

**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DAN TINGKAT
KEPARAHAN PENYAKITNYA**

(Skripsi)

Oleh

**LORINA TRISNAWATI SIMATUPANG
1854191002**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DAN TINGKAT KEPARAHAN PENYAKITNYA

Oleh

LORINA TRISNAWATI SIMATUPANG

Penyakit hawar daun jagung yang disebabkan *Bipolaris maydis* merupakan penyakit yang potensial menurunkan produksi jagung hingga mencapai 50%. Penelitian bertujuan mengetahui identitas penyebab penyakit hawar daun pada tanaman jagung serta pengukuran tingkat keparahan penyakit. Identifikasi penyebab penyakit penting dilakukan demi mendapatkan informasi mengenai penyebab penyakit. Pengukuran keparahan penyakit hawar daun di lapangan menggunakan sistem skor. Postulasi Koch menunjukkan bahwa isolat jamur patogenik pada jagung hibrida Bisi 18. Berdasarkan identifikasi morfologi dan molekuler menunjukkan bahwa penyakit hawar daun pada tanaman jagung Hibrida Bisi 18 adalah *Bipolaris maydis* dengan keparahan penyakit 27,5% termasuk agak tahan.

Kata Kunci: *Bipolaris maydis*, hawar daun jagung, identifikasi molekuler, morfologi

**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DAN TINGKAT
KEPARAHAN PENYAKITNYA**

Oleh

LORINA TRISNAWATI SIMATUPANG

Skripsi

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

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT
HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.) DAN TINGKAT KEPARAHAN
PENYAKITNYA**

Nama Mahasiswa : **Lorina Trisnawati Simatupang**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1854191002

Jurusan : Proteksi Tanaman

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing



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



Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
NIP 196010031986031003

MENGETAHUI,

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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


.....

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.


.....

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P.


.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DAN TINGKAT KEPARAHAN PENYAKITNYA**” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, **23** Agustus 2023
Penulis



Lorina Trisnawati Simatupang
NPM 1854191002

*Ada waktu untuk menangis, ada waktu untuk tertawa, ada waktu untuk
meratap, ada waktu untuk menari.*

(Pengkotbah 3:4)

*Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi
nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan
permohonan dengan ucapan syukur*

(Filipi 4 ayat 6)

*Kuatkan dan teguhkanlah hatimu, janganlah takut dan jangan gemetar
karna mereka, sebab Tuhan, Allahmu, Dialah yang berjalan menyertai
engkau; Ia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan
meninggalkan engkau.”*

(Ulangan 31:4)

"Mulai setiap harimu dengan pikiran positif dan hati yang bersyukur"

(Roy T. Bennett)

*“Saya takbisa merubah arah angin, namun saya bisa menyesuaikan
pelayaran saya untuk selalu menggapai tujuan saya”*

(Jimmy Dean)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Liwa, Lampung Barat 23 Juli 2000. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara pasangan Bapak Luster Simatupang dan Ibu Delita Simamora

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Sukarame, pada tahun 2012, sekolah menengah pertama di SMPN 1 Liwa, Lampung Barat pada tahun 2015, dan sekolah menengah atas di SMAN 1 Liwa, Lampung Barat pada tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2018, melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Selama kuliah, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Agama Katholik pada tahun ajaran 2019/2020 (semester ganjil), Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman (DDPT) tahun ajaran 2022/2023 (semester ganjil), dan Biologi tahun ajaran 2022/2023 (semester ganjil).

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata Universitas Lampung (KKN) di Desa Simpang Serdang, Kecamatan Balik bukit, Kabupaten Lampung Barat. Pada bulan Februari- Maret 2021 dan melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Sahabat Hidroponik Jaya Anggara Farm Lampung pada bulan Juli-Agustus 2022.

Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) pada tahun kepengurusan 2019/2020 sebagai Anggota Bidang Eksternal, 2019/2020 sebagai Anggota Bidang Kewirausahaan.

Karya ini kupersembahkan untuk Mama dan Papa tercinta sebagai tanda bukti dan cinta kasihku atas segala kasih sayang, dukungan dan kerja keras untuk ku menggapai impian.

Tak lupa pula kupersembahkan karya ini untuk ketiga adik-adik terkasihku Santa feni B, Erwin Rivaldo S, dan Maria Chelsi Olivia W,S

Serta teman-teman seperjuangan dan Almamater Tercinta.

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus, atas segala kasih karunia dan anugerah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi “**IDENTIFIKASI PENYEBAB PENYAKIT HAWAR DAUN PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L) DAN TINGKAT KEPARAHANNYA**”. 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. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P., selaku pembimbing I atas waktu dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, nasihat, saran, motivasi dan perhatian kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi,
4. Prof. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S. selaku pembimbing II atas bimbingan, saran, nasihat, motivasi dan kesabarannya dalam membantu penulis melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi,
5. Dr. Ir. Joko Prasetyo, M.P. selaku penguji atas segala masukan, saran dan nasihat kepada penulis selama melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi,
6. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku pembimbing akademik atas waktu, nasihat, saran dan motivasi yang diberikan kepada penulis sejak awal berkuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi,
7. Kedua orang tua tercinta, Mama (Ibu Delita Simamora) dan Papa (Bapak Luster Simayupang) atas kasih sayang, semangat, doa, dan dukungan yang tiada henti nya diberikan kepada penulis.

