan kontrol, sedangkan pada variabel tinggi tanaman juga menunjukkan perbedaan nyata kecuali pada perlakuan C3U (V2+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati). Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat secara visual bahwa pertumbuhan tanaman padi baik pada jumlah anakan dan tinggi tanaman tertinggi berturut-turut diperoleh pada perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati). Jumlah anakan yang diamati pada perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati) berturut-turut sebanyak 33,8, 34, dan 36,4 jumlah anakan. Sementara pada variabel tinggi tanaman perlakuan yang memiliki hasil paling baik diketahui pada perlakuan C3U (V2+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati) kemudian diikuti dengan perlakuan C4U (V3+Alelopati) sebagai perlakuan yang diinokulasi dengan cendawan endofit.



Gambar 4.10 Arsitektur akar perlakuan C0U(A), C1U(B), C3U(C), C4U(D), dan C7U(E)

Pada variabel pengamatan panjang akar berdasarkan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa panjang akar tertinggi diketahui pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) sebanyak 297,74 cm dan perlakuan terendah masih pada

perlakuan kontrol yakni C1U (Alelopati) dengan nilai 104.7 cm. Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa pada perlakuan C1U (Aquades) memiliki jumlah akar yang lebih sedikit dibandingkan dengan akar pada perlakuan C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati). Pada penelitian ini semua perlakuan selain perlakuan C0U mendapat perlakuan pengaplikasian ekstrak alelopati gulma *E. crusgalli*. Berdasarkan pengukuran jumlah klorofil yang dilakukan dari 21 hst hingga 49 hst didapatkan hasil terendah pada perlakuan C1U (Aquades) dan nilai klorofil tertinggi berseling-seling pada perlakuan C3U (V2+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati). Senyawa alelopati yang diaplikasikan berpengaruh nyata pada perlakuan C1U (Aquades) dimana pada perlakuan tersebut kondisi morfologi secara agronomis berbeda dari perlakuan C0U (Aquades), C3U (V2+Alelopati), C4U (V3+Alelopati) dan C7U (G2+Alelopati) yang dapat dilihat dari jumlah klorofil, anakan, tinggi tanaman dan panjang akar. Leela *et al.* (2018), menyatakan bahwa ekstrak gulma *E. crusgalli* yang diaplikasikan pada beberapa tanaman dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan diketahui bahwa kandungan alelopati yang terdapat pada ekstrak *E. crusgalli* merupakan salah satu alelopati yang kuat.

Hasil pengamatan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penginokulasian cendawan endofit pada tanaman dapat meningkatkan jumlah klorofil. Hal ini juga didapatkan oleh Zulfitri (2007), tanaman jarak pagar yang diberikan perlakuan cendawan endofit dapat meningkatkan kandungan klorofil yang lebih tinggi dari pada perlakuan kontrol (tanpa perlakuan endofit). Selain berpengaruh terhadap kandungan klorofil tanaman padi cendawan endofit juga berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah anakan. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian Hapidin dkk., (2008), bahwa penambahan cendawan endofit pada tanaman dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman selain itu pemberian cendawan endofit ini juga dapat membantu tanaman dalam mengatasi cekaman baik pada cekaman biotik maupun cekaman abiotik.

4.2.4 Pengaruh induksi cendawan endofit terhadap produksi hormon IAA (Indole Acetic Acid)

Hormone IAA (Indole Acetic Acid) merupakan salah satu hormone yang dapat memacu pertumbuhan tanaman baik dalam pembelahan akar, pembelahan sel dan pembentukan xylem dan floem (Hanafi dkk, 2017). Tarabily *et al.*, (2003), mengungkapkan bahwa hormone IAA merupakan hormone endogen yang disintesis pada bagian tubuh tanaman seperti batang, daun dan akar yang berguna untuk meningkatkan proses elongasi dan perbanyakan sel. Berdasarkan hasil pengamatan kandungan hormone IAA pada tanaman padi tidak terjadi perubahan warna menjadi merah jambu pekat, hal ini menunjukkan bahwa kandungan IAA pada padi tidak memiliki konsentrasi setinggi IAA sintesis. Kandungan tertinggi pada tanaman padi didapat pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) dan kandungan IAA terendah didapat pada perlakuan C1U (Alelopati). Pada pengukuran IAA tersebut pada setiap perlakuan ekstrak berwarna kuning kehijauan, namun yang membedakan yakni kepekatan dari setiap perlakuan. Pada perlakuan C7U (G2+Alelopati) warna ekstrak menjadi lebih pekat dibandingkan dengan perlakuan C1U(Alelopati).

