

**KARAKTERISASI DAN UJI ANTAGONISME CENDAWAN ENDOFIT
DARI DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt)
SEBAGAI PENGENDALI CENDAWAN PATOGEN
Fusarium sp. dan *Aspergillus* sp.**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

ERNIA WATI

NIM. 160703019

**Mahasiswa Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2021 M / 1443 H**

PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

**KARAKTERISASI DAN UJI ANTAGONISME CENDAWAN ENDOFIT dari
DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt)
Sebagai PENGENDALI CENDAWAN PATOGEN
Fusarium sp. dan *Aspergillus* sp.**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Biologi

Oleh :

**ERNIA WATI
NIM. 160703019**

**Mahasiswa Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui oleh :

Pembimbing I


Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Pembimbing II


Feizia Huslina, M.Sc
NIDN. 2012048701

**KARAKTERISASI DAN UJI ANTAGONISME CENDAWAN ENDOFIT
DARI DAUN JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt)
SEBAGAI PENGENDALI CENDAWAN PATOGEN
Fusarium sp. dan *Aspergillus* sp.**

SKRIPSI

**Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan di nyatakan Lulus
Serta di terima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Biologi**

**Pada Hari/Tanggal : Rabu/11 Agustus 2021
2 Muharam 1443 H**

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



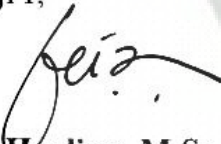
**Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003**

Sekretaris,



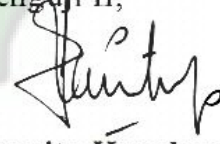
**Ayu Nirmala Sari, M. Si
NIDN. 2027028901**

Penguji I,



**Feizia Huslina, M.Sc
NIDN. 2012048701**

Penguji II,



**Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



**Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ernia Wati

NIM : 160703019

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Karakterisasi dan Uji Antagonisme Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays Saccharata* Sturt) sebagai Pengendali Cendawan Patogen *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh,
Yang Menyatakan



(Ernia Wati)

ABSTRAK

Nama : Ernia Wati
NIM : 160703019
Program Studi : Biologi
Judul : Karakterisasi dan Uji Antagonisme Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea Mays saccharata* Sturt) sebagai Pengendali Cendawan Patogen *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.
Tanggal Sidang : 11 Agustus 2021
Tebal Skripsi : 72 Halaman
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Feizia Huslina, M.Sc
Kata Kunci : Cendawan endofit, cendawan patogen, *Fusarium*, *Aspergillus*, antagonisme, uji antagonis

Jagung (*Zea mays*) adalah tanaman budidaya yang penting di dunia setelah padi dan gandum. Jagung manis menjadi bahan pangan yang banyak digemari oleh masyarakat. Serangan hama dan patogen pada budidaya jagung menyebabkan penurunan produktifitas tanaman. *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. merupakan cendawan patogen yang sering ditemukan pada tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cendawan endofit dari daun jagung manis serta kemampuan antagonismenya dalam menghambat *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 9 isolat cendawan endofit yaitu Isolat FZ1, FZ2, FZ3, FZ4, FZ5, FZ6, FZ7, FZ8 dan FZ9 yang ditemukan pada daun jagung manis. Hasil identifikasi makroskopis dan mikroskopis, cendawan endofit ada daun jagung manis terdiri dari genus *Penicillium* sp., *Beauveria* sp., *Tricoderma* sp., *Geotrichum* sp. dan *Chepalosporium* sp. Hasil uji antagonisme menunjukkan isolat FZ1, FZ2, FZ3 dan FZ4 memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghambat *Fusarium* sp. lebih dari 60%, tetapi tidak efektif dalam menghambat *Aspergillus* sp. Mekanisme daya hambat yang terjadi antara isolat endofit dan *Fusarium* sp. yaitu mekanisme kompetisi dan parasitisme.

ABSTRACT

Name : Ernia Wati
NIM : 160703019
Study Program : Biology
Title : Characterization and Antagonism Test of Endophytic Fungus from Sweet Corn Leaves (*Zea mays saccharata* Sturt) as Control of Pathogenic Fungal *Fusarium* sp. and *Aspergillus* sp.
Thesis Thickness : 72 pages
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Supervisor II : Feizia Huslina, M.Sc
Keywords : *Endophytic fungi, pathogenic fungi, Fusarium, Aspergillus, antagonism, antagonist test*

Corn (*Zea mays*) is the most important cultivated crop in the world after rice and wheat. Sweet corn is a food that is much favored by the community. Pests and pathogens attack on corn cultivation cause a decrease in decreased productivity. *Fussarium* sp. and *Aspergillus* sp. are a pathogenic fungi that is often found in corn plants. This research aimed to obtain endophytic fungi from sweet corn leaves and their antagonistic ability to inhibit *Fusarium* sp. and *Aspergillus* sp. Based on the results of the study, there were 9 isolates of endophytic fungi, namely isolates FZ1, FZ2, FZ3, FZ4, FZ5, FZ6, FZ7, FZ8 and FZ9 which were found in sweet corn leaves. Macroscopic and microscopic identification of endophytic fungi including the genera *Penicillium* sp., *Beauveria* sp., *Tricoderma* sp., *Geotrichum* sp. and *Cepalosporium* sp. Antagonist test results showed that isolates FZ1, FZ2, FZ3 and FZ4 had high ability to inhibit *Fussarium* sp. growth. more than 60%. But not effective in inhibiting *Aspergillus* sp. The mechanism of inhibition that occurs between endophytic fungi and *Fusarium* sp. is the mechanism of competition and the of parasitism.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan petunjuk-Nya dalam menyelesaikan skripsi/tugas akhir dengan judul **“Karakterisasi dan Uji Antagonisme Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) sebagai Pengendali Cendawan Patogen *Fusarium* Sp. dan *Aspergillus* Sp.”**. Shalawat dan salam penulis sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penelitian ini merupakan salah satu kewajiban untuk mengaplikasikan Tridarma Perguruan Tinggi dalam upaya pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sains dan melengkapi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan, bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
2. Ibu Lina Rahmawati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

3. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si., selaku Pembimbing I dan Ibu Feizia Huslina, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ayahanda Bapak Edi Suhedi dan Ibunda tercinta Ibu Yuyuk Yulia Ningsih yang telah mendukung penulis dari awal masa studi sampai penulisan Tugas Akhir/Skripsi ini selesai.
5. Dosen dan Staff Prodi Biologi yang telah banyak membantu sampai tahap ini.
6. Rekan kuliah yaitu Resi, Zopie, Dila, Nailul, Hilwun, Ade, Fitri dan Asla, yang selalu memberikan doa dan semangat.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Biologi 2016.

Harapan penulis semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Banda Aceh, Juni 2021
Penulis,

Ernia Wati

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 8
2.1 Tanaman Jagung.....	8
2.2 Cendawan Endofit.....	14
2.3 Cendawaan Patogen	16
2.3.1 <i>Fusarium</i>	18
2.3.2 <i>Aspergillus</i>	20
2.4 Uji Antagonisme	23
 BAB III METODE PENELITIAN	 26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	26
3.3 Objek Penelitian	26
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.5 Metode Penelitian.....	27
3.6 Prosedur Kerja.....	28
3.6.1 Peremajaan Isolat Uji <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp	28
3.6.2 Pengambilan Sampel Daun.....	28
3.6.3 Isolasi Cendawan Endofit.....	29
3.6.4 Uji Antagonis Cendawan Endofit terhadap Cendawan Patogen <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp.....	30
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 32
4.1 Hasil Pengamatan.....	32
4.1.1 Karakteristik Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis .	32
4.1.2 Kemampuan Antagonis Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis Terhadap <i>Fusarium</i> sp.	32

4.1.3 Kemampuan Antagonis Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis Terhadap <i>Aspergillus</i> sp.	34
4.2 Pembahasan.....	40
4.2.1 Karakterisasi Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis .	40
4.2.2 Uji Antagonis Cendawan Endofit Terhadap <i>Fusarium</i> sp...	44
4.2.3 Uji Antagonis Cendawan Endofit Terhadap <i>Aspergillus</i> sp.	49
BAB V PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	72
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	82



DAFTAR GAMBAR

	<i>Halaman</i>
Gambar 2.1 Tanaman Jagung.....	11
Gambar 2.2 Tongkol Jagung Manis.....	12
Gambar 2.3 Jamur Patogen.....	17
Gambar 2.4 Jamur Patogen a). <i>Cochliobolus heterostrophus</i> b). <i>Cochliobolus carbonum</i>	18
Gambar 2.5 Jamur <i>Fusarium</i> sp.....	19
Gambar 2.6 Gejala Penyakit Busuk Tongkol Disebabkan oleh <i>Fusarium</i> sp.....	20
Gambar 2.7 Jamur <i>Aspergillus</i> sp.....	21
Gambar 2.8 Gejala Penyakit Disebabkan oleh <i>Aspergillus</i> sp.....	22
Gambar 3.1 Skema Uji Antagonisme (A) Cendawan Endofit (P) Cendawan Patogen.....	29
Gambar 4.1 Uji Antagonisme (E) Isolat FZP Terhadap (P) <i>Fusarium</i> sp .	35
Gambar 4.2 Uji Antagonisme (E) Isolat FZB Terhadap (P) <i>Fusarium</i> sp.	35
Gambar 4.3 Uji Antagonisme (E) Isolat FZT Terhadap (P) <i>Fusarium</i> sp.	35
Gambar 4.4 Uji Antagonisme (E) Isolat FZG Terhadap (P) <i>Fusarium</i> sp.	36
Gambar 4.5 Uji Antagonisme (E) Isolat FZC Terhadap (P) <i>Fusarium</i> sp.	36
Gambar 4.6 Uji Antagonisme (E) Isolat FZP Terhadap (P) <i>Aspergillus</i> sp.....	37
Gambar 4.7 Uji Antagonisme (E) Isolat FZB Terhadap (P) <i>Aspergillus</i> sp.....	38
Gambar 4.8 Uji Antagonisme (E) Isolat FZT Terhadap (P) <i>Aspergillus</i> sp.....	38
Gambar 4.9 Uji Antagonisme (E) Isolat FZG Terhadap (P) <i>Aspergillus</i> sp.....	38
Gambar 4.10 Uji Antagonisme (E) Isolat FZC Terhadap (P) <i>Aspergillus</i> sp.....	39

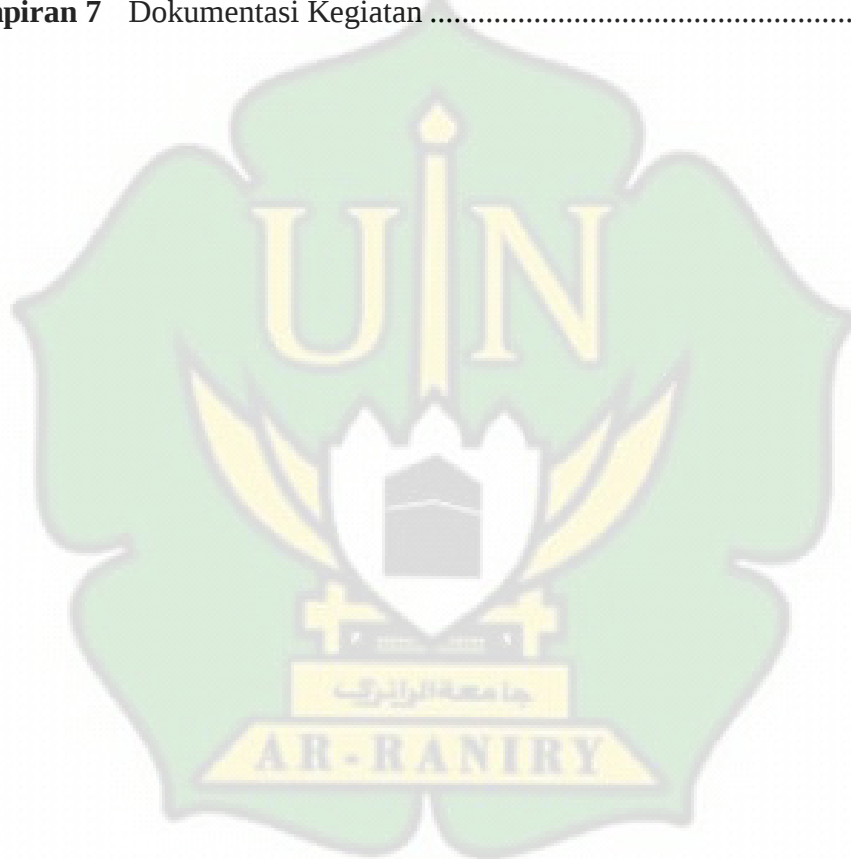
DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 3.1 Rincian Pelaksanaan Penelitian.....	25
Tabel 4.1 Gambar Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis	31
Tabel 4.2 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Cendawan Endofit	33
Tabel 4.3 Persentase Daya Hambat Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis Terhadap <i>Fusarium</i> sp.....	34
Tabel 4.4 Persentase Daya Hambat Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis Terhadap <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp	36
Tabel 4.5 Data Diameter Pertumbuhan Kontrol <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. (mm)	39



DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 1 Surat Keterangan Pembimbing Skripsi	62
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian	63
Lampiran 3 Surat Keterangan Selesai Penelitian	64
Lampiran 4 Alur Penelitian.....	65
Lampiran 5 Hasil Uji Antagonisme	66
Lampiran 6 Perhitungan Daya Hambat.....	65
Lampiran 7 Dokumentasi Kegiatan	68



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays*) adalah tanaman budidaya yang penting di dunia setelah padi dan gandum. Menurut Paeru *et al.*, (2017), kandungan nutrisi jagung hampir sebanding dengan beras. Jagung merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis cukup tinggi sehingga banyak dibudidayakan di Indonesia. Jagung menjadi sumber pangan karbohidrat kedua setelah beras. Beberapa negara menjadikan jagung sebagai sumber karbohidrat utama dan untuk bahan baku minyak goreng, bahan pakan hewan ternak, makanan kecil (*snack*) dan industri tepung (Hanif & Susanti, 2019).

Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2018, produksi jagung terus mengalami peningkatan. Rata-rata pertumbuhan produktifitas jagung menunjukkan pertumbuhan yang cukup signifikan, selama kurun waktu 1990-2018 yaitu sebesar 3,50% pertahun. Produktifitas jagung nasional meningkat pada kurun waktu tersebut dari 14,80 Ku/Ha di tahun 1990 menjadi 52,41 Ku/Ha pada tahun 2018 (Badan Pusat Statistik, 2018). Produksi jagung di Provinsi Aceh pada tahun 2013 sekitar 177.842 ribu ton. Aceh menyumbang 0,96 % dari produksi nasional. Tahun 2014 Aceh memproduksi jagung 202.319 ribu ton. Terjadinya peningkatan sebesar 0,10% dari tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik Aceh, 2013).

Namun data 5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2014 sampai 2018, menunjukkan pertumbuhan produktifitas jagung lebih rendah yaitu sebesar 1,61%

(Badan Pusat Statistik, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa pada lima tahun terakhir laju peningkatan produktifitas semakin turun. Kendala dalam budidaya jagung yang menyebabkan rendahnya produktivitas jagung antara lain adalah serangan hama dan penyakit. Secara umum pada wilayah pertanian jagung di Provinsi Aceh penurunan produktivitas disebabkan serangan hama serangga (Surya *et al.*, 2019), penyakit hawar daun, busuknya pelepah daun, busuk tongkol, busuk batang, karat daun, bercak daun, penyakit bulai, dan virus mosaik (Ratnawati, 2018).

Penyakit pada jagung dapat disebabkan oleh organisme mirip mikoplasma, bakteri, virus dan cendawan dengan ciri yang berbeda-beda. Salah satunya yaitu cendawan, yang dapat menginfeksi bagian sel yang rusak pada tanaman hasil panen. Cendawan dapat tumbuh pada biji-bijian yang masih disimpan, yang telah diolah, yang dijual di pasar dan bahkan sebelum dipanen. Tumbuhnya cendawan ini dapat menyebabkan kualitas biji menurun (Pratiwi *et al.*, 2016). Spesies utama cendawan yang dapat mengkontaminasi bahan pangan adalah *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. dan *Fusarium* sp. Cendawan mampu memproduksi zat racun berupa mitoksin yang menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung (Ernawati & Adipati, 2017).

Kerusakan yang diakibatkan oleh cendawan yaitu turunnya berat benih serta kecambah, berkurangnya nilai gizi biji atau benih dan timbulnya racun (aflatoksin) (Soenartiningih *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian Hanif & Susanti (2019), diperoleh 4 jenis cendawan patogen terbawa benih yang diisolasi dari biji jagung lokal, asal Sumatera Utara diantaranya yaitu *Fussarium* sp., *Rhizopus* sp.,

Aspergillus sp., dan *Penicillium* sp. Dari keempat jenis cendawan patogen tersebut, yang paling tinggi dalam menginfeksi benih jagung adalah *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp. Patogen *Fusarium* sp. merupakan cendawan yang memiliki sebaran inang cukup luas.

