

**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN
PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN HIBRIDA BERDASARKAN
KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER**

(Skripsi)

**Oleh
Wayan Apriliani
1814191027**



**JURUSAN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN HIBRIDA BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER

Oleh

Wayan Apriliani

Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman jagung yang dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 50%. Penyakit hawar daun jagung dapat disebabkan oleh jamur *Bipolaris maydis* ataupun *Exserohilum turcicum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi patogen hawar daun pada tanaman jagung manis dan hibrida berdasarkan karakter morfologi dan molekuler. Patogen hawar daun diisolasi dari daun jagung manis dan hibrida yang bergejala hawar, dilanjutkan dengan uji patogenisitas pada tanaman jagung manis dan hibrida, dan diidentifikasi secara morfologi dan molekuler. Uji patogenisitas dilakukan dengan menginokulasikan jamur hasil isolasi ke daun tanaman jagung manis dan jagung hibrida. Identifikasi secara morfologi dilakukan dengan mengamati warna koloni, bentuk konidia dan bentuk hifa. Amplifikasi DNA dilakukan dengan sekuens nukleotida dan menggunakan primer ITS 1 dan ITS 4. Hasil uji patogenisitas menunjukkan bahwa jamur hasil isolasi bersifat patogenik dengan menimbulkan gejala hawar daun berupa lesi memanjang berwarna kecoklatan. Berdasarkan karakter morfologi patogen hawar daun jagung manis dan hibrida adalah *Bipolaris maydis* dengan ciri koloni berwarna abu-abu kehijauan hingga hitam, bentuk konidia fusiform dengan 3-9 septa berukuran antara 20-70x9-12 μm dan memiliki hifa bersekat. Berdasarkan karakter molekuler menggunakan analisis filogenetik patogen hawar daun jagung hibrida adalah *Bipolaris maydis*.

Kata Kunci: Hawar daun jagung, *Bipolaris maydis*, morfologi, molekuler.

**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN
PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN HIBRIDA BERDASARKAN
KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER**

Oleh

Wayan Apriliani

Skripsi

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR
DAUN PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN
HIBRIDA BERDASARKAN KARAKTER
MORFOLOGI DAN MOLEKULER**

Nama Mahasiswa : *Wayan Aprifiani*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1814191027

Jurusan : **Proteksi Tanaman**

Fakultas : **Pertanian**



Suskandini R.D.

Dr. Ir. Suskandini R.D., M.P.
NIP. 196105021987072001

Hasriadi M.A.

Prof. Dr. Ir. Hasriadi M.A., M.P.
NIP. 195706291986031002

2. **Ketua Jurusan Proteksi Tanaman**

Yuyun Fitriana

Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP. 198108152008122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Suskandini R.D., M.P.**

Suskandini R.D.

Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Hasriadi M.A., M.P.**

Hasriadi M.A.

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M. Sc.**

Cipta Ginting

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NID. 196110201986031002

Irwan Sukri Banuwa

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **22 Desember 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN HIBRIDA BERDASARKAN KARAKTER MORFOLOGI DAN MOLEKULER”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 Januari 2023
Penulis



Wayan Apriliani
NPM.1814191027

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Sukadana, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 30 April 2000. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Wayan Sutika dan Ibu Nyoman Stiawati. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 3 Pasar Sukadana pada tahun 2012, sekolah menengah pertama di SMPN 3 Sukadana pada tahun 2015, dan sekolah menengah atas di SMA 1 Sukadana pada tahun 2018. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2018, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata Universitas Lampung (KKN) di Desa Sukadana Ilir, Kecamatan Sukadana, Kabupaten Lampung Timur pada bulan Februari-Maret 2021 dan melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Kebun Percobaan Taman Bogo, Lampung Timur pada bulan Agustus-September 2021. Penulis pernah aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) pada tahun kepengurusan 2019/2020 sebagai Anggota Bidang Seminar dan Diskusi dan tahun kepengurusan 2020/2021 sebagai Anggota Bidang Kewirausahaan. Penulis juga pernah aktif di organisasi Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Hindu Universitas Lampung pada tahun kepengurusan 2019/2020 dan 2020/2021 sebagai anggota bidang kerohanian. Selama menempuh pendidikan, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Agama Hindu pada tahun ajaran 2019/2020, CO asisten dosen Agama Hindu pada tahun ajaran 2020/2021, asisten dosen mata kuliah Mikologi Tumbuhan dan Bakteriologi Tumbuhan tahun ajaran 2021/2022 (semester genap), Biologi dan Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman tahun ajaran 2022/2023 (semester ganjil).

PERSEMBAHAN

Puja pengastungkara atas Wara Nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang telah memberikan anugerah dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“Identifikasi Penyebab Penyakit Hawar Daun pada Tanaman Jagung Manis dan Hibrida Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler”**.

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

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Wayan Sutika dan Ibu Nyoman Stiawati yang selalu mendoakan dan mengiringi langkahku. Kalian adalah penyemangat terbesar yang selalu memberikan motivasi, bimbingan, nasihat dan kasih sayang hingga aku berada diposisi saat ini.
2. Adikku tersayang Made Septiana yang selalu menjadi penyemangatku, semoga kita bisa menjadi putri yang berguna dan membanggakan orang tua kita.
3. Kakek dan Nenekku tersayang yang selalu memberi semangat, motivasi, dan kasih sayangnya.
4. Keluarga besarku, teman-teman seperjuangan Proteksi Tanaman 2018, serta Almamaterku Universitas Lampung sebagai tempat penulis menimba ilmu dan menempuh studi.

