

**KERAGAMAN JAMUR ENDOFIT AKAR DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT  
KARAT DAUN (*Puccinia polysora* Underw) PADA  
BEBERAPA VARIETAS JAGUNG (*Zea mays* L.)**

**Oleh :  
YENI AGUSTINA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2017**

**KERAGAMAN JAMUR ENDOFIT AKAR DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT  
KARAT DAUN (*Puccinia polysora* Underw) PADA BEBERAPA  
VARIETAS JAGUNG (*Zea mays* L.)**

**OLEH**

**YENI AGUSTINA  
135040200111023**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG**

**2017**

## **PERNYATAAN**

Dengan Ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 07 Agustus 2017

Yeni Agustina

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Keragaman Jamur Endofit Akar dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Penyakit Karat Daun (*Puccinia polysora* Underw) Pada Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.)

Nama Mahasiswa : Yeni Agustina


NIM : 135040200111023

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

### Disetujui

Pembimbing Utama,



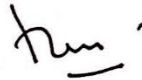
Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Pembimbing Pendamping,



Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIK. 20130484 1014 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



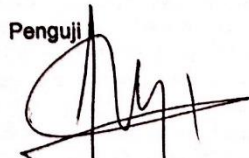
Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19550118 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :


**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan  
**MAJELIS PENGUJI**


Penguji

  
Lugman Qurata Aini, S.P., M.Si., Ph.D  
NIP. 19720919 199802 1 001

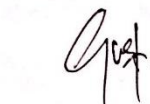
Penguji II

  
Antok Wahyu Sektiono, S.P., M.P.  
NIK. 20130484 1014 1 001

Penguji III

  
Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, M.S.  
NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji IV

  
Dr. Agr.Sc. Hagus Tamo, S.P., M.P.  
NIP. 19770810 200212 1 003

**Tanggal Lulus :**

## RINGKASAN

**Yeni Agustina. 135040200111023. Keragaman jamur Endofit Akar dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Penyakit karat Daun ( *Puccinia polysora* Underw) Pada Beberapa Varietas Jagung ( *Zea mays* L.). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. Sebagai Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. Sebagai Pembimbing Pendamping.**

Jagung memiliki peranan penting dalam pembangunan pertanian secara nasional maupun internasional serta terhadap ketahanan pangan dan perbaikan perekonomian. Akan tetapi masih banyak permasalahan dalam budidaya jagung, sehingga membuat produksi jagung rendah. Rendahnya produksi jagung dikarenakan Organisme Penggaung Tanaman (OPT), Salah satu gangguan patogen yang menyebabkan kerugian pada tanaman jagung adalah penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora*. Jamur menyerang tanaman jagung pada fase pertumbuhan generatif hingga masa panen terutama. Salah satu pengendalian yang dilakukan adalah dengan pemanfaatan jamur endofit sebagai ketahanan induksi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAK ( Rancangan Acak Kelompok) dengan Analisis Ragam menggunakan uji lanjut Duncan taraf Kesalahan 5% dan dengan perhitungan Keaneragaman ( $H'$ ), Keseragaman (E) dan Dominansi (C) jamur endofit. Pengamatan intensitas penyakit karat daun jagung dilakukan seminggu sekali dimulai pada umur jagung 42 hari setelah tanam hingga 91 hari setelah tanam dengan menggunakan metode skoring, sedangkan untuk panen dilakukan dengan menghitung berat 5 tongkol, berat pipil, rendemen dan berat perplot.

Hasil penelitian antara lain jamur *Puccinia polysora* biasa menyerang daun tanaman jagung ketika tanaman sudah memasuki fase generatif tanaman hingga panen. Gejala karat daun *P. polysora* di lapang baru nampak ketika tanaman berumur 27 HST akan tetapi pengamatan secara intensif dilakukan pada umur 42 HST hingga 91 HST. Dengan gejala di tandai adanya bercak kecil berwarna cokelat kemerahan seperti karat pada permukaan daun dan tepung berwarna cokelat kemerahan dari dalam bercak dan gejala penyakit karat ini umumnya muncul setelah terbentuknya bunga jantan (fase generatif). Terdapat 10 varietas tanaman jagung, 5 diantaranya sebagai varietas uji untuk pelepasan varietas baru, sedangkan 5 varietas lain sebagai pembanding. Dari 10 varietas tersebut mengalami serangan penyakit karat daun dengan intensitas penyakit yang berbeda-beda setiap varietasnya. 10 varietas tanaman jagung (BMD57, BMD58, BMD59, BMD60, TF8016, BISI18, DK95, P35, NK212 dan PERTIW12) yang ditanam tersebut telah terserang penyakit karat daun dengan intensitas penyakit yang kategori ketahanannya tergolong "Agak Tahan", akan tetapi kategori ketahanan tersebut berubah menjadi "Tahan" ketika dikonversi menjadi nilai Indek gabungan antara indek intensitas penyakit dengan indek produksi, sehingga dengan Kategori ketahanan yang masih terbilang rendah tanaman jagung masih dapat berproduksi.

Dari 5 varietas ( BMD58, BMD60, BISI18, DK95 dan PERTIW12) tanaman jagung yang di ambil untuk dilakukan eksplorasi akar jamur endofit pada tanaman jagung telah menghasilkan 19 Spesies yang masuk ke dalam 7 genus diantaranya *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Colletotrichum* sp., *Botrytis* sp., *Chepalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia* sp. Dari semua jamur endofit yang didapat tersebut nilai Keaneragaman ( $H'$ ) tergolong Rendah – sedang, Keseragaman (E) tergolong Rendah semua dan Dominansi (C) tergolong Rendah juga hal ini berarti tidak ada yang mendominasi.

## SUMMARY

**Yeni Agustina. 135040200111023. Diversity of Endophytic Fungi of Root and Its Effects on Leaf Rust Intensity (*Puccinia polysora* Underw) In Some Varieties of Maize (*Zea mays* L.). Under the Guidance of Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. As Supervisor and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. As Advisor**

---

Corn has an important role in national and international agricultural development and on food security and economic improvement. But there are still many problems in the cultivation of maize, thus making corn production low. The low production of maize is caused by Plant Crop Organism (OPT). One of the pathogenic disturbance that causes losses in corn plant is leaf rust disease caused by *Puccinia polysora* fungus. Mushrooms attack the corn plants in the generative growth phase until the harvest period mainly. One of the controls performed is with the utilization of endophytic fungi as induction resistance. The method used in this research is RAK (Randomized Block Design) with Variety Analysis using Duncan Advanced Test of 5% Error level and with Calculation of Uniformity (H'), Uniformity (E) and Dominance (C) of Endofit Fungus. The observation of the intensity of the rust disease of maize leaf was done once starting at corn age 42 days after planting up to 91 days after planting by using the scoring method, while for the harvest was done by calculating the weight of 5 cob, the weight of pipil, the rendement and the weight of the plot.

The results of other studies *Puccinia polysora* fungus commonly attack the leaves of corn plants when the plants have entered the phase of generative plants to harvest. The phenomenon of *P. polysora* leaf stain in the new field appears when the plant is 27 HST but intensive observation is done at the age of 42 HST to 91 HST. With symptoms in marking the presence of small reddish brown patches such as rust on the surface of leaves and reddish-brown flour from the spots and symptoms of rust diseases generally appear after the formation of male flowers (generative phase). There are 10 varieties of corn plants, 5 of them as test varieties for the release of new varieties, while 5 other varieties as comparison. Of the 10 varieties experienced leaf rust disease with the intensity of different diseases of each variety. 10 varieties of maize (BMD57, BMD58, BMD59, BMD60, TF8016, BISI18, DK95, P35, NK212 and PERTIWI2) were planted with leaf rust disease with disease intensity whose resistance category was classified as "Somewhat Resistant" but the resistance category Changed to "Hold" when converted to the combined index value between the disease intensity index and the Production Index, so that with the low endurance category the corn plant can still produce.

Of the 5 varieties (BMD58, BMD60, BISI18, DK95 and PERTIWI2) of corn crops taken to undertake root exploration of endophytic fungi in corn plants has produced 19 species that belong to 7 genera including *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Colletotrichum* sp., *Botrytis* sp., *Chepalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia* sp. Of all the endophytic fungi obtained, the value of Diversity (H') is moderate Low-moderate, Uniformity (E) is classified Low all and Dominance (C) Classified Low also this means no dominating.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas kelimpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Seiring dengan usaha dan doa pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Keragaman Jamur Endofit Akar dan Pengaruhnya Terhadap Penyakit Karat Daun Jagung (*Puccinia polysora* Underw) pada Beberapa Varietas Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)” dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk menempuh strata S1 yang telah ditentukan oleh Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Dari penyusunan skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas semua nikmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu.
2. Bapak Dr.Ir.Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan doa untuk kesuksesan penulis.
4. Teman-teman Lab. Mikologi dan Agroekoteknologi 2013 senantiasa menemani penulis sampai pada titik terakhir penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dan masih membutuhkan kritik maupun saran yang dapat membangun sehingga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Malang, 14 Agustus 2017

Penulis



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis merupakan anak ke tiga dari empat bersaudara dari Pasangan Jeffry Turangan dan Manis. Penulis memulai pendidikan taman kanak-kanak di Dharma Wanita (1999-2000), Pendidikan Dasar di SDN Panunggalan II (2000-2007), kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Sugihwaras (2007-2010), Lalu melanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMAN 1 Sugihwaras (2010-2013), dan pada tahun 2013 penulis melanjutkan Pendidikan Sarjana Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SBMPTN ( Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri ).

Selama menempuh di Perguruan Tinggi, penulis pernah menjadi Asisten Mata kuliah Irigasi dan Drainase selama dua periode (2014/2015 – 2016/2017). Selain itu penulis juga aktif salah satu organisasi didalam kampus yaitu masuk ke Himpunan Mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HIMAPTA) dengan menjadi Anggota Departemen Informasi dan Komunikasi pada periode 2016/2017. Selain itu penulis memiliki pengalaman mengikuti beberapa Kepanitian diantaranya Pasca Rantai IV (2013) sebagai Sie Sekretaris II, Rantai V (2014) sebagai Sie Sekretaris I, Proteksi (2016) sebagai Sie Pendamping. Penulis pernah melakukan Magang Kerja selama kurang lebih tiga bulan (2016) di Pabrik Gula Kebon Agung Malang.

## DAFTAR ISI

Nomor	Teks	Halaman
1.	Halaman Sampul .....	i
2.	Sampul Dalam .....	ii
3.	Lembar Persetujuan .....	iii
4.	Lembar Pengesahan .....	iv
5.	Ringkasan .....	v
6.	Summary .....	vi
7.	Kata Pengantar .....	vii
8.	Daftar Riwayat Hidup .....	viii
9.	Daftar Isi .....	ix
10.	Daftar Gambar .....	xi
11.	Daftar Tabel .....	xii
12.	Daftar Lampiran .....	xiii
13.	I. PENDAHULUAN .....	1
	1.1 Latar Belakang .....	1
	1.2 Rumusan Masalah .....	2
	1.3 Tujuan .....	2
	1.4 Manfaat .....	2
	1.5 Hipotesis .....	2
14.	II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
	2.1 Tanaman Jagung ( <i>Zea mays</i> L.) .....	3
	2.2 Penyakit Karat .....	9
	2.3 Jamur <i>Puccinia polysora</i> .....	17
	2.4 Endofit Akar .....	18
	2.5 Kondisi Geografis .....	20
	2.6 Ketahanan Induksi .....	21
15.	III. METODOLOGI .....	22
	3.1 Waktu dan Tempat .....	22
	3.2 Alat dan Bahan .....	22
	3.3 Metode Penelitian .....	22
	3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	24

16. IV.HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
4.1 penyakit karat daun jagung <i>Puccinia polysora</i> .....	31
4.2 Intensitas Penyakit karat daun jagung <i>Puccinia polysora</i> .....	32
4.3 Hasil Panenjagung Pipil .....	36
4.4 Eksplorasi jamur Endofit akar tanaman jagung.....	37
4.5 Perhitungan Keaneragaman(H'), kseragaman(E), dan Domianansi(C) ..	58
4.6 Ketahanan Induksi .....	60
17. V.PENUTUP .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
18. DAFTAR PUSTAKA.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Daun jagung terserang penyakit karat ( <i>Puccinia polysora</i> ) .....	11
2.	Dokumentasi daun jagung .....	31
3.	Mikroskopis penyakit karat daun ( <i>Puccinia Polysora</i> ) .....	32
4.	Grafik Rerata Intensitas penyakit karat daun .....	35
5.	Isolat RJ Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Trichoderma</i> sp. ....	40
6.	Isolat BJ Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Trichoderma</i> sp. ....	41
7.	Isolat D95JP Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Trichoderma</i> sp. ....	42
8.	Isolat D58JP Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Trichoderma</i> sp. ....	43
9.	Isolat D60JP Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Fusarium</i> sp. ....	44
10.	Isolat D58P2 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Colletotrichum</i> sp. ....	45
11.	Isolat D95P3Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Colletotrichum</i> sp. ....	46
12.	Isolat BP Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Colletotrichum</i> sp. ....	47
13.	Isolat D58PU Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Colletotrichum</i> sp. ....	48
14.	Isolat D60PU Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Colletotrichum</i> sp. ....	49
15.	Isolat D58P Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Curvularia</i> sp. ....	50
16.	Isolat D60JT1 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Penicillium</i> sp. ....	51
17.	Isolat BTJamur Endofit Akar dari Genus <i>Botrytis</i> sp. ....	52
18.	Isolat D60JP1 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Botrytis</i> sp. ....	53
19.	Isolat BJP1 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Cephalosporium</i> sp. ....	54
20.	Isolat RP1 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Cephalosporium</i> sp. ....	55
21.	Isolat RP3 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Cephalosporium</i> s .....	56
22.	Isolat D95P3 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Cephalosporium</i> s .....	57
23.	Isolat D95P1 Jamur Endofit Akar dari Genus <i>Cephalosporium</i> s .....	58

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Daftar Tanaman jagung pipil yang akan di ujikan .....	23
2.	Keterangan Skoring Intensitas Penyakit .....	25
3.	Kategori ketahanan .....	25
4.	Kriteria Indeks Keaneragaman .....	29
5.	Indeks Keseragaman .....	30
6.	Kriteria indeks dominasi .....	30
7.	Intensitas Penyakit karat daun jagung dengan uji ketahanan varietas .....	33
8.	Kategori Ketahanan Tanaman Jagung Berdasarkan Intensitas penyakit ....	34
9.	Data Produksi Jagung pipil .....	36
10.	Hasil Eksplorasi jamur endofit .....	38
11.	Perhitungan Keragaman H', Keseragaman E, dan Dominansi C .....	58
12.	Hubungan Jamur endofit dengan Nilai Hasil Produksi .....	61
13.	Indek Kategori ketahanan produksi dengan Indeks Intensitas Penyakit .....	63
19.		

## LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Pertama .....	73
2.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Kedua .....	73
3.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Ketiga .....	73
4.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Keempat .....	73
5.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Kelima .....	74
6.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Keenam .....	74
7.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Ketujuh .....	74
8.	Analisa Ragam Intensitas Penyakit Pengamatan Kedelapan .....	74
9.	Analisa Ragam Berat Pipil .....	75
10.	Analisa Ragam Berat 5 Tongkol Sampel Jagung .....	75
11.	Analisa Ragam Berat per Plot .....	75
12.	Analisa Ragam Rendemen .....	75
13.	Kategori Ketahanan Jagung Berdasarkan Intensitas Penyakit .....	76
14.	Intensitas Serangan Penyakit Karat .....	76

15. Kategori Ketahanan Indek Produksi dengan Indek Intensitas Penyak. ....	77
16. Data Tinggi Tanaman Jagung Pipil.....	77
17. Data Jumlah Daun Jagung Pipil .....	78
18. Perhitungan keaneragaman (H), keseragaman(E) dan Dominansi(C)....	79
19. Dokumentasi Intensitas Penyakit karat daun jagung .....	79







## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jagung memiliki peranan penting dalam pembangunan pertanian secara nasional maupun internasional dan terhadap ketahanan pangan serta perbaikan perekonomian. Tanaman jagung merupakan komoditas bernilai ekonomis serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras (Bakhri, 2007). Akan tetapi masih banyak permasalahan dalam budidaya tanaman jagung, sehingga membuat produksi jagung rendah, hal tersebut dikarenakan penggunaan benih dan pengaruh Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) seperti patogen (Rahayu *et al.*, 2003).

Salah satu gangguan patogen yang menyebabkan kerugian pada tanaman jagung adalah penyakit karat daun jagung atau yang disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora*. Penyakit karat daun pada pertanaman jagung di Indonesia menarik perhatian pada tahun 1950 dan telah menyebar diseluruh sentra produksi jagung di Indonesia. Jamur menyerang tanaman jagung pada fase pertumbuhan generatif hingga masa panen terutama pada bagian daun tanaman dan apabila tingkat serangan berat maka serangan dapat mencapai seludang daun dan tongkol (Irriani, 1994). Berbagai cara telah dilakukan oleh beberapa petani seperti penyemprotan pestisida atau pengaplikasian bahan-bahan kimia. Sehingga hal ini akan menambah masalah dalam budidaya tanam yang sehat. Salah satu pengendalian yaitu pemanfaatan pengendalian agens hayati dengan pemanfaatan jamur endofit sebagai ketahanan induksi tanaman yang dapat dijadikan sebagai alternatif cara untuk mendapatkan keragaman genetik khususnya untuk karakter ketahanan terhadap penyakit (Agrios, 2005). Hal ini dapat dilakukan dengan Penanaman 10 varietas tanaman jagung yang ditanam diantaranya (BMD57, BMD58, BMD59, BMD60, TF8016, NK6326, BISI18, P35, DK95, dan PERTWI2) 5 varietas di antaranya sebagai uji ketahanan varietas sedangkan 5 varietas lainnya sebagai pembanding, Sehingga dari 10 varietas tersebut dapat diambil 5 varietas untuk dilakukan eksplorasi pengambilan sampel akar jamur endofit.