Salah satu cendawan genus *Fusarium* yang sangat merugikan tanaman adalah *Fusarium oxysporum*. *Fusarium oxysporum* merupakan satu dari enam patogen yang sangat merugikan komoditi pertanian di Indonesia karena dapat menyerang pembuluh tanaman. Cendawan ini tersebar luas di daerah Afrika, Asia, Australia, Amerika Tengah dan Amerika selatan yang dapat mematikan tanaman yang terserang. Serangan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* adalah salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi suatu bahan pangan di Indonesia (Sari *et al.*, 2018).

Menurut Hausufa (2018), terdapat cendawan patogen yang dapat menginfeksi benih jagung. Cendawan-cendawan tersebut berasal dari genus *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. *Aspergillus* merupakan penyebab utama dari infeksi dan kerusakan pada benih. Sedangkan cendawan *Fusarium* menyebabkan penyakit dipersemaian atau pada tanaman dewasa. Tingkat infeksi yang ditimbulkan oleh *Fusarium* pada benih jagung sekitar 8, 67%. Berdasarkan hasil penelitian Li *et al.*, (2019) terdapat 6 jenis jamur patogen yang berasal dari genus *Fusarium* yang diisolasi dari batang dan biji jagung yang busuk yaitu *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, dan *Fusarium graminearum* species complex (FGSC).

Salah satu jenis kapang dari spesies *Aspergillus flavus* berpotensi menghasilkan senyawa aflatoksin pada tanaman jagung. Aflatoksin yaitu senyawa metabolit sekunder yang bisa membahayakan kesehatan bagi manusia dan hewan. Bahaya yang ditimbulkan bersifat mutagenik, karsinogenik, hepatotoksi, teratogenik dan immunosupresif. Menurut Aristyawati *et al.*, (2017) jagung manis selama dalam penyimpanan positif terkontaminasi oleh cendawan *Aspergillus flavus*.

Beberapa upaya pengendalian penyakit pada jagung (*Zea mays*) umumnya masih menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida dinilai lebih praktis, namun tidak ramah lingkungan karena dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun makhluk hidup. Pemanfaatan beberapa alternatif seperti penggunaan biopestisida pengendalian penyakit dapat menekan perkembangan patogen. Salah satunya yaitu penggunaan agen hayati berupa mikroba yang bersifat antagonis terhadap tanaman. Pemanfaatan mikroba antagonis merupakan salah satu cara pengendalian cendawan patogen yang ramah lingkungan. Mikroba antagonis secara langsung dan tidak langsung dapat mengontrol perkembangan cendawan patogen (Soenartiningih *et al.*, 2011). Salah satu mikroba antagonis yang dapat digunakan sebagai agen pengendali cendawan patogen adalah cendawan endofit.

Cendawan endofit merupakan salah satu mikroba antagonis yang telah diuji keefektifannya dalam mengendalikan beberapa spesies patogen. Ada banyak kelompok dari cendawan endofit yang dapat memproduksi senyawa antibiotik. Senyawa antibiotik tersebut aktif dalam melawan patogen tumbuhan. Cendawan

endofit tersebut dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang diketahui mampu melindungi tanaman inang, dari infeksi yang disebabkan oleh cendawan dan bakteri patogen (Irawati *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil pengamatan Faizah (2017), didapatkan bahwa cendawan endofit isolat Null2, Null4, Pull3, Dull3, Null3, Pull1, Dul6, Dull3 dan Nul1 dari daun jagung mempunyai kemampuan sebagai agens antagonis terhadap patogen *Helminthosporium turcicum*. Mekanisme penghambatan yang paling banyak terjadi merupakan kompetisi diantara patogen dan cendawan endofit.

Menurut Gao *et al.*, (2010) kelompok cendawan endofit yang berperan sebagai agen pengendali antara lain yaitu *Verticillium* sp., *Acremonium zeae*, *Fusarium solani*, *Periconia* sp., *Phomopsis cassiae*, dan *Ampelomyces* sp. Suriani dan Muis (2016), mengatakan bahwa mikroba endofit dapat mengendalikan serangan *Fusarium* pada tanaman jagung. Mikroba endofit diintroduksi dari bagian tanaman jagung yang berperan untuk agen pengendali hayati dalam suatu ketahanan budidaya tanaman. Ada berbagai jenis mikroba endofit yang dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. sampai dengan 80%, diantaranya yaitu *Penicilium* spp., *Alternaria alternate*, *B. majovensi*, dan *Trichoderma* spp.

Berdasarkan uraian di atas dan karena belum ditemukannya penelitian terkait kemampuan cendawan endofit dari daun jagung manis terhadap cendawan patogen *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp. maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Karakterisasi dan Uji Antagonime Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) sebagai Pengendali Cendawan Patogen *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik cendawan endofit yang terdapat pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt)?
2. Bagaimana kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Fusarium* sp.?
3. Bagaimana kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Aspergillus* sp.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui karakteristik cendawan endofit yang terdapat pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).

Untuk mengetahui kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Fusarium* sp.?

Untuk mengetahui kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Aspergillus* sp.?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang karakter cendawan endofit yang terdapat pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).
2. Memberikan informasi bagaimana kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Fusarium* sp.
3. Memberikan informasi bagaimana kemampuan antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap cendawan patogen *Aspergillus* sp.
4. Menambah wawasan, pengalaman serta keterampilan dalam mengidentifikasi dan melakukan isolasi cendawan endofit.
5. Memudahkan dalam pengaplikasian pengetahuan dalam penelitian lanjutan.
6. Mengasah kemampuan penulis dalam membuat proposal dan skripsi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Jagung mengandung protein dan karbohidrat yang cukup tinggi. Tepung jagung sebanyak 100 g mengandung 77% pati, 9% protein, 5% lemak dan 2% gula dengan nilai kalori sebesar 355 kalori (Suryanto, 2019). Masyarakat tertentu di Indonesia, sebagian memanfaatkan jagung sebagai sumber pangan utama selain beras. Komoditas palawija ini juga dapat digunakan sebagai bahan baku pakan ternak, bahan baku bioetanol dan bahan baku pendukung industri. Hal itu menyebabkan jagung memiliki peranan penting di Indonesia (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Jagung termasuk ke dalam tanaman semusim (*annual*). Satu siklus hidup tanaman jagung yaitu sekitar 80-150 hari. Tahap pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan tahap kedua merupakan tahap pertumbuhan generatif. Jagung tergolong ke dalam kelompok tanaman berumah satu (*monoius*), letak bunga betina terpisah dengan bunga jantan akan tetapi masih di dalam satu tanaman (Muhadjir, 2018).

Deskripsi morfologi tanaman jagung (*Zea mays*) :

1. Akar

Sistem perakaran tanaman jagung terdiri dari 3 macam yaitu akar seminal akar udara dan akar koronal. Akar seminal adalah akar yang tumbuh pada saat biji mulai berkecambah. Kedua akar koronal adalah akar-akar yang tumbuh dari bagian dasar pangkal batang (jaringan batang)

setelah plumula muncul. Sedangkan akar udara adalah akar-akar yang tumbuh di atas permukaan tanah dari buku-buku suatu tanaman. Akar seminal pada umumnya berjumlah 2-5, namun jumlahnya dapat bervariasi sesuai jenis tanaman yaitu dari 1-13. Akar udara tumbuh di atas permukaan tanah dari buku-buku ke-2, ke-3, ke-4 atau lebih serta dapat masuk ke dalam tanah. Akar udara memiliki fungsi yaitu untuk memperkokoh batang terhadap kerebahan dan sebagai akar pendukung (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

2. Batang

Batang tanaman jagung tidak bercabang. Batang tanaman jagung berbentuk silindris dan terdiri dari ruas-ruas dan buku ruas. Pada buku ruas tanaman terdapat tunas yang berkembang menjadi tongkol. Pada dua tunas yang paling atas berkembang menjadi tongkol yang produktif. Tanaman jagung mempunyai bunga betina dan bunga jantan yang letaknya terpisah. Bunga betina terdapat pada tongkol jagung sedangkan bunga jantan terdapat pada malai bunga di ujung tanaman (Syukur & Rifianto, 2013). Tongkol jagung tersusun atas senyawa 44 kompleks lignin, selulose dan hemiselulose. Senyawa selulose digunakan oleh mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi (Hidayah *et al.*, 2020) (Hidayah *et al.*, 2020).

3. Daun

Tanaman jagung memiliki daun yang tumbuh dari bagian buku-buku batang. Ibu tulang daun jagung sangat keras. Daun jagung memiliki

panjang yang umumnya antara 30-150 cm dan lebar daun 4-15 cm. Pelepah daun jagung tumbuh dan menyelubungi ruas batang, berfungsi untuk memperkuat batang. Terdapat lidah daun (ligula) yang transparan dengan tepi helaian daun yang halus. Bagian atas epidermis daun mempunyai barisan memanjang dan umumnya berbulu (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

4. Bunga

Jagung termasuk ke dalam tanaman berumah satu (*monoecious*) karena bunga betina terletak pada pertengahan batang sedangkan bunga jantan terbentuk pada ujung batang. Bunga jantan umumnya tumbuh sekitar 1-2 hari pada bunga betina yang belum ditumbuhi rambut. Oleh sebab itu, bunga betina dan bunga jantan terpisah sehingga jagung mempunyai sifat penyerbukan silang (Muhadjir, 2018). Bagian-bagian dari bunga betina yaitu tangkai tongkol, rambut-rambut, tunas, calon biji, kelobot dan penutup kelobot. Sedangkan bunga jantan terdiri dari lodikula, gluma, palea, lemma dan anther. Setiap tanaman jagung diperkirakan memproduksi tepung sari dari bunga jantan yang mencapai 25.000-50.000 butir (Sain, 2016).

5. Biji

Kulit biji jagung disebut integumen yang merupakan bagian dari biji yang terdiri dari dua lapis sel yang menyelubungi biji. Pada biji jagung yang telah masak terdapat dinding sel telur yang melekat sangat erat pada kulit biji, sehingga dinding sel telur dan kulit biji menyerupai selaput

tunggal. Dinding sel dan kulit biji yang bersatu merupakan satu lapisan yang menjadi ciri khas dari tanaman rumput-rumputan yang disebut hull (Syukur & Rifianto, 2013).



Gambar 2.1 Tanaman Jagung
(Sumber: Wawo *et al.*, 2019)

Klasifikasi tanaman jagung menurut Linnaeus, 1753 yakni :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Superdivisio	: <i>Spermathophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Poales</i>
Familia	: <i>Poaceae</i>
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L. (www.itis.gov, 2020).

Variabelitas pada tanaman jagung (*Zea mays*) genetik dalam suatu populasi cukup besar. Hal itu terjadi akibat penyerbukan silang serta banyak dibuat varietas-varietas komposit atau sintetik. Suatu populasi tanaman dengan

variabelitas genetik yang cukup luas, dapat menjadi potensi dasar untuk melakukan suatu program pemuliaan budidaya tanaman. Tanaman jagung (*Zea mays*) yang paling banyak dibudidayakan yaitu varietas Srikandi kuning, Bisma, Metro Sukmaraga dan Jagung manis (Sain, 2016).

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) adalah varietas botani dari jagung pakan atau jagung biasa. Jagung manis merupakan perkembangan dari jagung tipe *dent* (jagung gigi kuda) dengan jagung tipe *flint* (jagung mutiara). Jagung manis termasuk ke dalam tanaman hortikultura yang secara morfologi tidak berbeda dengan jagung pakan. Perbedaan dari jagung biasa dengan jagung manis yaitu kadar gulanya. Jagung manis memiliki kandungan gula yang cukup tinggi dibandingkan jagung biasa. Permukaan kernel jagung manis menjadi mengkerut saat mengering. Komposisi genetik pada jagung tipe *dent* dan jagung manis hanya dibedakan oleh satu gen resesif. Gen ini dapat mencegah perubahan gula menjadi pati. Jagung ini memiliki rasa yang manis, serta mengandung 3,5g/100g protein, 22,8g /100g karbohidrat dan vitamin A, B, C yang cukup tinggi. Jagung manis memiliki kandungan kadar gula yang relatif tinggi, namun memiliki kandungan lemak yang rendah (Syukur & Rifianto, 2013).



Gambar 2.2 Tongkol Jagung Manis
(Sumber: Syukur & Rifianto, 2013)

Tanaman jagung memiliki manfaat dan nilai ekonomis mulai dari batang, daun, tongkol dan biji. Biji jagung digunakan sebagai bahan baku pakan ternak dan sebagai bahan pangan. Batang dan daun muda jagung dapat digunakan sebagai bahan baku pakan ternak yang cukup potensial. Batang jagung digunakan untuk lanjaran dan untuk bahan kertas. Batang dan daun tua jagung digunakan sebagai kayu bakar dan sebagai pupuk atau kompos. Tongkol jagung kaya akan pentosa, yang dapat dipakai sebagai bahan baku pembuatan furfural, bahan baku bioetanol, bahan baku penunjang industri dan bahan farmasi (Paeru & Dewi, 2017). Selain itu tongkol jagung tersusun atas senyawa 44 kompleks lignin, selulose dan hemiselulose. Senyawa selulose adalah sumber karbon yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Hidayah *et al.*, 2020).

Jagung merupakan komoditas pertanian yang mudah dibudidayakan. Tanaman jagung (*Zea mays*) pada dasarnya dapat ditanam hampir di semua jenis tanah dan tidak membutuhkan perawatan secara intensif (perawatan khusus).

Beberapa tahun terakhir, proporsi pemanfaatan biji jagung sebagai bahan baku industri pakan hampir seimbang dengan penggunaannya sebagai bahan pangan manusia. Beberapa tahun kedepan diperkirakan penggunaan jagung sebagai bahan baku pakan ternak akan terus meningkat. Meningkatnya permintaan terhadap komoditas biji jagung akan meningkatkan pula potensi jual dan harganya. Beberapa negara pemasok biji jagung untuk kebutuhan yaitu Indonesia, Vietnam, Meksiko, Cina, Thailand, Brazil, Amerika Serikat dan negara-negara di Uni Eropa (Paeru & Dewi, 2017).

2.2 Cendawan Endofit

Cendawan atau fungi adalah organisme heterotrof yaitu memerlukan senyawa organik untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Cendawan berkembang biak dengan spora, tidak bergerak dan tidak memiliki klorofil. Cendawan tidak memiliki akar, batang, daun dan pembuluh. Cara hidup cendawan bervariasi ada yang hidup soliter dan ada yang hidup berkoloni. Cendawan dibagi menjadi beberapa hifa yaitu hifa aseptat, hifa septa uninukleus dan hifa septat multinukleus. Hifa aseptat merupakan hifa yang tidak memiliki septum atau sekat. Hifa septa uninukleus merupakan hifa yang tersusun oleh sel-sel berinti tunggal. Hifa ini memiliki sekat yang membagi hifa menjadi beberapa ruang dan setiap ruang mempunyai satu inti sel. Sedangkan hifa multinukleus yaitu hifa yang tersusun oleh sel-sel berinti banyak. Hifa ini mempunyai sekat yang membagi hifa menjadi ruang-ruang dan setiap ruang mempunyai lebih dari satu sel (Murwani, 2015).

Cendawan endofit merupakan cendawan yang semua siklus hidupnya berada di dalam jaringan tanaman yang sehat dan tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman tersebut. Cendawan endofit terdiri dari banyak kelompok yang mampu memproduksi senyawa antibiotik. Senyawa antibiotik tersebut aktif melawan cendawan dan bakteri patogen tumbuhan. Senyawa antibiotik yang dihasilkan cendawan endofit dapat melindungi tanaman inang dari berbagai macam serangan patogen (Waruwu *et al.*, 2016).

Cendawan endofit menghasilkan metabolit anti mikroba yang dapat digunakan sebagai alternatif pilihan dalam mengatasi resistensi terhadap obat yang terus meningkat dan untuk memberantas penyakit-penyakit infeksi yang menjadi salah satu penyebab utama mortalitas (Murdiyah, 2017). Jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit yaitu seperti alkaloid, kuinon, xanthones, steroid, flavonoid, terpenoid, benzopyranones, asam fanolik, tetralones dan lain sebagainya. Produk alami yang dihasilkan fungi endofit ini dapat diaplikasikan secara luas seperti sebagai bahan kimia pertanian, antioksidan, antibiotik, imunosupresan, antikanker, anti parasitikis, antidiabetes dan anti jamur (Gemsih *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Saylendra & Firnia (2013), menemukan beberapa jenis cendawan endofit dari akar tanaman jagung yaitu dari golongan *Gliocladium* sp., *Nigrospora* sp., *Acremonium* sp., dan ada 5 jenis yang belum teridentifikasi. Selain itu, Amin (2013), menemukan 6 jenis jamur endofit yang berasal dari akar tanaman jagung yaitu dari golongan *Acremonium* sp., *Trichoderma* sp., *Botryodiplodia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan

Fusarium sp. Cendawan endofit yang terdapat pada tanaman jagung bagian batang yaitu *Drechslera* sp. dan *Fusarium* sp. (Suciatmih *et al.*, 2016). Fungi endofit pada bagian daun tanaman jagung juga ditemukan oleh Faizah (2017), yang mendapatkan 30 isolat cendawan endofit yang berhasil diidentifikasi dari golongan *Acremonium* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., dan *Paecilomyces* sp.