Hasil pengujian kandungan IAA yang telah diukur dengan menggunakan spektrofotometer menunjukkan nilai absorbansi yang kemudian dimasukkan pada rumus kurva standart IAA yang diperoleh pada gambar 3. Kandungan IAA yang diperoleh memiliki konsentrasi terendah 0 ppm sedangkan konsentrasi tertinggi didapat pada konsentrasi 3.26 ppm. Berdasarkan hasil pengujian masing-masing perlakuan memiliki konsentrasi 1.01 ppm (C0U), 0 ppm (C1U), 1.44 ppm (C3U), 1.022 ppm (C4U) dan 3.26 ppm (C7U). Berdasarkan pengujian konsentrasi IAA tersebut dapat disimpulkan bahwa perlakuan cendawan endofit mengalami perubahan tidak signifikan namun berbeda nyata pada setiap perlakuan. Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Payangan (2018), yang menyatakan bahwa kandungan IAA yang dihasilkan oleh cendawan endofit memiliki konsentrasi yang rendah. Berdasarkan hasil pengukuran kandungan IAA pada perlakuan C4U (*Curvularia* sp). mampu memproduksi hormone IAA sebagai hormone pertumbuhan pada tanaman (Naziyah *et al.*, 2020). Sedangkan pada perlakuan C7U

(*Nigrospora* sp.) diketahui memiliki kandungan hormon IAA tertinggi melalui pengukuran spectrometer, hal ini berkaitan dengan hasil penelitian dari Mmbaga *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa cendawan *Nigrospora* sp. mampu bertindak sebagai PGPF. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan cendawan endofit mampu meningkatkan produksi hormon IAA dibandingkan dengan perlakuan kontrol atau tanpa perlakuan cendawan endofit.

Beberapa cendawan endofit dapat menghasilkan IAA melalui mekanisme IAM dan aktifitas tryptophan 2-monooxygenase beberapa diantaranya adalah cendawan genus *Colletotrichum* dan *Fusarium* Numponsak *et al.* (2018). Menurut Chung *et al.* (2003), menyatakan bahwa cendawan endofit memiliki mekanisme ganda dalam memproduksi hormone IAA yakni mekanisme IAM dan mekanisme IPyA yang ditemukan pada cendawan *Piriformospora* sp., *Rhodosporidium* sp., *R. solani* serta *Ustilago maydis*. Mekanisme IAM merupakan mekanisme yang memiliki dua tahapan dalam pembentukan IAA. Pada tahap pertama tryptophan dikonversi oleh enzim tryptophan-2-monooxygenase (IaaM) menjadi IAM, kemudian pada tahap kedua IAM dikonversi menjadi IAA yang dibantu oleh enzim IAM hidrolase (IaaH) (Spaepen *et al.*, 2007). Menurut Normanly *et al.* (1995) mekanisme IPyA terbagi menjadi tiga tahapan, pada tahap pertama tryptophan dikonversi oleh enzim aminotransferase menjadi IPyA. Setelah IPyA terbentuk IPyA mengalami dekarboksilasi dan berubah menjadi indole-3-acetaldehyde (IAAld) yang dibantu oleh indole-3-pyruvate decarboxylase (ipdC). Selanjutnya pada tahap akhir indole-3-acetaldehyde (IAAld) beroksidasi dan berubah menjadi IAA. Biosintesis IAA dengan mekanisme IPyA ini banyak ditemui pada golongan cendawan endofit genus *Colletotrichum* sp. yang diketahui dapat menstimulasi pertumbuhan perkecambahan pada tanaman gandum dan padi (Numponsak *et al.*, 2018), serta cendawan ectomycorrhizae yang mampu menghasilkan hormone IAA yang diketahui dapat berperan dalam penstimulan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kumla *et al.*, 2020).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kandungan alelopati pada gulma *Echinochloa crusgalli* memiliki senyawa alelokimia fenol, steroid, dan terpenoid.
2. Pengaplikasian cendawan endofit menunjukkan perbedaan nyata terhadap perkecambahan benih padi, namun tidak berpengaruh pada panjang akar dan jumlah daun pada pengamatan In vitro.
3. Cendawan endofit isolat C3U (*Monosporium* sp.), C4U (*Curvularia* sp.) dan C7U (*Nigrospora* sp.) mampu meningkatkan ketahanan tanaman dengan meningkatkan aktivitas fisiologis (produksi klorofil, tinggi tanaman, jumlah anakan dan panjang akar) pada tanaman.
4. Cendawan endofit *Nigrospora* sp. merupakan perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan hormon IAA dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