8. Saudara Jonathan Farel Siagian, yang selalu sabar dan setia dalam mendampingi penulis, serta memotivasi, memberikan semangat, doa, nasehat dan saran sejak awal hingga akhir pembuatan Skripsi ini selesai,
9. Adik-adik penulis Santa Feni Brigita, Erwin Rivaldo, dan Chelsi Olivia Wijaya S, serta seluruh keluarga yang telah memberikan kasih sayang, doa, nasehat, dukungan, serta kesabaran yang luar biasa dalam setiap langkah penulis, Keluarga besarku, om, tante, sepupu-sepupu tersayang yang tak dapat dituliskan satu persatu atas doa dan dukungannya kepada penulis,
10. Wayan Apriliani partner penelitianku, terimakasih sudah menemani melewati semua proses yang kita kerjakan Bersama-sama, sayang hangat.
11. Teman seperjuangan, sepermainan dan seperskripsian Santa Togi, Grecia Angelin, Maissy, Devi, Fitri, Malini AV Hutajulu, Ria Merlanda, Ike Triani, Dwi Endar, Kadek Saraswati, Adidamar, Anju Haurunisa, Umar Bagus, Erika widya Puri, Ari Saputra, dan semua saudara Proteksi tanaman yang senantiasa membantu dan menemani penulis sejak awal perkuliahan hingga melaksanakan penelitian dan menulis skripsi,
12. Keluarga Biotek, Biya, Momii, Bang Nando atas bantuan, saran, nasihat, pengalaman dan pergunjungan yang menyenangkan selama penulis melaksanakan penelitian dan menulis skripsi.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Penulis,

Lorina Trisnawati Simatupang

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Kerangka Pemikiran.....	2
1.4 Hipotesis.....	3
II.TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Deskripsi Penyakit Hawar Daun	4
2.2 Daur Penyakit.....	6
2.3 Patogen Penyebab Penyakit	7
2.4 Identifikasi Jamur.....	8
III.BAHAN DAN METODE	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian	11
3.3.1 Pengamatan Keterjadian dan Keparahan Penyakit.....	11
3.3.2 Identifikasi Patogen Penyebab Hawar Daun	14
3.3.3 Analisis dan Penyajian Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil	19
4.1.1 Gejala Penyakit Hawar Daun Jagung	19
4.1.2 Hasil Isolasi	20
4.1.3 Uji Patogenisitas	20

4.1.4 Identifikasi Morfologi.....	21
4.1.5 Identifikasi Molekuler	22
4.1.6 Keparahan dan Keterjadian Penyakit.....	23
4.2 Pembahasan.....	24
V. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skor penyakit yang digunakan	12
2. Primer yang digunakan pada penelitian	18
3. Blangko pengamatan keterjadian dan keparahan penyakit hawar daun jagung.	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gejala penyakit hawar daun	4
2. Jamur <i>Bipolaris maydis</i> Syn.....	5
3. Keparahan penyakit hawar daun jagung penyebab patogen <i>Bipolaris maydis</i> skor 0-4 di Hajimena Lampung Selatan.....	12
4. Posisi petak titik sampel pengamatan keterjadian dan keparahan penyakit hawar daun jagung.....	14
5. Daun jagung bergejala penyakit hawar	19
6. Koloni jamur hasil isolasi daun dari jagung bergejala hawar	20
7. Tanaman jagung sehat dan jagung bergejala hawar daun pada uji patogenesis	21
8. Karakteristik jamur <i>Bipolaris maydis</i> asal Hajimena, Lampung Selatan	21
9. Hasil elektroforesis jamur <i>Bipolaris maydis</i> menggunakan primer ITS1 pada gel agarose 0,1% M, DNA Marker.....	22
10. Pohon filogenetik isolat jamur <i>Bipolaris maydis</i> bergejala hawar daun menggunakan Primer ITS 1 dan ITS 4.....	22
11. Keparahan penyakit hawar daun yang disebabkan <i>Bipolaris maydis</i> pada tanaman jagung umur 7-10 MST di Hajimena, September 2022	23
12. Keterjadian penyakit hawar daun yang disebabkan <i>Bipolaris</i> <i>maydis</i> pada tanaman jagung umur 7-10 MST di Hajimena, September.....	24

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit hawar daun yang disebabkan oleh (*Bipolaris maydis* Syn.) merupakan salah satu penyakit pada pertanaman jagung di Indonesia. Penyakit hawar daun ini di Indonesia belum menjadi masalah serius, namun tetap perlu diwaspadai karena bila kondisi lingkungan sesuai dengan perkembangannya dan varietas jagung yang ditanam rentan, maka akan terjadi serangan berat yang dapat menurunkan hasil (Manzar *et al.*, 2022).

Penyakit hawar daun yang disebabkan oleh beberapa spesies jamur sudah menyebar luas di Indonesia dan menimbulkan kerugian. Menurut Pakki (2005), penyakit ini sudah menyebar di seluruh sentra penghasil jagung di Indonesia yaitu Jawa, Kalimantan, Sumatera, dan Sulawesi. Beberapa spesies jamur penyebab penyakit bercak daun tanaman jagung yaitu *B. maydis*, *B. turcicum*, dan *B. carbonum*. Pada tahun 1973, penyakit hawar daun pada pertanaman jagung menyebabkan kerugian besar di Provinsi Lampung. Kehilangan hasil akibat penyakit hawar daun pada tanaman jagung dapat mencapai 59%. Upaya pengendalian penyakit hawar daun dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu penggunaan varietas tahan, waktu tanam yang serentak, sanitasi lingkungan tanaman jagung, dan penggunaan fungisida. Teknik pengendalian paling mudah yang dapat dilakukan petani dan tidak berpengaruh negatif terhadap lingkungan adalah penggunaan varietas tahan.

Proses infeksi jamur *B. maydis* penyebab penyakit hawar daun pada tanaman jagung dimulai dari sporulasi dipermukaan daun. Selanjutnya, spora jamur lepas

dan disebarkan oleh angin sampai pada permukaan daun jagung lainnya. Selanjutnya terjadi adhesi, kemudian penetrasi melalui stomata untuk masuk ke dalam jaringan tanaman dan berkembang sehingga menimbulkan gejala bercak pada daun jagung (Tenrirawe, dan Talanca 2015).