*"Kamu mungkin tidak akan pernah tahu apa hasil dari tindakanmu,
Namun ketika kamu tidak bertindak apapun,
maka tidak akan ada hasil yang terjadi.*

(Mahatma Gandhi)

*"Engkau berhak melakukan tugas kewajibanmu yang telah ditetapkan,
Tetapi engkau tidak berhak atas hasil perbuatanmu.
Jangan menganggap dirimu penyebab hasil kegiatanmu,
dan jangan terikat pada kebiasaan tidak melakukan kewajibabmu.*

(Bhagavad-Gita 2.47)

*"Adalah suatu keniscayaan
bahwa seorang yang bekerja keras, Jujur, dan sabar
dapat meraih apa saja yang yang sungguh-sungguh diinginkannya.*

(Reg-Veda 1.105.2)

"Jangan lupa tersenyum dan selalu bersyukur"



SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala nikmat dan anugerah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi dengan judul **“Identifikasi Penyebab Penyakit Hawar Daun pada Tanaman Jagung Manis dan Hibrida Berdasarkan Karakter Morfologi dan Molekuler”**. Selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini penulis telah banyak mendapat bimbingan, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis menghaturkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P., selaku pembimbing I dan pembimbing akademik atas waktu dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, nasihat, saran, motivasi dan perhatian kepada penulis sejak awal perkuliahan sampai melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
4. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku pembimbing II atas bimbingan, saran, nasihat, motivasi dan kesabarannya dalam membantu penulis melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
5. Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc., selaku penguji atas segala masukan, saran dan nasihat kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi.
6. Kedua orang tua tercinta Ibu Nyoman Stiawati dan Bapak Wayan Sutika Giri atas kasih sayang, semangat, doa, dan dukungan yang tiada hentinya diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

7. Adikku tersayang Made Septiana yang selalu mendoakan dan membantu serta memberikan semangat kepada penulis.
8. Keluarga besarku, kakek, nenek, pakde, tante, dan sepupuku tersayang terima kasih atas doa dan dukungannya kepada penulis.
9. Wayan Aldiyana, terima kasih atas perhatian, doa, dukungan, semangat, motivasi, serta kesediaannya menjadi pendengar penulis dan senantiasa menemani penulis hingga saat ini.
10. Sahabatku Ni Nengah Ayu Feby Diana, Wayan Septianawati, dan Nengah Juwita, terima kasih atas doa, dukungan, semangat, motivasi dan bantuan kepada penulis.
11. Lorina Trisnawati Simatupang partner penelitianku, terimakasih telah membantu dan menemani penulis dalam melaksanakan penelitian, menulis skripsi dan selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama ini.
12. Sobat seperjuangan selama kuliah hingga penelitian, Dwi, Anju, Cece, T.A, Kadek Dwi, Adi, Ari, Ria F., Aini, dan Latifa yang senantiasa membantu penulis sejak awal kuliah hingga saat ini.
13. Keluarga Biotek, Biya, Momi, Bang Nando, Hening, Thias, Rohmi, Dita, Rahmi, Cindy, Eza, Dani, Santi, Anggi, Umar, Risa, Desma, Nur, dan Tansya, atas bantuan, saran, nasihat, pengalaman yang menyenangkan selama penulis melaksanakan penelitian dan menulis skripsi.
14. Saudara Proteksi' 18 ku atas segala cerita indah semasa kuliah serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menjalani perkuliahan hingga menulis skripsi.

Bandar Lampung, 26 Januari 2023

Penulis,

Wayan Apriliani
NPM. 1814191027

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	2
DAFTAR ISI.....	12
DAFTAR TABEL	14
DAFTAR GAMBAR.....	15
I. PENDAHULUAN	16
3.3 Latar Belakang.....	16
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
3.3 Botani dan Morfologi Tanaman Jagung	5
3.3 Penyakit Hawar Daun.....	6
3.3 Identifikasi Jamur	8
III. BAHAN DAN METODE	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Pelaksanaan Penelitian	12
3.3.1 Pembuatan Media <i>Potato Sucrose Agar</i> (PSA).....	12
3.3.2 Isolasi Patogen Penyebab Hawar Daun	12
3.3.3 Identifikasi Morfologi.....	13
3.3.4 Identifikasi Molekuler.....	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Hasil.....	17
4.1.1 Uji Patogenisitas	17
4.1.2 Identifikasi Morfologi.....	18
4.1.3 Identifikasi Molekuler.....	20

4.2 Pembahasan	21
V. SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Primer yang digunakan pada penelitian	15
2. Aksesori jamur yang digunakan untuk analisis filogenetik.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gejala hawar daun pada tanaman jagung setelah inokulasi.....	17
2. Koloni jamur hasil isolasi dari daun jagung bergejala hawar	18
3. Konidia dan hifa patogen hawar daun.....	19
4. Hasil elektroforesis isolat jagung hibrida pada gel agarose 0,1%	20
5. Pohon filogenetik isolat jagung hibrida	21

I. PENDAHULUAN

3.3 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman yang dibudidayakan oleh petani dari berbagai daerah di Indonesia. Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah penghasil jagung ketiga terbesar di Indonesia setelah Jawa Timur dan Jawa Tengah. Luas panen tanaman jagung di Lampung pada tahun 2018 mencapai 486 ribu hektar dengan produksi jagung mencapai 2,581,224 ton. Pertumbuhan produksi tanaman jagung pada tahun 2018 terhadap 2017 sebesar 2,47% (Kementan RI, 2018).

Usaha peningkatan produksi tanaman jagung tidak lepas dari masalah hama dan penyakit tanaman yang dapat menyebabkan menurunnya hasil produksi jagung. Penyakit-penyakit yang sering muncul pada tanaman jagung yaitu penyakit busuk batang, bulai, karat daun, bercak daun, dan hawar daun (Wakman dan Burhanuddin, 2007). Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit utama pada tanaman jagung. Penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil lebih dari 50% (Ogliari *et al.*, 2005; Martin, 2011).

Penyakit hawar daun jagung disebabkan oleh jamur *Exserohilum turcicum* (Ogliari *et al.*, 2005; Abebe and Narong, 2006). Patogen ini juga biasa dikenal dengan nama *Helminthosporium turcicum* (Chung *et al.*, 2010). Beberapa publikasi melaporkan bahwa penyakit hawar daun jagung juga disebabkan oleh *Helminthosporium maydis* (Durrishahwar *et al.*, 2008; Kumar *et al.*, 2009; Ali *et al.*, 2012; Aregbesola *et al.*, 2020).

Hawar daun jagung telah menjadi penyakit umum tanaman jagung di berbagai negara, khususnya di daerah dengan kelembapan tinggi dan suhu rendah (Adipala *et al.*, 1993; Abebe and Narong, 2006). Penyakit ini telah tercatat menyebabkan kerugian di berbagai belahan dunia yaitu Eropa, Amerika, Australia, Asia, dan Afrika (Cao *et al.*, 2020). Penyakit ini dapat menginfeksi tanaman jagung mulai dari fase pertumbuhan vegetatif hingga fase generatif (Latifahani dkk., 2014).