5.2 Saran

Saran yang dapat dikemukakan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini yakni perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui mekanisme cendawan endofit dan status cendawan secara spesifik sebelum dilakukan pengujian dalam skala lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Eko Famuji., A. Latief dan S. Djauhari. 2013. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Daun Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) dengan Sistem Pengelolaan Hama Terpadu (Pht) dan Konvensional di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Jurnal HPT*. 1(2): 37-51.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Luas panen dan produksi padi pada tahun 2019 mengalami penurunan dibandingkan tahun 2018 masing-masing sebesar 6,15 dan 7,76 persen.* https://www.bps.go.id/website/materi_ind/materiBrsInd/20200204112508.pdf [Diakses pada 9 Oktober 2020].
- Barnet, HL, & Barry BH. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, Third Edition. Minneapolis Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Bruggen A.H.C, Van., He M.M., Shin K., Mai V., Jeong K.C., Finckh M.R., dan Morris J.G.Jr. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment*. 616-617:255-268.
- Cahyanti, Lutfy Ditya., Titin S dan Eko W. 2015. Potensi Alelopat Daun Pinus (*Pinus spp.*) sebagai Bioherbisida Pra Tumbuh pada Gulma Krokot (*Portulaca oleracea*). *Gontor AGROTECH science*. 1(2):21.
- Cahyo, S.M. 1993. Kajian Saling Tindak Mendong (*Heleocharis chaetaria* Boeck) dan Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) ilmu pertanian.3: 665-680.
- Chung, Kuang Ren., T. Shilts., U. Erturk., L.W Timmer dan P.P. Ueng. 2003. Indole derivatives produced by the fungus *Colletotrichum acutatum* causing lime anthracnose and postbloom fruit drop of citrus. *FEMS Microbiol Lett*. 226(1): 23–30.
- Damayanti, T.W, D.R.J. Sembodo, H. Hamim dan H. Suprpto. 2017. Efikasi Kombinasi Herbisida Penoxsulam dan Butachlor terhadap Gulma pada Budidaya Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) Tanam Pindah. *Agrotek Tropika*. 5(1):13-19.
- De Datta, Surajit. 1981. *Principle and Practice of Rice Production*. John wiley & sons, Inc. Newyork.
- Ernst, M., Mendgen, K. W., & Wirsal, S.G. (2003). Endophytic fungal mutualists: seed-borne *Stagonospora spp.* enhance reed biomass production in axenic microcosms. *Mol Plant-Microbe Interact*, 16(7), 580-587.

- Galinato M.I, Moody K and Piggim CM. 1999. Upland Rice Weeds of South and southeast Asia. International Rice Research Institute.
- Gandjar, I, Samson, RA, Vermeulen, K, Oetari, A, & Santoso, I. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Giopany, Pande M., I Made S dan Trisna Agung P. 2018. Pengaruh Rhizobakteria untuk Memacu Pertumbuhan dan Ketahanan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap Penyakit Bercak serta Karat Daun. *Agroteknologi tropika*. 7(3):343-353.
- Hanafi, Ahmad., S. Purwantisari dan B. Raharjo. 2017. Uji Potensi Bakteri Endofit Kitinolitik Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid). *BIOMA*. 19(1): 76-82.
- Hapidin, Iwan Shofwan., Hamin dan Surahman. 2008. Pemberian cendawan endofit, jenis pupuk dan frekuensi penyiraman untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan bibit jarak pagar. *J. agrivigor*. 8(1):1-9.
- Indarto. 2015. Uji Kualitatif Dan Kuantitatif Golongan Senyawa Organik dari Kulit dan Kayu Batang Tumbuhan *Artocarpus Dadah* Miq. *Pendidikan Fisika Al-Biruni*. 4(1): 75-84.
- Irawati, Ana F.C., Mutaqin, Kikin H., Suhartono, Maggy T., Sastro, Yudi., Sulastrri nFN., Widodo nFN. 2017. Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah. *Hort*. 27(1): 105-112.
- Irmawan, D.E. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Endofit pada Beberapa Varietas Padi di Tasikmalaya dan Subang, Jawa Barat. Skripsi. Bogor : Fakultas Pertanian.
- IRRI. 1983. Weed Control In Rice. International Rice Research Institute. Philippines.
- IRRI. 1998. Allelopathy in Rice. Manila: International Rice Research Institute. 27-37
- Jalil, Muhammad., Sakdiah H., Deviana E dan Akbar I. Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Padi (*Oryza Sativa* L) Pada Berbagai Tingkat Salinitas. *Agrotek Lestari*. 2(2):63-74.
- Kasasian, L. 1971. Weed Control In The Tropic. London.