Mekanisme endofit dalam melindungi tanaman terhadap serangan patogen ataupun serangga meliputi beberapa faktor yaitu menghambat pertumbuhan patogen secara langsung melalui senyawa enzim litik dan antibiotik yang dihasilkan. Penghambatan secara tidak langsung melalui perangsangan endofit terhadap tanaman dalam pembentukan metabolit sekunder seperti asam jasmonat, asam salisilat dan etilene yang berfungsi sebagai antimikroba seperti fotoaleksin atau yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Merangsang pertumbuhan tanaman sehingga tanaman lebih tahan terhadap serangan penyakit atau patogen. Kolonisasi jaringan tanaman sehingga patogen sulit melakukan penetrasi serta hiperparasit (Gao *et al.*, 2010).

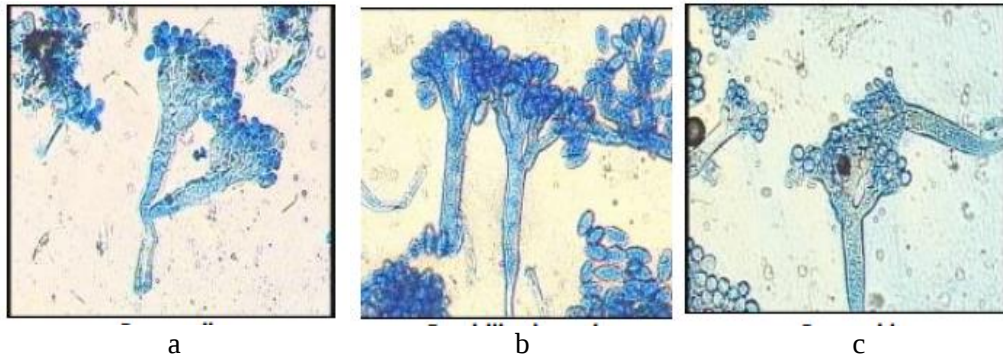
2.3 Cendawan Patogen

Cendawan patogen terdiri dari dua macam yaitu cendawan lapangan dan cendawan penyimpanan dalam gudang. Cendawan lapangan adalah cendawan yang menyerang benih sebelum dipanen atau sesudah dipanen pada waktu menanti proses pengeringan. Kerusakan yang diakibatkan oleh cendawan berupa menurunnya kualitas benih yang meliputi warna, bau dan rasa. Contohnya adalah *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. dan *Fusarium* sp. Cendawan penyimpanan

adalah cendawan yang menyerang benih pada waktu penyimpanan dalam gudang. Cendawan ini akan mengontaminasi benih ketika disimpan dalam gudang. Contohnya adalah *Penicillium* sp dan *Aspergillus flavus*. Kerusakan yang ditimbulkan oleh cendawan yaitu timbulnya racun (aflatoksin), turunnya nilai gizi benih dan turunnya berat benih dan kecambah (Soenartiningih *et al.*, 2016)

Cendawan patogen yang terdapat pada jagung seperti: *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., dan *Penicillium* sp. (Hanif & Susanti, 2019). Berbagai macam jenis penyakit pada tanaman jagung yang disebabkan oleh jamur patogen, seperti penyakit hawar pada daun jagung yang disebabkan oleh *Exserohilum turcicum*. Serangan jamur tersebut mengakibatkan kehilangan hasil panen sampai dengan 70% (Latifahani *et al.*, 2014). Selain itu, tanaman jagung juga terserang penyakit bulai yang disebabkan oleh jamur patogen yang berasal dari genus *Peronosclerospora* spp. akibat dari serangan penyakit ini petani dapat kehilangan hasil panen sebanyak 30% sampai dengan 100% (Widiantini *et al.*, 2017).

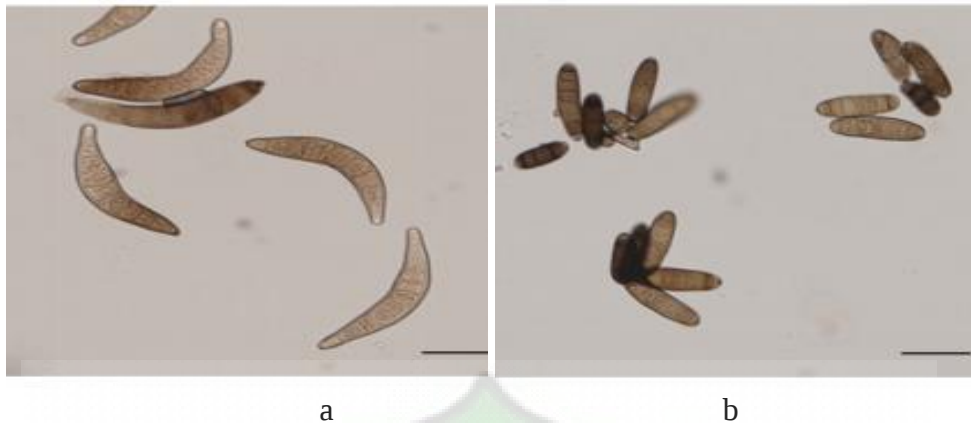
Menurut Rustiani *et al.*, (2015) ada tiga spesies cendawan dari genus *Peronosclerospora* yakni *Peronosclerospora maydis*, *Peronosclerospora philippinensis*, dan *Peronosclerospora sorghi*. *Peronosclerospora sorghi* dan *Peronosclerospora philippinensis* merupakan organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK). Hasil penelitian Muis *et al.*, (2016) mendapatkan 7 jenis jamur pathogen penyebab penyakit bulai pada tanaman jagung yakni *Sclerophthora macrospora*, *P. sacchari*, *Sclerospora graminicola*, *P. philippinensis*, *Sclerophthora rayssiae* var. *Zae*, dan *Peronosclerospora sorghi*.



Gambar 2.3 Jamur patogen a). *P. Maydis*, b). *P. Philippinensis*, dan c). *P. sorghi* (Muis *et al.*, 2016).

Gibberella dan diplodia merupakan jenis penyakit yang menyebabkan busuknya tongkol jagung. Penyakit Gibberella ini disebabkan oleh cendawan patogen *Gibberella zeae* atau *Fusarium graminearum*. Sedangkan diplodia disebabkan oleh cendawan pathogen *Stenocarpella maydis* (Soenartiningih, 2015). Soekarno *et al.*, (2018), menunjukkan bahwa terdapatnya terdapatnya cendawan patogen jenis *Fusarium verticillioides* dan *Penicillium oxalicum*. Kedua cendawan tersebut memiliki resiko menginfeksi benih jagung masing-masing 40% dan 24%. Berdasarkan hasil penelitian Li *et al.* (2019), terdapat 6 jenis jamur patogen yang berasal dari genus *Fusarium* yang diisolasi dari batang dan biji jagung yang busuk yaitu *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. oxysporum*, dan FGSC.

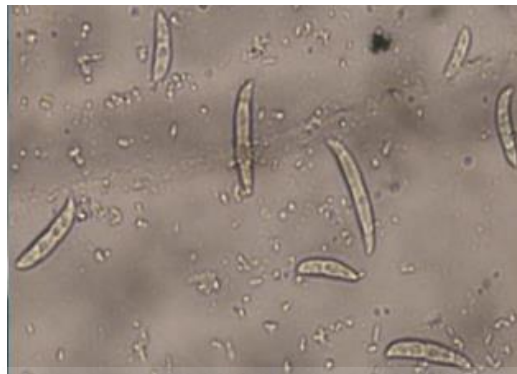
Kang *et al.*, (2018) menemukan jamur patogen pada tanaman jagung di bagian daun. Terdapat 8 spesies jamur pathogen yang ditemukan yaitu: *Cochliobolus heterostrophus*, *Fusarium graminearum*, *Cochliobolus carbonum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium verticillioides*, *Gibberella moniliformis*, *Rhizoctonia solani*, dan *Phoma sp.*.



Gambar 2.4 Jamur Patogen a). *Cochliobolus heterostrophus* b). *Cochliobolus carbonum* (Kang *et al.*, 2017).

2.3.1. *Fusarium*

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) pada tanaman jagung salah satunya adalah *Fusarium* sp. Jamur *Fusarium* sp. menyerang tanaman jagung dengan kerusakan sebesar 87%, sehingga menyebabkan penyakit busuk batang pada tanaman jagung (Hanif & Susanti, 2019). *Fusarium* sp. merupakan cendawan yang memiliki keanekaragaman spesies sangat besar dan kisaran inang sangat luas. Beberapa *Fusarium* sp. juga dapat menginfeksi komoditas pascapanen pada fase penyimpanan (Endah *et al.*, 2010). Ciri-ciri morfologi jamur *Fusarium* sp. yaitu koloninya berwarna putih, krem dan hingga ungu muda. Makrokonidia berbentuk melengkung, ujung runcing dan bersekat 1-3. Sedangkan mikrokonidianya berbentuk oval, melengkung dan bersekat 1 (Sari *et al.*, 2018).



Gambar 2.5 Jamur *Fusarium* sp.
(Sumber: Endah *et al.*, 2010).

Klasifikasi *Fusarium* menurut Link (1809) yakni :

Kingdom : *Fungi*
 Filum : *Ascomycota*
 Subfilum : *Pezizomycotina*
 Kelas : *Sordariomycetes*
 Subkelas : *Hypocreomycetidae*
 Ordo : *Hypocreales*
 Famili : *Nectriaceae*
 Genus : *Fusarium*
 Spesies : *Fusarium* sp. (www.ncbi.nlm.nih.gov, 2020).

Salah satu cendawan yang dapat menyebabkan penyakit terhadap biji jagung adalah *Fusarium oxysporum*. *Fusarium oxysporum* dapat menyebabkan penyakit layu *Fusarium*. Penyebaran cendawan *Fusarium oxysporum* sangat pesat dan cepat menyebar ke tanaman lain dengan menggunakan miselium yang menginfeksi akar tanaman (Herawati *et al.*, 2015). *Fusarium oxysporum* merupakan satu dari enam patogen yang sangat merugikan karena dapat menyerang pembuluh tanaman pada komoditi pertanian di Indonesia. Cendawan

ini tersebar luas di daerah Afrika, Australia, Asia, Amerika Selatan dan Amerika Tengah yang dapat mematikan tanaman yang terserang (Sari *et al.*, 2018).



Gambar 2.6 Gejala Penyakit Busuk Tongkol Disebabkan oleh *Fusarium* sp.
(Sumber: Trisrianti *et al.*, 2018)

2.3.2. *Aspergillus*

Aspergillus merupakan salah satu jenis jamur patogen yang dapat menyebar di udara. Jamur ini juga dapat tumbuh sebagai saprofit pada tumbuh-tumbuhan yang membusuk (Gandi *et al.*, 2019). *Aspergillus* untuk berkembang biak membutuhkan kelembaban, suhu yang hangat dan material organik. *Aspergillus* dapat membentuk miselia dan konidiospora, dan filamen-filamen panjang dan bercabang. *Aspergillus* berkembang biak dengan menghasilkan konidiofora pembentuk spora dan pembentukan hifa atau tunas (Hasanah, 2014).

Ciri-ciri koloni *Aspergillus* secara makroskopis yaitu bentuknya kapang, warna koloni jamur hijau tua pinggiran putih, hitam pinggiran putih, beludru, bulat dan rata. Sedangkan secara mikroskopis *Aspergillus* memiliki konidia, vesikel, miselium, konidiophor, dan sterigmata (Gandi *et al.*, 2019).

Berikut klasifikasi *Aspergillus* menurut P. Micheli (1729) yakni :

Kingdom : *Fungi*

Filum : *Ascomycota*
 Subfilum : *Pezizomycotina*
 Kelas : *Eurotiomycetes*
 Subkelas : *Eurotiomycetidae*
 Ordo : *Eurotiales*
 Famili : *Trichocomaceae*
 Genus : *Aspergillus*
 Spesies : *Aspergillus* (www.marinespecies.org, 2020).



Gambar 2.7 *Aspergillus* sp.
 (Sumber: Bıyık & Sahiner, 2010)

Kapang *Aspergillus* sering mengkontaminasi biji-bijian dalam masa penyimpanan. Akibatnya biji-biji yang telah terkontaminasi tersebut mengalami perubahan warna, penurunan daya kecambah biji, produksi akumulasi mikotoksin di dalam biji dan perubahan susunan kimia di dalam biji. Jenis *Aspergillus* yang sering mengkontaminasi jagung salah satunya yaitu *Aspergillus flavus*. Cendawan *Aspergillus flavus* ini mampu menghasilkan senyawa toksin yang disebut aflatoksin B1. Kontaminasi *A. flavus* bisa terjadi pada saat sesudah dan sebelum panen yang diperkirakan berasal dari tanah, penyimpanan dan selama distribusi (Aristyawati *et al.*, 2017).

Selain dapat mengontaminasi biji-bijian kapang *Aspergillus* ini juga bersifat patogen terhadap manusia dan hewan. Penyakit yang dapat ditimbulkan oleh kapang ini yaitu Aspergillosis. Aspergillosis merupakan penyakit pada sistem pernafasan yang diakibatkan terinfeksi dari jamur *Aspergillus* ini (Hasanah, 2017). Senyawa Aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus* jika dalam kadar yang tinggi lebih dari 20 ppb kemudian masuk kedalam tubuh hewan atau manusia maka dapat mengakibatkan kematian. Sedangkan kontaminasi senyawa aflatoksin dalam kadar rendah yang kurang dari 20 ppb dalam jangka panjang dapat menyebabkan kanker ginjal dan hati (Ahmad, 2017).



Gambar 2.8 Gejala Penyakit disebabkan oleh *Aspergillus* sp.
(Sumber: Pakki & Talanca, 2016)

2.4 Uji Antagonisme

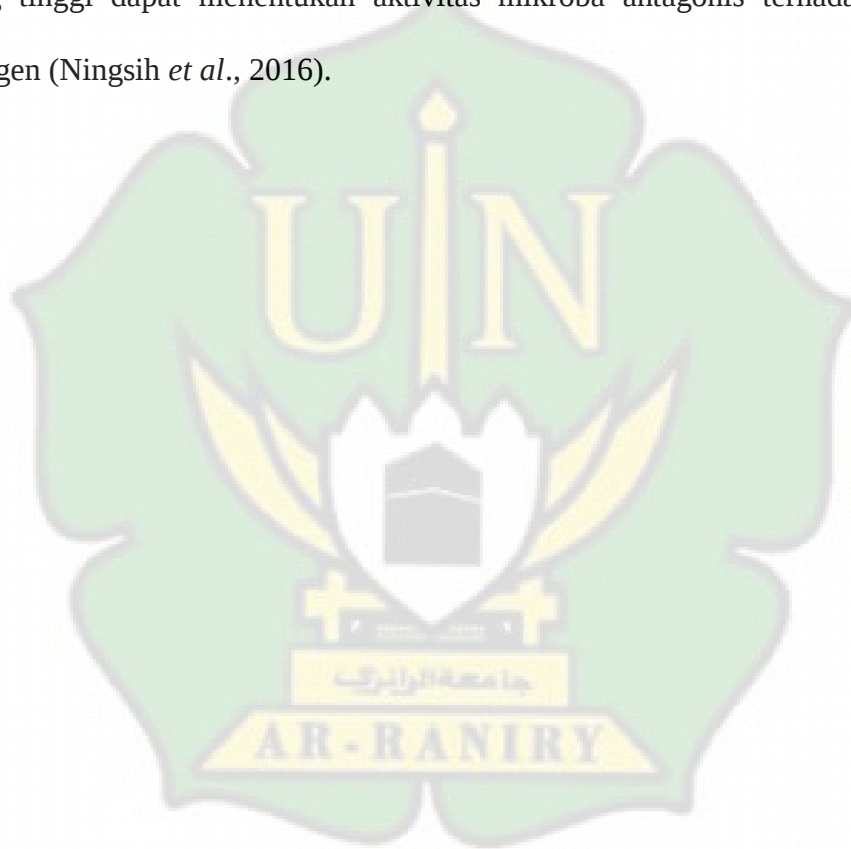
Antagonisme merupakan suatu gangguan atau terhambatnya pertumbuhan makhluk hidup dengan makhluk hidup lainnya dikarenakan terciptanya keadaan lingkungan yang tidak cocok. Uji antagonisme ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu organisme dalam menekan atau menghambat pertumbuhan organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit (Wibowo, 2016). Ada beberapa mikroba yang diketahui berperan antagonistik terhadap pathogen yakni *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp. dan *Pseudomonas fluorescens* (Sumartini, 2017).

Pengujian antagonis dilakukan dengan metode kultur ganda (*dual culture*) yang menggunakan media TSA (*Trypticase Soy Agar*). Media TSA memiliki kandungan terdiri atas agar, sodium chloride, tryptone dan soytone. Media yang digunakan dalam uji antagonis berbeda-beda tergantung dari jenis spesies yang ingin diuji (Dwinanti & Tanbiyaskur, 2014).

Uji antagonisme juga dapat dilakukan dalam cawan petri berdiameter 10 cm pada media PDA, secara *in vitro* dengan metode dua kultur (*dual culture method*). Pada uji antagonisme ini mekanisme penghambatan yang terjadi yaitu antibiosis dan hiperparasit. Hal ini dapat diamati dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan pertumbuhan bagi mikroba patogen (*antibiosis*) dan pertumbuhan miselium mikroba antagonis yang menutupi seluruh permukaan media termasuk koloni mikroba patogen (*hiperparasit*) (Ningsih *et al.*, 2016). Muksin *et al.* (2013), melakukan uji antagonisme secara *in Vitro* dengan metode dua kultur menggunakan mikroba *Trichoderma* sp. dan patogen *Alternaria porri* dalam media PDA.