Identifikasi penyebab penyakit tanaman penting dilakukan untuk mendapatkan informasi dasar terkait patogen khususnya informasi spesies dari patogen tersebut. Hal ini diperlukan sebagai dasar pengendalian penyakit yang tepat dan untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Debbi *et al.*, 2018). Identifikasi patogen dapat dilakukan secara konvensional dengan pendekatan morfologi maupun secara molekuler dengan pendekatan gen/DNA (Manzar *et al.*, 2022).

Identifikasi molekuler memberikan jalan yang menarik untuk identifikasi patogen dan gen inang. Penggunaan sistem profil DNA mengungkapkan variasi dalam urutan nukleotida. Sejumlah sistem penanda molekuler telah dikembangkan dan dimanfaatkan untuk karakterisasi patogen tanaman (Gogoi *et al.*, 2014).

Identifikasi secara molekuler berkaitan dengan analisis filogenetik. Analisis filogenetik dipresentasikan sebagai suatu sistem percabangan, seperti diagram pohon yang dikenal sebagai pohon filogenetik. Penyusunan pohon filogenetik bertujuan untuk mengkonstruksi dengan tepat hubungan kekerabatan antara organisme di muka bumi (Hidayat dan Pancoro, 2008).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi patogen hawar daun pada tanaman jagung manis dan hibrida berdasarkan karakter morfologi dan molekuler.

1.3 Kerangka Pemikiran

Identifikasi patogen tanaman penting dilakukan karena informasi mengenai spesies patogen dapat digunakan sebagai dasar pengelolaan penyakit (Ghanbarzadeh *et al.*, 2014). Identifikasi patogen hawar daun jagung biasanya didasarkan pada karakteristik morfologi, namun banyak spesies patogen hawar daun jagung memiliki karakteristik yang sama. Selain itu, bentuk konidianya pun bervariasi tergantung pada isolat dan keadaan kultur (Manamgoda, *et al.*, 2014). Saat ini, Identifikasi patogen juga dapat dilakukan dengan pendekatan molekuler. Analisis filogenetik molekuler dengan menggunakan primer *internal transcribed spacer* (ITS) memungkinkan untuk menentukan posisi filogenetik yang jelas spesies-spesies dalam satu genus dengan spesies dalam genus kerabatnya (Barbee *et al.*, 1999).

Penyakit hawar daun jagung disebabkan oleh jamur *Exserohilum turcicum* (Ogliari *et al.*, 2005; Abebe dan Narong, 2006). Patogen ini juga biasa dikenal dengan nama *Helminthosporium turcicum* (Chung *et al.*, 2010). Beberapa publikasi melaporkan bahwa penyakit hawar daun jagung juga disebabkan oleh *Helminthosporium maydis* (Durrishahwar *et al.*, 2008; Kumar *et al.*, 2009; Ali *et al.*, 2012; Aregbesola *et al.*, 2020). Menurut Gafur *et al.* (2002), penyakit hawar daun jagung di Lampung dilaporkan disebabkan oleh *Cochliobolus heterostrophus* (anamorph: *Bipolaris maydis* sny. *Helminthosporium maydis*).

Spesies-spesies dalam genus *Helminthosporium* dalam beberapa penyempurnaan taksonomi dipisahkan menjadi 4 genera yaitu *Bipolaris*, *Exserohilum*, *Curvularia* dan *Dreschlera* (Manamgoda *et al.*, 2014). Genera ini secara morfologi mirip dan dikenal sebagai jamur helminthosporoid. Beberapa spesies dari genera ini juga dilaporkan menyebabkan gejala hawar daun jagung dan infeksi campuran yang terbentuk dalam keadaan tertentu (Sun *et al.*, 2020). Identifikasi spesies secara tepat dengan melihat gejalanya saja sulit untuk dilakukan. Selain itu genera ini juga memiliki morfologi yang mirip sehingga sulit untuk membedakan antar spesies dengan benar. Oleh karena itu dilakukan identifikasi lanjutan yaitu dengan identifikasi molekuler (Manzar *et al.*, 2022).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disusun, hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah penyebab penyakit hawar daun jagung manis dan hibrida hanya *Bipolaris maydis*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

3.3 Botani dan Morfologi Tanaman Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) adalah tanaman semusim dan termasuk jenis rumputan/graminae yang mempunyai batang tunggal, meski terdapat kemungkinan munculnya cabang anakan pada beberapa genotipe. Batang jagung terdiri atas buku dan ruas. Daun jagung tumbuh pada setiap buku, berhadapan satu sama lain. Bunga jantan terletak pada bagian terpisah pada satu tanaman sehingga lazim terjadi penyerbukan silang. Jagung merupakan tanaman hari pendek, jumlah daunnya ditentukan pada saat inisiasi bunga jantan, dan dikendalikan oleh genotipe, lama penyinaran, dan suhu (Subekti dkk., 2007).

Menurut Subekti dkk. (2007) klasifikasi tanaman jagung yaitu sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophytyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Ordo	: Graminales
Famili	: Graminaceae
Genus	: <i>Zea</i>
Spesies	: <i>Zea mays</i> L.

Batang tanaman jagung beruas-ruas dengan jumlah ruas antara 10-40 ruas. Ruas bagian atas batang berbentuk silindris dan ruas bagian bawah batang berbentuk bulat agak pipih. Tinggi tanaman jagung berkisar antara 1,5-2,5 m dan terbungkus pelepah daun yang berselang-seling yang berasal dari setiap buku (Dewi, 2017).

Daun jagung mulai terbuka sesudah koleoptil muncul di atas permukaan tanah. Setiap daun terdiri dari helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang melekat pada batang. Daun jagung jumlahnya sama dengan jumlah buku batang. Umumnya

jumlah daun berkisar antara 10-18 helai. Panjang daun jagung bervariasi antara 30-150 cm dengan lebar 4-15 cm. Tepi helaian daun halus dan terkadang berombak (Fitrianti, 2016).

Bunga jagung terdiri dari bunga jantan dan bunga betina yang terpisah dalam satu tanaman. Bunga jantan tumbuh dibagian pucuk tanaman jagung. Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol yang tumbuh diantara batang dan pelepah daun. Umumnya, satu tanaman jagung hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki beberapa bunga (Riswan, 2018).