Penyakit hawar daun jagung ini dapat merusak tanaman jagung pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif sehingga menurunkan hasil hingga 90%. Tingkat virulensi jamur *Bipolaris maydis* di Sulawesi Selatan bervariasi dari tingkat rendah sampai tingkat tinggi (Surtikanti, 2009). Identifikasi penyebab penyakit tanaman perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi dasar terkait patogen khususnya informasi spesies dari patogen tersebut. Hal ini diperlukan sebagai dasar pengendalian penyakit yang tepat (Debbi *et al.*, 2018). Identifikasi patogen dapat dilakukan secara konvensional dengan pendekatan morfologi maupun secara molekuler dengan pendekatan gen/DNA (Kalman *et al.*, 2020). Belum tersedia informasi tentang identitas patogen penyebab penyakit hawar daun serta keparahannya pada pertanamana jagung di Lampung. Oleh karena itu penelitian ini perlu di lakukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab penyakit hawar daun, dan tingkat keparahannya di Hajimena Lampung Selatan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penyakit hawar daun disebabkan oleh jamur *Bipolaris maydis*, *Curvularia sp*, *Helminthosporim turcicum*, dan *Rhizoconia solani*. Patogen ini akan terus hidup selama inangnya masih mendapat suplai makanan. Tingkat serangan patogen ini dapat diminimalisir dengan menyemprotkan fungisida setiap 2 bulan. Gejala penyakit hawar daun berawal dari bercak kecil kemudian berkembang menyerupai bentuk oval di bawah daun dan bergaris bercak daun.

Pada umumnya gejala penyakit hawar daun jagung, yaitu daun berwarna hijau atau coklat pada bagian atas daun dan dapat menjalar ke bagian bawah menuju batang sehingga menyebabkan tanaman menjadi kering dan mati. Penyakit ini disebabkan oleh patogen *Bipolaris maydis*. Gejala yang timbul dari penyakit ini berupa bercak berwarna hijau kekuningan atau coklat kemerahan pada daun (Sihaloho, 2020).

Penyebaran jamur *Bipolaris maydis* penyebab penyakit hawar daun jagung cepat, dan selama 72 jam satu bercak pada daun jagung mampu menghasilkan 100-300 spora, bahwa siklus hidup jamur ini adalah 60-72 jam, dan pada kondisi tidak ada inang, maka spora jamur ini bertahan pada sisa sisa tanaman atau pada biji terinfeksi. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran penyakit bercak daun pada tanaman jagung berpotensi berkembang dengan cepat tergantung pada kondisi lingkungan yang sesuai dan tingkat ketahanan varietas yang ditanam. Kondisi ini menggambarkan bahwa penyakit hawar daun jagung mempunyai peluang yang besar terhadap penurunan hasil jagung sehingga merugikan usahatani petani. Beberapa laporan tentang kehilangan hasil akibat serangan penyakit ini berkisar 5-50%. Selanjutnya apabila menyerang pertanaman jagung sebelum bunga betina muncul, maka penurunan hasil dapat mencapai 50% (Wakman, 2004).

Tanaman yang sudah terinfeksi bercak daun dapat mengering kemudian mati dalam waktu kurang lebih 3 minggu. Infeksi pada tanaman ini bisa ditimbulkan oleh konidia yang terbawa angin atau air percikan hujan. Hawar daun dapat berupa bercak oval kecil yang menjalar di seluruh permukaan daun yang disebarkan oleh angin. Penyakit ini dapat dikendalikan menggunakan fungisida (Prematirosari, 2006).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah disusun, hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah penyebab penyakit hawar daun jagung di Lampung Selatan adalah *Bipolaris maydis* Syn. dengan tingkat keparahan penyakit yang tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Penyakit Hawar Daun

Subekti dkk. (2007) menyebutkan penyakit hawar daun di lapang terjadi pada permukaan tanaman yang terinfeksi. Setelah itu spora lepas, kemudian terbawa oleh angin dan menempel pada permukaan tanaman yang lain. Selanjutnya spora beradhesi, melakukan penetrasi awal, kemudian membentuk bercak dan berkembang pada daun (Gambar 1).



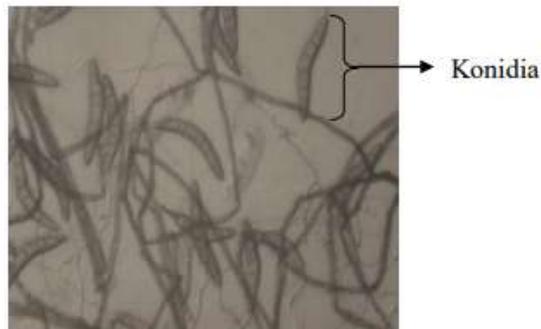
Gambar 1. Gejala penyakit hawar daun (Damanik, 2010)

Menurut Subekti dkk. (2007), klasifikasi dari jamur penyebab penyakit hawar daun pada tanaman jagung adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Fungi
- Divisi : Ascomycota
- Kelas : Dothideomycetes
- Ordo : Pleosporales
- Family : Pleosporaceae
- Genus : *Bipolaris*
- Spesies : *Bipolaris maydis* (Nisik) Shoemaker

Miselium dari jamur ini adalah hijau gelap, konidiofornya berukuran (60-280 x 6-10 mikron), konidia berukuran (40-150 x 11-27). Miselium dan sporanya dapat bertahan hidup pada sisa tanaman dan biji terinfeksi. Siklus hidup lengkapnya mencapai 60-72 jam. Konidia diterbangkan oleh angin atau terbawa percikan air untuk sampai ke tanaman yang baru. Konidia mempunyai 6-8 sekat (Degefu, 2003).