Jamur endofit adalah jamur yang berada di dalam jaringan tanaman, yang keberadaannya tidak menimbulkan gangguan pada tanaman. Bagian tanaman yang memiliki populasi mikroba jamur endofit paling banyak adalah bagian akar,

(Hallman, 1997). Perakaran tanaman (Rhizosfer) merupakan bagian tanaman yang paling kaya akan mikroorganisme. Banyaknya jumlah mikroorganisme yang ada di Rhizosfer disebabkan pada daerah tersebut kaya akan nutrisi diantaranya asam amino dan gula. Kedua senyawa tersebut dapat berfungsi sebagai sumber nitrogen dan karbon untuk pertumbuhan mikroorganisme (Bruehl, 1987). Hal inilah yang menjadi dasar pemikiran dalam penelitian, yaitu dengan keragaman jamur endofit akar pada tanaman jagung terhadap penyakit karat.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh kategori ketahanan intensitas penyakit karat daun dengan keragaman jamur endofit pada perakaran tanaman jagung ?
2. Apakah terdapat perbedaan keragaman jamur endofit pada masing-masing varietas ?
3. Apakah intensitas penyakit berpengaruh terhadap produksi jagung dan Bagaimana hubungannya indek intensitas penyakit dengan indek produksi?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. untuk mengetahui intensitas serangan penyakit karat daun dengan produksi jagung dari beberapa varietas.
2. untuk mengetahui keragaman jamur endofit akar pada tanaman jagung terhadap penyakit karat daun (*Puccinia polysora*) dari berbagai varietas.

### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh nyata pada intensitas penyakit karat daun terhadap keragaman jamur endofit pada masing-masing varietas tanaman jagung.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memperoleh data intensitas penyakit karat daun yang berbeda nyata dari masing-masing varietas dan dapat memberikan informasi tentang keragaman jamur endofit akar pada tanaman jagung terhadap penyakit karat daun (*Puccinia polysora*) dari beberapa varietas.

## I. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1 Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

#### 1.1.1 Deskripsi Tanaman Jagung

Tanaman jagung merupakan tanaman semusim (*annual*) satu siklus hidup di selesaikan dalam kurun waktu 70-120 hari. Paruh pertama dari siklus tanaman jagung merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua tahap pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung bervariasi yaitu 1–2 m atau lebih, namun tinggi tanaman bisa diukur dari permukaan tanah yaitu dari ruas batang pertama hingga ruas batang teratas (sebelum muncul bunga jantan). Batang jagung tegak dan mudah terlihat. Daun jagung adalah daun sempurna, bentuknya memanjang, antara pelepah dan helai daun terdapat ligula, tulang daun sejajar dengan ibu tulang daun, setiap stomata dikelilingi sel-sel epidermis berbentuk kipas. Struktur ini berperan penting dalam respon tanaman terhadap defisit air pada sel-sel daun (Bahri *et al.*, 2008).

Jagung termasuk tanaman berakar serabut yang terdiri dari tiga tipe akar, yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar udara. a) Akar seminal tumbuh dari radikula dan embrio, b) Akar adventif disebut juga akar tunjang tumbuh dari buku paling bawah yaitu sekitar 4 cm di bawah permukaan tanah, sedangkan c) Akar udara merupakan akar yang keluar dari dua atau lebih buku terbawah dekat permukaan tanah. Jagung memiliki bunga yang tidak lengkap dan termasuk bunga yang tidak sempurna, bunga jantan terdapat di ujung batang, sementara bunga betina terdapat di ketiak daun ke-6 atau ke-8 dari bunga jantan. Biji tiap tongkol tersusun rapi, dalam satu tongkol dengan jumlah biji 200 – 400 biji tiap tongkol (Purwono dan Hartono, 2008).

Jagung termasuk tanaman berumah satu monoceious dimana letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina pada satu tanaman. Jagung termasuk tanaman C4 yang mampu beradaptasi baik pada faktor – faktor pembatas pertumbuhan dan hasil. Salah satu sifat tanaman jagung sebagai tanaman C4, antara lain daun mempunyai laju fotosintesis lebih tinggi dibanding tanaman C3, fotorespirasi rendah, efisiensi dalam penggunaan air (Muhadjir, 1988).

Kedudukan taksonomi jagung adalah sebagai berikut : Kingdom : Spermatophyta ; Divisi : Angiosperm ; Ordo : Graminales ; Famili : Gramineae ; Genus : *Zea* ; Spesies : *Zea mays* L. (Astawan dan Wresdiyanti, 2004).

**Bagian-bagian dari tanaman jagung di antaranya :**

a) Batang

Tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang, berbentuk silindris, dan terdiri atas sejumlah ruas dan buku ruas. Pada buku ruas terdapat tunas yang berkembang menjadi tongkol. Dua tunas teratas berkembang menjadi tongkol yang produktif. Batang memiliki tiga komponen jaringan utama, yaitu kulit (epidermis), jaringan pembuluh (bundles vakuler), dan pusat batang (putih).

b) Daun

Daun jagung mulai terbuka sesudah koleoptil muncul di atas permukaan tanah. Setiap daun terdiri atas helaian daun, ligula, dan pelepah daun yang erat melekat pada batang. Jumlah daun sama dengan jumlah buku batang, jumlah daun umumnya berkisar 10-18 helai, rata-rata munculnya daun yang terbuka sempurna 3-4 hari setiap daun. Tanaman jagung di daerah tropis mempunyai jumlah daun relatif lebih banyak dibanding di daerah yang beriklim sedang (Paliwal, 2000). Daun jagung muncul dari buku-buku batang, sedangkan pelepah daun menyelubungi batang untuk memperkuat batang. Panjang daun bervariasi antara 30-150 cm dan lebar 4-15 cm dengan ibu tulang daun yang sangat keras. Tepi helaian daun halus dan kadang-kadang berombak (Muhadjir, 1988).

c) Bunga

Bunga jantan terletak di pucuk yang ditandai dengan adanya malai atau tassel dan bunga betina terletak di ketiak daun dan akan mengeluarkan stigma. Bunga jagung tergolong bunga tidak lengkap karena struktur bunganya tidak mempunyai petal dan sepal. Dimana organ bunga jantan (staminate) dan organ bunga betina (pestilate) tidak dalam satu bunga (berumah satu) (Rochani, 2007).

d) Tongkol

Tanaman jagung mempunyai satu atau dua tongkol, tergantung varietas. Tongkol jagung diselimuti oleh daun kelobot. Tongkol jagung terletak pada bagian atas umumnya lebih dahulu terbentuk dan lebih besar dibanding yang terletak pada bagian bawah. Setiap tongkol terdiri atas 10-16 baris biji yang jumlahnya selalu genap. Biji jagung disebut kariopsis, dinding ovari atau perikarp menyatu dengan

kulit biji atau testa, membentuk dinding buah. Biji jagung terdiri atas tiga bagian utama yaitu (a) pericarp, berupa lapisan luar yang tipis, berfungsi mencegah embrio dari organisme pengganggu dan kehilangan air ; (b) endosperm, sebagai cadangan makanan, mencapai 75% dari bobot biji yang mengandung 90% pati dan 10% protein, mineral, minyak dan lainnya ; dan (c) embrio (lembaga), sebagai miniatur tanaman yang terdiri atas plamule, akar radikal, scutelum, dan koleoptil (Subekti *et al.*, 2010).

e) Akar

Akar jagung tergolong akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m, meskipun sebagian besar berada pada kisaran 2 m. Tanaman jagung mempunyai akar serabut dengan tiga jenis akar, yaitu (a) akar seminal, (b) akar adventif, dan (c) akar kait atau penyangga. (a) Akar seminal adalah akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Pertumbuhan akar seminal akan melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah dan pertumbuhan akar seminal akan berhenti 10-18 hari setelah berkecambah. (b) Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku diujung mesokotil, kemudian akar adventif berkembang dari tiap buku secara berurutan dan terus keatas antara 7-10 buku, semuanya di bawah permukaan tanah. Pada tanaman yang sudah cukup dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman. Akar adventif berkembang menjadi serabut akar tebal. Akar seminal hanya sedikit berperan dalam pengambilan air dan hara. (c) Akar kait atau penyangga adalah akar adventif yang muncul pada dua atau tiga buku diatas permukaan tanah. Fungsi dari akar penyangga adalah menjaga tanaman agar tetap tegak dan mengatasi rebah batang. Akar ini juga membantu penyerapan hara dan air (McWilliams *et al.*, 1999).

### **1.1.2Syarat Tumbuh Tanaman Jagung**

Tanaman jagung berasal dari daerah tropis yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan di luar daerah tersebut. Jagung tidak membutuhkan persyaratan lingkungan yang terlalu ketat untuk pertumbuhannya. Tanaman ini dapat tumbuh pada berbagai macam kondisi bahkan pada kondisi tanah yang kering. Jagung dapat ditanam di Indonesia mulai di dataran rendah sampai di daerah pegunungan yang memiliki ketinggian 1000 - 1800 meter di atas permukaan laut. Daerah dengan

ketinggian 0–600 m dpl merupakan ketinggian yang optimum bagi pertumbuhan jagung (AAK, 1993). Selama pertumbuhan, tanaman jagung harus mendapatkan sinar matahari yang cukup karena sangat mempengaruhi pertumbuhannya (Sutoro *et al.*, 1988). Jumlah radiasi surya yang diterima tanaman selama fase pertumbuhan merupakan faktor yang penting untuk penentuan jumlah biji (Muhadjir, 1988). Intensitas cahaya merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman jagung oleh sebab itu tanaman jagung harus mendapatkan cahaya matahari langsung. Bila kekurangan cahaya batangnya akan kecil, tongkol kecil dan hasil yang di dapatkan rendah (Badan pengendali Bimas, 1983). Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman jagung adalah subur, gembur, banyak mengandung bahan organik, aerase dan drainasenya baik. Jagung dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah asalkan mendapatkan pengolahan yang baik. Tanah dengan tekstur lempung berdebu adalah yang terbaik untuk pertumbuhannya. Tanah- tanah dengan tekstur berat masih dapat di tanami jagung dengan hasil yang baik bila pengelolaan tanah dikerjakan secara optimal, sehingga aerase dan ketersediaan air di dalam tanah berada dalam kondisi baik. Kemasaman tanah (pH) yang baik untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar antara 5,6–7,5 (Rochani, 2007).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung mempunyai lima periode, yaitu :

1) Periode tanam sampai tumbuh

Suhu, air, hara mineral dan keadaan fisik permukaan tanah ialah faktor penting pada periode ini. Biji jagung dapat muncul dari permukaan tanah 4-5 hari setelah tanam. Pertumbuhan akar ke arah horizontal atau mendatar pada awalnya karena respon pertumbuhan akar pada suhu. Selanjutnya pertumbuhan akar bergerak kebawah atau Vertikal.

2) Periode sesudah tumbuh sampai keluar malai

Periode tersebut ialah pertumbuhan vegetatif, dengan proses fotosintesis tanaman cukup tinggi. Akumulasi yang cepat akan nutrisi setiap komponen tanaman menjadi semakin besar.

3) Periode keluar malai sampai keluar rambut

Malai ialah titik akhir pertumbuhan ke atas dan akhir pembentukan daun malai (bunga jantan) mulai berbunga pada umur 50–52 hari setelah tanam. Pada periode ini perpanjangan ruas batang terhenti pada saat malai mulai melepaskan

serbuk sari (pollen) malai menghasilkan serbuk sari pada 1–3 hari sebelum rambut tongkol keluar. Serbuk sari tetap hidup hanya dalam beberapa jam sesudah lepas dari malai dan dalam kondisi normal pembungaan terjadi dalam 8–10 hst Rambut tongkol (bunga betina) malai keluar pada umur 52–57 hst.

4) Periode keluar rambut sampai masak

Periode ini merupakan periode pembentukan biji, Rambut tongkol yang pertama kali muncul ialah rambut bagian tengah lalu bagian bawah dan selanjutnya rambut pada bagian ujung tongkol. Periode pengisian biji berlangsung selama 45–60 hari dari polinasi sampai masak fisiologi.

5) Periode pengeringan

Periode ini ditandai oleh terbentuknya lapisan hitam ( *black layer* ) pada bagian plasental biji yang menutupi aliran asimilat ke dalam biji pembentukan lapisan hitam tersebut menandai umur masak fisiologi (Sudjana *et al.*, 1991).

### 1.1.3 Budidaya Tanaman Jagung

#### 1. Persiapan benih

Gunakan benih bermutu tinggi baik genetik, fisik dan fisiologi (benih hibrida) dan berdaya tumbuh > 90%. Kebutuhan benih antara 20–30 kg/ha tergantung dari ukuran benih. Rendam benih dalam larutan POC NASA ( dosis 2-4 cc/ltr air semalam) sebelum di tanam. Untuk menghindari serangan penyakit bulai maka perlu adanya perlakuan benih. Benih diperlakukan sesaat sebelum penanaman. Caranya, 2 gram metal aksil dilarutkan dan diaduk 10 ml air. Larutan tersebut dicampur dengan 1 kg benih dan diaduk hingga merata, lalu dikering anginkan. Benih jagung yang umumnya dijual dalam kemasan biasanya sudah diperlakukan dengan metal aksil ( warna merah) sehingga tidak perlu lagi diberi perlakuan benih.

#### 2. Persiapan lahan

- a. Lahan dibersihkan terlebih dahulu dari gulma yang tumbuh di areal yang akan ditanami. Lahan dapat dibersihkan dengan menggunakan sabit, parang, atau menggunakan herbisida. Setelah lahan bebas dari tumbuhan pengganggu, dilakukan pengelolaan tanah dengan bajak yang ditarik dengan sapi atau traktor, diikuti dengan garu serta perataan sampai lahan siap ditanami.
- b. Buat bedengan dengan lebar 1 m dan panjangnya disesuaikan dengan kondisi lahan, jarak antar bedengan kurang lebih 30 cm.

c. Gemburkan tanah hingga kedalaman 30–40 cm. Tanaman jagung membutuhkan aerasi dan dranasasi yang baik maka butuh penggemburan tanah. Umumnya persiapan tepat untuk tanaman jagung dikerjakan dengan metode dibajak sedalam 15–20 cm, diikuti dengan penggaruan tanah hingga rata. Saat menyiapkan area, semestinya tanah jangan terlalu basah namun cukup lembab sehingga gampang ditangani dan tidak lengket. Untuk tipe tanah berat perlu dibuatkan saluran drainase.

### 3. Penanaman

Penanaman buat lubang tanam dengan tugal sedalam kurang lebih 5 cm dengan jarak tanam 75x25 cm. Masukkan benih sebanyak 2 benih per lubang tanam dan lubang ditutup kembali dengan tanah. Pada waktu penanaman tanah harus cukup lembab namun tidak becek. Jarak tanaman perlu diusahakan teratur supaya ruang tumbuh tanaman seragam dan pemeliharaan tanaman mudah. Sebagian varietas memiliki populasi optimumnya tidak sama. Populasi optimum dari sebagian varietas yang sudah beredar sekitar 50.000 tanaman/ha jagung mampu ditanam dengan memakai jarak tanam 100x40 cm dengan dua tanaman per lubang atau mungkin 100x20 cm dengan satu tanaman per lubang atau 75x25 cm dengan satu tanaman per lubang. Lubang dibuat sedalam 3-5 cm menggunakan tugal, tiap-tiap lubang diisi 2-3 biji jagung selanjutnya lubang ditutup dengan tanah.

### 4. Pemupukan

Pemupukan dari seluruh unsur hara yang dibutuhkan tanaman yang paling banyak diserap tanaman merupakan unsur Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Nitrogen diperlukan tanaman jagung selama saat perkembangan hingga pematangan biji. Tanaman ini menginginkan tersedianya nitrogen dengan cara terus menerus pada semua stadia pertumbuhan hingga pembentukan biji. Kekurangan nitrogen dalam tanaman meskipun pada stadia permulaan dapat menurunkan hasil. Berikan pupuk kandang kurang lebih 7 hari sebelum tanam dengan dosis 5 ton/ha dan ratakan di atas tanah bedengan. Pemberian pupuk kandang biasanya dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengolahan tanah. Pemupukan pertama dilakukan dengan tugal pada jarak 5 cm dari lubang tanam, pemupukan kedua dan ketiga dilakukan pada jarak 10 cm dari lubang tanam. Tutup kembali lubang setelah pupuk dimasukkan. Tanaman jagung memerlukan pasokan unsur P hingga stadia lanjut, terutama ketika tanaman masih muda. Tanda-tanda kekurangan fosfat akan tampak



sebelum tanaman setinggi lutut hingga usai pembungaan. Dosis pemupukan jagung adalah Urea 350 kg/ha, SP36 100-150 kg/ha dan KCl 100 kg/ha. Pupuk diberikan dengan cara tugal sedalam 5 cm dengan jarak 10 cm dari batang tanaman dan ditutup dengan tanah. Pemupukan dapat dilakukan dengan pupuk majemuk NPK.