Perbedaan daya antagonis yang dimiliki oleh spesies berbeda-beda. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan fisiologi dan karakteristik morfologi yang dimiliki oleh masing-masing spesies mikroba. *Trichoderma* spp. merupakan salah satu mikroba yang paling banyak diketahui dapat mengendalikan berbagai macam mikroba patogen, namun hanya beberapa dari spesies *Trichoderma* spp. yang lebih efisien dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen tertentu (Ningsih *et al.*, 2016).

Adanya interaksi antagonis ditandai dengan terbentuknya zona hambat diantara isolat patogen dan isolat agen pengendalian hayati (Flori *et al.*, 2020). Efisiensi daya antagonis mikroba yang berbeda-beda terhadap mikroba patogen tertentu dapat disebabkan oleh kadar, kecepatan tumbuh, macam senyawa kimia dan enzim yang dihasilkan oleh masing-masing spesies. Kecepatan pertumbuhan yang tinggi dapat menentukan aktivitas mikroba antagonis terhadap mikroba patogen (Ningsih *et al.*, 2016).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, pada bulan Februari hingga April 2021.

3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut rincian kegiatan yang akan dilakukan selama penelitian :

Tabel 3.1. Rincian Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Penyiapan alat dan bahan																
2.	Peremajaan isolat <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp.																
3.	Isolasi cendawan endofit dari daun jagung manis.																
4.	Pemurnian cendawan endofit dari daun jagung manis.																
5.	Identifikasi cendawan endofit dari daun jagung manis.																
6.	Uji antagonisme cendawan endofit terhadap <i>Fusarium</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp.																
7.	Analisis data																
8.	Penyelesaian penulisan skripsi																

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini yaitu daun jagung manis varietas Secada F1 yang diambil dari perkebunan jagung manis di Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Isolat *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp., yang didapatkan dari koleksi Laboratorium Pertanian Universitas Syiah Kuala. Isolat endawan endofit yang berasal dari daun jagung manis dan diuji antagonis sebagai cendawan pengendali *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kompas, mikroskop *compound*, mikroskop *stereo*, lampu spiritus, gunting, autoklaf, oven, korek, pinset, jarum penusuk, jarum ose, *beaker glass*, cawan petri, Laminar Air Flow (LAF), kamera dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*), tisu, kertas lebel, kaca benda, kaca penutup, alkohol 70%, aquades steril, NaClO 1%, *lactophenol blue*, masker, sarung tangan dan sampel daun jagung manis.

3.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen kuantitatif. Metode eksperimen kuantitatif dilakukan untuk mengetahui karakteristik cendawan endofit yang diisolasi dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata*) dan untuk mengetahui kemampuan antagonisme cendawan endofit terhadap cendawan patogen *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1. Peremajaan Isolat Uji Cendawan *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

Isolat Cendawan *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp. berasal dari koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Sebelum dilakukan pengujian, kedua cendawan tersebut dilakukan peremajaan terlebih dahulu yang bertujuan untuk mendapatkan biakan jamur yang baru dan segar, sehingga dapat berkembangbiak dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Peremajaan jamur dilakukan pada media PDA. Isolat *Fussarium* sp. diambil sebanyak 1 ose kemudian digoreskan pada Media PDA. Kemudian diinkubasi selama 5 hari dengan suhu 36⁰C. Prosedur yang sama dilakukan pada pemurnian isolat *Aspergillus* sp. diambil sebanyak 1 ose kemudian digoreskan pada Media PDA. Kemudian diinkubasi selama 5 hari dengan suhu 37⁰C (Ifnawati, 2013).

3.6.2 Pengambilan Sampel Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt)

Sampel daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) diambil dari perkebunan jagung manis yang berada di Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Daun jagung yang diambil berusia 50-100 hari. Ciri-ciri daun yang diambil yaitu daun yang sehat dan tidak memiliki gejala serangan penyakit hawar daun atau penyakit lainnya. Pengambilan sampel daun dilakukan hanya pada tajuk yang menghadap barat dan timur, dikarenakan area ini mendapatkan penyinaran yang intensif. Sampel daun jagung yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam amplop kertas agar daun tidak busuk. Setelah itu sampel dibawa ke laboratorium (Faizah, 2017).

3.6.3 Isolasi Cendawan Endofit

Sampel daun jagung manis dipotong dengan ukuran 5x5 cm² menggunakan gunting steril. Permukaan daun jagung manis yang sehat dicuci dengan air aquades steril yang mengalir. Potongan daun jagung manis dikeringkan dengan diletakkan di atas tisu steril. Potongan daun jagung manis direndam selama 1 menit dengan NaClO 1% dan dimasukkan ke dalam alkohol 70% selama 1 menit. Kemudian dibilas dengan aquades steril selama 1 menit sebanyak 3 kali ulangan. Daun dipotong menggunakan gunting dengan ukuran kecil yaitu 1x1 cm² sebanyak 25 potong. Isolat selanjutnya diletakkan pada media PDA, dengan masing-masing cawan petri berisi 5 isolat. Isolat kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25-30°C (Faizah, 2017).

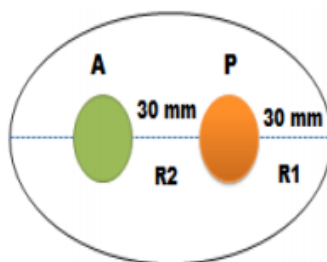
Purifikasi dilakukan berdasarkan perbedaan pada masing-masing koloni yang tumbuh, seperti warna dan bentuk koloni. Setiap koloni yang berbeda diinokulasi dengan menggunakan jarum ose ke media PDA yang baru. Jika masih terdapat perbedaan warna dan bentuk koloni maka dilakukan purifikasi kembali hingga mendapatkan biakan murni. Biakan murni cendawan endofit kemudian diinkubasi selama 5 hari (Pratiwi *et al.*, 2016).

Isolat cendawan endofit yang telah dipurifikasi selanjutnya dilakukan pengamatan makroskopis dan mikroskopis kemudian diidentifikasi berdasarkan panduan identifikasi *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* (Barnet, 1969). Pengamatan makroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop *stereo* dengan melihat warna, bentuk, tekstur, dan pertumbuhan koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengambil sebagian koloni cendawan dan

diletakkan pada kaca benda yang telah ditetesi larutan *lactophenol blue* (Manurung, 2013). Pengamatan mikroskopis dengan melihat hifa bersekat atau tidak bersekat, warna hifa (gelap atau hialin), warna konidia (gelap atau hialin) dan bentuk konidia bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan (Wulandari *et al.*, 2014).

3.6.4 Uji Antagonis Cendawan Endofit terhadap Cendawan Patogen *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

Pengujian daya hambat cendawan endofit terhadap cendawan *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp. dilakukan sebanyak 4 kali ulangan yang mengacu pada penelitian (Butarbutar *et al.*, 2018) yaitu dengan uji *dual kultur* menggunakan media PDA. Pengujian dilakukan dengan mengikuti metode Faizah (2017) yang telah dimodifikasi. Pengujian dilakukan dengan membuat lempengan pada cendawan *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp. berdiameter 0,5 cm dengan bantuan bor gabus (*cork borer*) dan masing-masing diletakkan di media PDA berjarak 30 mm dari tepi cawan. Isolat cendawan endofit diinokulasikan dengan membuat lempengan pada cendawan berdiameter 0,5 cm menggunakan *cork borer*. Kemudian, isolat cendawan endofit diletakkan di dekat isolat cendawan *Fussarium* sp. dan *Aspergillus* sp., berjarak 30 mm dari tepi cawan (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Skema Uji Antagonis Cendawan Endofit (A) Cendawan Endofit (P) Cendawan Patogen (Faizah, 2017).

Pengujian kontrol dilakukan sebanyak 2 kali ulangan, dengan menumbuhkan cendawan patogen *Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.* tanpa disandingkan dengan cendawan endofit. Pengamatan dilakukan pada hari ke-7 setelah inokulasi. Pengukuran jari-jari koloni cendawan *Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.* pada cawan petri dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Persentase daya hambat cendawan endofit terhadap cendawan *Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Balosi *et al.*, 2014).

$$I = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan :

I = Persentase daya hambat cendawan endofit terhadap cendawan patogen (%)

R1 = Jari-jari koloni cendawan patogen (*Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.*) yang menjauhi koloni cendawan endofit

R2 = Jari-jari koloni cendawan patogen (*Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.*) yang mendekati koloni cendawan endofit

Kategori presentase penghambatan merujuk pada (Ratnasari & Isnawati, 2014), yaitu jika lebih dari 60% dikategorikan tinggi yang berarti cendawan endofit mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen secara maksimal, namun jika kurang dari 60% maka cendawan endofit hanya memiliki efek penghambat minimal terhadap cendawan patogen.

BAB IV

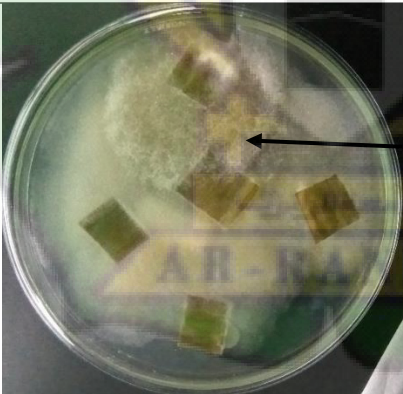
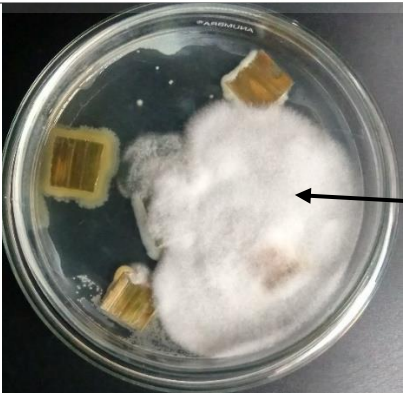
HASIL DAN PEMBAHASAN

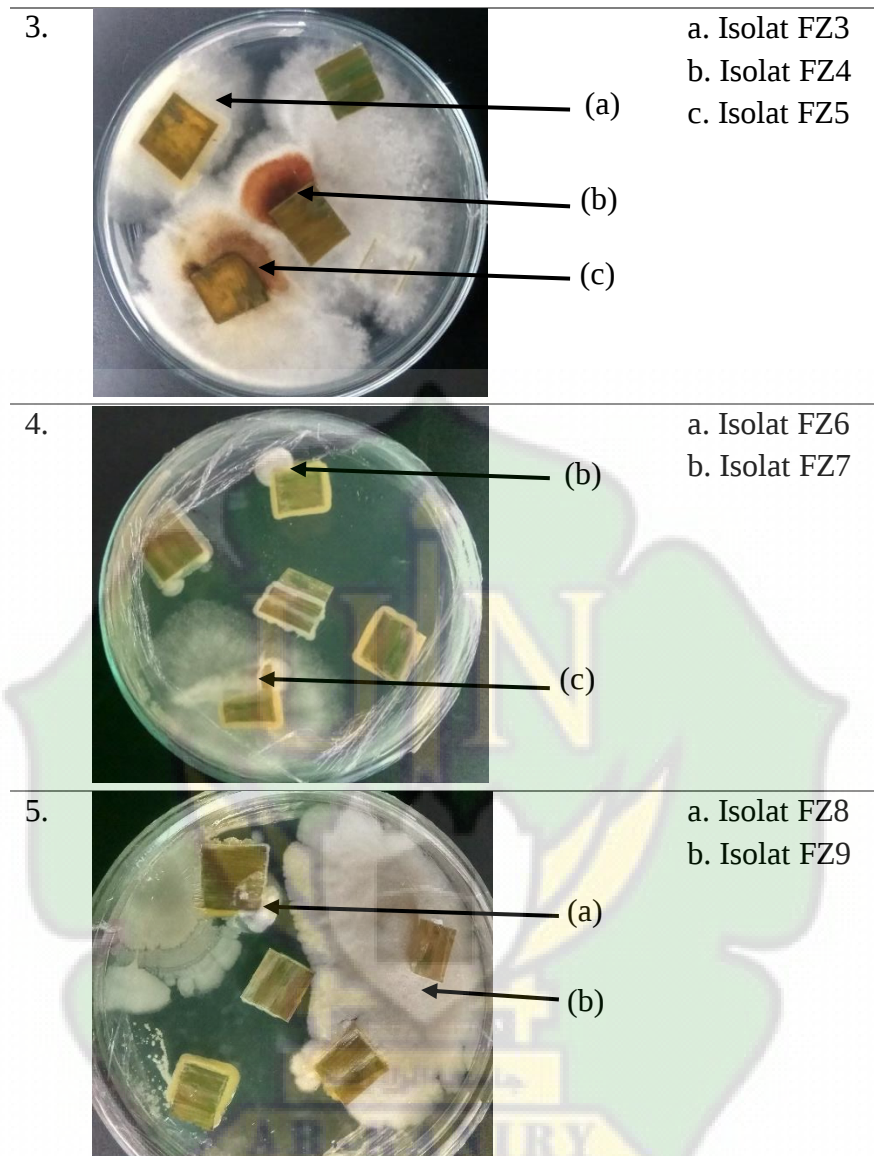
4.1. Hasil Pengamatan

4.1.1 Karakteristik Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis

Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat 9 jenis cendawan endofit yang ditemukan pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) varietas Secada F1 selama inkubasi 7 hari yaitu kode isolat FZ1, FZ2, FZ3, FZ4, FZ5, FZ6, FZ7, FZ8 dan FZ9. Berikut gambar hasil isolasi cendawan endofit (Tabel 4.1) dan karakteristik cendawan endofit dari daun jagung manis (Tabel 4.2).

Tabel 4.1 Gambar Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis.

No	Gambar	Keterangan
1.		a. Isolat FZ1
2.		a. Isolat FZ2



Keterangan :
 FZ : Fungi *Zea mays*

Terdapat 9 isolat cendawan endofit yang ditemukan pada daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). Berdasarkan hasil pengamatan, 9 isolat tersebut digolongkan menjadi 5 isolat cendawan endofit yang memiliki ciri morfologi yang berbeda. Berikut karakteristik morfologi dari 5 isolat cendawan endofit (lihat Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Karakteristik Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis Cendawan Endofit

No	Isolat	Deskripsi Morfologi	Hifa	Konidiofor	Konidia	Warna
1.	FZP	Tampak atas, koloni berwarna putih ke abu-abuan, tepian berwarna hitam, tekstur halus dan bentuk seperti kapas dengan pertumbuhan tersebar mengikuti bentuk cawan. Tampak bawah, koloni berwarna kuning dan abu-abu, bertekstur halus.	Bersepta	Tidak bersepta	Bulat	Kehijauan
2.	FZB	Tampak atas koloni berwarna putih, tepian berwarna putih, tekstur permukaan koloni halus dan bentuk seperti kapas dengan pertumbuhan menyebar mengikuti bentuk cawan. Penampakan bawah, koloni berwarna putih, tekstur permukaan halus.	Tegak, bercabang	Zigzag	Bulat	Hialin
3.	FZT	Tampak atas, koloni berwarna abu-abu, tepian berwarna putih, tekstur permukaan agak kasar, bentuk bulat dan pertumbuhan tersebar mengikuti bentuk cawan. Tampak bawah, koloni berwarna abu-abu muda, tekstur permukaan koloni halus.	Bersepta	Meruncing	Oval	Hialin
4.	FZG	Tampak atas, koloni berwarna putih, tepian berwarna putih, tekstur permukaan koloni halus, bentuk seperti kapas dengan pertumbuhan tidak tersebar memenuhi cawan. Tampak bawah koloni berwarna putih, sedikit kuning dan hitam pada bagian tengah, tepian koloni berwarna putih, tekstur halus.	Tidak bersepta	Tidak memiliki konidiofor	Oval dan Silindris	Hialin
5.	FZC	Tampak atas, koloni berwarna putih, tepian berwarna putih, tekstur halus dan bentuk seperti kapas dengan pertumbuhan tidak memenuhi cawan. Tampak bawah, koloni berwarna merah muda dan tekstur halus.	Tidak bersepta	Tidak bersepta	Oval	Hialin

4.1.2 Kemampuan Antagonisme Cendawan Endofit dari daun Jagung Manis Terhadap *Fusarium* sp.

Berdasarkan hasil uji antagonisme 5 spesies cendawan endofit dari daun jagung manis terhadap *Fusarium* sp., menunjukkan hasil yang berbeda-beda (lihat Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Persentase Daya Hambat Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis Terhadap *Fusarium* sp.