Jamur membentuk konidiofor yang keluar dari mulut kulit, 1 atau 2 dalam kelompok, lurus atau lentur, berwarna coklat, panjangnya sampai 300 μm , tebal 7-11 μm , kebanyakan 8-9 μm . Konidium lurus atau agak melengkung, jorong atau berbentuk gada terbalik, pucat atau berwarna coklat jerami, halus, mempunyai 4-9 sekat palsu, panjang 50-144 (115) μm , lebar 18-33 μm , kebanyakan 20-24 μm (Gambar 2). Konidium yang menonjol dengan jelas, yang merupakan tanda khas dari marga *Exserohilum/Bipolaris* (Semangun, 2005).



Gambar 2. Jamur *Bipolaris maydis* Syn. (Damanik, 2010).

2.2 Daur Penyakit

Penyakit hawar daun yang disebabkan oleh patogen *Bipolaris maydis* merupakan penyakit penting pada tanaman jagung. Dilaporkan bahwa penyakit ini menyerang pertanaman jagung dengan kelembaban relatif dan curah hujan merupakan faktor utama penyebaran *B. maydis*. Selain itu ketahanan inang, umur inang juga berperan penting dalam menentukan tingkat keparahan suatu penyakit tanaman, kerusakan yang paling nampak pada daerah tropis dan sub tropis yang panas dan lembaban (Bhandari *et al.*, 2017). Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh penyakit hawar daun *B. maydis* bisa mencapai 70% (Randy dkk., 2011). Di Amerika pernah terjadi outbreak penyakit hawar daun pada tahun 1970 yang menyebabkan kerugian hingga satu milyar dollar Amerika (Bhandari *et al.*, 2017).

Aktivitas penularan penyakit dalam bentuk konidia dan umumnya disebarkan oleh angin melalui udara. Perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan terutama suhu dan kelembaban. Suhu optimal untuk perkembangan penyakit hawar daun jagung berkisar antara 20-30°C, dan kelembaban relatif udara >90% (Wakman, 2004).

Menurut Massie (1997), proses sporulasi jamur *B. maydis* di lapangan terjadi pada permukaan daun tanaman jagung yang terinfeksi. Gejala umum nampak pada permukaan daun tanaman jagung yang terinfeksi adalah adanya ciri khas berupa bercak agak memanjang, dan pada bagian tengah melebar, selanjutnya makin ke pinggir makin kecil dengan warna coklat keabuan, yang dikelilingi oleh warna kekuningan sejajar tulang daun.

Jamur *B. maydis* mempunyai siklus hidup selama 2-3 hari, dan menurut laporan Govitawawong dan Kengpiem (1970 dalam Pakki, 2005) selama 72 jam satu bercak pada daun jagung mampu menghasilkan 100-300 spora. Selanjutnya Massie (1973) melaporkan bahwa siklus hidup jamur ini adalah 60-72 jam, dan pada kondisi tidak ada inang, maka spora jamur ini bertahan pada sisa-sisa tanaman atau pada biji terinfeksi. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran penyakit hawar daun pada tanaman jagung berpotensi berkembang dengan cepat

tergantung pada kondisi lingkungan yang sesuai dan tingkat ketahanan varietas yang ditanam.

2.3 Patogen Penyebab Penyakit

Jenis penyakit jagung yang pertama adalah hawar daun *Helminthosporium*. Penyakit ini disebabkan patogen *Helminthosporium maydis* (tahap aseksual) dan *Bipolaris maydis* Syn. (tahap seksual). Penyakit ini awalnya menunjukkan gejala seperti bercak kecil, oval, kebasahan, dan akan muncul bercak memanjang berbentuk elips. Setelah itu, gejala akan menjadi bercak kering yang meluas (hawar) berwarna hijau keabu-abuan atau coklat. Bercak tersebut pertama kali muncul pada daun yang sudah tua, kemudian menuju daun yang muda. Saat infeksinya berat, tanaman akan cepat mati dengan hawar berwarna abu-abu seperti terbakar atau kering (Jakhar *et al.*, 2017).

Pada awalnya penyebab hawar daun jagung disebabkan oleh jamur *Drechslera maydis* (Nisik) Subram et Jain. Seiring dengan berjalannya waktu jamur masih dikenal dengan nama *Helminthosporium maydis* Nisik dan sekarang dikenal dengan nama *Bipolaris Maydis* Nisik. Konidiofor terbentuk dalam kelompok, sering dari stroma yang datar, berwarna coklat tua atau hitam. Konidiofor lurus atau lentur, coklat atau coklat tua, dekat ujungnya pucat, halus, panjangnya sampai 700 μm , tebal 5-10 μm . Konidium jelas bengkok, berbentuk perahu, coklat pucat sampai coklat emas tua (Sudjono, 1988).

Hawar daun (*leaf blight*) pada jagung ditemukan pertama kali pada tahun 1917 di Sumatera Utara (Mueller *et al.*, 2016) Di Amerika Serikat *B. maydis* mempunyai 2 macam ras, yaitu ras T yang virulen dan ras O yang kurang virulen. Ras T dapat menyerang daun dan tongkol jagung, sedangkan ras O hanya menyerang pada bagian daun saja (Aldrich *et al.*, 1975). Pertumbuhan dan perkembangan jamur ini dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan udara. Suhu optimum untuk perkecambahan konidia *B. maydis* sekitar. Tanaman jagung yang menderita hawar daun menunjukkan gejala berupa kelayuan, kekeringan dan menyerupai gejala defisiensi unsur hara (Wakman, 2004).

Isolat *B. maydis* yang ditumbuhkan pada media potato dextrose agar (PDA) berwarna hitam putih keabuan dengan zonasi beraturan dan tidak beraturan. Konidia mulai terlihat setelah 6 hari dan semakin banyak pada 12 hari. Bentuk konidia agak melengkung, ujungnya tumpul, bersekat 3–10 buah (Dewi, 2017).

2.4 Identifikasi Jamur

Identitas 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 (Ghanbarzadeh *et al.*, 2014).