Buah jagung terdiri dari tongkol, biji, dan kulit pembungkus (klobot). Pada tongkol terdapat biji-biji jagung yang menempel erat. Biji jagung terletak pada tongkol produktif yang tersusun memanjang. Pada ujung buah jagung terdapat rambut-rambut yang memanjang hingga keluar dari pembungkus (klobot) (Dewi, 2017). Kulit jagung (klobot) berwarna hijau muda saat masih muda dan mengering pada pohonnya saat sudah tua yang berfungsi sebagai pelindung biji jagung (Sihaloho, 2020).

3.3 Penyakit Hawar Daun

Penyakit hawar daun merupakan salah satu penyakit penting pada tanaman jagung karena penyakit ini dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 50%. Gejala infeksi penyakit hawar daun pada jagung dimulai dengan munculnya bercak kecil berwarna coklat kehijauan berbentuk bulat memanjang (Jakhar *et al.*, 2017). Setelah itu bercak akan berkembang besar berbentuk oval dengan lebar 5-15 cm. Gejala bercak yang kian melebar akan bersatu dengan bercak yang lain sehingga menyebabkan jaringan daun mati (nekrosis) dan kemudian daun jagung akan mengering (Latifahani dkk., 2014; Wathaneeyawech *et al.*, 2015; Fadilah dkk., 2021). Gejala penyakit hawar daun dapat ditemukan pada tahap pembibitan hingga pemanenan (Abebe and Narong, 2006).

Patogen hawar daun yang menyerang tanaman jagung disebabkan oleh jamur *Helminthosporium* sp. (Pakki, 2005). Di Indonesia telah dilaporkan dua spesies *Helminthosporium* yang menyebabkan penyakit hawar daun jagung yaitu *Helminthosporium turcicum* dan *Helminthosporium maydis* (Sudjono, 1988). Spesies-spesies dalam genus *Helminthosporium* dalam beberapa penyempurnaan taksonomi dipisahkan menjadi 4 genera yaitu *Bipolaris*, *Exserohilum*, *Curvularia* dan *Dreschlera* (Manamgoda, et al., 2014). Genera ini secara morfologi mirip dan dikenal sebagai jamur Helminthosporoid.

Setosphaeria turcica (sny. *Exserohilum turcicum* atau yang sebelumnya dikenal sebagai *Helminthosporium turcicum*) merupakan patogen penyebab penyakit hawar daun jagung utara (*Northern Corn Leaf Blight/NCLB*) (Mueller et al., 2016; Cao et al., 2020). Beberapa publikasi penelitian menyebutkan penyakit hawar daun juga disebabkan oleh spesies lain yaitu *Bipolaris maydis* (sny. *Helminthosporium maydis*) yang biasa dikenal dengan sebutan *Southern Corn Leaf Blight* (SCLB) (Bruns, 2017; Manzar et al., 2022).

Karimishahri and Sharma (2016) melaporkan di India penyakit hawar daun jagung disebabkan oleh *B. maydis*. Kang et al. (2018) melaporkan di Korea penyakit hawar daun jagung disebabkan oleh *Cochliobolus heterostrophus* (anamorph, *B. maydis*). Wathaneeyawech et al. (2015b) melaporkan penyakit hawar daun jagung di Thailand disebabkan oleh *E. turcicum*. Di Lampung Gafur et al. (2002) melaporkan penyebab penyakit hawar daun jagung disebabkan oleh *C. heterostrophus*.

Menurut Hernandez-Restrepo et al. (2018) *Exserohilum turcicum* diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Dothideomycetes
Ordo	: Pleosporales
Family	: Pleosporaceae
Genus	: <i>Exserohilum</i>
Spesies	: <i>Exserohilum turcicum</i>

Menurut Manamgoda *et al.* (2014) *Bipolaris maydis* diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom : Fungi
Divisi : Ascomycota
Kelas : Dothideomycetes
Ordo : Pleosporales
Family : Pleosporaceae
Genus : *Bipolaris*
Spesies : *Bipolaris maydis*

Helminthosporium dikenal sebagai patogen hawar daun pada tanaman jagung. Patogen ini dapat berkembang dengan baik pada daerah dengan kelembapan udara sekitar 97-98%. Selain kelembapan, faktor suhu juga memiliki peran penting dalam perkembangan jamur *Helminthosporium* suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan patogen ini berkisar 20-30 °C (Fadilah dkk., 2021).

3.3 Identifikasi Jamur

Identifikasi jamur sebagian besar dideskripsikan secara konvensional berdasarkan morfologi. Karakter morfologi yang digunakan untuk identifikasi jamur yaitu penampakan makroskopik dan mikroskopik koloni jamur. Identifikasi secara makroskopik dilakukan dengan mengamati warna, morfologi, serta tepi koloni pada medium padat. Sedangkan pada medium cair penampakan yang diamati yaitu keberadaan endapan (sediment), pelikel (pellicle), cincin (ring), dan pulau-pulau (islets). Identifikasi secara mikroskopik dilakukan dengan mengamati bentuk sel, kisaran ukuran sel, tipe pertunasan, keberadaan miselium palsu maupun sejati, dan tipe reproduksi seksual atau aseksual (Rukmana, 2015).

Identifikasi jamur juga dapat dilakukan dengan uji fisiologi dan biokimia. Namun identifikasi konvensional berdasarkan morfologi, fisiologi dan biokimia memiliki kelemahan diantaranya yaitu memerlukan waktu yang lama dalam pengerjaannya. Selain itu juga dapat terjadi kesalahan identifikasi terutama pada spesies yang berkerabat dekat (Geiser, 2004). Saat ini telah dikembangkan metode identifikasi

secara molekuler yang dapat mengidentifikasi jamur secara mudah, cepat, dan akurat.

Identifikasi secara molekuler dilakukan dengan menggunakan teknologi PCR (*Polymerase Chain Reaction*). PCR merupakan suatu metode enzimatik untuk amplifikasi DNA dengan cara *in vitro* (Yusuf, 2010). Teknik PCR berfungsi untuk mengamplifikasi segmen DNA dalam jumlah jutaan kali hanya dalam beberapa jam (Handoyo dan Rudiretna, 2001). PCR memungkinkan dilakukannya pelipatgandaan suatu fragmen DNA. Komponen utama yang diperlukan pada proses PCR yaitu DNA cetakan/DNA templat, Oligonukleotida primer, Deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP), Enzim DNA Polimerase, dan senyawa buffer Proses. PCR melibatkan 3 tahapan penting yang selalu berulang 30-40 siklus dan berlangsung dengan cepat. Tahapan tersebut yaitu denaturasi, annealing (penempelan primer), dan Extention (pemanjangan primer) (Yusuf, 2010).