No	Isolat	<i>Fusarium</i> sp.				Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	
1.	FZP	61,70	100	61,74	71,45	73,72
2.	FZB	65,27	68,22	64,08	58,98	64,13
3.	FZT	61,06	100	70,31	83,36	78,68
4.	FZG	64,15	100	100	82,51	86,66
5.	FZC	46,24	18,14	47,87	30,48	35,68

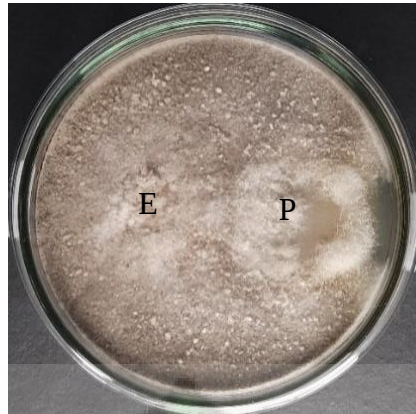
Keterangan :

FZ : Fungi *Zea mays*

U : Ulangan

% : Persentase daya hambat

Hasil uji antagonisme cendawan endofit terhadap cendawan patogen *Fusarium* sp. terdapat 4 isolat cendawan endofit (FZ1, FZ2, FZ3 dan FZ4) yang dikategorikan tinggi dalam menghambat *Fusarium* sp. Sedangkan isolat yang menghambat *Fusarium* sp. paling rendah yaitu isolat FZ5 dengan nilai rata-rata 35,68%. Berikut gambar uji antagonis 5 isolat cendawan endofit dari daun jagung manis terhadap *Fusarium* sp.



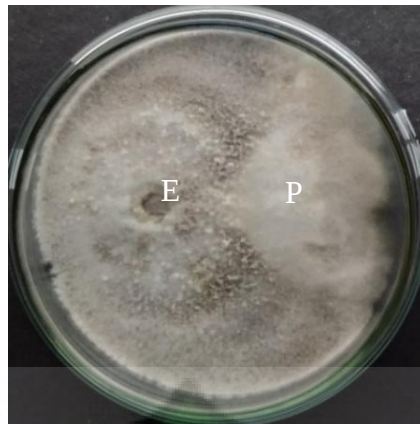
Gambar 4.1 Uji Antagonisme (E) Isolat FZP Terhadap (P) *Fusarium* sp.



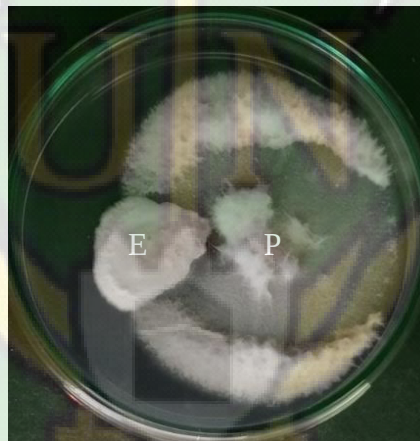
Gambar 4.2 Uji Antagonisme (E) Isolat FZB Terhadap (P) *Fusarium* sp.



Gambar 4.3 Uji Antagonisme (E) Isolat FZT Terhadap (P) *Fusarium* sp.



Gambar 4.4 Uji Antagonisme (E) Isolat FZG Terhadap (P) *Fusarium* sp.



Gambar 4.5 Uji Antagonisme (E) Isolat FZC Terhadap (P) *Fusarium* sp.

4.1.3 Kemampuan Antagonisme Cendawan Endofit Dari daun Jagung Manis Terhadap *Aspergillus* sp.

Berdasarkan hasil uji antagonisme 5 spesies cendawan endofit terhadap *Aspergillus* sp. menunjukkan hasil dan kemampuan yang berbeda-beda (lihat Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Persentase Daya Hambat Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis Terhadap *Aspergillus* sp.

No	Isolat	<i>Aspergillus</i> sp.				Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	
1.	FZP	18,39	40,76	40,30	39,96	34,85
2.	FZB	36,10	37,50	32,31	50,67	39,14
3.	FZT	60,97	41,11	35,26	31,11	42,11
4.	FZG	12,32	41,19	56,07	47,75	39,33
5.	FZC	7,14	17,18	18,35	15,67	14,58

Keterangan :

FZ : Fungi *Zea mays*

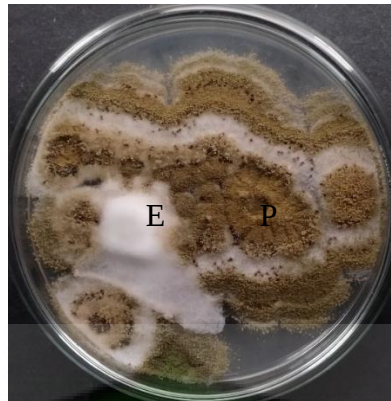
U : Ulangan

% : Persentase daya hambat

Hasil uji antagonisme 5 isolat cendawan endofit terhadap patogen *Aspergillus* sp. dikategorikan rendah. Isolat FZP, FZB, FZT, FZG dan FZC tidak mampu menghambat *Aspergillus* sp. secara maksimal. Berikut gambar uji antagonis 5 isolat cendawan endofit dari daun jagung manis terhadap *Aspergillus* sp.



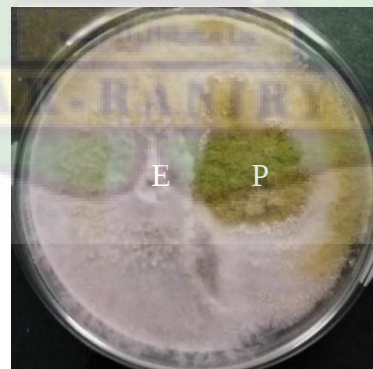
Gambar 4.6 Uji Antagonisme (E) Isolat FZP dengan (P) *Aspergillus* sp.



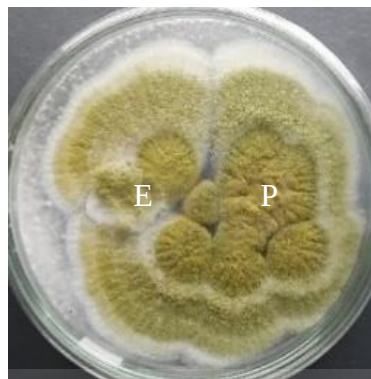
Gambar 4.7 Uji Antagonisme (E) Isolat FZB Terhadap (P) *Aspergillus* sp.



Gambar 4.8 Uji Antagonisme (E) Isolat FZT Terhadap (P) *Aspergillus* sp.



Gambar 4.9 Uji Antagonisme (E) Isolat FZG Terhadap (P) *Aspergillus* sp.



Gambar 4.10 Uji Antagonisme (E) Isolat FZC Terhadap (P) *Aspergillus* sp.

Tabel 4.4 Diameter Pertumbuhan Kontrol *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.

No	Hari Pengamatan	<i>Fusarium</i> sp.		Rata-rata (mm)	<i>Aspergillus</i> sp.		Rata-rata (mm)
		U1 (mm)	U2 (mm)		U1 (mm)	U2 (mm)	
1.	H1	15,67	15,10	15,38	23,67	21,90	22,78
2.	H2	28,34	31,05	29,69	41,67	35,78	38,72
3.	H3	54,45	39,90	47,17	55,78	38,05	46,91
4.	H4	63,34	43,05	53,19	62,12	38,10	50,11
5.	H5	74,56	59,80	67,18	68,45	44,50	56,47
6.	H6	79,60	71,45	75,52	72,34	52,30	62,32
7.	H7	80,20	74,20	77,20	74,70	58,67	66,68

Keterangan :

H : Hari pengamatan

U : Ulangan

mm : Milimeter

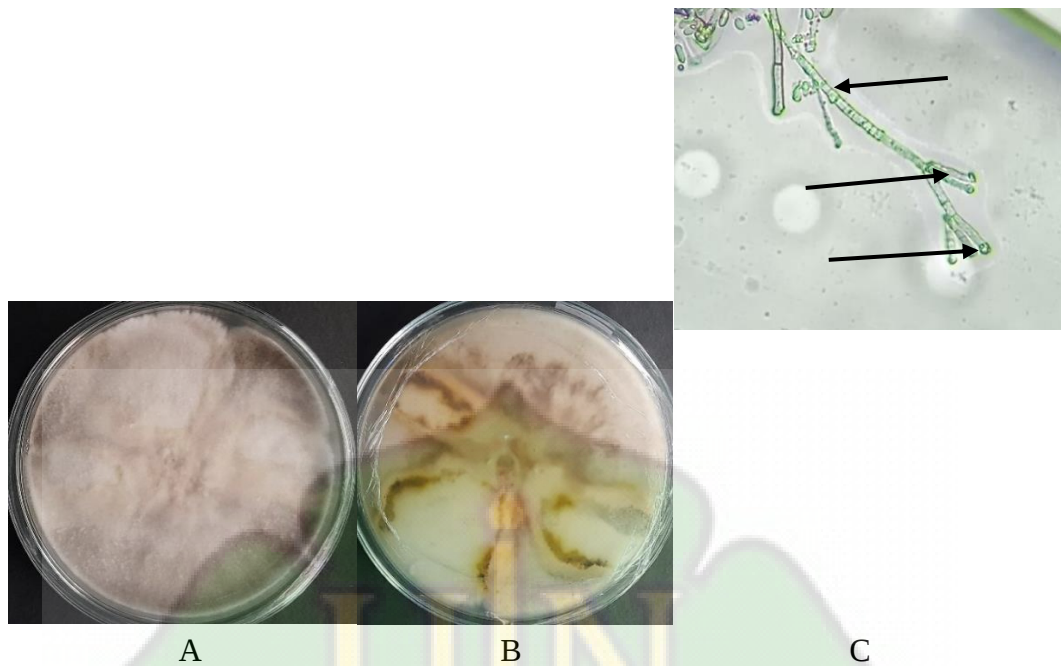
Diameter pertumbuhan kontrol menunjukkan bahwa *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. tumbuh tanpa hambatan. Berbeda dengan *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. yang diberi perlakuan dengan isolat cendawan endofit menunjukkan adanya daya hambat.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Karakterisasi Cendawan Endofit Dari Daun Jagung Manis

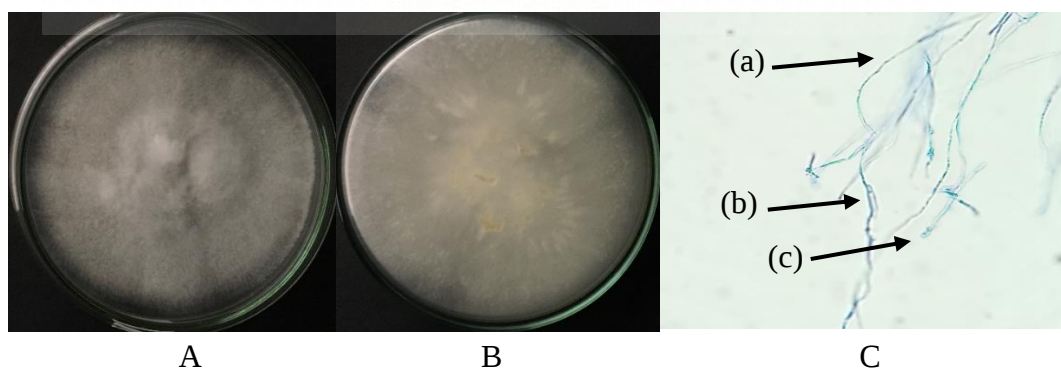
Berdasarkan hasil pengamatan dari 9 isolat cendawan endofit tersebut dapat dikelompokkan menjadi 5 spesies yaitu, *Penicillium* sp. (isolat FZ1, FZ9), *Beauveria* sp. (isolat FZ2, FZ8), *Tricoderma* sp. (isolat FZ3, FZ7), *Geotrichum* sp. (isolat FZ4, FZ5) dan *Chepalosporium* sp. (isolat FZ6). Kemudian 5 cendawan endofit diberi kode isolat yaitu *Penicillium* sp. (isolat FZP), *Beauveria* sp. (isolat FZB), *Tricoderma* sp. (isolat FZT), *Geotrichum* sp. (isolat FZG) dan *Chepalosporium* sp. (isolat FZC). Cendawan endofit diklasifikasikan berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis menggunakan buku identifikasi *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* (Barnet, 1998).

Penicilium sp. mempunyai ciri khas yaitu, secara makroskopis koloni berwarna hijau keabu-abuan, koloni berbentuk bulat, pinggiran koloni berwarna putih, tepi koloni meruncing, bagian bawah koloni berwarna kuning. Ciri khas secara mikroskopis yaitu hifa bersepta, berbentuk silinder, konidia berbentuk bulat dengan warna kehijauan dan konidiofor halus (Rahmawati *et al.*, 2017).



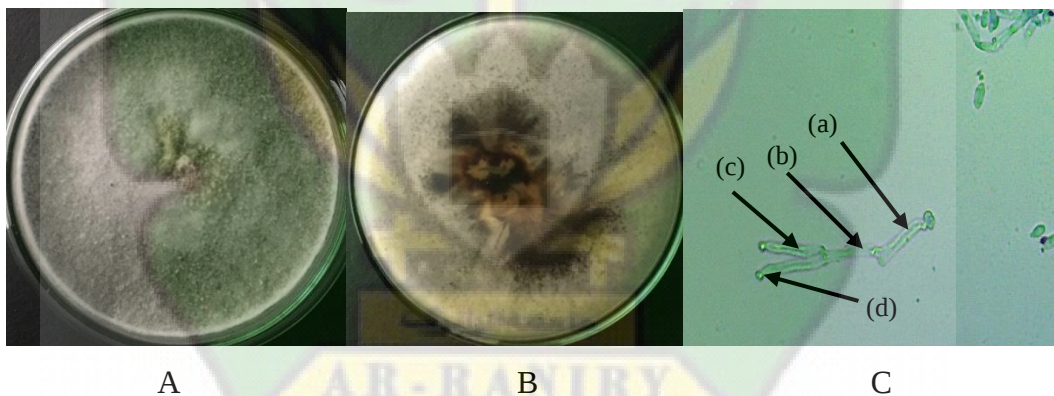
Gambar 4.11 Isolat FZP (*Penicillium* sp.) (A) Makroskopis Tampak Depan (B) Makroskopis Tampak Belakang (C) Penampakan Mikroskopis (a) Hifa (b) Konidiofor (c) Konidia

Untuk *Beauveria* sp. memiliki ciri khas yaitu secara makroskopis permukaan koloni berwarna putih, warna dasar koloni putih, memiliki miselium berbentuk benang-benang halus, tekstur halus dengan bentuk menyerupai kapas. Sedangkan secara mikroskopis yaitu struktur hifa berupa benang-benang halus, memiliki konidiofor berbentuk zigzag dan konidia berbentuk bulat tumbuh diujung konidiofor (Halwiyah *et al.*, 2019).



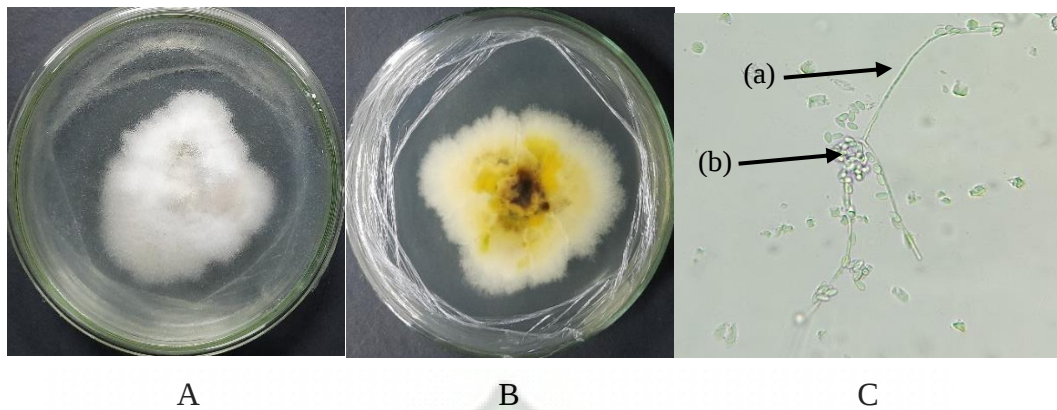
Gambar 4.12 Isolat FZB (*Beauveria* sp.) (A) Makroskopis Tampak Depan (B) Makroskopis Tampak Belakang (C) Penampakan Mikroskopis Isolat FZ1 (a) Hifa (b) Konidifor (c) Konidia

Koloni *Trichoderma* sp. secara makroskopis memiliki permukaan datar, tekstur permukaan kasar seperti berserat, koloni berbentuk bulat lingkaran, bagian tepi halus berwarna putih, mula-mula koloni berwarna putih kemudian bagian tengah berwarna hijau muda lalu menjadi hijau tua, warna koloni berubah menjadi hijau tua pada seluruh permukaan atas. Penampakan secara mikroskopis yaitu hifa berwarna hijau, konidia berwarna kehijauan, berbentuk globuse (bulat) tumbuh pada ujung dan ada juga konidium terbentuk secara bergerombol berwarna hijau muda pada permukaan sel konidioforanya (Suanda, 2016).