Identifikasi secara molekuler dilakukan dengan menggunakan teknologi PCR (*Polymerase Chain Reaction*). PCR merupakan suatu metode enzimatik untuk amplifikasi DNA dengan cara *in vitro*. 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 Extension (pemanjangan primer) (Yusuf, 2010).

Teknik PCR dikatakan memiliki keunggulan yang sangat tinggi. Hal ini didasarkan atas spesifitas, efisiensi, dan keakuratannya. 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).

Saat ini, *Polymerase Chain Reaction* (PCR) merupakan salah satu metode yang umum digunakan untuk mengidentifikasi patogen dari spesimen yang tersedia. Metode ini menguntungkan dalam identifikasi patogen seperti patogen *B. maydis* yang sulit dibedakan antara patotipe yang satu dengan yang lain jika menggunakan metode konvensional, misalnya dengan mengamati koloni jamurnya saja, serta lebih efisien seperti pada PCR multipleks yang memungkinkan identifikasi cepat terhadap lebih dari satu patotipe sekaligus (Hidayat dan Pancoro, 2019).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan petani jagung Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Jamur di identifikasi di Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian berlangsung Juli 2022 - Oktober 2022.

3.2 Alat dan Bahan

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

Bahan yang digunakan adalah pertanaman jagung umur 2 bulan dari Hajimena Lampung Selatan. Pelepah Daun jagung yang bergejala, media PSA, akuades, alkohol 70%, *buffer*, CTAB 2%, air steril *isopropanol*, *chloroform*, *isoamylalcohol*, *phenol*, *loading dye*, primer ITS1/4 dan TEF1, *buffer* TE, dan *EDTA*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Pengamatan Keterjadian dan Keparahan Penyakit

Keterjadian dan keparahan penyakit diamati pada lahan pertanaman jagung di Desa Hajimena, Kecamatan Hajimena, Kabupaten Lampung Selatan. Pada lokasi pengamatan dipilih lahan seluas 1 ha. Serangan patogen *B. maydis* diberi skor 0-4 (Tabel 1). Pada lahan tersebut dipilih 20 titik sampel secara diagonal (Gambar 3). Pada titik sampel ini ditetapkan satuan pengamatan berupa baris tanaman sepanjang 10 m atau sekitar 50 tanaman, jarak tanam 20 cm. Pada setiap satuan pengamatan diamati keterjadian dan keparahan penyakit setiap tanaman. Skor keparahan penyakit dicatatkan pada belangko pengamatan. Keparahan penyakit ditentukan dengan memberi skor 0-4, untuk tanaman sehat sampai tanaman sakit paling parah. Pengamatan keparahan penyakit hawar daun dilakukan pada saat tanaman berumur 42, 56, dan 70 HST (Gambar 4). Nilai skor kemudian ditransformasi ke rumus tingkat keparahan penyakit dengan menggunakan rumus berikut (Ginting, 2013).

$$PP = \sum(n \times v) / N \times V \times 100\%$$

Keterangan:

PP = keparahan penyakit (%)

n = jumlah tanaman dengan skor tertentu

v = adalah skor suatu kategori gejala

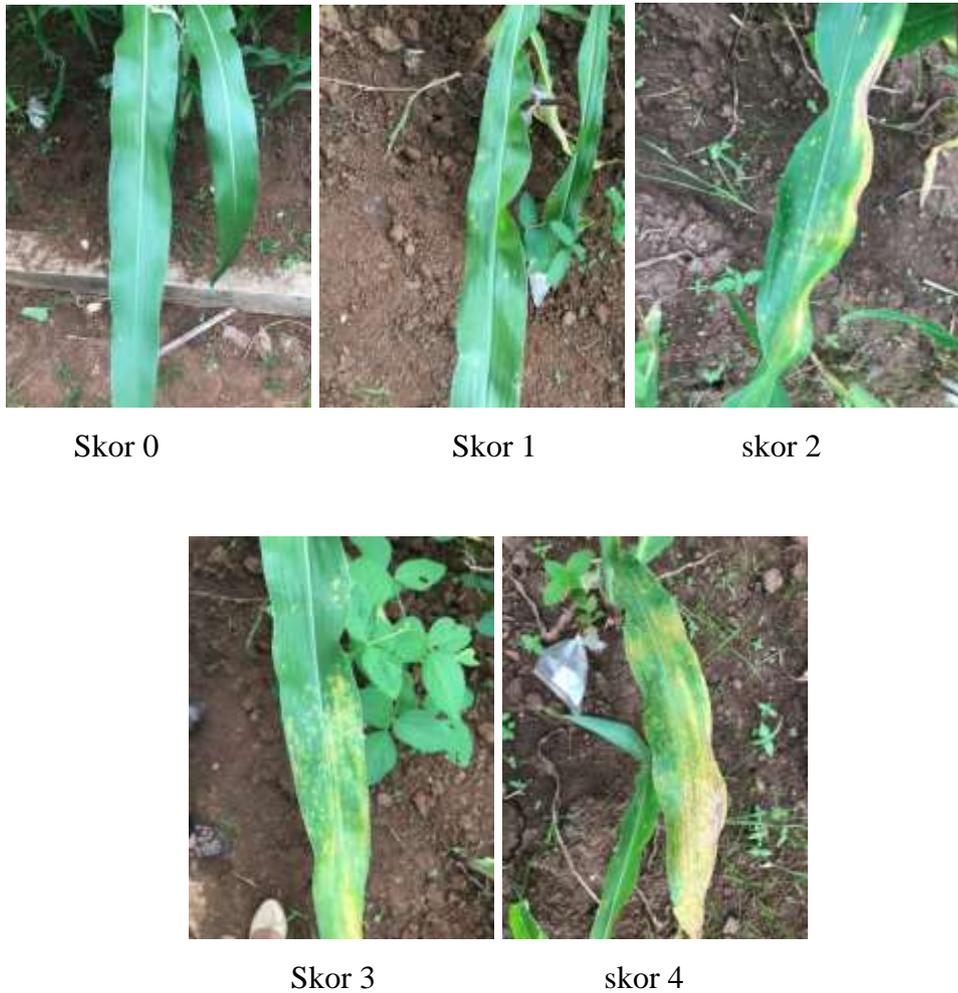
N = adalah jumlah tanaman yang diamati

V = adalah skor tertinggi pada pengamatan yang dilakukan

Tabel 1. Skor penyakit yang digunakan

Skor	Deskripsi	Keterangan
0	Tidak ada gejala	Sehat
1	Gejala < 10 %	Ringan
2	Gejala 10-25 %	Sedang
3	Gejala 26-50 %	Berat
4	Gejala > 50 %	Sangat Berat

Sumber: Ginting (2013).