Teknik PCR dikatakan memiliki keunggulan yang sangat tinggi. Hal ini didasarkan atas spesifitas, efisiensi, dan keakuratannya. Spesifitas PCR terletak pada kemampuannya mengamplifikasi dan menghasilkan produk melalui sejumlah siklus. Keakuratan yang tinggi karena DNA polimerase dapat menghindari kesalahan pada amplifikasi produk. Kelebihan lain metode PCR mampu memperoleh pelipatgandaan suatu fragmen DNA (110 bp, 5×10^{-9} mol) sebesar 200.00 kali setelah dilakukan 20 siklus reaksi selama 220 menit (Yusuf, 2010).

Karakter morfologi telah lama digunakan dalam banyak penelitian filogenetika. Dengan pesatnya perkembangan teknik-teknik di dalam biologi molekuler, seperti *polymerase chain reaction* (PCR) dan *sequencing DNA*, penggunaan sekuen DNA dalam penelitian filogenetik telah meningkat pesat dan telah dilakukan pada semua tingkatan taksonomi, misalnya famili, marga, dan spesies. Filogenetik molekuler mengombinasikan teknik biologi molekuler dengan statistik untuk merekonstruksi hubungan filogenetika (Hidayat dan Pancoro, 2019).

Beberapa alasan penggunaan sekuen DNA (Hillis *et al.*, 1996), yaitu (1) DNA merupakan unit dasar informasi yang mengkode organisme, (2) lebih memudahkan dalam mengekstrak dan menggabungkan informasi mengenai proses evolusi suatu kelompok organisme, sehingga mudah untuk dianalisis, (3) memudahkan dalam pembuatan model dari peristiwa evolusi secara komparatif, dan (4) menghasilkan informasi yang banyak dan beragam, dengan demikian akan ada banyak bukti tentang kebenaran suatu hubungan filogenetika.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung dari bulan Januari-Oktober 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Autoklaf, Mikroskop, *Laminar Air Flow* (LAF), microwave, *rotary mixer*, shaker, timbangan elektrik, cawan petri, erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi, bunsen, jarum ose, pinset, bor gabus, alat tulis, kertas label, plastik *wrapping*, plastik tahan panas, *aluminium foil*, mikropipet 0-1000 μ l, tip 0-1000 μ l, *pcr tube* 100 μ l, sentrifuse, mesin PCR, alat elektroforesis, *Digi-doc*, *water bath*, dan alat dokumentasi.

Bahan yang digunakan adalah daun jagung manis dan hibrida yang bergejala hawar, media PSA, media cairklorok, akuades, alkohol 70%, *buffer*, CTAB 2%, air steril, *isopropanol*, *chloroform*, *isoamylalcohol*, *phenol*, *loading dye*, primer ITS1/4, *buffer TE*, dan *EDTA*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pembuatan Media *Potato Sucrose Agar* (PSA)

Pembuatan media PSA dimulai dengan mengupas kentang lalu ditimbang sebanyak 200 g. Setelah itu kentang dipotong kecil-kecil menyerupai dadu. Kemudian kentang dicuci dan dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan 1000 mL akuades, lalu direbus hingga mendidih. Selanjutnya air ekstrak rebusan kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 20 g agar batang dan 20 g sukrosa, kemudian diaduk sampai homogen. Setelah itu erlenmeyer ditutup menggunakan alumunium foil dan dimasukan kedalam plastik tahan panas. Kemudian media tersebut disterilkan menggunakan autoklaf dengan tekanan 1 atm dan suhu 121 °C selama 15 menit. Selanjutnya media dituang ke cawan petri steril dalam LAF.

3.3.2 Isolasi Patogen Penyebab Hawar Daun

Patogen penyebab penyakit hawar daun jagung diisolasi dari daun tanaman jagung yang bergejala hawar. Sampel hawar daun jagung manis varietas Super Sweet diperoleh dari Kecamatan Sukadana Lampung Timur, sedangkan sampel hawar daun jagung hibrida varietas Bisi 18 diperoleh dari Kecamatan Natar Lampung Selatan. Isolasi penyebab hawar daun diawali dengan cara membersihkan sampel daun jagung yang bergejala hawar. Lalu daun jagung tersebut dipotong sekitar 0,2-0,5 cm lalu direndam dalam larutan natrium hipoklorid (NaOCl) 1% selama 2 menit. Potongan daun jagung kemudian dibilas menggunakan aquades dan dikeringanginkan diatas tissue. Potongan daun jagung lalu diletakkan pada cawan petri yang telah berisi media PSA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Kemudian miselium yang tumbuh dipindahkan pada media PSA yang baru untuk mendapatkan biakan jamur yang murni.

Setelah diperoleh isolat murni maka dilanjutkan dengan uji patogenisitas. Isolat jamur yang digunakan untuk uji patogenesis dengan metode Postulat Koch adalah isolat jagung manis dan isolat jagung hibrida. Uji Postulat Koch dilakukan

dengan cara menginokulasikan jamur patogen yang telah dibiakan pada tanaman jagung yang sehat pada umur 20 hst. Hasil biakan murni jamur dipotong terlebih dahulu menggunakan bor gabus berdiameter 0,4 cm. Hasil potongan tersebut kemudian diletakkan dipermukaan daun jagung dan ditutup dengan menggunakan kapas yang telah disemprot akuades steril lalu ditutup dengan menggunakan selotip bening serta disungkup selama 7 hari. Setelah gejala muncul kemudian dilakukan reisolasi untuk mengetahui apakah hasil reisolasi tersebut sama dengan hasil isolasi (Sahara, 2020).