- Khanh, Tran Dang., K.H Trung., L.H Anh dan T.D Xuan. 2018. Allelopathy of Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Weed: an Allelopathic Interaction with Rice (*Oryza sativa*). *VJAS*. 1(1): 97-116.
- Kovacs, K. 2009. Application of Mossbauer Spectroscopy in Plant Physiology. Disertasi. ELTE Institute of Chemistry. Budapest.
- Kumia, Jaturong., N. Suwannarach. K. Matsui dan S. Lumyong. 2020. Biosynthetic pathway of indole-3-acetic acid in ectomycorrhizal fungi collected from northern Thailand. *PLOS ONE*. 15(1): 1-15.
- Leela P., G.S Rekha., dan K. Arumugam. 2018. Allelopathic Potential Of *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. Extracts On Growth And Developmental Changes Of *Abelmoschus esculentu* S (L.) And *Solanum lycopersicum* (L.). *Plant Stress Physiology*. 4(1):33-37.
- Mahyuni, Eka Lestari. 2015. Faktor Risiko dalam Penggunaan Pestisida terhadap Keluhan Kesehatan pada Petani di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo 2014. *Kesmas*. 9(1):79-89.
- Mangansige, Crestie., N.S. Aia dan P. Siahaan. 2018. Panjang dan Volume Akar Tanaman Padi Lokal Sulawesi Utara Saat Kekeringan yang diinduksi dengan Polietilen Glikol 8000. *Mipa Unsrat Online*. 7 (2): 12 – 15.
- Manik S E. 2019. Uji resistensi gulma Eleusine Indica terhadap penggunaan herbisida berbahan aktif glyphosate. *Agriland. J. I. Pertanian* 7(1): 33-38.
- Marambe, B., dan Amarasinghe, L. 2002. Propanil-resistant barnyardgrass [*Echinochloa crus-galli*(L.) Beauv.] in Sri Lanka: Seedling growth under different temperatures and control. *Weed Biology and Management*. 2(4): 194-199.
- Martin S M, Norsworthy J K, Scott R C, Hardke J, Lorenz G M, Gbur E. 2018. Influence of a thiamethoxam seed treatment on acetolactate synthase-inhibiting herbicide-induced injury to inbred and hybrid imidazolinone-resistant rice. *Weed Technol* 33: 253–257.
- Miozzari, Giuseppe., Niederberger, P dan Hutter R. 1978. Tryptophan Biosynthesis in *Saccharomyces cerevieae*: Control of the Flux Through the Pathway. *Journal of bacteriology*. 134(1): 48-59.
- Mmbaga M.T., Gurung S. dan Maheshwari A. 2018. Screening of Plant Endophytes as Biological Control Agents against Root Rot Pathogens of Pepper (*Capsicum annum* L.). *J Plant Pathol Microbiol*. 9(3) : 1-8.