#### 5. Pemeliharaan

Tindakan pemeliharaan yang dikerjakan diantaranya penyulaman, penjarangan, penyiangan, pembumbunan dan pemangkasan daun. Penyulaman mampu dikerjakan dengan penyulaman bibit kurang lebih 1 minggu. Penjarangan tanaman dikerjakan 2-3 minggu setelah tanam. Tanaman yang sehat senantiasa dipelihara hingga didapat populasi tanaman yang diinginkan. Penurunan hasil yang dipicu oleh persaingan gulma benar-benar beragam sama sesuai dengan jenis tanaman, tipe lahan, populasi dan type gulma serta aspek budidaya yang lain. Periode kritis persaingan tanaman dan gulma terjadi sejak tanam hingga seperempat atau juga sepertiga dari daun gulma. Penyiangan dikerjakan pada usia 15 hari setelah tanam dan harus dijaga jangan sampai mengganggu atau mengakibatkan kerusakan akar tanaman. Penyiangan ke-2 dikerjakan sekaligus dengan pembumbunan pada saat pemupukan ke-2. Pembumbunan bukan hanya untuk memperkokoh batang akan tetapi untuk membenahi drainase dan memudahkan pengairan.

#### 6. Pengairan

Air benar-benar dibutuhkan pada saat penanaman, pembungaan (45-55 hst) dan pengisian biji (60-80hst). Pada saat pertumbuhan keperluan airnya tidak begitu tinggi dibanding dengan saat berbunga yang membutuhkan paling banyak air.

#### 7. Panen

Jagung manis dipanen pada saat umur 90-100 HST sedangkan jagung pipil dipanen sekitar umur 100-120 HST, dimana pada saat tersebut tongkol tanaman jagung sudah dikatakan masak secara fisiologis dengan ciri-ciri daun klobot sudah mengering (menguning) bila klobot dibuka tampak kisut 100%, serta ada *black layer* pada daerah titik tumbuh.

### 1.2 Penyakit Karat

Penyakit karat tersebar hampir disemua daerah penanaman jagung di dunia, meliputi Eropa, Rusia, Amerika, Afrika, Australia dan Asia yang beriklim tropik dan subtropik (Shurtleff, 1980).

### 1.2.1 Biologi *Puccinia* sp.

Klasifikasi dari jamur *Puccinia* sp. adalah termasuk dalam : Kerajaan : Myceteae ; Divisi : Eumycota ; Kelas : Basidiomycota ; Suku (ordo) : Uridinales ; Famili : Pucciniaceae ; Genus : *Puccinia* ; Spesies : *Puccinia* sp. (Dwijosaputro, 1978)

Jamur memiliki urediospora berbentuk bulat telur sampai bulat telur memanjang, seringkali agak bersudut-sudut, luas urediospora 28–38 x 22–30 µm, memiliki dinding agak tebal, berwarna emas dengan duri-duri halus yang jarang, telium berwarna gelap, tetap tertutup oleh epidermis, bulat, dengan garis tengah 0,2–0,5 mm. Teliospora berbentuk gada atau kurang lebih jorong, biasanya tidak teratur atau agak bersudut-sudut (Semangun, 2008).

### 1.2.2 Gejala penyakit karat Daun

Tanaman jagung yang terserang jamur ini akan memperlihatkan gejala bercak kuning kemerahan (seperti karatan) pada daun. Jika serangan berat maka tanaman dapat mengalami kematian. Bercak karat yang awalnya berwarna cokelat akhirnya berubah menjadi kehitam-hitaman, menyebabkan klorosis pada daun-daun dan mengurangi fotosintesis. Gejala pada tanaman jagung yang terinfeksi penyakit karat adalah adanya bisul (pustules=sori), terutama pada daun. Bisul terbentuk pada kedua permukaan daun bagian atas dan daun bagian bawah. Bisul dengan warna cokelat kemerahan tersebar pada permukaan daun dan berubah warna menjadi hitam kecoklatan setelah teliospora berkembang. Bisul ini dapat terlihat jelas dan bila dipegang akan terasa kasar (Gambar 1.). Pada saat terjadi penularan berat, daun menjadi kering (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Gejala penyakit karat dominan tampak pada daun tanaman jagung dibanding dengan bagian tanaman lainnya. Pada tanaman dewasa yaitu daun yang sudah tua terdapat titik-titik noda yang berwarna kecoklatan seperti karat serta terdapat serbuk yang berwarna kuning kecoklatan, serbuk ini kemudian menjadi bermacam-macam bentuk. Kranz et al. (1997) mengemukakan bahwa pada permukaan atas dan bawah daun terdapat bercak kecil atau seperti bisul, bentuknya bulat sampai lonjong berwarna coklat kemerahan ukuran 2 mm. Bercak ini menghasilkan spora yang disebut teliospora, tersebar pada permukaan daun dan akan berubah warna menjadi

hitam kecoklatan setelah teliospora berkembang. Karena banyaknya teliospora yang terbentuk menyebabkan permukaan bagian atas daun menjadi kasar. Pada tingkat serangan berat daun menjadi kering.

*Puccinia polysora* membentuk urediosorus pada permukaan atas daun, sedikit di permukaan daun. Urediosorus berbentuk bulat atau jorong. Di lapangan kadang-kadang epidermis tetap menutupi urediosorus sampai matang. Tetapi ada kalanya epidermis pecah dan masa spora dalam jumlah besar menjadi tampak (Semangun, 1993).



Gambar 1. Daun jagung terserang penyakit karat (*Puccinia polysora*) (Departemen Pertanian, 1983)

### 1.2.3 Faktor yang mempengaruhi penyakit karat daun

Urediospora *Puccinia polysora* paling banyak dipencarkan menjelang tengah hari. Perkecambahan spora adalah 27-28°C . pada suhu ini uredium terbentuk 9 hari setelah infeksi. Jamur mengadakan infeksi melalui mulut daun. Sedangkan untuk *Puccinia sorghi* terutama terdapat pada suhu agak rendah di daerah pegunungan, berkembang pada suhu 16-23°C (Semangun, 1993).

Perbedaan ras masing-masing spesies telah diketahui dari reaksi beberapa varietas jagung. *Puccinia polysora* tidak berkembang pada ketinggian 1200 m dan ketinggian kurang dari 900 m cocok bagi perkembangan penyakit karat (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

### 1.2.4 Penyebab penyakit karat Daun

Karat jagung disebabkan oleh tiga spesies dari dua genera yaitu *Puccinia sorghi* Scw., *P. polysora* Underw., dan *Physopella zae* (mains) cummins dan Ramachar (Syn. *Angiospora zae* Mains).

*P. sorghi* mempunyai urediospora berwarna coklat, berbentuk bulat sampai elip, dengan ukuran 21–30 x 24–33 µm. Tebal dinding spora 1,5–2 µm. Tiap sel mempunyai dua inti. Teliospora yang menggantikan urediospora di dalam pustul berwarna coklat keemasan halus, berbentuk bulat sampai elip, dua sel ukuran 14–25 x 28–46 µm. *P. polysora* dan *P. zae* mempunyai urediospora berwarna kekuningan sampai keemasan berbentuk elip, ukuran 20–29 x 29–40 µm. Tebal dinding spora 1–1,5 µm dengan 4–5 lubang ekuator. Teliospora berwarna coklat, halus, elip, kedua ujungnya membulat, ukuran 18–27 x 29–41 µm, mudah lepas, dua sel, timbul pada tangkai pendek ukuran 10–30 µm. Aeciosporanya belum diketahui (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

#### **1.2.5 Siklus penyakit karat daun**

Pada *P. sorghi*, teliospora berkecambah membentuk basidia yang memproduksi basidiospora kecil, berdinding tipis, hialin, haploid. Basidiospora berkecambah dan mengadakan penetrasi pada daun *Oxalis* spp. membentuk spermagonia dengan spermatia kecil pada permukaan atas daun. Spermatia mengadakan fusi dengan hifa lentur untuk memasuki stadia aecia di permukaan bawah daun *Oxalis* spp, selanjutnya terbentuk aeciospora. Aeciospora berinti dua dan mudah diterbangkan oleh angin sampai jatuh pada daun jagung dan menginfeksi. Pada daun jagung uredospora terbentuk.

Pada *P. polysora*, teliospora jarang ditemukan dan tidak diketahui perkecambahannya. Uredospora berfungsi sebagai inokulum primer dan sekunder. Penyebarannya melalui angin. Belum diketahui inang lainnya. Hanya stadia uredia dan telia yang diketahui pada *P. zae*, siklusnya seperti pada *P. polysora*.

#### **1.2.6 Epidemologi penyakit karat**

*P. sorghi* mengkehendaki suhu 16–23°C dan kelembapan udara tinggi. *P. polysora* dan *P. zae* cocok pada suhu tinggi (27°C) dengan kelembapan tinggi. Perbedaan ras masing-masing spesies telah diketahui dari reaksi beberapa varietas jagung. *P. polysora* tidak berkembang pada ketinggian tempat di atas 1200 m, dan ketinggian kurang dari 900 m cocok bagi perkembangan penyakit karat.

### 1.2.7 Tanaman inang

Penyakit karat, selain menyerang tanaman jagung juga dapat menyerang *Teosinte* (*Euchlaena mexicana*), *Tripsacum lanceolatum*, *T. pilosum*, *Erianthus alopecuroides* (Laundon and Waterson, 1964; Schieber, 1975; Shurtleff, 1980; Bushnell and Roelfs, 1984). Tanaman-tanaman tersebut dapat menjadi tempat bertahan penyakit karat selama tanaman jagung belum ada di lapangan dan berpotensi sebagai penyebar penyakit pada musim tanam berikutnya. Apabila ditemukan tanaman-tanaman tersebut di atas disekitar pertanaman jagung maka segera dimusnahkan.

*Oxalis* spp. adalah tanaman inang *P.sorghii* yang dapat diinfeksi oleh basidiospora. *Oxalis* spp. yang terinfeksi *P.sorghii* selanjutnya memproduksi asciospora yang mudah diterbangkan oleh angin untuk sampai ke daun jagung dan menginfeksi. *Teosinte* (*Euchlaena mexicana*) juga sebagai inang dari *P.sorghii*, *P.polysora* dan *P.zeeae*. *plume grasses* dan *gamagrass* dilaporkan sebagai inang dari *P.polysora* (Shurtleff, 1980).

### 1.2.8 Komponen Teknologi Pengendalian penyakit karat

Pengendalian penyakit karat dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti menanam varietas tahan, pengaturan waktu tanam, dan penggunaan bahan kimia (fungisida).

#### a. Menanam Varietas Tahan

Pengendalian penyakit dengan menanam varietas tahan merupakan cara yang mudah penerapannya bagi petani, biayanya murah dan ramah terhadap lingkungan. Menanam varietas tahan dimaksudkan untuk menekan serangan penyakit sehingga tidak menimbulkan kerugian secara ekonomi atau kehilangan hasil relatif kecil. Menanam varietas tahan adalah merupakan satu-satunya cara pengendalian penyakit karat. Selama periode tahun 2003-2009 telah dilepas varietas jagung bersari bebas dan jagung hibrida tahan terhadap penyakit karat. Varietas-varietas tersebut dianjurkan untuk digunakan dalam pengendalian penyakit karat pada tanaman jagung, dan juga dapat dijadikan sebagai sumber gen ketahanan dalam perakitan varietas unggul tahan penyakit karat di masa yang akan datang (Schieber, 1977)

#### b. Waktu Tanam Tepat

Pengaturan waktu tanam bertujuan untuk menghindari masa kritis tanaman dari serangan penyakit. Timbulnya berbagai serangan penyakit erat kaitannya dengan kualitas dan fase pertumbuhan tanaman di lapangan. Menanam pada waktu yang tepat secara serempak pada suatu hamparan yaitu pada saat sumber inokulum penyakit masih relatif rendah atau belum ada di lapangan dapat memperkecil dan memperpendek distribusi sumber inokulum (Manwan 1977; Palti 1981). Pengendalian penyakit dengan cara menanam pada waktu yang tepat merupakan salah satu komponen pengendalian hama dan penyakit secara terpadu, tidak menimbulkan efek samping terhadap patogen, musuh alami, dan ramah terhadap lingkungan. Namun sampai saat ini informasi mengenai fluktuasi keberadaan penyakit karat di sentra-sentra produksi jagung di Indonesia masih sangat terbatas jumlahnya sehingga penerapannya belum sepenuhnya dilaksanakan. Indikatornya masih sering ditemukan fase pertumbuhan tanaman jagung yang bervariasi, terdiri dari berbagai fase umur tanaman pada suatu hamparan. Kondisi seperti tersebut sangat mendukung timbulnya berbagai jenis penyakit karena selalu tersedia sumber makanan di lapangan sepanjang tahun. Pada umumnya petani menanam jagung biasanya hanya berdasarkan ketersediaan air dan kesempatan mereka, tetapi belum memperhitungkan masalah penyakit yang pada waktu-waktu tertentu akan muncul di pertanaman. Penyakit yang disebabkan oleh jamur/cendawan dapat berkembang dengan baik pada kondisi suhu rendah dan kelembaban (RH) yang relatif tinggi. Oleh karena itu, untuk menghindari tanaman jagung dari serangan penyakit karat sebaiknya menanam pada awal musim hujan, terutama di lahan tegal. Pertanaman jagung yang agak lambat biasanya mendapat serangan yang lebih berat (Semangun 1991). intensitas serangan penyakit karat sangat tinggi pada pertanaman jagung yang ditanam pada periode bulan Desember sampai Januari (Sudjono dan Sukmana, 1995)

#### c. Kimiawi

Dalam konsep PHT penggunaan bahan kimia untuk pengendalian penyakit tanaman merupakan alternatif terakhir atau digunakan apabila tidak dapat diatasi dengan cara lainnya. Pengendalian penyakit di tingkat petani pada umumnya dilakukan secara berkala tanaman mereka masih muda hingga tanaman

menghasilkan tongkol dengan selang waktu penyemprotan tidak menentu serta tanpa memperhitungkan jenis dan tingkat serangan penyakit di pertanaman. Tindakan yang demikian tersebut hanya merupakan pemborosan biaya dan dapat menimbulkan pengaruh buruk terhadap patogen dan lingkungan. Tanaman jagung yang terserang penyakit karat *P. polysora* dengan intensitas serangan hingga 21% tidak memengaruhi hasil biji pipilan kering jagung. Hasil yang dicapai pada tingkat serangan 21% secara statistik tidak berbeda nyata dengan hasil dari perlakuan yang disemprot dengan berbagai jenis fungisida selama fase pertumbuhan tanaman dengan selang waktu aplikasi 10 hari. Dengan demikian aplikasi fungisida dianjurkan pada intensitas serangan penyakit karat lebih besar 21% (Sumartini, 1992).

#### **1.2.9 Daur Hidup Penyakit**

*Puccinia polysora* dapat mempertahankan diri dari musim ke musim pada tanaman jagung hidup yang selalu terdapat dan dipancarkan oleh urediospora. Spora ini dapat diterbangkan jauh oleh angin dengan tetap hidup, karena kering dan mempunyai dinding yang cukup tebal. Jamur ini tidak bisa hidup sebagai saprofit, sehingga tidak dapat mempertahankan diri pada sisa-sisa tanaman jagung. Tidak terdapat pula bukti-bukti bahwa jamur ini mempertahankan diri dalam biji yang dihasilkan oleh tanaman sakit (Semangun, 1993).

#### **1.2.10 Mekanisme pertahanan**

Secara umum tumbuhan dapat bertahan dari serangan patogen tersebut dengan kombinasi sifat pertahanan diri yang dimilikinya, yaitu (1) sifat-sifat struktural yang berfungsi sebagai penghalang fisik dan menghambat patogen yang akan masuk dan berkembang di dalam tumbuhan dan (2) reaksi-reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel jaringan tumbuhan yang menghasilkan zat beracun bagi patogen atau menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan patogen pada pertumbuhan tersebut. Kombinasi antara sifat struktural dan reaksi biokimia yang digunakan untuk pertahanan bagi tumbuhan berbeda antar setiap sistem kombinasi inang dengan patogen pertahanan struktural dapat berupa pertahanan sebelum infeksi dan sesudah infeksi, demikian juga pertahanan secara kimiawi dapat berupa pertahanan sebelum dan sesudah infeksi patogen (Abadi, 2003).

Pertahanan struktural sebelum infeksi patogen menyangkut (1) jumlah serta kualitas lapisan lilin atau kutikula (2) struktur dinding sel epidermis (3) ukuran, kerapatan serta kerapatan stomata dan (4) ketebalan dinding sel dalam jaringan tanaman. Pertahanan struktural sesudah infeksi patogen meliputi : a. Reaksi sitoplasmatik b. Struktur pertahanan dinding sel c. Struktur pertahanan histologi yang berupa pembentukan lapisan gabus, pembentukan lapisan absisi, pembentukan tilosis dan pengendapan getah atau gum (Abadi, 2003).

Pertahanan kimiawi (metabolik) sebelum infeksi dapat berupa penghambat yang dikeluarkan tanaman ke lingkungannya misalnya berupa senyawa fungitoksik, produksi senyawa penghambat petogen di dalam sel tanaman (fenol, tanin, diene dan lektin) dan pertahanan kimiawi setelah infeksi antara lain : 1. Pengenalan patogen oleh tanaman inang 2. Respon hipersensitif 3. Fitoaleksin 4. Senyawa fenol sederhana 5. Protein 6. Pertahanan meliputi plant antibody (Abadi, 2003).