3.3.3 Identifikasi Morfologi

Identifikasi morfologi jamur hasil isolasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis meliputi pengamatan bentuk koloni jamur, warna permukaan koloni, dan warna bawah koloni jamur yang sudah dibiakan pada cawan petri berisi media PDA. Selanjutnya dilakukan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop dengan mengamati bentuk hifa dan bentuk konidia. Hasil pengamatan kemudian dicocokkan dengan buku identifikasi Barnett (1969), jurnal Manamgoda *et al.* (2014), dan jurnal Hernandez-Restrepo *et al.* (2018).

3.3.4 Identifikasi Molekuler

Tahapan identifikasi secara molekuler yaitu ekstraksi DNA, amplifikasi DNA, sekuensing, dan analisis filogenetik.

3.3.4.1 Ekstraksi DNA

Tahap Ekstraksi DNA diawali dengan menumbuhkan jamur hasil isolasi pada media cair selama 7 hari. DNA genom kemudian diekstraksi dengan metode CTAB (*Cetyltrimethyl ammonium bromide*). Koloni jamur lalu dipindahkan ke tabung sentrifuse dengan volume 10 mL kemudian disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Setelah itu supernatan dibuang lalu diambil pellet dan ditambahkan alkohol 70% sebanyak 500 μ L lalu disentrifuse kembali dengan

kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit. Kemudian supernatan dibuang dan pellet ditambahkan 1000 μ L buffer ekstraksi DNA. Selanjutnya pellet dan buffer dihomogenkan menggunakan rotamixer hingga homogen lalu dimasukkan kedalam mortar dingin untuk diinkubasi selama 1-2 hari.

Pellet dan buffer pada mortar kemudian digerus selama 15 menit lalu dituang ke tube 1,5 mL dan ditambahkan 400 μ L CTAB 2% lalu di waterbath selama 1 jam pada suhu 65 °C. Kemudian ditambahkan 500 μ L PCI (*phenol, chloroform, isoamyl alcohol*) lalu disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Sesudah disentrifuse, diambil larutan beningnya sebanyak 500 μ L kemudian dipindahkan ke tabung mikrosentrifuse 1,5 mL yang baru dan ditambahkan CI (*chloroform, isoamyl alcohol*) dengan perbandingan yang sama dengan volume larutan sebelumnya yaitu 1:1. Lalu disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm.

Larutan bagian atas kemudian diambil 400 μ L dan dipindahkan ke tabung mikrosentrifuse 1,5 ml yang baru. Kemudian ditambahkan isopropanol dingin dengan volume yang sama lalu dihomogenkan. Selanjutnya larutan diinkubasi pada suhu -20 °C selama 20 menit lalu disentrifuse kembali selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm untuk memperoleh pellet. Setelah itu pellet ditambahkan 500 μ L alkohol 70% dan disentrifuse kembali selama 5 menit pada kecepatan 14.000 rpm. Kemudian supernatan dibuang dan pellet dikeringanginkan selama 1-2 hari.

Pellet yang sudah kering ditambahkan 20 μ L buffer TE. Kemudian DNA genom dicek menggunakan elektroforesis pada *gel agarosa* 0,1%. Elektroforesis dilakukan selama 60 menit pada 55 volt. Hasil elektroforesis selanjutnya divisualisasikan menggunakan *Digi-Doc-Imaging System*.

3.3.4.2 Amplifikasi DNA

Amplifikasi DNA menggunakan primer *Internal Transcribed Spacer (ITS) Universal fungi*. Amplifikasi DNA dilakukan menggunakan 25 μL campuran reaksi yang mengandung 12,5 μL Red mix, 1 μL primer *forward*, 1 μL primer *reverse*, 1 μL DNA dan 9,5 μL air steril. Kemudian siklus amplifikasi dilakukan dengan beberapa tahap utama yaitu *denaturasi*, *annealing* dan *ekstension*.

Proses amplifikasi ini menggunakan primer ITS 1 dan ITS 4 (Tabel 1) pada suhu 95 °C selama 2 menit pada *denaturasi* awal, kemudian diikuti oleh 30 siklus *denaturasi* pada suhu 95 °C selama 30 detik, lalu *annealing* pada suhu 55 °C selama 1 menit serta pemanjangan akhir pada suhu 72 °C selama 10 menit. Selanjutnya produk hasil PCR dielektroforesis pada *gel agarosa* 0,5% selama 60 menit pada 55 volt. Hasil elektroforesis lalu divisualisasikan dengan menggunakan *Digi-Doc-Imaging*.

Tabel 1. Primer yang digunakan pada penelitian

Primer	Sekuens	Sumber
ITS	ITS-1: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3'	Sonavane <i>et al.</i> 2015
	ITS-4: 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'	

3.3.5.3 Sekuensing dan Analisis Filogenetik

Hasil Amplifikasi disekuensing di PT. *Genetika Science Indonesia* yang berada di Jakarta. Data sekuensing kemudian disetarakan (*alignment*) dengan Clustal-W dan diedit sesuai yang diperlukan. Hasil *alignment* selanjutnya dibandingkan dengan database NCBI melalui program *Basic Local Alignment Search Tool for Nucleotide Sequences (BLASTN)* yang bertujuan untuk membandingkan homologi isolat hasil isolasi dengan database.

Analisis filogenetik dilakukan menggunakan software MEGA versi 6 (Tamura *et al.*, 2013) dengan metode *Neighbor Joining* (NJ) dan bootsrap sebanyak 1000 (Subari *et al.*, 2021) menggunakan aksesi jamur dengan homologi tinggi yang diambil dari *gen bank* berdasarkan pustaka (Manamgoda *et al.*, 2014; Hernandez-Restrepo *et al.*, 2018) (Tabel 2). Out grup yang digunakan yaitu *Alternaria alternata* (Manamgoda *et al.*, 2014). Penentuan spesies jamur berdasarkan pada spesies dengan kekerabatan terdekat pada pohon filogenetik yang diperoleh.