- Mohite, B. 2013. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *J. Soil Sci Plant Nutr.* 13(3): 638-649.
- Mustika, Eries Dyah, T. Lestari dan G. P. Prayoga. 2019. Plasma Nutfah Tanaman Potensial di Bangka Belitung. *Uwais Inspirasi Indonesia.* Sidoarjo.
- Navi S.S., R. Bandyopadhyay., A.J Hall dan P.J Bramel-Cox. 1999. A pictorial guide for the identification of mold fungi on sorghum grain. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Naziya, Banu., M. Murali dan K.N Amruthesh. 2020. Plant Growth-Promoting Fungi (PGPF) Instigate Plant Growth and Induce Disease Resistance in *Capsicum annum L.* upon Infection with *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby. *Biomolecules.* 10(1): 41.
- Normanly, J., J.P. Slovin and J.D. Cohen. 1995. Rethinking auxin biosynthesis and metabolism. *Plant Physiol.* 107 : 323 – 329.
- Numponsak, Tasapon., J. Kumia., N. Suwannarach., K. Matsui dan S. Lumyong. 2018. Biosynthetic pathway and optimal conditions for the production of indole-3-acetic acid by an endophytic fungus, *Colletotrichum fructicola* CMU-A109. *PLOS ONE.* 13(10): 1-17.
- Odeoga, H. O., Okwu, D. E. and Mbaebie, B.O. 2005. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants, *African Journal of Biotechnology* Vol. 4(7), 685-688.
- Pattern, C.L and Glick, B.R. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the plant root system. *Appl Environ Microbiol.* 68 : 3795-3801.
- Payangan, R.Y. 2018. Isolasi Cendawan Rhizosfer Penghasil IAA (Indole Acetic Acid) dari Tegakan Hutan Rakyat Suren. *Skripsi.* Makassar: Departemen Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
- Putra, Fajrin P., Prapto Y., dan Sriyanto W. 2018. Perubahan Komposisi Gulma pada Sistem Tumpang Sari Padi Gogo dengan Kedelai di Lahan Pasir Pantai. *J. Agron Indonesia.* 46(1):33-39.
- Ramdan, E.P., E.T, Tondok., S. Wiyono., S.H. Hidayat., dan Widodo. 2018. Pengaruh Aplikasi Cendawan Endofit Terhadap Pertumbuhan Bibit Cabai. Seminar dan Lokakarya Nasional Perkumpulan Agroteknologi/Agroekoteknologi Indonesia (PAGI) “Dari Lahan Sub Optimal Bersama PAGI Menuju Kemandirian Pangan Nasional”. Juni 2018. 165-173

- Rembang, Janne H.W., Abdul W.R., dan Joula O.M.S. 2018. Karakter Morfologi Padi Sawah Lokal di Lahan Petani Sulawesi Utara. *Bul. Plasma Nutfah*. 24(1):1-8.
- Resmi, M. 2011. *Metode Penelitian Tanaman Obat*. Bandung. Widya Padjajaran Antapani.
- Rijal, N. 2009. Mekanisme dan penerapan serta peranan alelopati dalam bidang pertanian. *Jurnal Penelitian*. 40 (1).
- Robinson, Trevor. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung. Penerbit ITB.
- Salisbury, F.B. dan Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung. ITB Press.
- Samson, RA, Houbraken, J, Thrane, JC, Frisvad & Andersen, F. 2010. *Food and Indoor Fung. Netherlends: Fungal Biodiversity Centre Utrecht*.
- Saragih, Magdalena., Trizelia, Nurbailis dan Yusniwati. 2018. Uji Potensi Cendawan Endofit *Beauveria bassiana* terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *Agriculture and Food Security*. 1:151-159.
- Sastroutomo, S. S. 1990. *Ekologi Gulma*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Schardl, Christopher L., Martin J. Spiering and Adrian Leuchtmann. 2014. Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. *Annual Review of Plant Biology*. 55(1):315-340
- Schulz, B. 2006. Mutualistic interactions with fungal root endophytes (pp. 261-279). Berlin: Springer.
- Setiawan, Andik., Rochdjatun I dan Muhibuddin A. 2014. Upaya Penekanan Serangan Penyakit Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii*) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) dengan Mikoriza yang diperbanyak dengan Inang Perantara Tanaman Kacang Tanah. *HPT*. 2(4):36-43.
- Soerjani, 1987. *Weeds of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Spaepen, Stjin., J. Vanderleyden dan R. Remans. 2007. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. *FEMS Microbiol Rev*. 31(4):425-448.
- Streibig, J. C., M. Olofsdotter and Inderjit. 2002. Join action of phenolic acid mixtures and its significance in allelopathy research. *Plant Physiol*. 114 (3) : 422-428.