#### **1.2.11 Tipe ketahanan tanaman**

Tipe ketahanan (resistensi) tanaman menjadi 3 bagian yaitu ketahanan vertikal, ketahanan horizontal dan ketahanan dua dimensi. Ketahanan vertikal adalah ketahanan tanaman pada satu ras patogen tertentu. Ketahanan horizontal adalah ketahanan tanaman terhadap beberapa ras patogen. Ketahanan dua dimensi terjadi jika ketahanan vertikal dan horizontal terjadi pada satu kultivar tunggal.

Ketahanan horizontal dikendalikan oleh banyak gen (ketahanan poligenik). Ketahanan horizontal dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda dan sangat bervariasi dibanding dengan ketahanan vertikal umumnya, ketahanan horizontal tidak melindungi tanaman dari infeksi tetapi memperlambat penyebaran penyakit di dalam tanaman (Abadi, 2003).

Tanaman inang yang mempunyai ketahanan horizontal mungkin akan dapat sakit, tetapi laju perkembangan penyakit dan epidermisnya akan tergantung pada tingkat ketahanan dan keadaan lingkungan. Hal ini dikarenakan ketahanan ini dikendalikan oleh banyak gen minor yang bersifat lemah tetapi efektif terhadap banyak ras patogen tertentu (Purnomo, 2007).

Tanaman inang mempunyai ketahanan vertikal yang lebih tinggi tidak akan memberi peluang kepada patogen menjadi establis (menetap), sehingga penyakit endemik tidak dapat berkembang kecuali ada ras baru dari patogen yang dapat



menyerang ketahanan tanaman. Ketahanan vertikal adalah ketahanan yang dikendalikan satu gen mayor bersifat kuat terhadap patogen ras tertentu saja (Purnomo, 2007).

Ketahanan vertikal akan sangat efektif apabila : 1. Ada dalam tanaman setahun yang mudah dimuliakan seperti tanaman yang memiliki biji-bijian kecil 2. Ditunjukkan kepada patogen yang tidak menyebar dengan cepat 3. Terdiri dari gen kuat yang dapat melindungi tanaman yang mengandung gen tersebut secara keseluruhan dalam waktu yang lama dan 4. Populasi inang tidak terdiri dari varietas yang mempunyai genetik tunggal seragam yang di tanam pada area yang sangat luas (Abadi, 2003).

#### **1.2.12 Hubungan kelembapan dengan penyakit**

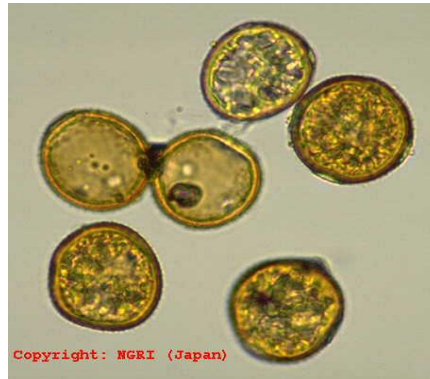
Perkembangan penyakit sangat tergantung pada cuaca. Keadaan cuaca yang sangat lembab menguntungkan bagi perkembangan penyakit. Serangan penyakit cenderung meluas bila cuaca lembab pada saat menjelang panen (Hartna, 1998).

Unsur-unsur cuaca yang mempengaruhi cendawan meliputi : 1) suhu, berpengaruh pada laju pertumbuhan dan bertahannya hifa dan propagul 2) curah hujan dan embun, secara langsung mempengaruhi kebasahan daun sehingga memungkinkan perkecambahan dan pertumbuhan patogen, eksudasi dan mengendapnya konidium pada permukaan tanaman dan pemancarannya 3) kelembapan, mempengaruhi kemampuan bertahan hidup, pertumbuhan patogen dan pembedaan spora 4) angin, berpengaruh sebagai pembawa dalam penyebaran dan mengendapnya konidium di permukaan tanaman dan 5) cahaya, mempengaruhi eksudasi, sporulasi, pemencaran konidium, perkecambahan konidium dan pertumbuhan.

### **1.3 Jamur *Puccinia polysora***

#### **1.3.1 Morfologi *Puccinia polysora***

Ukuran urediospora bulat dan lonjong dengan 24-29 x 22- 29  $\mu\text{m}$ , berdinging coklat kemerahan, berduri-duri halus. Jamur ini membentuk telium terbuka (Semangun, 1993). Klasifikasi jamur *Puccinia polysora* U. Divisio : Eumycota ; Kelas : Urediniomycetes ; Ordo : Uredinales ; Famili : Pucciniaceae ; Genus : Puccinia ; Spesies : *Puccinia polysora* U. (Bachi, 2008).



Gambar 2. Literatur mikroskopis penyakit karat daun jagung (*Puccinia polysora*) (Departemen Pertanian, 1983)

### 2.3.2. Daur Hidup

Penyakit *Puccinia polysora* dapat mempertahankan diri dari musim ke musim pada tanaman jagung hidup yang selalu dapat dipancarkan oleh urediospora. Spora ini dapat diterbangkan jauh oleh angin dengan tetap hidup, karena kering dan mempunyai dinding yang cukup tebal. Jamur ini tidak bisa hidup sebagai saprofit, sehingga tidak dapat mempertahankan diri pada sisa-sisa tanaman jagung. Tidak terdapat pula bukti-bukti bahwa jamur ini mempertahankan diri dalam biji yang dihasilkan oleh tanaman sakit (Semangun, 1993).

## 1.4 Endofit Akar

### 1.4.1 Definisi Jamur Endofit

Istilah endofit pertama kali ditemukan oleh De Bary pada tahun 1966 untuk menyebut jamur yang ada di dalam jaringan tanaman inang dan bersifat epifit, kemudian pada tahun 1980 istilah tersebut hanya digunakan untuk organisme yang tidak menimbulkan gejala pada tanaman yang di infeksi tidak termasuk jamur patogen dan jamur yang bersimbiosis mutualisme. Mikroorganisme endofit merupakan asosiasi antara mikroorganisme dengan jaringan tanaman. Tipe asosiasi biologis antara mikroorganisme endofit dengan tanaman inang bervariasi dari netral, komensalisme sampai simbiosis. Pada situasi ini tanaman merupakan sumber makna bagi mikroorganisme endofit dalam melengkapi siklus hidupnya (Clay, 1988).

Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai koevolusi atau transfer genetik (*genetic*

*recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Tan & Zhou, 2001) dalam Radji, 2005).

Jamur endofit adalah jamur yang tidak menimbulkan gejala infeksi terhadap tanaman yang sehat dan berada di dalam tanaman tersebut dan hubungannya dengan tanaman bisa dikatakan sebagai simbiosis mutualisme. Jamur endofit melindungi tanaman inangnya dengan menghasilkan mikotoksin untuk mencegah serangan patogen, jamur endofit menghasilkan antibiotik yang dapat menghambat perkembangan patogen. Jamur endofit dan jamur patogen saling bersaing di dalam jaringan tanaman untuk mendapatkan nutrisi, sebab nutrisi dalam jaringan tanaman terbatas jumlahnya tetapi infeksi oleh jamur endofit membuat jaringan tanaman lebih terawat. Mikroba endofit adalah organisme hidup yang berukuran mikroskopis (bakteri dan jamur) yang hidup di dalam jaringan tanaman (*Xylem* dan *phloem*), daun, akar, buah, dan batang (Simarmata *et al.*, 2007).

#### **1.4.2 Ekologi Jamur Endofit**

Jamur endofit hidup pada pembuluh xylem dan hanya keluar jika inangnya sudah dalam keadaan tertekan dan mendekati kematian. Jamur endofit juga tidak menyerang jaringan, dan meskipun jamur ini berada dalam pembuluh xylem. Jamur endofit mencapainya melalui luka atau melalui jaringan muda atau ujung akar. Kolonisasi jamur endofit dalam pembuluh korteks sama sekali tidak mengakibatkan kerugian pada tanaman yang sehat. Jamur endofit memanfaatkan nutrisi dan bahan yang keluar dari sekitar sel hidupnya (Deacon, 1997).

Beberapa jamur endofit hidup di antara sel didalam korteks akar, diluar endodermis dan kolonisasi pada beberapa sel tunggal atau sekelompok sel untuk membentuk kelompok miselia, tetapi tidak mengakibatkan kerusakan yang berarti bagi tanaman. Jamur endofit memanfaatkan nutrisi dari bahan yang keluar di sekitar sel hidup begitu juga jamur endofit yang ada di dalam pembuluh xylem, jamur ini juga memanfaatkan nutrisi yang keluar disekitar sel hidup (Deacon, 1997).

#### **1.4.3 Peran Jamur Endofit untuk pengendalian Penyakit Tanaman**

Jamur endofit ascomycetes dapat menginfeksi beberapa rumput-rumput an : Clavicipitaceae menghasilkan alkaloid dalam jaringan inang, infeksi tersebut membuat tanaman menjadi beracun terhadap mamalia domestik, meningkatkan

ketahanan terhadap serangga herbivora serta pertumbuhan tanaman dan produksi benih dapat ditingkatkan.

Banyak kelompok jamur endofit yang mampu memproduksi senyawa antibiotik yang aktif melawan bakteri maupun jamur patogenik terhadap manusia, hewan dan tumbuhan, terutama dari genus *Coniothrium* dan *Microsphaeropsis*. Lebih dari 80 spora jamur endofit, hasilnya menunjukkan bahwa 75% jamur endofit mampu menghasilkan antibiotik (Petrini *et al.*, 1992).

#### **2.4.4. Faktor – Faktor yang memengaruhi kelimpahan jamur Endofit**

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi tingkat kelimpahan jamur endofit adalah tempat habitat dari organisme jamur endofit itu sendiri seperti di lahan PHT lebih tinggi daripada di lahan konvensional dikarenakan di lahan konvensional masih sering menggunakan pestisida sintetis sebagai pengendalian OPT sedangkan di lahan PHT sudah tidak menggunakan pestisida sintetis lagi melainkan menggunakan agens hayati untuk upaya pengendalian OPT. Dari hasil survei di lapangan, petani yang tidak melakukan penyemprotan pestisida ternyata keragaman dan kelimpahan jamur endofit sangat tinggi (Irmawan, 2007). Proses budidaya tanaman secara PHT berpengaruh dalam menjaga tingkat keanekaragaman jamur endofit yaitu keragaman jamur endofit dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari varietas dan spesies inang. Sedangkan faktor abiotik yang berpengaruh adalah faktor-faktor cuaca yaitu suhu, kelembaban relatif dan kadar air tanah serta teknik (Budiprakoso, 2010).

### **2.5. Kondisi Geografis**

Secara geografis Kecamatan Ngantang merupakan salah satu dari 33 (tiga puluh tiga) Kecamatan di Kabupaten Malang, berjarak +55 KM dari Pusat Pemerintahan Kabupaten Malang, terletak di antara 7° 51' 23,1" BT dan 112° 22' 09,9" LS, dengan ketinggian rata-rata 640 meter dari permukaan laut dan curah hujan rata 2000–3000 mm/tahun. Kecamatan Ngantang mempunyai batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Timur : Kecamatan Pujon
- Sebelah Selatan : Kabupaten Blitar
- Sebelah Barat : Kecamatan Kasembon

## 2.6. Ketahanan Induksi

Fenomena peningkatan ketahanan tanaman secara terinduksi dapat melalui proses SAR (Systemic Acquired Resistance) atau SIR (Induced Systemic Resistance) yang melibatkan berbagai jenis gen, enzim dan protein. Baik SAR maupun SIR sama-sama penting peranannya untuk meningkatkan ketahanan tanaman. Induksi ketahanan dapat dipacu oleh beragam bahan penginduksi (elisitor), baik hayati maupun kimia. Secara ringkas, ilustrasi tentang proses peningkatan ketahanan tanaman melalui mekanisme SAR dan SIR (Pieterse *et al.*, 2009).

Peningkatan ketahanan tanaman melalui SAR terjadi setelah adanya infeksi patogen secara lokal pada tanaman, kemudian tanaman yang terinfeksi mengaktifkan gen-gen yang berperan dalam ketahanan (Pathogenic Related genes; PR) yang memproduksi senyawa-senyawa kimia untuk pertahanan tanaman, seperti Asam Salisilat (SA). Selanjutnya, apabila tanaman yang sudah terangsang ketahanannya itu diinfeksi oleh patogen lain maka tanaman akan dapat mempertahankan dirinya sehingga infeksi patogen tidak berkembang, misalnya terlokalisasi akibat sel-sel tanaman di sekitar tempat infeksi mati; disebut Reaksi Hipersensitif (HR). Sedangkan pemicu peningkatan ketahanan melalui SIR terjadi bukan karena infeksi patogen, tetapi oleh adanya infeksi mikroba non patogen pada perakaran, seperti bakteri, jamur atau mikoriza. Respon tanaman terhadap adanya infeksi mikroba nonpatogen, maka tanaman akan memproduksi senyawa-senyawa pertahanan tanaman, seperti Asam Jasmonat (JA) dan Senyawa Etilen (ET). Aktivasi senyawa pertahanan tersebut tidak berhubungan dengan peran gen-gen pertahanan (PR) seperti halnya pada SAR. Mekanisme induksi ketahanan bersifat sistemik, berspektrum luas, dan tahan lama. Namun, efektifitasnya tergantung pada jenis senyawa yang digunakan, kondisi tanaman dan lingkungan tumbuh, Keberhasilan strategi induksi ketahanan bervariasi dari 20-85% (Walters *et al.*, 2005)

## I. METODOLOGI

### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan milik PT BISI Internasional, Tbk dikecamatan Ngantang Kabupaten Malang, Jawa Timur. Dengan luas lahan 40x20 m<sup>2</sup> Farm Ngantang dengan ketinggian 640 m dpl. Pengamatan ini untuk mengamati ketahanan beberapa varietas jagung dari intensitas penyakit karat daun di lahan ngantang dan eksplorasi jamur endofit akar jagung di Laboratorium Mikologi, Fakultas Pertanian Jurusan hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya. Waktu pelaksanaan dimulai pada bulan Desember – Juni 2017.

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, tali rafia, kertas label, bambu, meteran, pisau, kamera digital, termohigrometer, alat tulis, mikroskop binokuler, selotip, objek glass, silet, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), cawan petri, *Autoclave*, *Aluminium foil*, *hand sprayer*, gelas ukur, botol media 250 ml, kompor listrik, jarum ose, penggaris, gunting, Bunsen, panci, gelas ukur, *Cover glass*, *scalpel*, pinset.

Bahan yang digunakan yaitu Akar tanaman jagung, Aquades, Aquades steril, media *Potato Dextose Agar* (PDA), Alkohol 70%, Alkohol 96%, Clorox, Tissue, Tissue Steril, Spirtus, Kapas, Plastik Wrapping, Kloramfenicol, NaOCl.

### 3.3. Metode Penelitian

Dari 10 varietas tanaman jagung dengan kategori rentan maupun kategori tahan terhadap *P.polysora* penyebab penyakit karat daun ditanam sesuai dengan cara tanam petani setempat. Kemudian 3–4 minggu sebelum varietas uji ditanam, terlebih dahulu tanaman Border ditanam 2 baris mengelilingi petak pengujian sebagai sumber inokulum. Percobaan yang dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan terdiri dari 10 perlakuan varietas dan 3 kali ulangan. di dalam setiap ulangan terdapat 10 plot dan di dalam 1 plot terdapat 4 baris tanam, dengan jumlah perbarisnya yaitu 25 tanaman, sehingga dapat dihitung jumlah per ulangan jagung yaitu 1000 tanaman jagung, sedangkan untuk total keseluruhan tanaman jagung adalah 3000 tanaman. Adapun varietas yang akan di uji dari 10 varietas hibrida (tabel 1).

Tabel 1. Daftar Tanaman jagung pipil yang akan di ujikan serta penempatan pada masing-masing plot

No	hibrida	No plot		
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
1	BMD57	101	208	302
2	BMD58	103	209	306
3	BMD59	105	201	303
4	BMD60	109	207	304
5	TF8016	110	202	309
6	BISI 18	102	206	307
7	DK95	107	203	308
8	P35	106	205	310
9	NK 6326	108	204	305
10	Pertiwi 2	104	210	301

Tabel 1. Merupakan tabel pengacakan yang akan dilakukan pada lahan penelitian keterangan adanya 3 ulangan ditunjukkan pada kolom nomor plot. Pada kolom plot tertulis adanya 3 digit angka pada masing-masing ulangan. Penempatan varietas pada setiap ulangan ditandai pada digit pertama pada masing-masing kolom ulangan, sedangkan penempatan varietas pada setiap plot di tunjukkan mulai digit kedua dan tiga.

Ukuran plot masing-masing 14 m<sup>2</sup> yang terdiri dari 4 baris, dengan jarak 70 cm dan jarak tanam dalam bari 20 cm, panjang baris 50 cm. Setiap lubang ditanam dua biji. Penjarangan dilakukan pada 18 hst dengan menyisakan satu tanaman perlubang tanam. Pupuk pertama diberikan pada saat penanaman yaitu pupuk kandang dan phonska masing-masing 300 kg/ha. Setelah 10hst dilakukan pemupukan urea 400 kg/ha. Sedangkan untuk pengamatan penyakit karat dilakukan pada 42 hst. Pengamatan penyakit karat ini dilakukan dengan menggunakan metode skoring pada setiap daun yang di ambil sampel untuk skoringnya yaitu 1-6.