Tabel 2. Aksesi jamur yang digunakan untuk analisis filogenetik

Taxon	Aksesi NCBI
<i>Setosphaeria turcica</i>	LT837485
	LT837484
	LT837483
	LT837487
<i>Setosphaeria rostrata</i>	LT837823
	LT837836
<i>Bipolaris maydis</i>	HF934923
	HF934926
	KJ909769
	KM230389
	AF071325
<i>Bipolaris zeicola</i>	KM230397
	KM230398
<i>Curvularia tuberculata</i>	JX256433
<i>Curvularia lunata</i>	JX256429
<i>Alternaria alternata</i>	AF071346

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan karakter morfologi patogen hawar daun jagung manis dan hibrida adalah *Bipolaris maydis* dengan ciri koloni jamur berwarna abu-abu kehijauan hingga hitam, bentuk konidia fusiform dengan 3-9 septa berukuran antara 20-70x9-12 μm dan memiliki hifa bersekat.
2. Berdasarkan karakter molekuler menggunakan analisis filogenetik patogen hawar daun jagung hibrida adalah *Bipolaris maydis*.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji pengaruh faktor lingkungan terhadap perkembangan patogen hawar daun jagung *Bipolaris maydis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, D. and Narong, S. 2006. Morphological, cultural and pathogenicity variation of *Exserohilum turcicum* (Pass) Leonard and Suggs isolates in maize (*Zea mays* L.). *Kasetsart Journal (Natural Science)*. 40: 341-352.
- Adipala, E., Lipps, P.E., and Madden, L.V. 1993. Reaction of maize cultivars from Uganda to *Exserohilum turcicum*. *Phytopathology*. 83(2): 217-223.
- Ali, F., Mareeya, M., and Jie, X. 2012. Accumulation of desirable alleles for southern leaf blight (SLB) in maize (*Zea mays* L.) under the epiphytotic of *Helminthosporium maydis*. *Australian Journal of Crop Science*. 6(8): 1283-1289.
- Aregbesola, E., Alejandro, O.B., Titilayo, F., Gbolagade, J., Sarah, H., and Ranajit, B. 2020. A detached leaf assay to rapidly screen for resistance of maize to *Bipolaris maydis*, the causal agent of Southern corn leaf blight. *European Journal of Plant Pathology*. 156: 133-145.
- Barnett, H.L. 1969. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Department of Plant Pathology, Bacteriology, and Entomology, West Virginia University.
- Barbee, M.L., Mona, P., and Hubbard, S. 1999. Cochliobolus phylogenetics and the origin of known, highly virulent pathogens, inferred from ITS and Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase Gene Sequences. *Mycologia*. 91: 964-977.
- Bruns, H.A. 2017. Southern corn leaf blight: a story worth retelling. *Agronomy Journal*. 109(4): 1-7.
- Cao, Z., Kang, Z., Xiaoyue, G., Turgeon, B.G., and Jingao, D. 2020. A genome resource of *Setosphaeria turcica*, causal agent of northern leaf blight of maize. *Phytopathology*. 110(12): 2014-2016.
- Chung, C.L., Tiffany, J., Joy, L., and Rebecca, N. 2010. Characterization and mapping of a resistance locus for northern leaf blight in maize Bin 8.06. *Theoretical and Applied Genetics*. 21: 205-227.

- Da Cunha, K.C., Sutton, D.A., Fothergill, A.W., Cano, J., Gené, J., Madrid, H., De Hoog, S., Crous, P.W., and Guarro, J. 2012. Diversity of *Bipolaris* Species in clinical samples in the United States and their antifungal susceptibility profiles. *Journal of Clinical Microbiology*. 50(12): 4061-4066.
- Debbi, A., Bouregghda, H., Monte, E. and Hermosa, R. 2018. Distribution and genetic variability of *Fusarium oxysporum* associated with tomato diseases in Algeria and a biocontrol strategy with indigenous *Trichoderma* spp. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1-11.
- Dewi, R.K. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccarhata Sturt) terhadap Aplikasi POC Limbah Kubis-Kubisan (*Brassicaceae*) dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Skripsi*. Universitas Medan Area. Medan.
- Durrishahwar, Hidayat, U.R., Syed, M.A.S., Ibne, A.K., and Farhan, A. 2008. Recurrent selection for yield and yield associated traits under leaf blight (*Helminthosporium maydis*) stress in maize. *Sarhad Journal of Agriculture*. 24(4): 599-606.
- Fadilah, N., Yuni, S.R., dan Lutfi, T.A. 2021. Isolasi dan karakterisasi cendawan patogen daun jagung manis (*Zea mays*) varietas talenta di BBPP Ketindan, Jawa Timur menggunakan Metode direct plating dan moist Chamber. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 3(1): 20-25.
- Fitrianti, I. 2016. Uji Konsentrasi Formulasi Bacillus Subtilis Bnt8 terhadap Pertumbuhan Benih Jagung (*Zea mays* L.) secara In Vitro. *Skripsi*. UIN Alaudidin. Makassar.
- Gafur, A., Mujim, S., and Aeny, T.N. 2002. Morphological and pathological variations in the Indonesian *Cochliobolus heterostrophus* (Pleosporaceae, Pleosporales, Euascomycetes). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5(11): 1195-1198.
- Geiser, D.M. 2004. A higher level phylogenetic clasification of the fungi. *Mycological Research*. 3: 509-547.
- Ghanbarzadeh, B., Goltapeh, M., dan Safaie, N. 2014. Identification of *Fusarium* Species causing basal rot of onion in East Azarbajian Province, Iran and evaluation of their virulence on onion bulbs and seedlings. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 47(9): 1050-1062.
- Gogoi, R., Sanjay, S., Kumar, S.P., Kulanthaivel, S., and Rai, S.N. 2014. Genetic variability in the isolates of *Bipolaris maydis* causing maydis leaf blight of maize. *African Journal of Agricultural Research*. 9(24): 1906-1913.