- Strobel, G, 2018. The Emergence of Endophytic Microbes and Their Biological Promise. *J. Fungi*. 4 (57):1-19.
- Suardi, D. dan H. Pane. 1983. Daya Saing Beberapa Varietas Padi terhadap Gulma. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 3: 63-66.
- Susanti, N.M.P., L.P.M.K. Dewi, H.S Manurung dan I.M.A.G Wirasuta., Identifikasi Senyawa Golongan Fenol dari Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* Linn) dengan Metode KLT-Spektro fot densitometri, *Jurnal Metamorfosa*. 4(1): 108-113.
- Talukdar, D. 2011. Effect of arsenic-induced toxicity on morphological traits of *Trigonella foenum-graecum* L. and *Lathyrus sativus* L. during germination and early seedling growth. *Biological Sciences*. 2(3):116-123.
- Tarabily, K., A. H. Nassar., K. Sivasithamparam. 2003. Promotion of Plant Growth By An Auxin- Producing Isolate of The Yeast *Williopsis Saturnus* Endophytic In Maize Roots. The Sixth U. A. E University Research Conference.
- Triwidodo, Hermanu., Listhiani dan D.G.W. Selangga. 2021. Isolasi cendawan endofit pada tanaman padi serta potensinya sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agroekoteknologi*, 14(2): 109-115
- Unyayar, S., Topcoughlu, S.F., Unyanyar, A. 1996. A modified method for extraction and identification of Indole-3-Acetic Acid (IAA), Gibberelic Acid (GA), Abscisic Acid (ABA) and Zeatin produced by *Phanerochaete chrysosporium* ME446. *Bulg J Plant Physiol*. 22: 105-110.
- Waluyo W.W.S., Suharti S., dan Abdullah L. 2016. Metode Cepat Pendugaan Kandungan Protein Kasar Pada Rumput Raja (*Pennisetum purpurhoides*) Menggunakan Nilai Indeks Warna Daun. *Pastura*. 5(2): 76-82.
- Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Second Edition. United States of America: CRC Press.
- Waterhouse, DF. 1994. Biological Control of Weeds: Southeast Asian Prospects. Canberra. ACIAR.
- Wibowo, Sigit T., Hamim dan Wahyudi Aris T., 2009. Kandungan IAA, Serapan Hara, Pertumbuhan dan Produksi Jagung dan Kacang Tanah Sebagai Respon Terhadap Aplikasi Pupuk Hayati. *Ilmu pertanian Indonesia*. 14(3): 177-183.

- Wiguna, Gungun. 2013. Perbaikan viabilitas dan kualitas fisik benih tomat melalui pengaturan lama fermentasi dan penggunaan NaOCl pada saat pencucian benih. *Mediagro*. 2(2):68-76
- Wilia, W., Alia, Y., dan Novita, T. 2011. Eksplorasi cendawan endofit dari beberapa varietas kedelai sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 13(1):33-3.
- Yanti, Melda., Indriyanto., dan Duryat. 2016. Pengaruh Zat Alelopati dari Alang-Alang terhadap Pertumbuhan Semai Tiga Spesies Akasia. *Jurnal sylvia lestari*. 4(2):27-38.
- Yurnaliza, Aryantha I N P, Esyanti R, Susanto A. 2014. Antagonistic Activity Assessment Of Fungal Endophyte From Oil Palm Tissues Against *Ganoderma Boninense*. *Plant Pathol*. 13(4):257-267.
- Zakaria, L., Yaakop, A. S., Salleh, B., dan Zakaria, M. 2010. Endophytic fungi from paddy. *Trop Life Sci Res*. 21(1): 101.
- Zarwazi, Lalu Muhammad., Muhammad A.C., dan Dwi G. 2016. Potensi Gangguan Gulma pada Tiga Sistem Budidaya Padi Sawah. *J. Agron Indonesia* 44(2):147-153.
- Zulfitri A, Sukarno N, Prawitasari T. 2007. Peranan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dan Endofit Akar terhadap Pertumbuhan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcasi* Linn). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Perkecambahan Benih Padi

Perlakuan	Ulangan							
	1		2		3		4	
	Brkcm bh	Tdk kcmbh	Brkcm bh	Tdk kcmbh	Brkcm bh	Tdk kcmbh	Brkcm bh	Tdk kcmbh
C0U	18	2	16	4	14	6	14	6
C1U	9	11	8	12	10	10	11	9
C2U	13	7	10	10	15	5	12	8
C3U	14	6	16	4	15	5	16	4
C4U	17	3	17	3	15	5	11	9
C5U	11	9	9	11	12	8	10	10
C6U	11	9	13	7	10	10	11	9
C7U	16	4	15	5	18	2	18	2

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	202.219 ^a	7	28.888	9.596	0.000
Intercept	5644.531	1	5644.531	1875.000	0.000
perlakuan	202.219	7	28.888	9.596	0.000
Error	72.250	24	3.010		
Total	5919.000	32			
Corrected Total	274.469	31			

Uji lanjut DMRT 5%

perlakuan	N	Subset			
		1	2	3	4
C1	4	9.5000			
C5	4	10.5000	10.5000		
C6	4	11.2500	11.2500		
C4	4		12.5000	12.5000	
C3	4			15.0000	15.0000
C2	4				15.2500
C0	4				15.5000
C7	4				16.7500
Sig.		0.190	0.136	0.053	0.204