### 3.4. Pelaksanaan penelitian

#### 3.4.1. Persiapan lahan dan penanaman

Persiapan lahan dilakukan beberapa hari menjelang penanaman dengan membajak tanah dua kali, dilanjutkan dengan meratakan tanah menggunakan garu. Penanaman dilakukan dengan menggunakan tugal dan jarak tanam antar baris 70 cm dan dalam baris 20 cm. Setiap perlakuan (varietas) ditanam 4 baris. Dengan panjang 5 m pada masing-masing baris setiap lubang ditanami dua biji kemudian setelah berumur 14 hst dilakukan penjarangan dengan memelihara hanya satu tanaman per lubang. Upaya untuk menghindari serangan hama terutama lalat bibit pada perkecambahan benih dan tanaman muda, maka ada setiap lubang diberikan sedikit insektisida berbahan aktif *imidakloprid* (6-8 kg/ha/ aplikasi).

#### 3.4.2. Pemupukan dan penyiangan

Pemupukan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pupuk dasar diberikan bersamaan dengan tanam, pupuk susulan pertama diberikan pada saat umur 21-25 hst dan pupuk susulan kedua umur 42-45 hst. Setelah pemberian pupuk susulan pertama dan kedua juga dilakukan penyiangan dan pembumbunan.

Jenis dan dosis pupuk yang diberikan antara lain :

- a) Pupuk dasar (NPK) : 300 kg/ha
- b) Pupuk susulan I (Urea) : 200 kg/ha ( umur 21 HST )
- c) Pupuk susulan II (Urea) : 200 kg/ha ( umur 42 HST )

#### 3.4.3. Pengendalian Hama dan penyakit

Pengendalian hanya dilakukan untuk mengendalikan hama lalat bibit (*Atherigona sp.*) dan penyakit karat daun (*Puccinia polysora*) hama lalat bibit dilakukan dengan cara memberikan insektisida berbahan aktif *imidakloprid* pada saat tanam yang diberikan pada pucuk tanaman dengan dosis 6-8 kg/ha aplikasi. Pengendalian hama dan penyakit lain yang menyerang selama periode tidak dilakukan pengendalian.

#### 3.4.4. Pengamatan

##### 1.4.4.1. Intensitas penyakit

Pengamatan intensitas penyakit dilakukan dengan pengamatan langsung dengan beberapa tahap dimulai pada saat tanaman berumur 42hst (hari setelah tanam), 49hst, dan seterusnya sampai 91 hst. dilakukan dengan cara menghitung



jumlah tanaman terserang 2 baris di tengah pada setiap plot, kemudian di nisbahkan dengan jumlah tanaman awal diamati pada umur 42 hst atau jumlah populasi tanaman perplot, Presentase kejadian penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = \sum \frac{(ni - vi)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Intensitas serangan penyakit (IP )

ni : Jumlah tanaman yang terserang

vi : nilai kategori dari tanaman terserang

N : nilai kategori tertinggi

Z : jumlah seluruh tanaman yang diamati (Townsend & Hueberger, 1948 *dalam* Lisnawita *et al.*, 1998).

Tabel 2. Keterangan Skoring Intensitas Penyakit

Skoring IP	Keterangan
0	Tidak ada gejala
1	terdapat serangan > 0% sampai 10%
2	terdapat serangan > 10% sampai 20%
3	terdapat serangan > 20% sampai 30%
4	terdapat serangan > 30% sampai 50%
5	terdapat serangan > 50% sampai 60%
6	terdapat serangan > 60% sampai 100%

#### 3.4.4.2. Kategori ketahanan

Kategori ketahanan varietas yang diuji, dikategorikan berdasarkan presentase intensitas serangan dari penyakit karat daun. Menurut Direktorat Jendral Hortikultura Kementerian Pertanian (2013) pengelolaan ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit karat daun dibagi menjadi 5 kategori yaitu :

Tabel 3. Kategori ketahanan

Kategori ketahanan	Presentase tingkat serangan
Tanaman Imun	0
Sangat Tahan	>1% - 10%
Agak Rentan	>11% - 25%
Rentan	>26% - 50%
Sangat Rentan	>50%

#### 3.4.4.3. Intensitas serangan *Puccinia polysora*

Pengamatan dilakukan pada tanaman yang berumur 42 hst dengan interval waktu pengambilan data satu kali dalam seminggu sebanyak 6 kali pengamatan. Dengan gejala berupa bercak kecil, berbentuk oval kemudian bercak semakin memanjang berbentuk elips dan berkembang menjadi nekrotik yang disebut hawar, warnanya hijau keabu-abuan atau cokelat, bercak muncul dimulai pada daun yang terbawah kemudian berkembang menuju daun atas (Wakman dan Burhanuddin, 2001).

#### 3.4.5. Panen

Panen dilakukan pada saat uji jagung sudah masuk fisiologis yang ditandai dengan munculnya jaringan hitam (*black layer*) pada pangkal biji yang menempel pada tongkol jagung. Panen dilakukan secara manual dengan tangan. Tanaman dapat dipanen bila sudah mencapai umur 95-120 hst. Tanda bahwa jagung siap dipanen adalah kulit jagung (klobot) berwarna cokelat muda, kering serta biji jagung mengkilat. Ada tanda hitam (*black layer*) pada pangkal bijinya. Data pengamatan aspek panen sebagai data pelengkap membantu dalam mengamati pengaruh antar perbedaan varietas dan panen. Variabel yang diamati dalam aspek panen adalah sebagai berikut :

##### a. Hasil ( Ton/Ha )

Data Hasil dapat dilakukan dengan menimbang tongkol dalam satu plot pada kadar air saat panen. Hasil yang diperoleh kemudian di konfersi dari kg/plot ke dalam ton/ha pada kadar air 15% dengan rumus :

$$\text{Hasil ( Ton/ Ha )} = a \left( \frac{(100-b)}{(100-15)} \right) \times c \times \left( \frac{10000}{d} \right) \times \left( \frac{1}{1000} \right)$$

Keterangan : a : Bobot tongkol per plot saat panen (kg) ;

b : Kadar air saat panen;

c : Rendemen (%);

d : Luas Plot m<sup>2</sup>

**b. Kadar Air Panen (%)**

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan alat pengukur yaitu *seed moisture tester* tipe “Kett PM-401” pada jagung yang telah dipipil.

**c. Rendemen Biji (%)**

Pengukuran rendemen dilakukan dengan mengambil 5 sampel tongkol (T) dan berat biji hasil pipilan per 5 tongkol (B) presentasi rendemen dihitung dengan rumus  $\frac{B}{T} \times 100\%$  .

**3.4.6. Indeks Intensitas Penyakit dan Indeks Produksi**

Perhitungan Indeks digunakan untuk mengetahui nilai kategori ketahanan intensitas penyakit dengan Produksi menggunakan Metode Castillo *et al.*, ( 1978, dalam Heroetadji, 1983). Pengukuran kategori ketahanan tanaman jagung terhadap Produksi Jagung pipil sebagai berikut :

- |    |                              |  |
|----|------------------------------|--|
| a. | Nilai Indeks Tertinggi       | $= \frac{\sum \text{rata-rata tertinggi setiap variabel pengamatan}}{\sum \text{nilai huruf tertinggi setiap notasi}}$               |
| b. | Nilai Indeks Terendah        | $= \frac{\text{Nilai Indeks Tertinggi}}{\text{Nilai Notasi Huruf Tertinggi}}$  |
| c. | Nilai Indeks Setiap Variabel | $= \frac{\text{Nilai Indeks Tertinggi} \times \text{nilai huruf yang mendampingi}}{\sum \text{Nilai Notasi Huruf yang mendampingi}}$ |
| d. | Indeks Rata-Rata             | $= \frac{\text{Indeks rata-rata Tertinggi} - \text{Indeks rata-rata Terendah}}{4 \text{ Kategori}}$                                  |

Kemudian dari nilai Indeks Rata-Rata tersebut di tentukan banyaknya Kategori Ketahanan, Misalnya Tahan (T) ; Agak Tahan (AT) ; Agak Rentan (AR) ; Rentan (R).

**3.4.7. Pengambilan sampel tanaman**

Bahan yang digunakan adalah akar tanaman jagung yang sehat dan berumur kurang lebih 80 sampai 100 hst. Akar tanaman jagung segera dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel di permukaan akar. Akar selanjutnya dikeringkan dibungkus dengan kertas koran dan dimasukkan kedalam kantong plastik dan diberi label kemudian dibawa ke Laboratorium Mikologi HPT FPUB.

#### **3.4.8. Isolasi**

Pada umumnya jamur endofit diisolasi dari organ tumbuhan yang masih segar dan telah disterilkan permukaannya. Untuk sterilisasi permukaan organ tumbuhan yang umumnya digunakan adalah dengan cara merendamnya dalam alkohol 70%. Namun, kemampuan alkohol untuk mensterilkan permukaan organ tumbuhan tersebut memiliki spektrum yang sempit dan sangat terbatas, sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan kimia lainnya, bahan kimia yang sering dikombinasikan biasanya adalah Natrium hipoklorit (NaOCl). (Zang *et al.*, 2006 ; Agusta, 2009).

Tahap awal isolasi jamur endofit adalah dengan mencuci bagian akar tanaman jagung di bawah air mengalir selama 10 menit yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran atau tanah yang menempel pada akar. Memilih dan memotong kurang lebih 1 cm. Potongan sampel di sterilkan dengan cara direndam ke dalam larutan NaOCl 10% selama 1 menit, direndam Alkohol 96% selama 1 menit dan direndam dengan aqades steril selama 1 menit di ulang 2 kali. Lalu potongan sampel akar serabut yang telah disterilisasi kemudian ditiriskan di atas tissue steril kemudian sampel siap ditanam di dalam media PDA. Kemudian isolat diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu 25-30 °C sampai isolat endofit tumbuh memenuhi cawan petri (Muhibuddin *et al.*, 2011). Pengamatan dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh.

#### **3.4.9. Purifikasi**

Purifikasi dilakukan berdasarkan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda seperti warna koloni, bentuk koloni, masing-masing koloni yang berbeda. Jamur yang sudah tumbuh diambil sebagian dari miselia jamur tersebut dari permukaan agar dengan cara ditusuk menggunakan jarum ose steril dan dipindahkan ke media PDA yang baru untuk ditumbuhkan kembali. Hal ini dilakukan juga pada jamur berbeda yang tumbuh pada akar tanaman jagung tersebut. Pemurnian ini bertujuan untuk memisahkan koloni endofit dengan morfologi berbeda untuk dijadikan isolat tersendiri. Isolat selanjutnya disimpan pada suhu ruangan selama 1-2 hari. Apabila masih ditemukan pertumbuhan koloni yang berbeda secara makroskopik maka harus dipisahkan kembali sampai diperoleh isolat murni.

#### 3.4.10. Pembuatan preparat jamur

Langkah awal untuk pembuatan preparat jamur yaitu mempersiapkan *object glass*, *cover glass* dan *tissue steril*, kemudian sedikit bagian media PDA baru dan diletakkan diatas permukaan *object glass*. Hal ini bertujuan untuk menjaga nutrisi selama jamur tersebut berada di preparat pada saat diinkubasi. Selanjutnya Jamur yang telah di isolasi pada media PDA diambil dengan jarum ose dan diletakkan pada *object glass* yang terdapat pada media PDA dan ditutup dengan menggunakan *cover glass*. Kemudian preparat diletakkan di dalam wadah yang telah diberi tissue basah steril dan diinkubasi selama 2-4 hari.

#### 3.4.11. Identifikasi

Isolat jamur endofit yang telah dipurifikasi, akan dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis. Dalam melakukan pengamatan morfologi koloni, dapat dilihat dari warna, permukaan koloni, ada tidaknya garis-garis radial dari pusat koloni kearah tepi koloni dan juga ada tidaknya lingkaran-lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis dengan cara melihat hifa (berseptum atau tidak), warna hifa (gelap atau hialin tranparan), warna konidia ( gelap atau hialin transparan ), bentuk hifa, bentuk konidia ( bulat, lonjong, berantai, atau tidak beraturan ) dan ukuran spora (Gandjar *et al.*, 1999) selanjutnya hasil pengamatan diidentifikasi berdasarkan buku panduan *Illustrated Genere of Imperfect Fungi fourthed* (Barnet and Hunter, 1972). Dan dengan literatur pendukung lainnya.

#### 3.4.12. Analisis data

Data yang diperoleh dilakukan analisa sidik ragam (Uji F) pada taraf nyata kesalahan 5% dan jika terdapat beda nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji duncan (DMRT) pada taraf kesalahan 5% guna mengetahui pengaruh antar perlakuan. Pada penelitian ini, analisis data dilakukan secara deskriptif dan menghitung keragaman pada setiap perlakuannya. Metode perhitungan meliputi :

##### A. Indeks keragaman (H+)

Indeks keragaman digunakan untuk menghitung dan memperoleh gambaran keaneragaman jamur endofit tanaman jagung pada setiap perlakuannya. Menurut (Ludwig dan Reynold, 1988) indeks keragaman bertujuan untuk mendapatkan gambaran populasi melalui jumlah individu masing-masing jenis dalam suatu komunitas. Indeks keragaman dihitung dengan rumus :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \ln p_i)$$

Keterangan : H'= indeks keaneragaman shannon

S = jumlah spesies

ni = proporsi jumlah individu pada spesies

N = jumlah individu seluruh jenis

Pi = perbandingan dari ni/N

Tabel 4. Kriteria Indeks Keaneragaman

Nilai keaneragaman (H')	Kriteria
H' < 1,0	Keaneragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah
1,0 < H' < 3,0	Keaneragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang
H' > 3,0	Keaneragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap jenis tinggi.

### B. Indeks keseragaman (E)

Indeks keseragaman bertujuan mengukur keseimbangan komunitas hal ini didasarkan pada ukuran kesamaan jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas (Ludwig dan Reynold, 1988). Perhitungan keseragaman (E) adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{\ln s}$$

Keterangan : E = Indeks keseragaman

H' = indeks keaneragaman

S = jumlah jenis genus atau spesies

Tabel 5. Indeks Keseragaman

Keseragaman nilai indeks	Kriteria
0,00 < E < 0,50	Keseragaman rendah
0,50 < E < 0,75	Keseragaman sedang
0,75 < E < 1,00	Keseragaman tinggi

### C. Indeks dominasi (C)

Indeks dominasi menurut simpson (Krebs, 1999 ) Indeks dominasi digunakan untuk mengetahui adanya dominasi jenis jamur endofit pada suatu komunitas.

Perhitungan ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan ada tidaknya dominasi dari jenis jamur endofit tertentu. Indeks dominasi dihitung dengan rumus :

$$Id = \frac{\sum ni (ni - 1)}{N (N - 1)}$$

Keterangan : Id = Indeks Dominasi Simpson  
 ni = Jumlah individu jenis ke i  
 N = Jumlah total individu

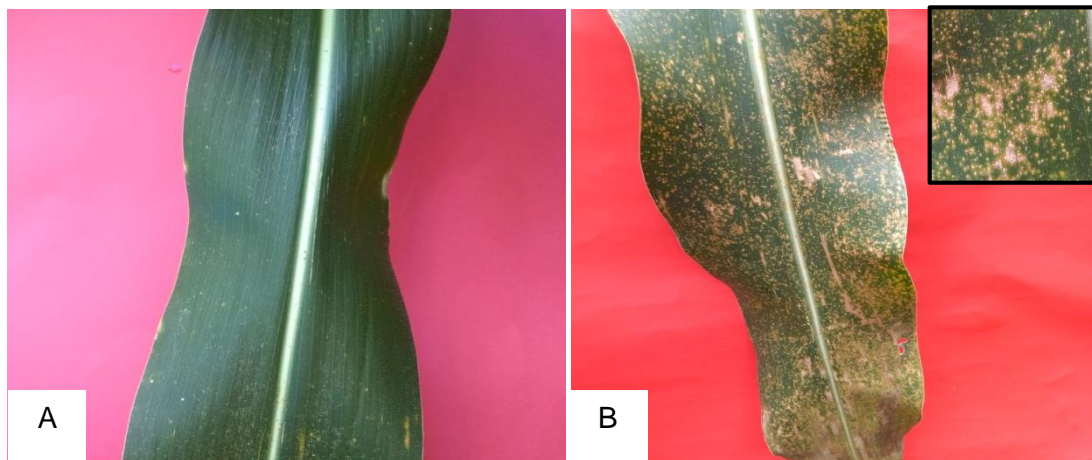
Tabel 6. Kriteria indeks dominasi

Keseragaman nilai indeks	Kriteria
0,00<E<0,50	Keseragaman rendah
0,50<E<0,75	Keseragaman sedang
0,75<E<1,00	Keseragaman tinggi

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Penyakit Karat Daun Jagung *Puccinia polysora*

Jamur *Puccinia polysora* biasa menyerang daun tanaman jagung ketika tanaman sudah memasuki fase generatif tanaman hingga panen. Gejala karat daun *P. polysora* di lapang baru nampak ketika tanaman berumur 27 hari setelah tanam (HST) akan tetapi pengamatan secara intensif dilakukan pada umur 42 hst sampai 91 hst. Gejala ditandai dengan adanya bercak kecil berwarna cokelat kemerahan seperti karat pada permukaan daun dan tepung berwarna cokelat kemerahan dari dalam bercak dan Gejala penyakit karat ini umumnya muncul setelah terbentuknya bunga jantan (fase generatif) ( Gambar 2). Terdapat sepuluh varietas tanaman jagung, lima diantaranya sebagai varietas uji untuk pelepasan varietas baru, sedangkan lima varietas lain sebagai pembanding. dari sepuluh varietas tersebut mengalami serangan penyakit karat daun dengan intensitas penyakit yang berbeda-beda setiap varietasnya. Gambar 2A Menunjukkan contoh daun yang tidak terserang oleh penyakit karat daun, sedangkan Gambar 2B menunjukkan daun yang terserang penyakit karat daun.