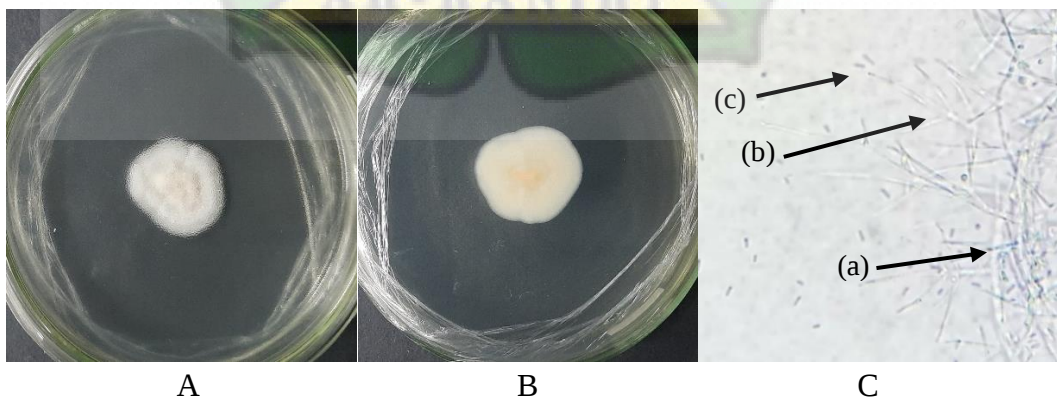
Gambar 4.13 Isolat FZT (*Trichoderma* sp.) (A) Makroskopis Tampak Depan (B) Makroskopis Tampak Belakang (C) Penampakan Mikroskopis Isolat FZ3 (a) Hifa (b) Cabang Konidiofor (c) Konidiofor (d) Konidia

Ciri khas *Geotrichum* sp. secara makroskopis koloni berwarna putih, koloni dan tebal tekstur seperti serat kapas. Penampakan bawah berwarna putih tulang dan pada bagian tengahnya terdapat warna hitam. Tepi koloni tumbuh dengan rata. Secara mikroskopis hifa bercabang, warna hialin, konidia silindris dan terdiri dari 1 sel (Akmalasari *et al.*, 2013).



Gambar 4.14 Isolat FZG (*Geotrichum* sp.) (A) Makroskopis Tampak Depan (B) Makroskopis Tampak Belakang (C) Penampakan Mikroskopis Isolat FZ4 (a) Hifa (b) Konidia

Genus *Cephalosporium* sp. secara makroskopis memiliki ciri khas yaitu koloni jamur berwarna putih seperti kapas, tekstur beludru dan tampak bawah koloni berwarna merah muda. Secara mikroskopis jamur *Cephalosporium* sp. memiliki bentuk konidiofor fialid yang ramping atau sedikit membengkok. Konidia berwarna transparan, konidia terdiri 1 sel, terbentuk dan berkumpul pada ujung konidiofor (Wahyuni, 2017).



Gambar 4.15 Isolat FZC (*Cephalosporium* sp.) (A) Makroskopis Tampak Depan (B) Makroskopis Tampak Belakang (C) Penampakan Mikroskopis Isolat FZ5 (a) Hifa (b) Konidiofor (c) Konidia

Cendawan *Penicillium* sp., *Beauveria* sp., *Tricoderma* sp., *Geotrichum* sp. dan *Chepalosporium* sp. termasuk kedalam divisi Ascomycota. Ascomycota merupakan jamur yang menghasilkan askospora sebagai spora seksual dan konidiospora sebagai spora aseksualnya. Askospora dihasilkan oleh struktur berbentuk kantung yang disebut askus. Sedangkan konidiospora dihasilkan dari konidiofor (Luyunah & Sartika, 2021).

Hasil penelitian yang sama dilaporkan oleh Agustina (2017), bahwa terdapat cendawan endofit *Penicillium* sp. yang diisolasi dari tanaman jagung varietas Bisi18, serta *Cephalosporium* sp. dan *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari tanaman jagung varietas BMD59. Milinia (2020), menemukan cendawan endofit *Penicillium* sp. dan *Beauveria* sp. serta isolat lain yang belum teridentifikasi dengan kode isolat CaTpPga dan PiCrPga yang diisolasi dari daun jagung.

Amin (2013), menyatakan bahwa cendawan endofit dari tanaman jagung varietas pulut lokal Sulawesi Selatan. Cendawan yang ditemukan yaitu *Trichoderma* sp., dan *Penicillium* sp. serta 4 cendawan lainnya yaitu *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Botryodiplodia* sp. dan *Fusarium* sp. (Istiqomah, 2017), menemukan 2 isolat *Trichoderma* sp. yang diisolasi dari tanaman jagung.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Faizah (2017), yang menemukan cendawan *Acremonium* sp., *Collettrichum* sp., *Fussarium* sp. *Curvularia* sp. dan *Paecilomyces* sp. yang diisolasi dari daun jagung. Wahyuni (2017), mengisolasi cendawan endofit dari daun jagung dengan beberapa varietas dan menemukan cendawan *Curvularia* sp. dari varietas P35, TF8016, BISI18, genus *Fussarium* sp. dari varietas BMD57, dan *Collettrichum* sp. dari varietas

BMD59. Trisnawati (2017), menemukan cendawan endofit genus *Aspergillus* sp. dari varietas TFD1 8016, *Acremonium* sp. dari varietas BISI D2 18, dan *Curvularia* sp. dari varietas BISI D1 18 yang diisolasi dari daun jagung. Zea *et al.* (2017), menemukan cendawan endofit genus *Aspergillus* sp., isolat JG1B2, isolat JG2A1, isolat JG5B4, isolat JG5A1 dan isolat JG3A1 yang diisolasi dari tanaman jagung.

4.2.2 Uji Antagonisme Cendawan Endofit Terhadap *Fusarium* sp.

Berdasarkan Tabel 4.3, isolat FZP, FZB, FZT dan FZG menunjukkan kemampuan menghambat *Fusarium* sp. yang tinggi karena nilai rata-rata daya hambat lebih dari 60%. Sedangkan isolat FZC dalam menghambat *Fusarium* sp. dikategorikan rendah karena nilai rata-rata daya hambat kurang dari 60%. Hal ini sesuai dengan Hartanto (2016), persentase daya hambat lebih dari 60% dikategorikan tinggi, sedangkan jika kurang dari 60% maka dikategorikan rendah yang artinya cendawan endofit hanya memiliki efek penghambat minimal terhadap cendawan patogen. Hasil uji antagonisme cendawan endofit dengan *Fusarium* sp. berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Perlakuan *Fusarium* sp. yang diuji antagonisme oleh cendawan endofit menunjukkan adanya daya hambat sedangkan perlakuan kontrol menunjukkan bahwa *Fusarium* sp. tumbuh tanpa hambatan. *Fusarium* sp. pada perlakuan kontrol tumbuh dengan nilai rata-rata 77,20 mm.

Mekanisme daya hambat yang ditunjukkan oleh cendawan endofit dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. yaitu mekanisme kompetisi dan parasitisme. Isolat FZB menunjukkan terjadinya mekanisme daya hambat

kompetisi. Mekanisme ini ditandai dengan isolat FZB lebih unggul berkompetisi merebutkan nutrisi di dalam media dan isolat FZB tumbuh lebih cepat memenuhi ruang hingga menutupi *Fusarium* sp. Menurut Nurfatimah & Pamekas (2020), cendawan endofit mampu tumbuh sangat cepat berkompetisi dalam merebutkan nutrisi dan ruang dengan cendawan patogen.

Sedangkan isolat FZP, FZT dan FZG menunjukkan adanya mekanisme daya hambat kompetisi dan parasitisme. Mekanisme kompetisi yang terjadi yaitu isolat FZP, FZT dan FZG mengambil semua nutrisi di dalam media dan tumbuh cepat memenuhi ruang hingga menutupi *Fusarium* sp. Mekanisme parasitisme yang terjadi yaitu isolat FZP, FZT dan FZG tumbuh di atas *Fusarium* sp. dan menyerap nutrisi *Fusarium* sp. hingga mengalami lisis, yang ditandai dengan berubahnya warna *Fusarium* sp. yang mula-mula berwarna ungu menjadi jernih. Menurut Amaria *et al.* (2015), mekanisme kompetisi yaitu cendawan antagonis menutupi cendawan patogen dan cendawan antagonis tumbuh lebih cepat merebutkan nutrisi dan ruang di dalam media. Mekanisme parasitisme yaitu koloni cendawan antagonis tumbuh di atas cendawan patogen dan menyerap semua nutrisi sehingga cendawan patogen mengalami lisis dan terjadinya perubahan warna cendawan patogen menjadi jernih.

Pada isolat FZP spesies *Penicillium* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 73,72%, dapat dilihat pada Tabel 4.3. Hasil yang sama dilaporkan oleh Maulana *et al.* (2016), *Penicillium* sp. yang diisolasi dari tanaman cabe rawit mampu menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. Pertumbuhan cendawan *Penicillium* sp. langsung menekan aktifitas

patogen *Fusarium oxysporum* melalui kompetisi ruang dan nutrisi. Menurut Liza *et al.* (2015), *Penicillium* sp. bersifat antagonis karena mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid yaitu ergometrine dan agroklavine yang memiliki sifat anticendawan terhadap *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani* dan *Alternaria tenuis*.

Pertumbuhan cendawan *Beauveria* sp. (isolat FZB) mampu mengendalikan pertumbuhan cendawan patogen *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 64,13%, dapat dilihat pada Tabel 4.3. Hasil yang sama dilaporkan oleh Ansar dan Lakani (2020), *Beauveria* sp. mampu menekan pertumbuhan *Fusarium* sp. *Beauveria* sp. memiliki mekanisme daya hambat yang bersifat kompetisi dimana *Beauveria* sp. lebih menguasai ruang dan nutrisi hingga tumbuh menutupi hampir seluruh media. Hasil penelitian Halwiyah *et al.* (2019), uji antagonisme yang telah dilakukan dengan menggunakan umur cendawan yang sama, menunjukkan bahwa cendawan *Beauveria* sp. mampu menghambat pertumbuhan patogen *Fusarium* sp., meskipun rata-rata arah radial dan laju pertumbuhan koloni *Beauveria* sp. lebih rendah dari *Fusarium* sp.

Cendawan endofit *Trichoderma* sp. (isolat FZT) mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 78,68%, dapat dilihat pada Tabel 4.3. Ismahmudi *et al.*, (2021) menyatakan bahwa pertumbuhan cendawan endofit *Trichoderma* sp. pada uji antagonis memperlihatkan mekanisme penghambatan secara kompetisi ruang dan parasitisme. Terlihat pada hari ke 9 setelah inokulasi, jamur patogen terhambat dalam pertumbuhannya. Ningsih *et al.*, (2016) cendawan endofit *Trichoderma* spp. tumbuh dengan cepat dan menekan pertumbuhan *Fusarium* sp. dengan

mekanisme kompetisi. Pengamatan hari ke 7 menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. mengambil semua nutrisi dan tumbuh memenuhi ruang pada media.

Hasil penelitian Des *et al.*, (2013) pertumbuhan miselium *Trichoderma* sp. begitu cepat. *Trichoderma* sp. pada hari ke 7 setelah inkubasi sudah memenuhi seluruh permukaan cawan petri. Konidia jamur antagonis *Trichoderma* sp. terus bertambah banyak dan melebar ke segala arah, sehingga menyebabkan pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. terdesak. *Trichoderma* spp. mengeluarkan toksin yang menyebabkan terlambatnya pertumbuhan bahkan mematikan inangnya. *Trichoderma* spp. menghasilkan enzim hidrolitik -1, 3 glukonase, kitinase dan selulase.

Geotrichum sp. (isolat FZG) mampu mengendalikan pertumbuhan cendawan patogen *Fusarium* sp. secara maksimal dengan nilai rata-rata 86.66%, dapat dilihat pada Tabel 4.3. Hasil yang sama dilaporkan oleh Asman *et al.*, (2011) *Geotrichum* sp. yang diisolasi dari tanaman kakao mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. *Geotrichum* sp. mempunyai laju pertumbuhan koloni yang lebih cepat dibanding *Fusarium* sp., sehingga dapat mengungguli kompetisi ruang dan nutrisi. Menurut Nurzannah *et al.*, (2014), interaksi antara *Geotrichum* sp. dengan *Fusarium* sp. yang menyebabkan hifa patogen menjadi jernih yaitu karena isi sel *Fusarium* sp. dimanfaatkan oleh jamur endofit sebagai nutrisi.

Cendawan endofit *Cephalosporium* sp. (isolat FZC) tidak mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara maksimal. *Cephalosporium* sp. hanya mampu menghambat *Fusarium* sp. dengan nilai rata-rata 35,68%. *Cephalosporium* sp. tidak mampu menghambat *Fusarium* sp. karena

pertumbuhannya yang lambat. *Fusarium* sp. tumbuh lebih cepat memenuhi ruang dan mengambil nutrisi di dalam media, dapat dilihat pada Gambar 4.5. Hasil yang sama dilaporkan oleh Hutabalian *et al.*, (2015) *Cephalosporium* sp. hanya memiliki kemampuan menghambat sebesar 51,39% terhadap *Fusarium* sp.

Cendawan yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang hidup dan nutrisi sehingga dapat menekan pertumbuhan jamur lawannya (Amin & Asman, 2011). Menurut Hutabalian *et al.*, (2015), cendawan yang pertumbuhannya lebih cepat memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menekan pertumbuhan lawannya, karena dapat mengakibatkan terjadinya persaingan terhadap nutrisi dan ruang hidup.

4.2.3 Uji Antagonisme Cendawan Endofit Terhadap *Aspergillus* sp.

Berdasarkan Tabel 4.4 persentase daya hambat kelima cendawan endofit yaitu *Penicillium* sp. (isolat FZP), *Beauveria* sp. (isolat FZB), *Tricoderma* sp. (isolat FZT) *Geotrichum* sp. (isolat FZG) dan *Chepalosporium* sp. (isolat FZC) termasuk kategori rendah dalam menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. Isolat cendawan endofit tidak mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. secara maksimal, karena nilai rata-rata persentase daya hambat kurang dari 60%. Berdasarkan Tabel 4.4 cendawan yang menghambat *Aspergillus* sp. tertinggi yaitu *Geotrichum* sp. dengan nilai rata-rata 42,11%. Sedangkan genus yang menghambat *Aspergillus* sp. paling rendah yaitu *Chepalosporium* sp. dengan nilai rata-rata 14,58%.

Menurut Agarwal *et al.* (2011), cendawan endofit *Tricoderma viride* (T.V) tidak mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. secara maksimal.

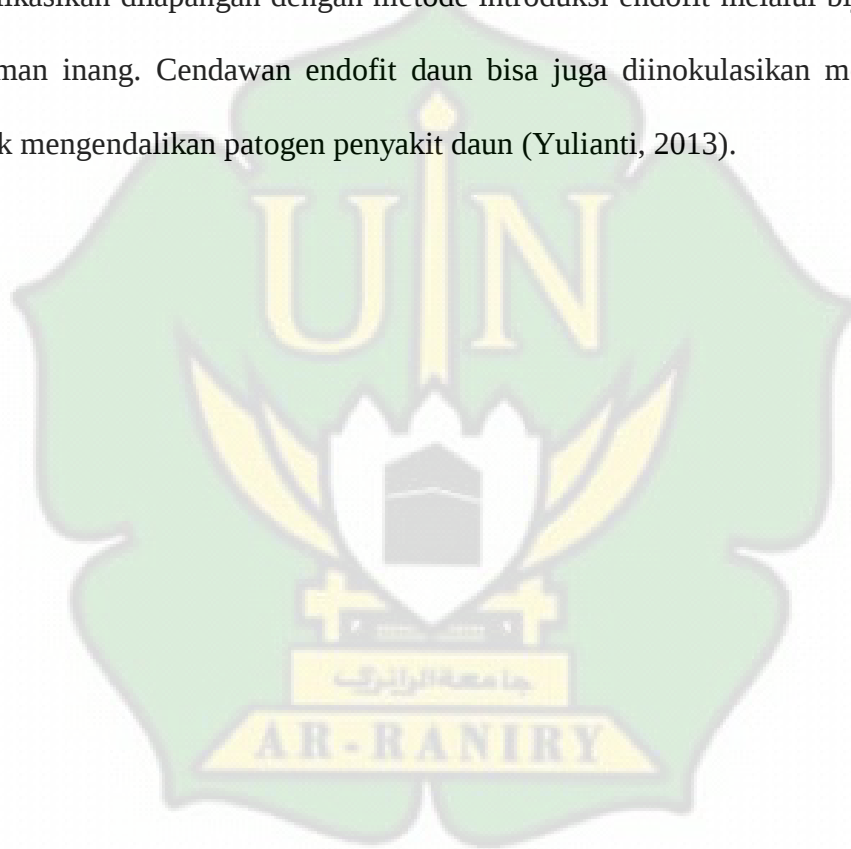
Tricoderma viride (T.V) hanya mampu menghambat sebesar 40,75%. *Aspergillus* sp. tumbuh lebih cepat dan lebih unggul mendominasi ruang dibandingkan isolat cendawan endofit. Menurut Octriana (2016), *Aspergillus* sp. tumbuh lebih cepat berkompetisi dengan cendawan endofit dalam memperebutkan ruang dan nutrisi. *Aspergillus* sp. mempunyai pertumbuhan yang tersebar secara kosmopolitan serta memiliki spora yang mudah tersebar oleh angin.

Cendawan endofit yang paling tinggi dalam menghambat cendawan patogen yaitu *Geotrichum* sp. Cendawan *Geotrichum* sp. memiliki hifa yang tidak bersekat. Hifa berfungsi untuk menyerap nutrisi dan sebagai alat reproduksi. Hifa yang tidak bersekat memungkinkan proses penyerapan nutrisi dan reproduksi cendawan terjadi lebih cepat, sehingga dapat mengungguli kompetisi ruang dan nutrisi (Luyunah & Sartika, 2021).