Gambar 3. Keparahan penyakit hawar daun jagung tersebut patogen *Bipolaris maydis* skor 0-4 di Hajimena Lampung Selatan.

Keterjadian penyakit diamati dengan melihat tanaman sampel yang terserang patogen *B. maydis* di lapang, kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

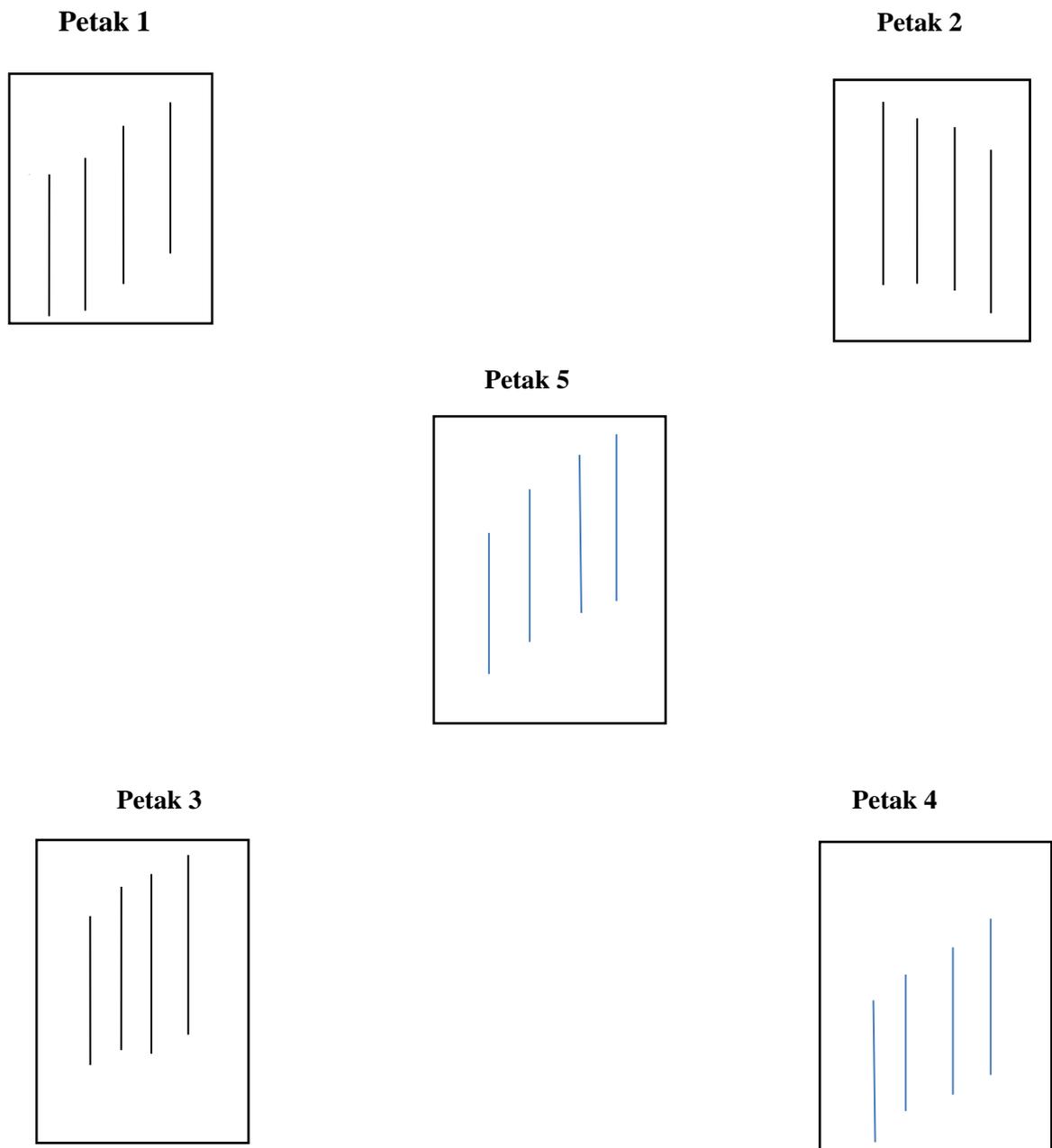
$$DI = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

DI = Keterjadian penyakit

n = Jumlah tanaman bergejala

N = Jumlah semua tanaman yang diamati



Gambar 4. Posisi petak titik sampel pengamatan keterjadian dan keparahan penyakit hawar daun jagung.

3.3.2 Identifikasi Patogen Penyebab Hawar Daun

Sampel yang di ambil adalah daun jagung bergejala. Setelah itu, beberapa daun jagung yang bergejala dimasukkan ke dalam plastik lalu dibawa ke Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Unila. Patogen penyebab penyakit hawar daun jagung diisolasi dari daun tanaman jagung yang bergejala hawar.

Sampel tanaman sakit berasal dari pertanaman jagung di Desa Hajimena, Kec Natar, Lampung. 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 direndamkan dalam air klorok 2 % selama 2 menit. Potongan daun jagung dibersihkan kembali menggunakan akuades dan diletakan di atas tisu sampai kering. Lalu potongan daun jagung diletakan 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 yang murni.