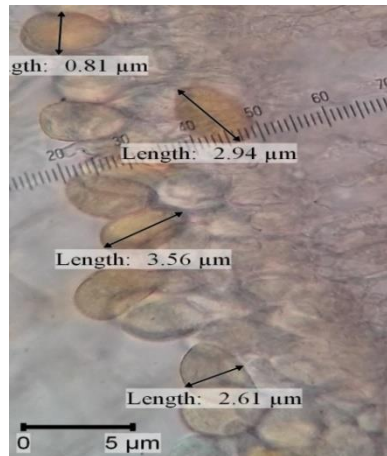
Gambar 3. Gambar daun jagung pipil (A) daun jagung tanpa ada serangan karat, sedangkan (B) daun jagung terdapat pustul

Penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *P. polysora* yang dapat muncul karena adanya faktor kelembapan dan suhu udara, yang kemudian dipencarkan oleh angin ( Semangun, 1991).

Untuk membuktikan kebenaran jenis *P. polysora* yang endemik di daerah Ngantang Kabupaten Malang, maka perlu dilakukan analisis laboratorium dengan



menempelkan solatip bening pada permukaan daun jagung yang telah terinfeksi penyakit karat daun atau daun yang terdapat pustulnya kemudian solatip dilepas ketika sudah terdapat pustul yang menempel di permukaan solatip dan di tempelkan pada kaca preparat lalu dapat dilakukan pengamatan secara mikroskopis untuk mengetahui ciri-ciri penyakit karat daun atau *P. polysora*.



Gambar 4. Pengamatan mikroskopis penyakit karat daun jagung (*Puccinia polysora*)

#### 4.2. Intensitas Penyakit Karat Daun Jagung oleh *Puccinia polysora*

Setiap varietas tanaman jagung memiliki nilai intensitas penyakit yang berbeda sehingga akan diperoleh kategori ketahanan intensitas penyakit yang berbeda pula. Nilai presentase intensitas penyakit yang dimulai pada pengamatan 42 hst di minggu pertama hingga 91 hst pada minggu ke delapan atau pengamatan terakhir terdapat pada Tabel 7.

Dari hasil pengamatan tabel 7 dapat di ketahui bahwa presentase intensitas penyakit yang paling tinggi pada minggu terakhir (91 hst) terdapat pada varietas P35 dengan nilai intensitas penyakitnya 19,19%, sedangkan untuk varietas yang nilai rendah terdapat pada varietas PERTIWI2 yaitu 15,35%. Dari hasil Presentase tersebut maka dapat diketahui kategori ketahanan penyakit berdasarkan pedoman teknis penyusunan deskripsi varietas hortikultura (Tabel 7). Pengamatan intensitas penyakit dilakukan seminggu sekali selama 8 kali pengamatan. Dari nilai intensitas penyakit pada pengamatan setiap minggunya mengalami kenaikan, sedangkan untuk kenaikan nilai intensitas di tiap varietasnya tidak berbeda jauh, sehingga akan berpengaruh terhadap kategori ketahanan intensitas penyakit di tiap varietas juga tidak akan begitu seragam.

Tabel 7. Intensitas Penyakit karat daun jagung dengan uji ketahanan varietas

Varietas	42hst (%)	49 hst (%)	56 hst (%)	63 hst (%)	70 hst (%)	77 hst (%)	84hst (%)	91 hst (%)
BMD57	2,60 a	3,49 a	4,84 a	7,38 ab	9,29 a	11,64 ab	14,86 ab	18,32 b
BMD58	2,80 a	3,87 a	6,25 a	8,97 bc	10,72 abc	13,58 c	15,84 bc	17,70 b
BMD59	3,16 a	3,99 a	4,92 a	7,21 ab	9,49 ab	12,72 bc	16,17 bc	18,69 b
BMD60	3,18 a	3,39 a	4,07 a	8,02 abc	9,14 a	12,57 bc	15,52 bc	17,66 b
TF8016	4,14 a	4,75 a	6,72 a	9,43 c	10,21 ab	13,33 bc	15,50 bc	18,88 b
BISI 18	3,69 a	4,46 a	7,52 a	8,17 c	11,29 bc	13,70 c	15,91 bc	18,70 b
DK95	3,75 a	4,80 a	6,30 a	8,02 bc	11,47 bc	13,73 c	15,80 bc	18,59 b
P35	3,79 a	5,19 a	6,46 a	9,31 bc	12,28 c	14,51 c	16,41 bc	19,40 b
NK 212	2,88 a	3,30 a	5,66 a	9,71 c	12,20 c	14,19 c	17,16 c	18,79 b
Pertiwi 2	2,38 a	2,94 a	4,83 a	6,45 a	8,86 a	10,84 a	13,26 a	15,50 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Dari tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa pengamatan intensitas serangan penyakit Karat daun jagung pada minggu pertama hingga minggu ketiga tidak berbeda nyata sehingga semua notasi yang mengikuti angka dibelakang koma sama yaitu dengan Notasi “a” dan untuk peningkatan dari serangan intensitas penyakit karat tersebut tidak signifikan , peningkatan dimulai pada minggu ke empat (63 hst) hingga minggu ke tujuh (84 hst) sedangkan untuk intensitas penyakit pada minggu ke delapan atau pada minggu terakhir (91 hst) serangan intensitas penyakit karat daun sudah mulai stabil sehingga perbedaan nilai dari sepuluh varietas tidak berbeda jauh dan notasi yang dihasilkan hampir sama semua.

Berikut adalah kategori ketahanan intensitas penyakit yang dapat dilihat dari pengamatan terakhir yaitu pada 91 hst atau pada minggu ke delapan ( Tabel 8). Kategori ketahanan intensitas penyakit diambil pada pengamatan terakhir atau pada minggu ke delapan ketika tanaman jagung berumur 91 hst, dari data tersebut didapatkan hasil satu macam kategori ketahanan yaitu agak tahan, hal ini menunjukkan bahwa setiap varietas memiliki nilai ketahanan intensitas penyakit karat daun yang hampir sama sehingga hasil kategori ketahanan juga tidak berbeda jauh. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai intensitas penyakit yang paling tinggi pada pengamatan ke delapan adalah varietas P35 dengan kategori Agak tahan yang memiliki nilai 19,19% sedangkan nilai intensitas penyakit yang paling

rendah terdapat pada varietas PERTIWI2 dengan nilai 15,35% dengan kategori ketahanan yang sama. Dari kategori ketahanan tersebut setiap varietas tidak memiliki perbedaan kategori atau 10 varietas memiliki kategori ketahanan yang sama hal ini dikarenakan nilai dari intensitas penyakit pada setiap varietasnya juga tidak berbeda jauh (Tabel 8).

Tabel 8. Kategori Ketahanan Tanaman Jagung Berdasarkan Intensitas penyakit

Varietas	Intensitas Penyakit 91 hst	Kategori Ketahanan
BMD57	18,32	Agak Tahan
BMD58	17,70	Agak Tahan
BMD59	18,69	Agak Tahan
BMD60	17,66	Agak Tahan
TF8016	18,88	Agak Tahan
BISI 18	18,70	Agak Tahan
DK95	18,59	Agak Tahan
P35	19,40	Agak Tahan
NK 212	18,79	Agak Tahan
Pertiwi 2	15,50	Agak Tahan

Dari tabel 8 diatas maka dapat dikatakan bahwa kategori ketahanan pada Intensitas Penyakit pada minggu terakhir pengamatan tidak beragam, hal ini dikarenakan serangan dari penyakit karat daun jagung sudah mulai stabil pada umur tanaman jagung 91hst sehingga dari sepuluh varietas tersebut nilai intensitas penyakit nya tidak berbeda jauh atau sepuluh varietas tanaman jagung memiliki kategori ketahanan intensitas penyakit yang seragam. Perkembangan penyakit karat daun *P. polysora* meningkat pada setiap minggunya. Semakin tinggi intensitas serangan penyakit maka tanaman akan semakin rentan terhadap penyakit karat daun atau serangan *P. polysora*. tanaman dengan Intensitas Penyakit rendah maka laju infeksi patogen pada tanaman tersebut berjalan lambat sedangkan tanaman yang intensitas serangan penyakit tinggi maka laju infeksi pada tanaman tersebut berjalan cepat. Bahwa tanaman yang terserang patogen akan berusaha melindungi

dirinya melalui pertahanan pasif secara fisik dan kimiawi serta bergantung pada kesesuaian antar patogen dan inangnya (Handayani, 2008). Dari gambar grafik diatas dapat di ketahui bahwa pengamatan intensitas penyakit pada setiap minggunya mengalami kenaikan, akan tetapi untuk kenaikan setiap varietasnya tidak berbeda jauh. Dari hasil nilai rata-rata Intensitas penyakit tersebut maka dapat diambil lima varietas untuk dilakukan Eksplorasi jamur endofit berdasarkan nilai rata-rata pengamatan pada minggu pertama hingga pengamatan pada minggu ke tujuh yang kemudian diambil nilai tertinggi, sedang dan juga nilai rata-rata terendah. Berikut adalah lima varietas yang tergolong kedalam kategori ketahanan intensitas penyakit, diantaranya : PERTIWI2, BISI18, DK95, BMD60, dan BMD58.

Dari lima varietas tersebut maka dapat dilakukan eksplorasi akar jamur endofit, dengan melakukan pengambilan akar tanaman jagung yang kemudian dipilih dari tanaman yang paling sehat, sehingga dilakukan pengambilan perakaran tanaman jagung untuk dilakukan isolasi di Laboratorium Mikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya, Malang.

#### **4.3. Hasil Panen Jagung Pipil**

Tanaman jagung dipanen ketika umur 120 HST, dengan ciri-ciri kulit jagung (klobot) berwarna kuning ke emasan dan kering, batang dan daun jagung juga menguning, seminggu sebelum proses pemanenan batang jagung bagian atas di pangkas agar mempercepat proses pengeringan dari tanaman jagung ataupun dari tongkol jagung. Pemanen jagung dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan, untuk tahap pemanenan tanaman jagung pipil memiliki beberapa kategori, diantaranya berat 5 Tongkol, Rendemen, kadar air, Berat Perplot dan Berat Pipil dengan setiap kategori memiliki nilai yang berbeda untuk setiap varietasnya, kemudian akan dilanjutkan proses penimbangan berat tongkol perplot yang dilakukan di lahan secara langsung, kemudian dipilih 5 tongkol yang paling bagus diantara yang lain akan tetapi masih dalam satu plot untuk diambil sampel 5 tongkol perplot. Berikut ini adalah Data produksi tanaman jagung Pipil dengan 10 varietas (Tabel 9).

Tabel 9. Data Produksi Jagung pipil

Varietas	Berat 5 Tongkol (gr)	Berat Pipil (gr)	Rendemen (%)	berat per plot (gr)
BMD57	1296,00 cde	1026,83 bc	79,26 bcd	10,36 ab
BMD58	1365,17 de	1000,67 bc	73,38 a	11,67 bc
BMD59	1418,33 e	1059,83 c	74,71 ab	13,39 c
BMD60	1333,67 de	983,67 bc	73,62 a	10,85 ab
TF8016	1179,50 abc	951,67 abc	80,66 cd	10,42 ab
BIS118	1134,50 ab	908,83 ab	80,24 cd	9,77 ab
DK95	1059,17 a	821,67 a	77,56 abc	9,82 ab
P35	1110,33 ab	921,00 abc	82,94 d	9,97 ab
NK212	1099,67 ab	891,00 ab	81,00 cd	9,30 a
PERTIWI2	1239,50 bcd	983,33 bc	79,25 bcd	9,03 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf kesalahan 5%.

Dari data Tabel 9 tersebut dapat diketahui bahwa ada empat kategori Hasil produksi jagung pipil dengan setiap varietas memiliki nilai produksi yang berbeda-beda. Setiap kategori memiliki nilai terendah dan nilai tertinggi dengan varietas yang berbeda. Untuk Berat 5 Tongkol, berat pipil dan Berat Perplot nilai tertinggi terdapat pada BMD59 . kategori Berat Per plot nilai terendah adalah pertiwi2 dan untuk Rendemen nilai terendah adalah Varietas BMD60 dan Nilai tertinggi adalah P35. Nilai tertinggi di ikuti oleh Notasi huruf dengan abjad paling akhir, sedangkan Nilai terendah di ikuti dengan Notasi Huruf dengan abjad yang paling awal.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa meskipun semua varietas terserang penyakit karat daun akan tetapi varietas tersebut masih mampu menghasilkan nilai produksi, hal ini berarti penyakit karat daun yang disebabkan oleh jamur *Puccinia polysora* tidak mempengaruhi nilai produksi karena kategori ketahanan intensitas penyakit karat daun masih tergolong (agak tahan) sehingga tanaman jagung pipil masih dapat berproduksi dengan baik. Beberapa laporan yang menyebutkan bahwa kehilangan hasil akibat serangan penyakit karat di beberapa negara penghasil jagung seperti di Amerika Serikat mencapai 45%, (Rodael, *et al.*, 1988). Nigeria sebesar 50%, (Shurtleft, 1980), dan Afrika Barat mencapai 70%, sementara di Indonesia kehilangan hasil akibat penyakit ini masih tergolong rendah.

#### 4.4. Eksplorasi jamur Endofit Akar tanaman Jagung

Penyakit karat daun jagung atau yang di sebabkan oleh jamur *Puccinia polysora* setiap varietasnya memiliki ketahanan induksi yang berbeda, ketahanan ini bersifat untuk melindungi dari serangan organisme pengganggu tanaman atau OPT sehingga akan berpengaruh terhadap produksi tanaman jagung pipil. Ketahanan induksi merupakan salah satu cara yang dapat dimanfaatkan sebagai pengendalian Agens hayati yaitu dengan pemanfaatan jamur endofit dari jaringan akar tanaman jagung. Dimana jamur endofit ini akan berpengaruh dalam menekan perkembangan intensitas serangan *Puccinia polysora* penyebab penyakit karat daun dan juga akan berpengaruh terhadap nilai produksi jagung pipil. Dari Tabel 10 tersebut lima varietas jagung pipil untuk eksplorasi jamur endofit didapat dari nilai rata-rata Intensitas Penyakit karat daun pada pengamatan intensitas karat daun pada minggu pertama sampai minggu ketujuh kemudian dari nilai pengamatan tersebut dirata-rata kemudian diurutkan dari nilai tertinggi, sedang dan juga nilai terendah, hal ini kategori ketahanan intensitas penyakit karat daun tidak beragam atau hanya satu kategori sehingga dalam pengambilan sampel jamur endofit dilakukan dengan cara tersebut, Hal ini untuk dilakukan perbandingan diantara lima varietas. Dari Tabel 10 tersebut diketahui bahwa jumlah jamur endofit yang didapat hampir tidak ada yang mendominasi, karena dari setiap varietas jamur endofit yang didapat jumlahnya tidak berbeda jauh. Ekplorasi jamur endofit dilakukan pada bagian akar tanaman jagung, dengan memilih tanaman jagung yang paling sehat untuk dilakukan isolasi di Laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan pada minggu ke delapan atau sebelum proses pemanenan berlangsung. Pengambilan akar dengan menggunakan pisau kemudian akar yang sudah diambil dibungkus kertas agar akar tanaman jagung yang dipotong tidak layu, kemudian akar dapat di bawa ke Laboratorium Mikologi Fakultas pertanian Universitas Brawijaya untuk proses isolasi. Berikut adalah Tabel 10 hasil Eksplorasi jamur endofit pada tiap-tiap varietas :

Tabel 10. Hasil Eksplorasi jamur endofit Akar pada Tanaman jagung

No	Varietas	Kode Isolat	Genus
1	BISI18	BT	<i>Penicillium</i> sp.
2	BISI18	BJ	<i>Trichoderma</i> sp.
3	BISI18	BP	<i>Colletotrichum</i> sp.
4	BISI18	BJP1	<i>Botrytis</i> sp.
5	BISI18	BP1	<i>Cephalosporium</i> sp.
6	BMD58	D58PU	<i>Colletotrichum</i> sp.
7	BMD58	D58P2	<i>Fusarium</i> sp.
8	BMD58	D58P3	<i>Cephalosporium</i> sp.
9	BMD58	D58JP	<i>Trichoderma</i> sp.
10	BMD58	D58P	<i>Colletotrichum</i> sp.
11	BMD60	D60JP	<i>Trichoderma</i> sp.
12	BMD60	D60JP1	<i>Botrytis</i> sp.
13	BMD60	D60PU	<i>Colletotrichum</i> sp.
14	BMD60	D60TJ1	<i>Curvularia</i> sp.
15	DK95	D95JP	<i>Trichoderma</i> sp.
16	DK95	D95P3	<i>Colletotrichum</i> sp.
17	DK95	D95P1	<i>Cephalosporium</i> sp.
18	PERTIWI2	RJ	<i>Trichoderma</i> sp.
19	PERTIWI2	RP3	<i>Cephalosporium</i> sp.