BERBEDA NYATA

Lampiran 2. Data perhitungan Panjang akar Tanaman Padi Secara In Vivo

Perlakuan	Panjang akar (cm)			
	U1	U2	U3	U4
C0U	9.51	7.35	8.99	8.45
C1U	0.31	0.23	0.27	0.39
C2U	0.54	0.7	0.29	0.47
C3U	0.47	0.45	0.48	0.48
C4U	0.33	0.33	0.29	0.24
C5U	0.41	0.37	0.38	0.36
C6U	0.24	0.31	0.22	0.3
C7U	0.42	0.34	0.41	0.39

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	235.696 ^a	7	33.671	301.480	0.000
Intercept	62.496	1	62.496	559.574	0.000
Perlakuan	235.696	7	33.671	301.480	0.000
Error	2.680	24	0.112		
Total	300.873	32			
Corrected Total	238.377	31			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset	
		1	2
C6U	4	0.2675	
C4U	4	0.2975	
C1U	4	0.3000	
C5U	4	0.3800	
C7U	4	0.3900	
C3U	4	0.4700	
C2U	4	0.5000	
COU	4		8.5750
Sig.		0.399	1.000

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 3. Data perhitungan Jumlah Daun Tanaman Padi Secara In Vivo

Perlakuan	Panjang akar (cm)			
	U1	U2	U3	U4
C0U	2	2	2	2
C1U	1	1	1	1
C2U	1	1	1	1
C3U	1	1	1	1
C4U	1	1	1	1
C5U	1	1	1	1
C6U	1	1	1	1
C7U	1	1	1	1

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.601	7	.086	5567858122408 1190000000000 000000.000	.000
Within Groups	.000	24	.000		
Total	.601	31			

Uji Lanjut DMRT 5%

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C1	4	1.0000	

C2	4	1.0000	
C3	4	1.0000	
C4	4	1.0000	
C5	4	1.0000	
C6	4	1.0000	
C7	4	1.0000	
C0	4		1.4142
Sig.		1.000	1.000

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 4. Data perhitungan Jumlah Korofil 1 Tanaman Padi

Perlakuan	Jumlah Klorofil				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	11.38	11.9	20.32	18.12	16.02
C1U	13.64	13.16	13.42	13.54	18.56
C3U	21.48	20.7	25.84	20.68	19.74
C4U	19.26	19.72	19.08	16.5	19.52
C7U	13.66	19.66	18.62	19.38	19.28

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	162.126	4	40.531	5.923	0.003
Within Groups	136.850	20	6.842		
Total	298.975	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C1U	5	14.46		
COU	5	15.55	15.55	
C7U	5		18.12	18.12
C4U	5		18.82	18.82
C3U	5			21.69

Sig.	0.520	0.075	0.053
------	-------	-------	-------

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 5. Data perhitungan Jumlah Korofil 2 Tanaman Padi

Perlakuan	Jumlah Klorofil				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	34.2	37.9	36.2	34.44	28.82
C1U	33.96	28.28	28.72	34.18	30.46
C3U	38.54	35.54	38.4	39.5	39.84
C4U	35.74	32.18	39.08	36.96	38.08
C7U	37.04	37.16	39.64	38.34	38.52

ANOVA

Between Groups	182.249	4	45.562	7.411	0.001
Within Groups	122.963	20	6.148		
Total	305.212	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C1U	5	31.1200		
COU	5	34.3120	34.3120	
C4U	5		36.4080	36.4080
C7U	5			38.1400
C3U	5			38.3640
Sig.		0.055	0.196	0.252

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 6. Data perhitungan Jumlah Klorofil 3 Tanaman Padi

Perlakuan	Jumlah Klorofil				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	33.62	37.04	39.22	36.34	28.20
C1U	33.18	32.06	34.76	32.88	30.6
C3U	41.4	41.16	42.64	41.88	43.56

C4U	41.78	42.2	40.92	41.32	42.24
C7U	42.68	42.68	42.42	41.66	43.5

ANOVA

Between Groups	431.910	4	107.978	24.527	0.000
Within Groups	88.048	20	4.402		
Total	519.959	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C1U	5	32.6960	
COU	5	34.8840	
C4U	5		41.6920
C3U	5		42.1280
C7U	5		42.5880
Sig.		0.115	0.531

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 7. Data Perhitungan Tinggi Tanaman Padi

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	55	54	60	57	51
C1U	42	50	47	52	49
C3U	75	69	80	78	76
C4U	67	69	73	70	75
C7U	75	78	77	81	79