- Handoyo, D. dan Rudiretna, A. 2001. Prinsip umum dan pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR). *Unitas*. 9(1): 17-29.
- Hernandez-Restrepo, M., Madrid, H., Tan, Y.P., da Cunha, K.C., Gene, J., Guarro, J., Crous, P.W. 2018. Multi-locus phylogeny and taxonomy of *Exserohilum*. *Persoonia*. 41(5) :71-108.
- Hidayat, T. dan Pancoro, A. 2008. Ulasan kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik angrek. *Jurnal AgroBiogen*. 4(1): 35-40.
- Hillis, D.M., Moritz, C., and Mable, B.K. 1996. *Molecular Systematic*. 2nd Ed. Sinauer Associates, Massachusetts.
- Jakhar, D. S., Singh, R., Kumar, S., Singh, P., and Ojha, V. 2017. Turcicum leaf blight: a ubiquitous foliar disease of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(3): 825-831.
- Kang, I.J., Shim, H.K., Roh, J.H., Heu, S., and Shin, D.B. 2018. Simple detection of *Cochliobolus* fungal pathogens in maize. *The Plant Pathology Journal*. 34(4): 327-334.
- Karimishahri, M.R. and Sharma, R.C. 2016. Genetic variation among isolates of *Bipolaris maydis* using RAPD PCR. *Italian Journal of Mycology*. 45: 19-28.
- Kementrian Pertanian RI. 2018. Produksi Jagung Menurut Provinsi, 2014-2018. <https://www.pertanian.go.id>. Diakses 1 Desember 2021.
- Kumar, S., Archana, R., and Jha, M.M. 2009. Potential of *Trichoderma spp.* as biocontrol agents against pathogens causing maydis leaf blight of maize. *Journal Biology Control*. 23(1): 89-91.
- Kutawa, A.B., Ahmad, K., Ali, A., Zohbir, S.A.M., and Wahab, M.A.A. 2021. Identification and characterization of pathogen responsible for causing Southern Corn Leaf Blight (SCLB) disease in Malaysia. *International Journal of Agriculture and Biology*. 26(5): 607-616.
- Latifahani, N., Abdul, C., dan Syamsuddin, D., 2014. Ketahanan beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) terhadap serangan penyakit hawar daun (*Exserohilum turcicum* Pass. Leonard et Sugss.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2(1): 52-60.
- Manamgoda, D.S., Rossman, A.Y., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Madrid, H., Chukeatirote, E., Hyde, K.D. 2014. The Genus *Bipolaris*. *Studies in Mycology*. 79: 221-288.

- Manzar, N., Kashyap, A.S., Maurya, A., Rajawat, M.V.S., Sharma, P.K., Srivastava, A.K., Roy, M., Saxena, A.K., and Singh, H.V. 2022. Multi-gene phylogenetic approach for identification and diversity analysis of *Bipolaris maydis* and *Curvularia lunata* isolates causing foliar blight of *zea mays*. *Journal of Fungi*. 8: 802-806.
- Martin, T. 2011. *Setosphaeria turcica*, Fungal Mating and Plant Defence. *Thesis*. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Plant Biology and Forest Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Mueller, D.S., Kiersten, A.W., Adam, J.S. 2016. Corn yield loss estimates due to diseases in the United States and Ontario, Canada from 2012 to 2015. *Plant Health Progress*. 17(3): 211-222.
- Ogliari, J.B., Marco, A.G., Isaiiah, O.G., dan Luis, E.A.C. 2005. New resistance genes in the *Zea mays Exserohilum turcicum* pathosystem. *Genetics and Molecular Biology*. 28(3): 435-439.
- Oktarida, R., and Hamidson, H. 2021. Response of three sweet maize varieties to leaf blight (*Exserohilum turcicum*) planted in freshwater swamps of South Sumatra. *Journal of Suboptimal Lands*. 10(2): 225-232.
- Pakki, S. 2005. Epidemiologi dan pengendalian penyakit bercak daun (*Helminthosporium* sp.) pada tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24(3): 101-108.
- Pengfei, L., Feng, J., Jinfeng, Z., Zili, Z., Hanning, W., and Xiaoming, W. 2011. QTL Mapping for resistance to southern leaf blight in sweet corn. *African Journal of Agricultural Research*. 6(28): 6197-6203.
- Riswan, M.H.D. 2018. Inventarisasi Hama dan Penyakit pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Desa Tumpatan Nibung Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang. *Skripsi*. Universitas Medan Area. Medan.
- Rukmana, S. 2015. Perbandingan Sekuens Kapang *Trichoderma* Sp. berdasarkan *Internal Transcribed Spacer* (ITS) rDNA dengan Menggunakan Database NCBI. *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Rusae, A., Metboki, B., dan Atini, B. 2018. Identifikasi cendawan patogen pada tanaman sorgum di Timor Tengah Utara. *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*. 3(4): 69-71.
- Sahara, B. 2020. Potensi gulma sebagai bahan fungisida nabati terhadap penyakit hawar daun (*Helminthosporium maydis*) pada tanaman jagung (*Zea mays*). *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sihaloho, A.S. 2020. Respon Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays* Saccharata sturt) dengan Aplikasi Kompos Limbah Jagung dan Mikoriza. *Skripsi*. Universitas Medan Area. Medan.

- Sonavane, P., Devi, P., Raju, J., Deebakamin, and Jayalakshmi, K. 2015. DNA Barcoding of *Bipolaris* species by using genetic markers for precise species identification. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 9(4): 3277-3282.
- Subari, A., Razak, A., and Sumarmin, R. 2021. Phylogenetic analysis of *Rasbora* spp. based on the mitochondrial DNA COI Gene in Harapan Forest. *Jurnal Biologi Tropis*. 21(1): 89-94.
- Subekti, N.A., Syafrudin, R.E., dan Sunarti, S. 2007. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Jakarta.
- Sudjono, M.S. 1988. *Penyakit Jagung dan Pengendaliannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 204-241.
- Sun, X., Qi, X., and Wang, W. 2020. Etiology and symptoms of maize leaf spot caused by *Bipolaris* spp. in Sichuan, China. *Pathogens*. 9(229): 1-18.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, A., and Kumar, S. 2013. MEGA 6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*. 30(12): 2725-2729.
- Tuszahrohmi, N., Romadi, U., and Kurniasari, I. 2019. The Effectivity of *Paenibacillus polymyxa* and *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Helminthosporium turcicum* in Maize (*Zea mays* L.) (In Indonesia). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 12(2): 77-81.
- Wakman, W. dan Burhanuddin. 2007. *Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. hlm. 305-335.
- Wathaneeyawech, S., Sirithunya, P., and Smitamana, P. 2015a. Collections, isolations, morphological study of *Exserohilum turcicum* and screening resistant varieties of corn to northern corn leaf blight disease. *International Journal of Agricultural Technology*. 11(4): 937-952.
- Wathaneeyawech, S., Sirithunya, P., and Smitamana, P. 2015b. Study of the host range of northern corn leaf blight disease and effect of *Exserohilum turcicum* toxin on sweet corn. *International Journal of Agricultural Technology*. 11(4): 953-963.
- Yusuf, Z.K. 2010. Polymerase Chain Reaction (PCR). *Saintek*. 5(6): 36-42.