Dari tabel 10 tersebut diketahui bahwa jumlah jamur endofit pada masing-masing varietas berbeda dimana BISI18 menghasilkan jamur endofit sebanyak 5 isolat, BMD58 menghasilkan 5 isolat jamur endofit, BMD60 menghasilkan 4 isolat jamur endofit, DK95 menghasilkan 3 isolat jamur endofit dan Pertiwi2 menghasilkan 2 isolat jamur endofit. Dari total 19 isolat jamur endofit tersebut masuk kedalam 7 Genus diantaranya *Penicillium*, *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Botrytis*, *Cephalosporium*, *Fusarium* dan *Curvularia*. Selain dari genus diatas terdapat genus lain yang mungkin sering ditemukan pada ekplorasi jamur endofit pada tanaman jagung, keragaman jamur endofit pada suatu inang merupakan faktor utama banyaknya jamur yang ditentukan. seperti jamur *Aspergillus* sp., *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp., *Cephalosporium* sp., dan *Penicillium* sp., merupakan jamur endofit

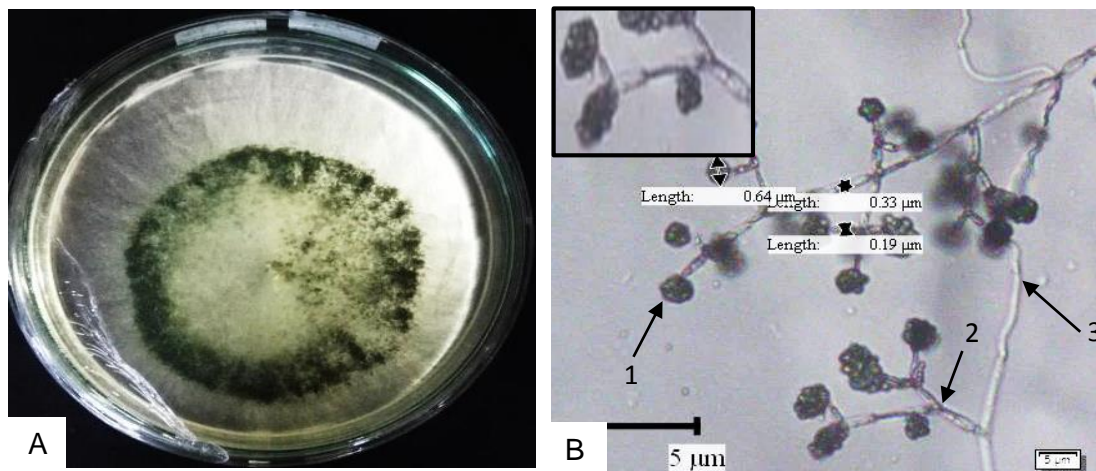
yang sering ditemukan pada komoditas jagung (Nur Amin *et al.*, 2008). Berikut adalah 19 isolat jamur endofit dengan memiliki ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis yang berbeda pada setiap Genusnya :

#### 1. *Trichoderma* sp. isolat RJ

Makroskopis : Koloni berwarna hijau muda dan bagian bawah berwarna hijau, serta di bagian tengah agak bening sehingga warna hijau memusat pada pinggir lingkaran. Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat dibagian pinggir lingkaran, mempunyai lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan renggang, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) sebesar 6 cm. *Trichoderma* merupakan jamur yang sangat umum dijumpai dalam tanah dan merupakan jamur yang bersifat antagonistik terhadap jamur lain (Chet, 1987 dalam Ardiant, 2009). Spesies *Trichoderma* sp. disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agens hayati. *Trichoderma* sp. dalam peranannya sebagai agens hayati bekerja berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya (Wahyuno *et al.*, 2009).

Mikroskopis : Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa terdapat konidiofor, konidia dan juga hifa. Konidia yang di tunjukkan oleh jenis jamur ini yaitu bulat kecil-kecil yang berkumpul menjadi satu hampir menyerupai seperti bunga dan dengan ukuran lebar konidia berkisar 0,64  $\mu\text{m}$ . Warna hifa dengan warna konidia sangat jelas berbeda dimana hifa lebih terlihat bening sedangkan untuk warna konidia sendiri agak hitam kecoklatan. Akan tetapi untuk warna hifa dengan warna konidia tidak berbeda jauh, dimana konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dengan panjang 0,19  $\mu\text{m}$  dan bercabang. Terdapat hifa yang berukuran lebar 0,33  $\mu\text{m}$ . Menurut Barnett dan Hunter (1998) konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dan bercabang, konidia berwarna hijau, tebal, dan seperti dalam kelompok terminal kecil. Bila pertumbuhan hifa *Trichoderma* sp. Seajar dengan pertumbuhan hifa inangnya maka hifa *Trichoderma* sp. Akan menempel pada hifa biasanya melilit hifa inangnya dengan lilitan spiral yang agak jarang membentuk alat pengait (*hook like structure*), sambil menembusi miselium inang dengan mendegradasi sebagian dinding sel inang (Lewis *et al.*, 1998).



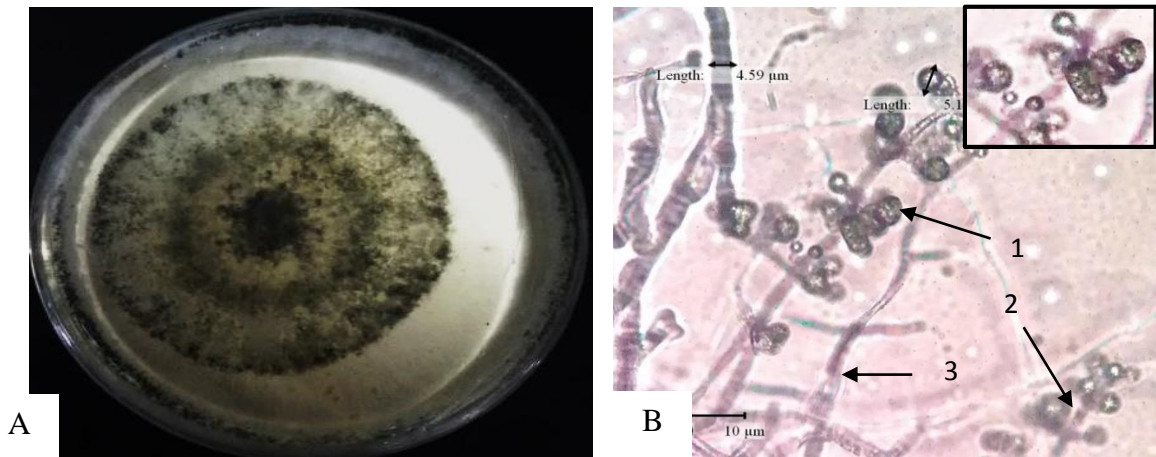


Gambar 5. Isolat RJ Jamur Endofit Akar dari Genus *Trichoderma* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar konidiofor (B3) gambar hifa

## 2. *Trichoderma* sp. isolat BJ

**Makroskopis :** koloni muda berwarna putih ketika berumur 7 hari setelah iso (HSI) pada bagian atas koloni berwarna hijau muda dan bagian bawah berwarna hijau. Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat di bagian pinggir dan juga titik paling tengah, mempunyai lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan renggang, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 7 cm. Chet (1987) menyatakan bahwa *Trichoderma* mampu menghasilkan enzim yang dapat menyebabkan lisis pada hifa inangnya dan memiliki sifat mikoparasit yang dapat menghambat perkembangan patogen. Menurut Lewis dan Papavizas (1993), dominasi *Trichoderma* sp dari dalam tanah akan membuat lingkungan dan ekologi sekitar tanah menjadi lebih tahan terhadap perkembangbiakan patogen Dan dapat melemahkan serangan patogen lainnya yang ditandai dengan lambatnya penampakan gejala awal pada perlakuan *Trichoderma* sp.

**Mikroskopis :** dalam gambar mikroskopis tersebut terdapat konidia, konidiofor dan juga hifa, dimana konidiofor berwarna hialin berukuran berbentuk tegak, bercabang. konidia tebal dan berbentuk bulat dengan sedikit oval serta konidia berkumpul menjadi satu yang ukurannya berkisar 5,13 μm dan lebar hifa berukuran 4,59 μm dengan perbesaran 40 kali dan sakala 10 μm. Menurut barnett dan hunter (1998) konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dan bercabang, konidia berwarna hijau, pertumbuhan dari jamur ini terbilang cepat.

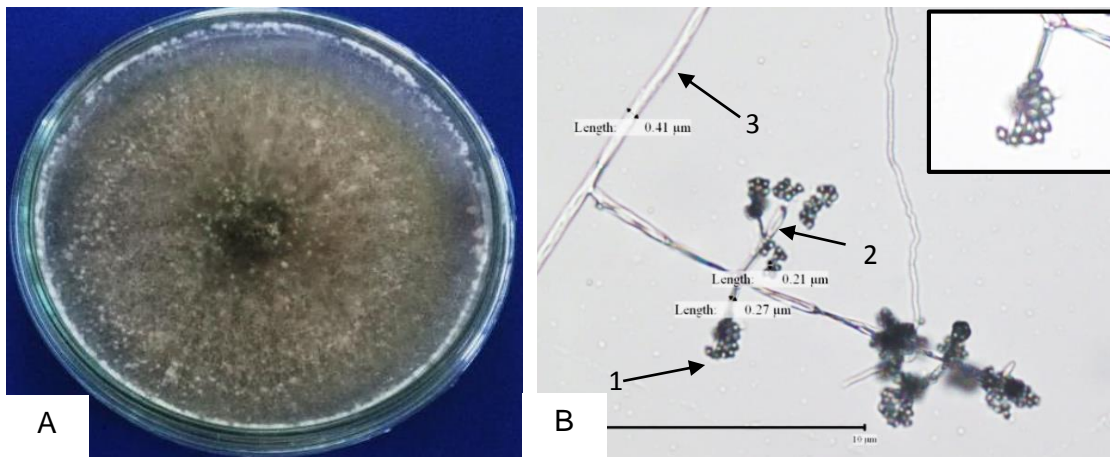


Gambar 6. Isolat BJ Jamur Endofit Akar dari Genus *Trichoderma* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar konidofor (B3) gambar hifa

### 3. *Trichoderma* sp. isolat D95JP

Makroskopis : koloni berwarna hijau muda keputih-putihan dan bagian bawah berwarna hijau akan tetapi warna lebih didominasi dengan warna putih. Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat warna hijau di bagian titik tengah. Tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm. Selain itu, mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu kompetitor baik ruang maupun nutrisi, dan sebagai mikoparasit sehingga mampu menekan aktivitas patogen tular tanah (Sudantha *et al.*, 2011). Mekanisme pengendalian yang bersifat spesifik target dan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman, menjadi keunggulan tersendiri bagi *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendali hayati (Suanda dan Ratnadi, 2015).

Mikroskopis : menunjukkan bahwa konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dan bercabang. Konidia berbentuk bulat kecil-kecil dan menggumpal menjadi satu yang tiap lingkaran kecil memiliki ukuran 0,21  $\mu\text{m}$  dengan perbesaran 40 kali dan dengan skala 10  $\mu\text{m}$ . Lebar konidiofor berukuran 0,27  $\mu\text{m}$  yang dekat dengan ujung konidia. Menurut barnett dan hunter (1998) konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dan bercabang, konidia berwarna hijau, pertumbuhan jamur ini terbilang cepat.



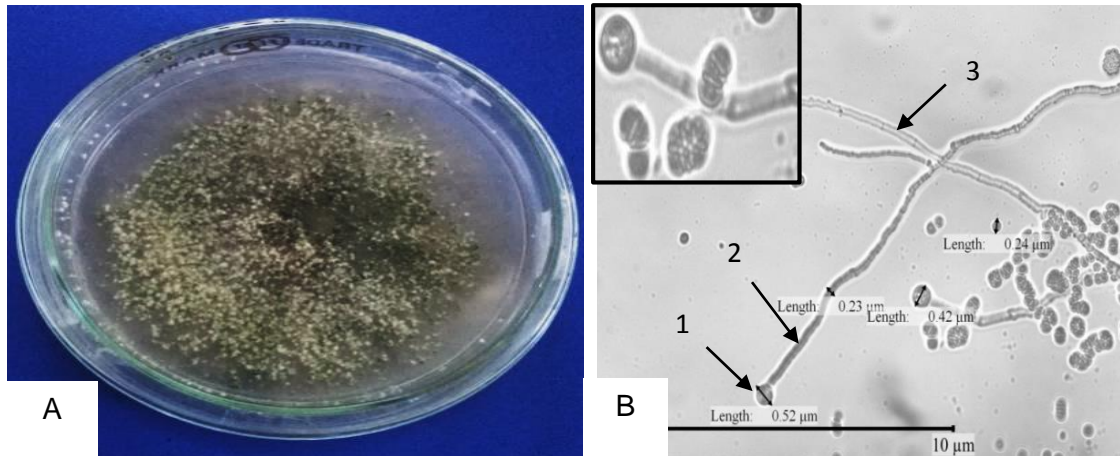
Gambar 7. Isolat D95JP Jamur Endofit Akar dari Genus *Trichoderma* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar konidofor (B3) gambar hifa

#### 4. *Trichoderma* sp. isolat D58JP

Makroskopis : koloni muda berwarna putih ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) , pada bagian atas koloni berwarna hijau muda dan bagian bawah berwarna hijau. Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, mempunyai lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan renggang, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 8 cm. Purwantisari (2009), mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan cendawan parasit yang dapat menyerang dan mengambil nutrisi dari cendawan lain. Kemampuan dari *Trichoderma* sp. ini yaitu mampu memarasit cendawan patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan cendawan lain. Eglan (1984) dalam Kuswinanti (2006) menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan jumlah cabang dan hasil panen karena adanya produksi metabolik sekunder. menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki bentuk konidiofor yang dikembangkan pada struktur bantal berbentuk tegak, bercabang yang tersusun vertikal. Fialid pendek dan tebal, konidia hijau muda, berdinding halus dan berbentuk oval.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa konidiofor berwarna hialin dengan ukuran 0,23 µm. Konidia terlihat tebal dan berbentuk membulat yang berukuran 0,52 µm. Gambar mikroskopis tersebut dilihat dengan perbesaran 40 kali dan dengan skala 10 µm. Menurut Barnett dan Hunter (1998) konidiofor berwarna hialin, berbentuk

tegak dan bercabang, konidia berwarna hijau, pertumbuhan dari jamur terbilang cepat. memiliki bentuk konidiofor yang dikembangkan pada struktur bantal berbentuk tegak, bercabang yang tersusun vertikal. Fialid pendek dan tebal, konidia hijau muda, ber dinding halus dan berbentuk oval. Isolat tersebut sesuai dengan karakteristik *Trichoderma* (Watanabe, 2002; Domsch *et al.*, 1980).

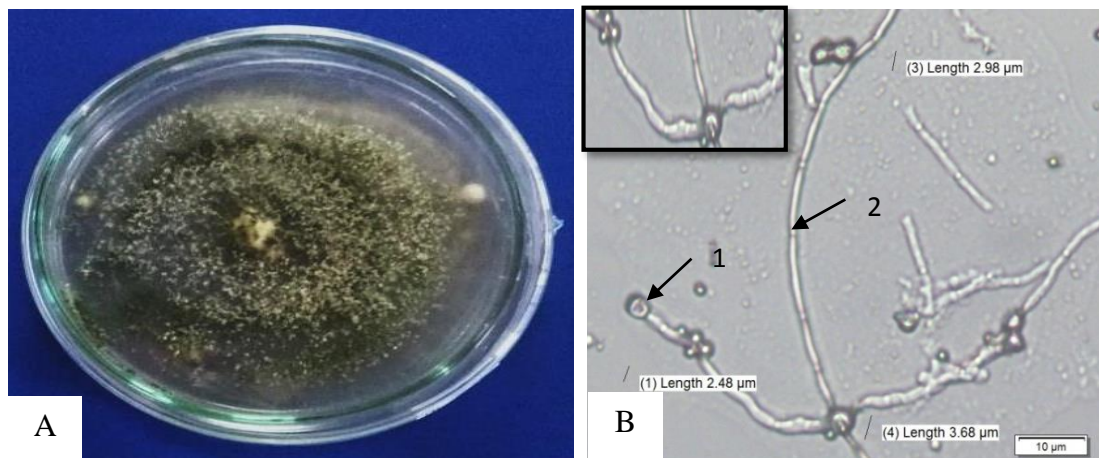


Gambar 8. Isolat D58JP Jamur Endofit Akar dari Genus *Trichoderma* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar konidiofor (B3) gambar hifa

##### 5. *Trichoderma* sp. Isolat D60JP

Makroskopis : koloni berwarna hijau muda agak sedikit keputih-putihan dengan jamur yang berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) . Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat. Tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan renggang, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 8 cm. Keunggulan jamur *Trichoderma* sp. sebagai agensia pengendali hayati dibandingkan dengan jenis fungisida kimia sintetik adalah selain mampu mengendalikan jamur patogen dalam tanah, ternyata juga dapat mendorong adanya fase revitalisasi tanaman. Revitalisasi ini terjadi karena adanya mekanisme interaksi antara tanaman dan agensia aktif dalam memacu hormon pertumbuhan tanaman (Nasahi, 2010). Secara makroskopis marga *Trichoderma* sp. dapat dibedakan pada kecepatan pertumbuhan dalam cawan petri. Marga ini dapat tumbuh dengan cepat dalam 5 hari pada suhu 25°C. Sebagian besar anggota dari marga *Trichoderma* sp. membentuk koloni yang mempunyai warna yang berbeda dan membentuk koloni dengan zona lingkaran yang terlihat dalam cahaya (Rifai, 1969).

Mikroskopis : menunjukkan bahwa konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak, bercabang dengan ukuran konidiofor berkisar 2,48  $\mu\text{m}$ . Terdapat konidia di tengah-tengah antar penyambung konidiofor dengan ukuran 3,68  $\mu\text{m}$ . Menurut Barnett dan Hunter (1998) konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak dan bercabang, konidia berwarna hijau. *Trichoderma* adalah jamur yang sering dikaji pemanfaatannya dalam pengendalian hayati jamur patogen pada tanaman (Suharna, 2003).