ANOVA

Between Groups	3472.960	4	868.240	74.463	0.000
Within Groups	233.200	20	11.660		
Total	3706.160	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C1U	5	48.0000			
COU	5		55.4000		
C4U	5			70.8000	
C3U	5				75.6000
C7U	5				78.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	0.280

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 8. Data Perhitungan Jumlah Anakan Tanaman Padi

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	26	28	27	25	30
C1U	26	21	25	24	20
C3U	38	31	32	31	37
C4U	33	35	34	32	36
C7U	38	35	36	34	39

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	606.240	4	151.560	26.221	0.000
Within Groups	115.600	20	5.780		
Total	721.840	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C1U	5	23.2000		
COU	5		27.2000	
C3U	5			33.8000
C4U	5			34.0000
C7U	5			36.4000
Sig.		1.000	1.000	0.120

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 9. Data Perhitungan Panjang Akar Tanaman Padi

Perlakuan	Panjang akar (cm)				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	135.19	159.56	154.84	166.63	143.84
C1U	86.46	78.60	93.53	131.26	133.62
C3U	205.15	296.32	213.01	198.07	275.89
C4U	243.66	205.93	230.30	294.75	205.93
C7U	198.86	312.83	301.82	291.61	383.57

ANOVA

Between Groups	117516.265	4	29379.066	17.170	0.000
Within Groups	34220.462	20	1711.023		
Total	151736.727	24			

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuanvivo	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C1U	5	104.6952		
COU	5	152.0124		
C4U	5		236.1144	
C3U	5		237.6864	
C7U	5			297.7368
Sig.		0.086	0.953	1.000

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 10. Tabel Hasil Perhitungan IAA standart dan IAA Tanaman

a) Konsentrasi dan absorbansi hormon IAA standart

Konsentrasi (ppm)	absorbansi
0	0.012
1	0.099
5	0.447
10	0.798
20	1.157
30	1.747
40	2.132

b) Konsentrasi dan absorbansi kandungan IAA pada tanaman padi

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	absorbansi
C0U1	0.128698704	0.152
C0U2	0.128646376	0.151
C0U3	0.12937897	0.165
C0U4	0.130739503	0.191
C0U5	0.130896487	0.194
C1U1	0.125402029	0.089
C1U2	0.12451245	0.072
C1U3	0.124407794	0.07
C1U4	0.125035732	0.082
C1U5	0.124041497	0.063
C3U1	0.128646376	0.151
C3U2	0.128751032	0.153
C3U3	0.132204692	0.219
C3U4	0.13225702	0.22
C3U5	0.132361676	0.222
C4U1	0.129849924	0.174
C4U2	0.128646376	0.151
C4U3	0.129902252	0.175
C4U4	0.130268549	0.182
C4U5	0.129797596	0.173
C7U1	0.133774537	0.249
C7U2	0.143036623	0.426
C7U3	0.142879639	0.423
C7U4	0.12937897	0.165
C7U5	0.130059237	0.178

Perlakuan	Konsentrasi IAA				
	U1	U2	U3	U4	U5
COU	0.1287	0.12865	0.12938	0.13074	0.1309
C1U	0.1254	0.12451	0.12441	0.12504	0.12404
C3U	0.12865	0.12875	0.1322	0.13226	0.13236
C4U	0.12985	0.12865	0.1299	0.13027	0.1298
C7U	0.13377	0.14304	0.14288	0.12938	0.13006

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.000 ^a	4	7.882E-5	7.745	.001
Intercept	.423	1	.423	41609.722	.000
Perlakuanvivo	.000	4	7.882E-5	7.745	.001
Error	.000	20	1.018E-5		
Total	.424	25			
Corrected Total	.001	24			

a. R Squared = .608 (Adjusted R Squared = .529)

Uji lanjut DMRT 5%

Perlakuanvivo	N	Subset		
		1	2	3
C1U	5	.1247		
COU	5		.1297	
C4U	5		.1297	
C3U	5		.1308	
C7U	5			.1358
Sig.		1.000	.590	1.000

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = 0,05.

Nilai Sig < 0.05 yang berarti BERBEDA NYATA

Lampiran 11. Dokumentasi



Gambar 1. Mencari tanaman padi untuk eksplorasi cendawan endfit



Gambar 2. Membuat ekstrak *Echinocloa crusgalli*



Gambar 3. Inokulasi cendwan endofit dan alelopati gulma



Gambar 4. Pengukuran hormon IAA