Setelah diperoleh isolat murni maka dilakukan serangkaian tahapan postulasi Koch yaitu menginokulasikan isolate murni tersebut ke tanaman jagung berumur 2 minggu. Setelah itu diamati munculnya gejala hawar daun yang ditemukan di lapang. Kemudian, tahapan akhirnya adalah mengisolasi kembali jamur dari tanaman jagung manis yang berumur 2 minggu yang bergejala hawar daun.

3.3.2.1 Pembuatan media potato succrose agar (PSA)

Media PSA dibuat dengan cara mengupas kentang lalu ditimbang sebanyak 200 g dan dipotong dadu kecil-kecil. Selanjutnya kentang dicuci dan dimasukkan dalam gelas beker dan direbus dalam 1000 mL akuades hingga air mendidih. Selanjutnya disaring ekstrak rebusan kentang dan ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 1000 mL dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 20 g agar dan 20 g sukrosa, diaduk sampai isolat kemudian ditutup erlenmeyer menggunakan aluminium foil dan dimasukkan ke isolat tahan panas lalu disterilkan autoklaf selama 15 menit dengan tekanan 1 atm dan suhu 121 °C. Selanjutnya, media dituang ke cawan petri steril dalam LAF.

3.3.2.2 Isolasi Patogen Penyebab Hawar Daun

Patogen penyebab penyakit hawar daun jagung di isolasi dari daun tanaman jagung yang bergejala hawar. Sampel tanaman sakit berasal dari pertanaman jagung di Hajimena, 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 air klorok 2 % selama 2 menit. Kemudian potongan daun jagung dibersihkan kembali menggunakan aquades dan diletakan diatas tisu sampai kering. Lalu potongan daun jagung diletakan 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.

3.3.2.3 Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis

Identifikasi morfologi jamur hasil isolasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopi dengan perbesaran 400x. Pengamatan secara makroskopis meliputi pengamatan bentuk koloni jamur, warna permukaan koloni, dan warna bawah koloni jamur yang sudah dibiakan pada cawan petri berisi media PSA.

Selanjutnya dilakukan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop dengan mengamati bentuk hifa, ukuran hifa, bentuk makrokonidia, dan ada tidaknya majemuk pada perbesaran 400X mikrokonidia. Hasil pengamatan yang didapat kemudian dicocokkan dengan buku identifikasi Barnett (1969).

Identifikasi secara molekuler isolat jamur *B. maydis* asal Desa Hajimena, diawali dengan ekstraksi DNA, amplifikasi DNA, sekuensing dan penyusunan pohon filogenetik. Ekstraksi DNA dilakukan dengan menumbuhkan jamur hasil isolasi pada media cair selama 7 hari. Selanjutnya DNA genom diekstraksi dengan metode CTAB. Ekstraksi DNA dilakukan dengan memindahkan koloni jamur ke tabung sentrifugase dengan volume 10 mL kemudian disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Selanjutnya dibuang isolat lalu diambil pellet dan ditambahkan isolat 70% sebanyak 500 μ L lalu disentrifuse kembali dengan kecepatan 14.000 rpm selama 10 menit, lalu supernatant dibuang dan pellet ditambahkan 1000 μ L buffer ekstraksi DNA. Selanjutnya, pellet dan buffer dihomogenkan menggunakan *rotamixer* hingga isolate kemudian dimasukkan ke dalam mortar dingin untuk diinkubasi selama 1-2 hari.

Pellet dan buffer yang berada di mortar kemudian ditumbuk selama 15 menit lalu dipindahkan ke tube 1,5 mL dan ditambahkan 400 μ L CTAB 2% kemudian di *waterbath* selama 1 jam pada suhu 65 °C. Selanjutnya, ditambahkan 500 μ L PCI (*phenol, chloroform, isoamyl alcohol*) lalu disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Setelah disentrifus, diambil larutan bening nya sebanyak 500 μ L lalu dipindahkan ke tabung mikrosentrifus 1,5 mL yang baru dan ditambahkan CI (*chloroform, isoamyl alcohol*) dengan perbandingan yang sama dengan volume larutan sebelumnya (1:1). Selanjutnya disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm.

Larutan bagian atas diambil 400 μ L lalu dipindahkan ke tabung mikrosentrifus 1,5 mL baru dan ditambahkan *isopropanol* dingin dengan volume yang sama lalu dihomogenkan. Kemudian larutan diinkubasi pada suhu -20°C selama 20 menit dan disentrifus kembali selama 10 menit dengan kecepatan 14.000 rpm untuk mendapatkan pellet. Selanjutnya pellet ditambahkan 500 μ L alkohol 70% lalu disentrifus kembali selama 5 menit dengan kecepatan 14.000 rpm. Supernatant dibuang dan pellet dikeringanginkan selama 1-2 hari.

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

Hasil ekstraksi DNA kemudian diamplifikasi dengan menggunakan primer *Translation Elongation Factor-1 alpha* (TEF1) dan *Internal Transcribed Spacer* (ITS) *Universal fungi* (Tabel 2). Amplifikasi DNA dilakukan dengan menggunakan 25 μ L campuran reaksi yang mengandung 12,5 μ L Red mix, 1 μ L primer *forward*, 1 μ L primer *reverse*, 1 μ L DNA dan 9,5 μ L air steril. Selanjutnya siklus amplifikasi dilakukan dengan beberapa tahap utama, yaitu *denaturasi*, *annealing* dan *ekstension*.

Proses amplifikasi menggunakan primer ITS 1 dan ITS 4 dilakukan pada suhu 95 °C selama 2 menit untuk *denaturasi* awal lalu diikuti oleh 30 siklus *denaturasi* dilakukan pada 95 °C selama 30 detik, *annealing* pada 55 °C selama 1 menit dan

pemanjangan akhir pada suhu 72 °C dilakukan selama 10 menit. Kemudian produk hasil PCR dielektroforesis pada *gel agarosa* 0,5% selama 60 menit pada 55 volt. Hasil elektroforesis kemudian divisualisasikan menggunakan *Digi-Doc-Imaging System*.