Perbedaan daya hambat isolat endofit terhadap patogen *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp., disebabkan karena adanya perbedaan dinding sel antara cendawan *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp. Menurut Hasanah (2014), *Aspergillus* sp. diketahui menghasilkan senyawa flavonoid dan saponin yang bersifat antifungi. Perbedaan kemampuan menghambat antara cendawan endofit diduga karena jumlah alkaloid atau antibiotik yang dihasilkan oleh masing-masing cendawan endofit berbeda. Beberapa jenis patogen memiliki pertumbuhan yang lebih cepat atau lebih lambat daripada cendawan endofit. Hal ini menunjukkan terjadi persaingan pertumbuhan antara cendawan endofit dan patogen (Manurung *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian isolat cendawan endofit FZP, FZB, FZT dan FZG potensial untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati terhadap *Fusarium* sp. Sebaliknya isolat cendawan endofit tersebut tidak efektif untuk mengendalikan patogen *Aspergillus* sp.

Cendawan endofit yang mampu menghambat pertumbuhan patogen dapat diaplikasikan dilapangan dengan metode introduksi endofit melalui biji ke dalam tanaman inang. Cendawan endofit daun bisa juga diinokulasikan melalui daun untuk mengendalikan patogen penyakit daun (Yulianti, 2013).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat 9 isolat cendawan endofit yang diisolasi dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt).
2. Cendawan endofit yang didapatkan tergolong ke dalam 5 spesies yaitu *Penicillium* sp. (kode isolat FZP), *Beauveria* sp. (kode isolat FZB), *Trichoderma* sp. (kode isolat FZT), *Geotrichum* sp. (kode isolat FZG) dan *Chepalosporium* sp. (kode isolat FZC).
3. Terdapat 4 isolat cendawan endofit yaitu isolat FZP, FZB, FZT, dan FZG yang mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. yang tinggi dengan persentase daya hambat isolat FZP sebesar 73,72%, isolat FZB sebesar 64,13%, isolat FZT sebesar 78,68% dan isolat FZG sebesar 86,66%.

5.2 Saran

1. Perlu penelitian lanjutan untuk identifikasi yang lebih modern seperti menggunakan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang memudahkan identifikasi.
2. Aplikasi cendawan endofit perlu dilakukan secara (*in vivo*) untuk mengendalikan cendawan patogen.
3. Perlu dilakukan pengujian kemampuan cendawan endofit untuk mengendalikan pertumbuhan patogen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, T. Malhotra, A. Biyani, M. and Trivedi, P. C. (2011). In Vitro Interaction of *Trichoderma* Isolates Against *Aspergillus niger* and *Chaetomium* sp. 1(3), 125–128. *Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. ISSN: 2231-6345.
- Agustina, Y. (2017). Keragaman Jamur Endofit Akar dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Penyakit Karat Daun (*Puccinia polysora* Underw) Pada Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 5 (3). ISBN 9788578110796. ISSN: 1098-6596.
- Ahmad, R. Z. (2017). *Cemaran Kapang Pada Pakan Dan Pengendaliannya*. Balai Besar Penelitian Veteriner. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(1). <http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/1245/CEMARAN%20KAPANG%20PADA%20PAKAN%20DAN%20PENGENDALIANNYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Tanggal Akses 12 Oktober 2020.
- Akmalasari, I., Purwati, E. S., & Dewi, S. (2013). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Biosfera*, 3(2), 82-89. <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/download/131/91>
- Amaria, W., Harni, R., Raya, J., Km, P., & Indonesia, S. (2015). Evaluasi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2(1), 51–60. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bultri/article/download/2426/2108>. Tanggal Akses 24 12 2020.
- Amin, N. (2013). Diversity of Endophytic Fungi From Root of Maize var. Pulut (Waxy Corn Local Variety of South Sulawesi, Indonesia). *Diversity*, 2(8), 148–154. ISSN: 2319-7706.
- Amin, N. & Asman. (2011). Kemampuan Cendawan Endofit dari Kion Kakao Tahan Penyakit Yascular Strcak Dieback dalam Menekan Patogen *Fusarium* sp. *Jurnal Fitomedika*. 8(1), 24–28. <https://adoc.pub/kemampuan-cendawan-endofit-dari-kion-kakao-thhan-penyakit-ya.html>. Tanggal Akses 22 Mei 2021.
- Ansar, & Lakani, I. (2020). Uji Antagonis Jamur *Beauveria Bassiana* Terhadap Patogen Tular Tanah *Fusarium* sp. pada Bawang Merah Secara *In Vitro*. *Jurnal Agrotekbis*, 8(4), 919–924. ISSN: 2338-3011.

- Aristyawati, N. P. D., Puspawati, N. N., Hapsari, N. M. I., & Duniaji, A. S. (2017). Cemaran *Aspergillus flavus* Penghasil Aflatoksin B1 pada Jagung Manis (*Zea mays saccharata*) Selama Penyimpanan. *Jurnal ITEPA*, 6(2), 51–60.
<https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/download/36702/22202>.
 tanggal Akses 10 Oktober 2020.
- Asman, Amin, N., & Tam. A. (2011). Kemampuan Cendawan Endofit dari KION Kakao Tahan Penyakit Yascular Strcak Dieback dalam Menekan Patogen *Fusarium* sp. *Jurnal Fitomedika*, 8(1), 24–28.
<https://adoc.pub/queue/kemampuan-cendawan-endofrt-dari-kion-kakao-thhan-penyakit-ya.html>. Tanggal Akses 16 Mei 2021.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai. *Angka Ramalan I Tahun*. Tersedia pada:
http://www.bps.go.id/brs_file/aram_01jul18.pdf. Tanggal akses 16 Oktober 2020.
- Badan Pusat Statistik Aceh. (2013). *Luas dan Produksi Tanaman Jagung Menurut Kabupaten*. Tersedia pada:
http://www.bps.go.id/brs_file/aram_01jul13.pdf. Tanggal akses 16 Oktober 2020.
- Balosi, F., Lakani, I., & Panggeso, J. (2014). Pengendalian Hayati Terhadap Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang Secara in-Vitro. *Jurnal Agrotekbis*, 2(6), 579–586. ISSN: 2338-3011.
- Barnet, H. L., dan Hunter, B. B. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth Edition. Burgess Publishing Company. ISBN: 9780890541920.
- Bıyık, H., & Sahiner, A. (2010). Mycoflora Identified from Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) Egg Shells and Nest Sand at Fethiye Beach, Turkey. *African Journal of Microbiology Research*. Vol. 4, No. 5. Doi: <http://www.academicjournals.org/ajmr>. ISSN: 1996-0808.
- Butarbutar, R., & Marwan, H. Mulyati, S. (2018). Eksplorasi *Bacillus* spp. dari Rizosfer Tanaman Karet (*Hevea brasilliensis*) dan Potensinya Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* sp.). *Jurnal Agroecotania*, 1(2), 31–41. ISSN: 2621-2846.
- Des M, L. A. dan F. I. (2013). Isolasi Rhizosfer Tanaman Pisang Sebagai Agens Hayati Terhadap *Fusarium oxysporum* F.Sp. cubence Penyebab Penyakit Layu Fusarium Tanaman Pisang. *Jurnal Eksata*, 1, 95–103.
- Dwinanti, S. H., & Tanbiyaskur. (2014). Rekayasa Media Padat Nonselektif

Untuk Bakteri Akuatik Modification of Non-Selective-Solid Media for Aquatic Bacteria. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2), 163–166. Doi:<https://doi.org/10.19027/jai.13.163-166>.

Endah, M. M., Satmalawati, M., & Rusae, A. (2010). Identifikasi Cendawan Patogen Pada Penyimpanan Jagung. *Jurnal Agroekoteknologi*, 1, 406–417. <https://media.neliti.com/media/publications/237680-pathogenic-fungi-in-some-maize-varieties-f75573ef.pdf>. Tanggal akses 16 September 2020

Ernawati, A., & Charles Adipati, Y. (2017). Identifikasi Jamur Pada Biji Jagung (*Zea mays* L.) Busuk dan Segar yang Dijual di Pasar Borong Makassar *Prosiding Seminar Nasional Biology*, 3(2), 31–34. ISBN: 978-602-72245-2-0.

Faizah, A. R. (2017). Potensi Antagonis Jamur Dari Endofit Daun Jagung Terhadap *Helminthosporium turcicum*. *Skripsi*, (Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya), H: 23. <http://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/saintek/article/download/160/132/> Tanggal akses 16 September 2020.

Flori, F., Mukarlina, & Rahmawati. (2020). Potensi Antagonis Isolat Bakteri *Bacillus* spp. Asal Rizosfer Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Agen Pengendali Jamur *Fusarium* sp. *JDF. Bioma*, 5(1), 111–120. ISSN : 2528 - 7168 (Print) ; 2548 - 6659 (Online)

Gandi, N. L. P. G., Getas, I. W., dan Jannah, M. (2019). Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* penyebab Aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (PDA). *Jurnal Analisis Medika Bio Sains*. Vol.6, No. 1. ISSN: 2656-2456.

Gao, F., Dai, C., & Liu, X. (2010). Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. *African Journal of Microbiology Research*, 4(13), 1346–1351. ISSN:2656-2456.

Gemsih, M., Djufri, & Supriatno. (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(1), 78–89. <https://media.neliti.com/media/publications/202546-none.pdf>. Tanggal akses 16 September 2020.

Halwiyah, N., Ferniah, R. S., Raharjo, B., & Purwantisari, S. (2019). Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(2), 8–17. ISSN 2621-9824.

Hanif, A., & Susanti, R. (2019). Inventarisasi dan Identifikasi Cendawan Patogen Terbawa Benih Jagung (*Zea mays* L.) Lokal Asal Sumatera Utara Dengan

Metode Blotter Test. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 311–318.
<https://doi.org/10.32734/jpt.v6i2.3184>.

- Hasanah, U. (2014). Pengaruh Ekstrak Metabolit Sekunder Jamur Endofit Tumbuhan *Cotylelobium melanoxydon* dalam Menghambat Pertumbuhan Mikroba Patogen. Medan: Universitas Negeri Medan.
<http://digilib.unimed.ac.id/4810/1/Fulltext.pdf>. Tanggal akses 28 mei 2020.
- Hartanto, S., & Heni E. K. (2016). Uji Antagonis 5 Isolat Trichoderma Dari Rizosfer *Pinus sp.* Terhadap Pertumbuhan Cendawan *Colletotricum Sp.* Penyebab Penyakit Antraknos Pada Cabai Secara. *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)*, Prodi Pendidikan Biologi, 205–212. ISSN: 2528-5726.
- Hausufa, A. (2018). Cendawan Patogen pada Beberapa Varietas Jagung di Kabupaten Timor Tengah Utara. *Jurnal Pertanian, Savana Cendana (Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering International Standard)* . Vol.3, No. 2. H: 21-23. ISSN: 2477-7927.
- Herawati, D., Djauhari, S., & Cholil, A. (2015). Ekplorasi Jamur Endofit pada Daun Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) dan Uji Antagonis terhadap Jamur *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Hpt*, 3(3), 96–103. ISSN: 2338-4336.
- Hidayah, N., Istiani, A. N., & Septiani, A. (2020). Pemanfaatan Jagung (*Zea Mays*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Keripik Jagung Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat di Desa Panca Tunggal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 42–48.
<http://www.ejournal.radenintan.ac.id/index.php/ajpm/article/view/6181>. 1 (1). ISSN: 2721-043x.
- Hutabalian, M., Pinem, M., & Oemry, S. (2015). Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit dan Endofit Dari Tanaman Pisang Terhadap *Fusarium oxysporum* F.Sp. Cubens di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(2), 104451.
<https://doi.org/10.32734/jaet.v3i2.10354>. ISSN: 2337-6597.
- Ifnawati, K. (2013). Pengaruh Enzim Kitinase Kasar dari Bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dan *Klebsiella ozaenae* terhadap Pertumbuhan, Morfologi, dan Kadar N-Asetilglukosamin *Fusarium oxysporum*. *Skripsi*, 48–77.
<http://etheses.uin-malang.ac.id/531/1/09620083%20Pendahuluan.pdf>.
 Tanggal akses 28 Mei 2020.
- Irawati, A. F. C., Sastro, Y., Sulastri, S., Suhartono, M. T., Mutaqin, K. H., & Widodo, W. (2016). Cendawan Endofit yang Potensial Meningkatkan Ketahanan Cabai Merah terhadap Penyakit Layu Bakteri. *Jurnal*

Fitopatologi Indonesia, 12(4), 133. <https://doi.org/10.14692/jfi.12.4.133>

- Ismahmudi, A., Sastrahidayat, I. R., & Djauhari, S. (2021). Eksplorasi dan Uji Antagonisme Jamur Filoplane Terhadap Jamur *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Busuk Kering Pada Daun Sri Rejeki (*Aglaonema* sp.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 9(1), 8–14. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2021.009.1.2>
- Istiqomah, N. (2017). Potensi Antagonis Mikroba Dari Akar Jagung (*Zea mays* L.) terhadap *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu Fusarium. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. 11(1). 92-102. <https://anzdoc.com/download/fusarium-pada-tanaman-jagung-dan-pengendaliannya-dengan-mema.html>. Tanggal Akses 07 Maret 2021.
- Kang, I. J., Shim, H. K., Roh, J. Hwan., Heu, Sunggi., and Shin, D. Bum. (2018). Simple Detection of Cochliobolus Fungal Pathogens in Maize. *The Plant Pathology Journal*. Vol. 34, No. 4, h: 327-334. <https://doi.org/10.5423/PPJ.FT.10.2017.0209> . pISSN 1598-2254, eISSN 2093-9280.
- Latifahani, N., Cholil, A., & Djauhari, S. (2014). Ketahanan Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Serangan Penyakit Hawar Daun. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(1), pp.52–60. <http://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/71/76>.
- Li, L., Qu, Q., Cao, Z., Guo, Z., Jia, H., Liu, N., Wang, Y., & Dong, J. (2019). The Relationship Analysis On Corn Stalk Rot and Ear Rot According To *Fusarium* Species And Fumonisin Contamination In Kernels. *Jurnal Toxins*, 11(6), 320. <https://www.mdpi.com/2072-6651/11/6/320/pdf>. Tanggal Akses 07 Maret 2021.
- Link. (1809). www.ncbi.nlm.nih.gov. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5506&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock> Diakses pada 11 November 2020.
- Liza, E., Adrinal, A., & Trisno, J. (2015). Keragaman Cendawan Rizosfer dan Potensinya sebagai Agens Antagonis *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Krisan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(2), 68–72. <https://doi.org/10.14692/jfi.11.2.68>
- Luyunah, L., & Sartika, M. A. (2021). *Modul Biologi Materi Jamur (Fungi)*. Jombang : LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah. ISBN: 978-623-6794-52-4.
- Manurung, H, S. H. (2013). Identifikasi Jamur pada Umbi Bawang Merah (*Allium cepa* L.) yang Terserang Penyakit Dengan Metode Blotter on Test. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 178–181. ISBN: 978-602-19421-0-9.

- Manurung, I., Pinem, M., & Lubis, L. (2014). Uji Antagonisme Jamur Endofit Terhadap *Cercospora oryzae* Miyake dan *Culvularia lunata* (Wakk) Boed. Dari Tanaman Padi di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(4), 101992. <https://doi.org/10.32734/jaet.v2i4.8460>
- Maulana, F., Sudarma, I., & Suniti, N. (2016). Potensi Jamur Asal Rizosfer Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Sehat dari Desa Bumbungan Kecamatan Banjarangkan Kabupaten Klungkung dalam Upaya Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* Secara in Vitro. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 5(2), 151–159 – 159. ISSN: 2301-6515.
- Micheli, P. (1729). www.marinespecies.org. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=100211>. Tanggal Akses 11 November 2020.
- Milinia, J. P. S. (2020). Eksplorasi Jamur Endofitik dari Daun Jagung, Pisang, dan Sayuran dari Dataran Rendah dan Tinggi Sumatera Selatan dan Potensinya Sebagai Entomopatogen Larva *Spodoptera frugiperda*. *Skripsi*. H: 41. <https://repository.unsri.ac.id/39221/>. Tanggal Akses 13 Juni 2021.
- Muhadjir, F. (2018). Karakteristik Tanaman Jagung. *Balai Penelitian Tanaman Bogor*, Bogor. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2018/08/3karakter.pdf>. Tanggal akses 10 November 2020.
- Muis, A., Pabendon, M. B., & Nonci, N. (2016). Geographical Distribution of *Peronosclerospora* spp., The Causal Organism Of Maize Downy Mildew, in Indonesia. *Jurnal AAB Bioflux*, 8(3), 143–155. <http://www.aab.bioflux.com.ro>.
- Muksin, R., Rosmini, & Panggeso, J. (2013). Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Bawang Merah Secara in Vitro. *E-Jurnal Agrotebis*, 1(2), 140–144. ISSN : 2338-3011.
- Murdiyah, S. (2017). Fungi Endofit pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1). (p-ISSN: 2442-3750; e-ISSN: 2527-6204), 64–71.
- Murwani, S. (2015) . *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Malang: Universitas Brawijaya Press (UB Press). ISBN : 978-602-203-795-8.
- Ningsih, H., Hastuti, U. S., & Listyorini, D. (2016). Kajian Antagonis *Trichoderma* spp . terhadap *Fusarium Solani* Penyebab Penyakit Layu Pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara in Vitro.