Tabel 2. 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'	

3.3.2.4 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). 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.

3.3.3 Analisis dan Penyajian Data

Data keterjadian dan keparahan penyakit hawar daun menurut umur tanaman dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk grafik.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penyebab penyakit hawar daun jagung di Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan adalah *Bipolaris maydis*. Tingkat keparahannya penyakit hawar daun pada jagung berumur 10 MST mencapai 27,5%, sedangkan keterjadiannya mencapai 100%.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai cara pengelolaan penyakit hawar daun pada daun jagung terkait dengan spesifitas jamur *Bipolaris maydis* penyebabnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich, R., Scott, W. O., and Leng, E. R. 1975. *Modern Corn Production*. A&L Publication. USA. 378 pp.
- Bacon, C. W., Glenn, A. E., and Richardson, E. A. 2004. Genetic and morphological characterization of a *Fusarium verticillioides* conidiation mutant. *Mycologia* 95: 968-980.
- Barnet, 1969. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Departement of Plant pathology, Bacteriology and Entomology West Virginia University. Morgantou, West Virginia.
- Bhandari R, Aryal L, Sharma S, Acharya M, Pokhrel A, Apar GC, Kaphle S, Sahadev KC, Shahi B, Bhattarai K, Chhetri A, Panthi S. 2017. Screening of maize genotypes against Southern Leaf Blight (*Bipolaris maydis*) during Summer Season in Nepal. *World Journal of Agricultural Research*. 5(1): 31-41.
- Damanik, C. M. E. 2010. Keanekaragaman Hayati Penyakit-Penyakit yang Disebabkan oleh Jamur pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Dataran Tinggi dan Rendah di Sumatera Utara. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Debbi, A., Boureghda, 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.
- Degefu, Y. 2003. *Cloning and Characterisation of xylanase genes from phytopathogenic fungi with a special reference to Helminthosporium turcicum, the cause of Northern Leaf Blight of Maize*. Department of Applied Biology, Plant Pathology, University of Helsinki Finland.
- Dewi, R. K. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharhata Sturt) terhadap Aplikasi POC Limbah Kubis Kubisan (*Brassicaceae*) dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Skripsi*. Universitas Medan Area. Medan.

- 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.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan: Konsep dan Aplikasi*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Handoyo, D. dan Rudiretna, A. 2001. Prinsip umum dan pelaksanaan Polymerase Chain Reaction (PCR). *Unitas*. (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. 2019. Ulasan kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik anggrek. *Jurnal AgroBiogen*. 4(1): 35-40.
- 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.
- Kalman, B., Abraham, D., Graph, S., Treves, P., Harel, M.Y., and Degani, O. 2020. Isolation and identification of *Fusarium* spp., the causal agents of onion (*Allium cepa*) basal rot in Northeastern Israel. *Biologi (Basel)*. 9(4): 1-19.
- Leslie, F. J. and Summerell, A. B. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. US.
- Lestiyani, A., Wibowo, A., dan Subandiyah, S. 2015. Identifikasi, Patogenisitas dan Variabilitas Penyebab Penyakit Hawar daun jagung. *Tesis*. Magelang. Universitas Tidar <http://etd.repository.ugm.ac.id>. Diakses pada 23 November 2020.
- Lestiyani, A., Wibowo, A., Subandiyah, S., Gambley, C., Ito, S., and Harper, S. 2016. Identification of *Fusarium* spp., the causal agent of twisted disease of shallot. *Acta Horti*. 1(1): 155-160.
- 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. Multigene phylogenetic approach for identification and diversity analysis

of *Bipolaris maydis* and *Curvularia* isolates causing foliar blight of *Zea mays*. *Journal of Fungi*. 8: 802-806

- Massie, L. B. 1973. Modelling and simulation of southern corn leaf blight diseases caused *Helminthosporium maidis* Nisik Miyake. *Tesis ph. D* Pennsylvania State University.
- 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.
- Pakki, S. 2005. Epidemiologi dan Pengendalian Penyakit Bercak Daun (*Helminthosporium maydis*) pada Tanaman Jagung (*Zea mays*). Balai Penelitian Tanaman Serealia Sam Ratulangi. Manado.
- Prematirosari, M. B. 2006. Pengendalian Penyakit Hawar Daun (*Helminthosporium* spp.) pada Jagung Manis dengan Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Randy, E., Yustina, M., dan Wahyuni Sri. 2011. Inventarisasi dan Identifikasi Hama dan Penyakit Utama pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *AGRICA*, 4(2): 155-165.
- Semangun, H. 2005. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- 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.

- Sutejo, D. A. dan Dharmayanti. 2008. 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.
- Surtikanti. 2009. Penyakit Hawar Daun *Helminthosporium* sp. Pada Tanaman Jagung Di Sulawesi Selatan dan Pengendaliannya. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 255.
- Talanca, A. H. 2013. Status penyakit bulai pada tanaman jagung dan pengendaliannya. *Balai Penelitian Tanaman Serealia*. 1(1): 76-87.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., and Kumar, S. 2013. MEGA 6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*. 30(12): 2725-2729.
- Tenrirawe, A dan Talanca, A.H 2015. Respon beberapa varietas terhadap penyakit utama jagung di Kabupaten Kediri Jawa Timur. *Jurnal Agrotan*. 1(1): 67-78.
- Wakman, W. 2004. *Penyakit hawar daun pada tanaman jagung di Indonesia: masalah, penelitian dan cara mengatasinya*. Prosiding Seminar Tahunan PFI Komda Sulsel.
- Yudiarti, T. 2012. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Yusuf, Z. K. 2010. Polymerase Chain Reaction (PCR). *Saintek*. 5(6): 36-42.