Proceeding Biology Education Conference, 13(1), 814–817. ISSN: 2528-5742.

- Nurfatimah, I., & Pamekas, T. (2020). Karakterisasi Lima Isolat Cendawan Endofit Tanaman Padi Sebagai Agen Antagonis *Pyricularia Oryzae*. *Journal of Science Education*, 4(3), 1–6. ISSN 2086-9363.
- Nurzannah., Lisnawita, S. E., & Bakti, D. 2014. Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu *Fusarium oxysporum* pada Cabai dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol. 2, No. 3. H: 1230-1238.
- Octriana, L. (2016). Potensi Agen Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan *Phytium* sp. secara In Vitro. *Buletin Plasma Nutfah*, 17(2), 138. <https://doi.org/10.21082/blpn.v17n2.2011.p138-142>.
- Paeru, R. H., Trias, Q., & Dewi, S. P. (2017). *Panduan Praktis Budidaya Jagung*. Penebar Swadaya Grup. ISBN: 9790-0273-38.
- Pakki, S., & Talanca, A. (2016). Pengelolaan Penyakit Pascapanen Jagung. *Balai Penelitian Tanaman Serealia*, Maros, 351–363. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2016/11/satusembilan.pdf>. Tanggal Akses 22 Januari 2021.
- Pratiwi, N., Juliantari, E., & Napsiyah, L. (2016). Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Pascapanen pada Beberapa Komoditas Bahan Pangan. *Jurnal Riau Biologia*, 1(14), 86–94. ISSN Online 2527-6404.
- Ratnasari, J. K., & Isnawati. 2014. Uji Antagonis Jamur Agens Hayati terhadap Jamur *Cercospora musae* cause Disease Sigatoka by in Vitro. *Lentera Bio*. 3(2). ISSN: 2252-3979..
- Ratnawati. (2018). *Pengendalian Penyakit pada Tanaman Jagung*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Aceh (BPTP Aceh) : Aceh <http://nad.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/1188-pengendalian-penyakit-pada-tanaman-jagung>. Tanggal Akses 02 November 2020.
- Sain, A. (2016). Keragaman Genetik Empat Varietas Jagung (*Zea mays*. L) Bersari Bebas Menggunakan Marka Ssrs (Simple Sequence Repeats). *Skripsi*. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/2544/1/Ahmad%20sain.PDF>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Sari, W., Wiyono, S., Nurmansyah, A., Munif, A., & Poerwanto, R. (2018). Keanekaragaman dan Patogenisitas *Fusarium* spp. Asal Beberapa Kultivar Pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(6), 216. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.6.216>

- Saylendra, A & D. Firnia. (2013). *Bacillus* sp. dan *Pseodomonas* sp. Asal Endofit Perakaran Jagung sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(2), H: 135-140. ISSN 2302-6308. Online at : <http://umbidharma.org/jipp>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Soekarno, Wahyu B. P., Tondok, Toding, E., Maddu, Akhiruddin, Nurzannah, dan Endah, S. 2018. Deteksi *Fusarium verticillioides* dan *Penicillium oxalicum* pada Benih Jagung dengan Fiber Optic Fluorescence Spectroscopy. *IPB (Bogor Agricultural University)*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/92454>. Tanggal akses 10 November 2020.
- Soenartiningih, Aqil, M., & N. N. A. (2016). Strategi Pengendalian Cendawan *Fusarium* sp. dan Kontaminasi Mikotoksin pada Jagung. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1). <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/09-iptek11012016Soenartiningih.pdf>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Soenartiningih, S. (2015). Uji Ketahanan Beberapa Varietas Unggul Jagung terhadap Penyakit Gibberella dan Diplodia. *Biosfera*, 32(2), 103. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2015.32.2.301>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Soenartiningih, Pabbage, M. S., & Djaenuddin, N. (2011). Penggunaan Inokulum Antagonis (*Trichoderma* dan *Gliocladium*) dalam Menekan Penyakit Busuk Pelepah Pada Jagung. *Seminar Nasional Serealia*, 478–484. <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/12/14hpros11.pdf>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Suanda, I. W. (2016). Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Antagonisme terhadap Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 251–257. ISBN 978-602-6428-00-4.
- Suciatmih, S., Yuliar, Y., & Supriyati, D. (2016). Isolasi, Identifikasi, dan Skrining Jamur Endofit Penghasil Agen Biokontrol Dari Tanaman di Lahan Pertanian dan Hutan Penunjang Gunung Salak. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 171. <https://doi.org/10.29122/jtl.v12i2.1249>.
- Suliaty. Rahmawati., & Mukarlina. (2017). Jenis-jenis Jamur Endofit Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) di Perkebunan Dungun Prapakan Sambas. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 173–181. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/22472>. Tanggal Akses 01 September 2020.
- Sumartini. (2017). Biopestisida untuk Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), 159–166.

<https://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/08-ipitek11022016Sumartini.pdf>. Tanggal Akses 02 September 2020.

- Suriani, S., & Muis, A. (2016). *Fusarium* pada Tanaman Jagung dan Pengendaliannya dengan Memanfaatkan Mikroba Endofit. *Balai Penelitian Tanaman Sereal*, 11(2). <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/05-ipitek11022016Suriani.pdf>. Tanggal Akses 02 September 2020.
- Suryanto, A. (2019). *Teknologi Produksi Tanaman Budi Daya*. Malang: UB Press. ISBN 978-602-432-913-6. 978-602-432-914-6 (Elektronik).
- Surya, E., Asmadi, Ridhwan, M. dan Armi. (2018). Tingkat Kelimpahan Parasitoid Terhadap Hama Serangga di Lahan Jagung Gampong Lam Lumpu Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. ISBN: 978-602-60401-9-0.
- Syukur, M. (2013). *Jagung Manis*. Jakarta : Penebar Swadaya. ISBN: 979-002-591-2.
- Tim Karya Tani Mandiri. (2010). *Pedoman Bertanam Jagung*. Bandung: Nuansa Aulia. Universitas Sumatera Utara. ISBN/ISSN 9789790710900.
- Trisnawati, N. (2017). Populasi Jamur Endofit Pada Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) dalam Hubungannya Dengan Tingkat Serangan *Peronosclerospora maydis*. Skripsi. 13(3). ISBN: 9781479978007
- Trisrianti, I., Muthahanas, I., & Priyono, J. (2018). Uji Efektifitas Pupuk Batuan Silikat Cair Berpestisida Nabati Terhadap Intensitas Beberapa Penyakit Pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Crop Agro*, 11(1), 1689–1699.
- Wahyuni S. H. (2017). Identifikasi Jamur Endofit Asal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam Menghambat *Xanthomonas albilineans* L. Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Jurnal Agrotek Lestari*, 4(2), 1–11. DOI: <https://doi.org/10.35308/jal.v3i2.605>.
- Waruwu, A., Soekarno, B., & Munif, A. (2016). Metabolit Cendawan Endofit Tanaman Padi sebagai Alternatif Pengendalian Cendawan Patogen Terbawa Benih Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(2), 53–61. <https://doi.org/10.14692/jfi.12.2.53>. ISSN: 0215-7950.
- Wawo, A. H., Lestari, P., & Setyowati, N. (2019). Eksplorasi Jagung Lokal di Sulawesi Selatan dan Studi Pertumbuhannya di Kebun Penelitian Puslit Biologi, LIPI, Cibinong Local Corn Biologi. *Jurnal Biota*, 4(2), 79–93. ISSN 2527-323X.

- Wibowo, M. T. C. 2016. Uji Antagonisme Mikroba (Bakteri dan Jamur) Terhadap Patogen *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknosa Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. <http://eprints.umm.ac.id/id/eprint/45271> Tanggal Akses 18 September 2020.
- Widiantini, F., Pitaloka, D. J., Nasahi, C., dan Yulia, E. 2017. Perkecambahan *Peronosclerospora* spp. Asal Beberapa Daerah di Jawa Barat pada Fungsida Berbahan Aktif Metalakasil, Dimetomorf dan Fenamidon. *Jurnal Agrikultura*. Vol. 28, No. 2, h. 95-102. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v28i2.15753>. ISSN : 0853-2885.
- Wulandari, D., Sulistyowati. dan Muhibuddin, A. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Will) dan Kemampuan Antagonisnya Terhadap *Phytophthora infestans*. *Jurnal HPT*, Vol. 2, No. 1. ISSN : 2338-4336.
- www.itis.gov. 2020. [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt? Search_topic=TSN&search_value=42269#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?Search_topic=TSN&search_value=42269#null) Diakses pada 11 November 2020.
- www.marinespecies.org. 2020. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=100211>. Diakses pada 11 November 2020.
- www.ncbi.nlm.nih.gov. 2020. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi? mode=Info&id=5506&lvl=3&lin=f&keep=1 &srchmode=1&unlock](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=5506&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock) Diakses pada 11 November 2020.
- Yulianti, T. (2013). Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*, 5(1), 40–49. ISSN: 2085-67-17.
- Zea, L., Fifendy, M., Handayani, D., & Zilvi, U. (2017). Isolasi Cendawan Endofit Pelarut Fosfat Dari Akar Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Journal Biosains*, 1, 62–70. ISSN : 2354 - 8731.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

(Surat Keterangan Pembimbing)



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-478/Un.08/FST-I/PP.00.9/02/2021

Lamp : -

Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,

Kepala Laboratorium Mikrobiologi Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **ERNIA WATI / 160703019**

Semester/Jurusan : X / Biologi

Alamat sekarang : Rukoh, kec. Syiah kuala, kota Banda aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul ***Karakterisasi dan uji antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (Zea mays saccharata sturf) sebagai pengendali cendawan patogen Fussarium sp. dan Aspergillus sp.***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 26 Februari 2021

an. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Khairiah Syahabuddin, MHSc.ESL., M.TESOL,
Ph.D.

Berlaku sampai : 26 Juli 2021

LAMPIRAN 2
(Surat Izin Penelitian)



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-478/Un.08/FST-1/PP.00.9/02/2021
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
Kepala Laboratorium Mikrobiologi Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **ERNIA WATI / 160703019**
Semester/jurusan : **X / Biologi**
Alamat sekarang : **Rukoh, kec. Syiah kuala, kota Banda aceh**

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Karakterisasi dan uji antagonisme cendawan endofit dari daun jagung manis (*Zea mays saccharata sturf*) sebagai pengendali cendawan patogen *Fussarium sp.* dan *Aspergillus sp.***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 26 Februari 2021
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Khairiah Syahabuddin, MHSc.ESL., M.TESOL,
Ph.D.

Berlaku sampai : 26 Juli 2021

LAMPIRAN 3
(Surat Keterangan Selesai Penelitian)



**LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

Gedung Laboratorium Multifungsi Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.ist-ar-raniry.ac.id, Email: biolab.ar-raniry@gmail.com

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

No: 74/SK/Lab.Bio/FST/06/2021

Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh menerangkan mahasiswa yang tersebut di bawah ini:

Nama	: Erniawati
NIM	: 160703019
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Rukoh, Kec. Syiah Kuala, Banda Aceh
No Hp	: 082277022448

Benar yang namanya tersebut di atas telah melakukan penelitian dengan judul **“Karakteristik dan Uji Antagonisme Cendawan Endofit dari Daun Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) Sebagai Pengendali Cendawan Patogen *Fusarium* sp. dan *Aspergillus* sp.”** di Laboratorium Biologi Gedung Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, mulai Tanggal 02 Maret s.d 10 Mei 2021.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan sebagai pelengkap administrasi yang bersangkutan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

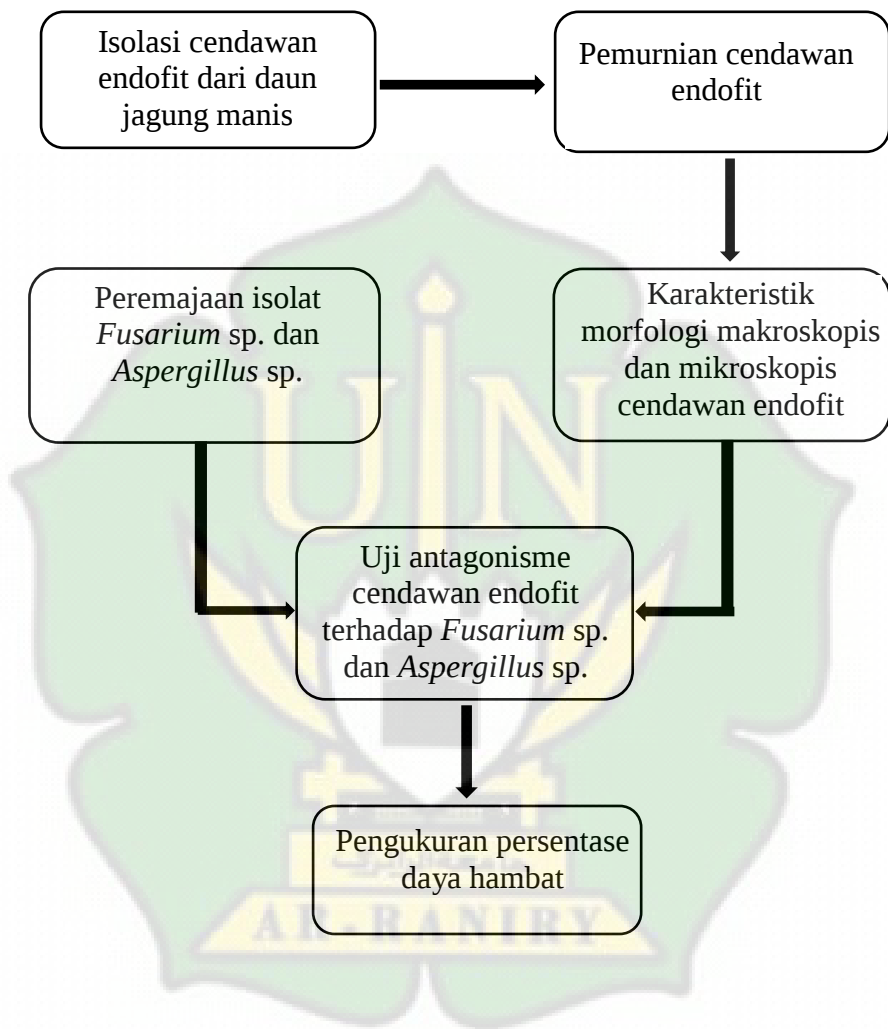
Banda Aceh, 25 Juni 2021

Ketua Laboratorium Biologi

Syafrina Sari Lubis

Syafrina Sari Lubis, M.Si

LAMPIRAN 4
(Alur Penelitian)



LAMPIRAN 5
(Hasil Uji Antagonis)

No	Isolat	<i>Fusarium</i> sp.				Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	
1.	FZ1	61,70	100	61,74	71,45	73,72
2.	FZ2	65,27	68,22	64,08	58,98	64,13
3.	FZ3	61,06	100	70,31	83,36	78,68
4.	FZ4	64,15	100	100	82,51	86,66
5.	FZ5	46,24	18,14	47,87	30,48	35,68

No	Isolat	<i>Aspergillus</i> sp.				Rata-rata (%)
		U1 (%)	U2 (%)	U3 (%)	U4 (%)	
1.	FZ1	18,39	40,76	40,30	39,96	34,85
2.	FZ2	36,10	37,50	32,31	50,67	39,14
3.	FZ3	60,97	41,11	35,26	31,11	42,11
4.	FZ4	12,32	41,19	56,07	47,75	39,33
5.	FZ5	7,14	17,18	18,35	15,67	14,58

Rumus :

$$I = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Penyelesaian :

$$I (\%) = (27,45 - 4,80) : 27,45 \times 100\%$$

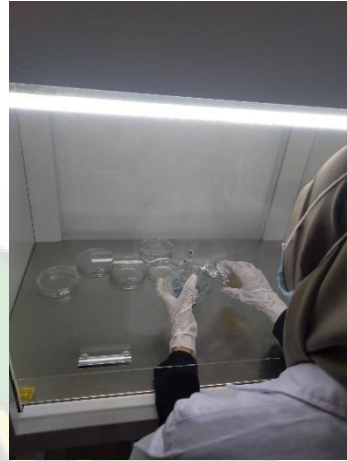
$$= 22,65 : 27,45 \times 100\%$$

$$= 82,51\%$$

LAMPIRAN 7
(Dokumentasi Kegiatan)



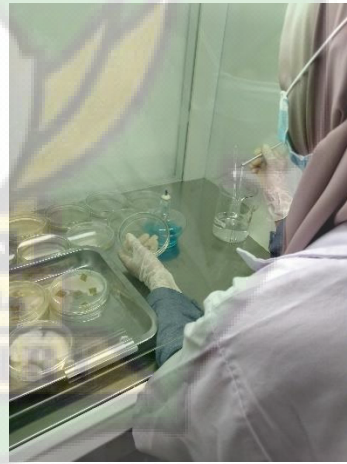
Pengambilan Sampel



Proses Penuangan Media PDA



Isolasi Cendawan Endofit



Pemurnian Isolat Cendawan Endofit



Peremajaan Isolat Uji



Uji Antagonisme