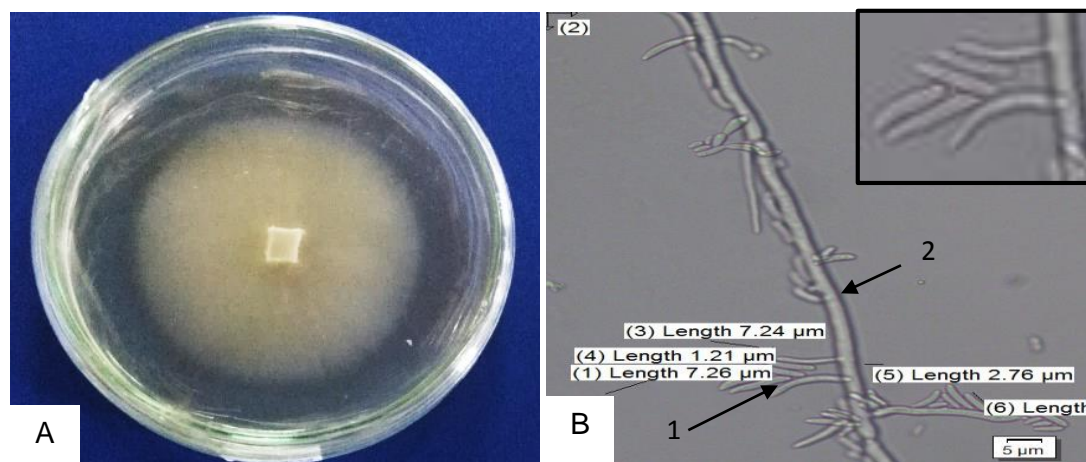
Gambar 9. Isolat D60JP Jamur Endofit Akar dari Genus *Trichoderma* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 6. *Fusarium* sp. isolat D58P2

Makroskopis : bagian depan koloni berwarna putih kekuningan dan pada bagian belakang berwarna putih. Tipe persebaran berbentuk membulat, Miselium yang luas dan seperti kapas, dengan semburat warna kuning di miselium. pada medium sebaran tidak merata dan menyebar, tekstur permukaan koloni halus, kerapatan rapat, ketebalan tipis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 6 cm. Menurut penelitian Prihatini (2012), ditemukan sebanyak 65 jenis jamur yang diisolasi dari jaringan daun *pinus radiata* dengan identifikasi secara molekuler menggunakan metode *direct PCR*. Kelompok jamur endofit yang ditemukan pada tanaman inang dan berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain adalah *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium* sp, *Ampelomyces* sp., *Neothypodium lolli* (Gao et al., 2010).

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa tidak bersekat, dengan lebar konidia 1,21  $\mu\text{m}$  sedangkan panjangnya berukuran 7,26  $\mu\text{m}$  dengan skala 5  $\mu\text{m}$  dan

perbesaran 40 kali. Menurut Barnett dan Hunter (1998) menyebutkan bahwa konidiofor hialin, tegak, sederhana, pendek, gemuk, memiliki aleuriokonidia berwarna coklat pudar, bulat dengan sedikit melengkung dan membungkuk di ujung runcing, ovoid atau lonjong. konidiofor *Fusarium* tampak bervariasi, bercabang atau tidak bercabang. Beberapa jenis *Fusarium* memiliki dua bentuk dasar konidia yaitu mikrokonidia dan makrokonidia, konidia berwarna transparan, dan bersepta. Secara mikroskopis marga tersebut dapat dikenali dari bentuk sporanya (makrokonidia) yang melengkung seperti bulan sabit dan memiliki sel. (Barnett dan Hunter, 1998).



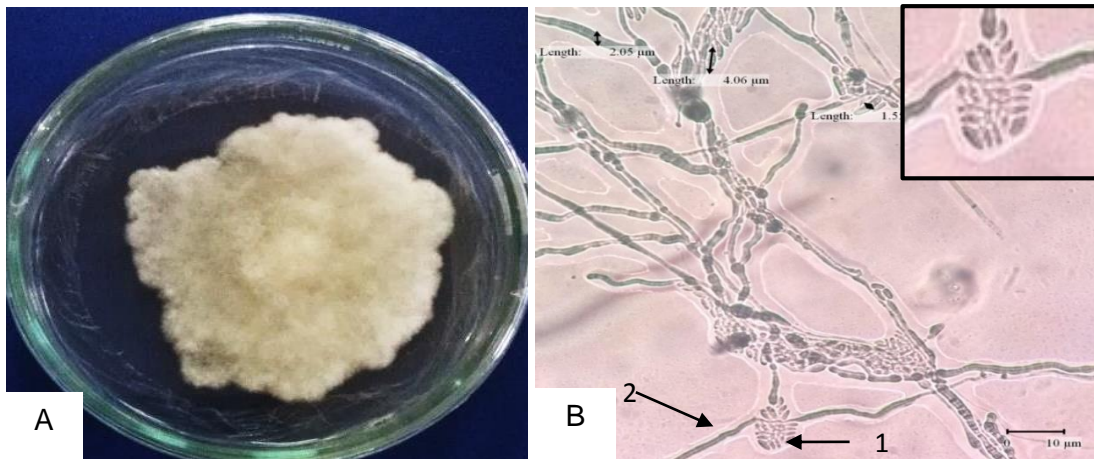
Gambar 10. Isolat D58P2 Jamur Endofit Akar dari Genus *Fusarium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

### 7. *Colletotrichum* sp. isolat D95P3

Makroskopis : koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 HSI pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung seperti bantal, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 8 cm. *Colletotrichum* sp. menurut Meizhu *et al.*, (2005) dan Domsch dan Gams (1980), menyatakan bahwa *Colletotrichum* sp. mempunyai ciri warna koloni krem, oranye, coklat dan hitam. pertumbuhan koloni konsentris, hifa berseptat, membentuk appresoria dan hyphopodia.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat, dengan lebar 2,05 µm, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung

menyempit. Konidia berwarna hialin, berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat dengan lebar ukuran sebesar  $1,55 \mu\text{m}$  dan dengan perbesaran 40 kali dan skala  $10 \mu\text{m}$ . Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin, terdiri dari 1 sel.



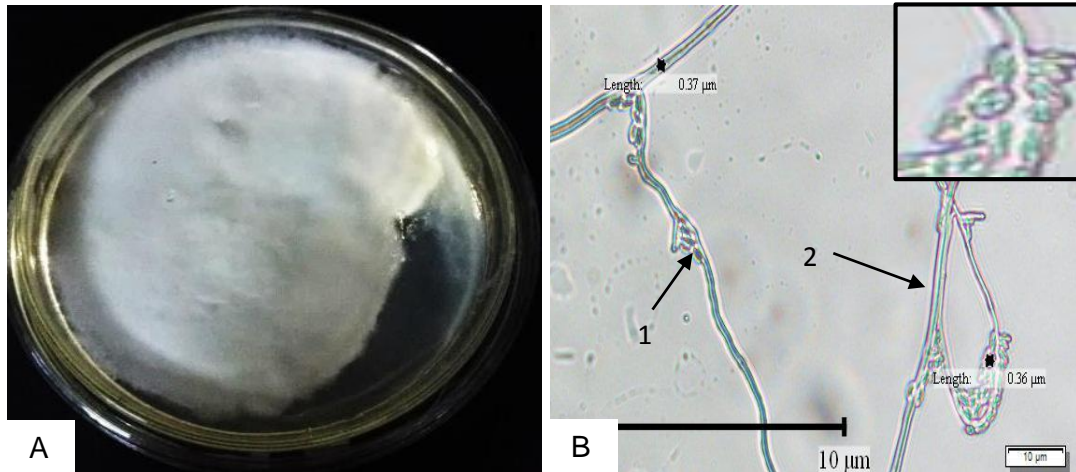
Gambar 11. Isolat D95P3 Jamur Endofit Akar dari Genus *Colletotrichum* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 8. *Colletotrichum* sp. isolat BP

Makroskopis : koloni muda berwarna putih saat jamur berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung agak mirip seperti bantal, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 8 cm. Koloni *Colletotrichum* pada medium PDA awalnya berwarna putih akan berubah menjadi abu-abu. Areal miseliumnya terang menjadi keabu-abuan gelap pada seluruh permukaan koloni, kadang membentuk zonasi padat dengan konidioma yang terang dan membentuk seta yang gelap pada areal yang tipis. Koloni ini memiliki reverse yang berwarna gelap (*Centre for Agricultural Bioscience International, 2007*).

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat dengan lebar hifa  $0,37 \mu\text{m}$  dengan perbesaran 40 kali dan skala  $10 \mu\text{m}$ , hifa berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung menyempit dengan lebar konidia

0,36  $\mu\text{m}$  dan berwarna hialin, berbentuk oval dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat. Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin, terdiri dari 1 sel.



Gambar 12. Isolat BP Jamur Endofit Akar dari Genus *Colletotrichum* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

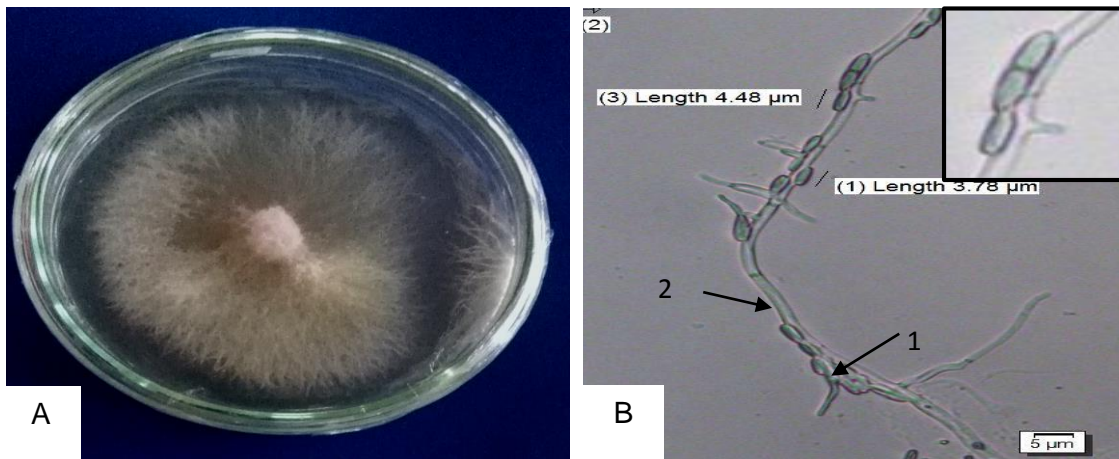
### 9. *Colletotrichum* sp. isolat D58PU

Makroskopis : koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian atas koloni berwarna putih akan tetapi agak sedikit menyemburat berwarna ungu atau pink dan pada bagian bawah berwarna putih keunguan. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 8 cm.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung menyempit, dengan panjang ukuran 3,78  $\mu\text{m}$  . konidia berwarna hialin, berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat. Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin, terdiri dari 1 sel. ciri-ciri konidia (spora) tersusun dalam aservulus (struktur aseksual pada jamur parasit). Jamur dari Genus *Colletotrichum* termasuk dalam Class Deuteromycetes yang merupakan fase anamorfik (bentuk aseksual), dan pada saat jamur tersebut dalam fase telemorfik (bentuk seksual) masuk dalam Class



Ascomycetes yang dikenal dengan jamur dalam Genus *Glomerella* (Alexopoulos *et al.*, 1996).



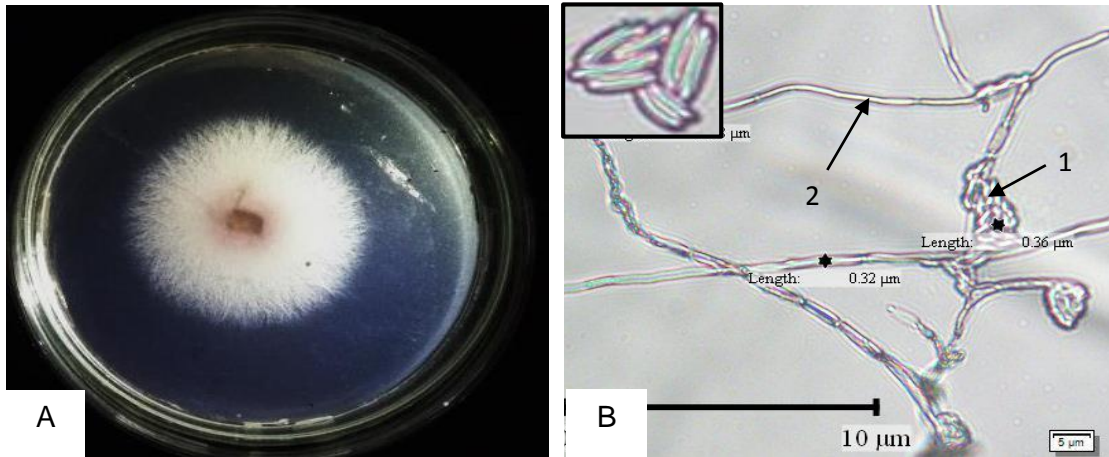
Gambar 13. Isolat D58PU Jamur Endofit Akar dari Genus *Colletotrichum* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 10. Sampel isolat D60PU *Colletotrichum* sp.

Makroskopis : koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian atas koloni berwarna putih dan pada bagian bawah berwarna putih tetapi agak sedikit ada warna merah muda atau pink. Tipe persebaran berbentuk membulat menggugung, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 5 cm.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin dengan ukuran hifa sebesar 0,38 μm . konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung menyempit dengan ukuran lebar konidia sebesar 0,36 μm dengan skala 10 μm dan dengan perbesaran 40 kali. Konidia berwarna hialin, berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat. Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin, terdiri dari 1 sel. Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora tumpul, ukuran spora 16,1 x 5,6 μm dengan kecepatan tumbuh 12,5 mm per hari. Jamur *Colletotrichum acutatum* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora meruncing, ukuran spora 16,1 x 5,3 μm dengan kecepatan tumbuh 6,8 mm per hari. Jamur *Colletotrichum coccodes* mempunyai bentuk spora silindris, ujung spora runcing, ukuran spora 14,9 x 4,2 μm dengan

kecepatan tumbuh 8,4 mm per hari. Sedangkan jamur *Colletotrichum capsici* mempunyai bentuk spora seperti bulan sabit, ujung spora runcing, ukuran spora 24,3 x 4,4  $\mu\text{m}$  dengan kecepatan tumbuh 9,8 mm per hari (AVRDC, 2010).



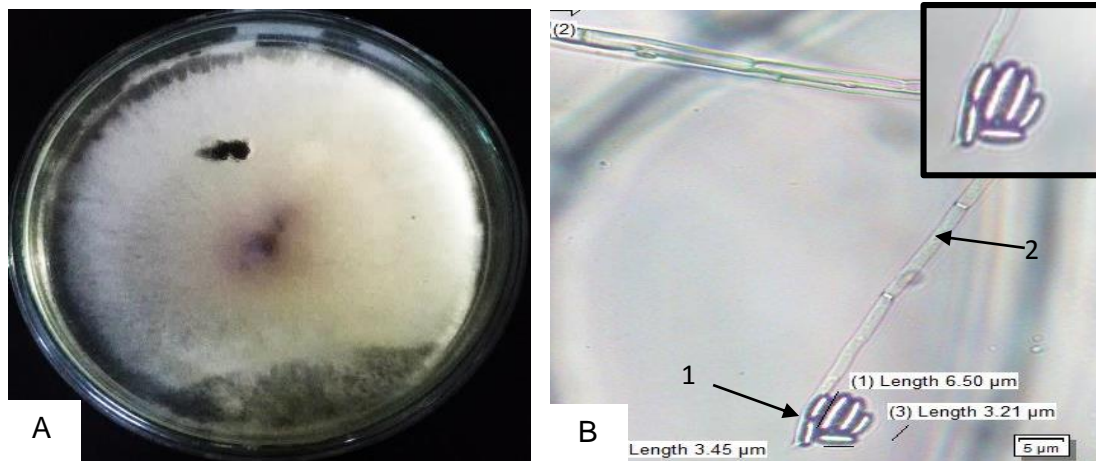
Gambar 14. Isolat D60PU Jamur Endofit Akar dari Genus *Colletotrichum* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 11. Sampel isolat D58P *Colletotrichum* sp.

Makroskopis : pada bagian atas koloni berwarna putih dan pada bagian bawah berwarna putih keungu-unguan. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. arah pertumbuhan miselium kesamping, struktur miselium kasar. Karakteristik mikroskopis jamur *Colletotrichum* sp. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung menyempit. panjang konidial yang paling kecil 3,21  $\mu\text{m}$  sedangkan untuk konidia yang paling panjang 6,50  $\mu\text{m}$ , konidia berwarna hialin, berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat. Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin, terdiri dari 1 sel. terlihat bahwa hifa jamur *Colletotrichum* sp. berwarna agak gelap dan tidak bersekat, konidiofor tidak bercabang dan konidia berbentuk bulan sabit tidak bersekat serta hialin. Hal ini sesuai dengan pendapat Agrios (1997) yang menyatakan bahwa *Colletotrichum*

menghasilkan spora berupa konidia yang berbentuk silindris, hialin dengan ujung-ujungnya yang tumpul dan bengkok seperti bulan sabit.



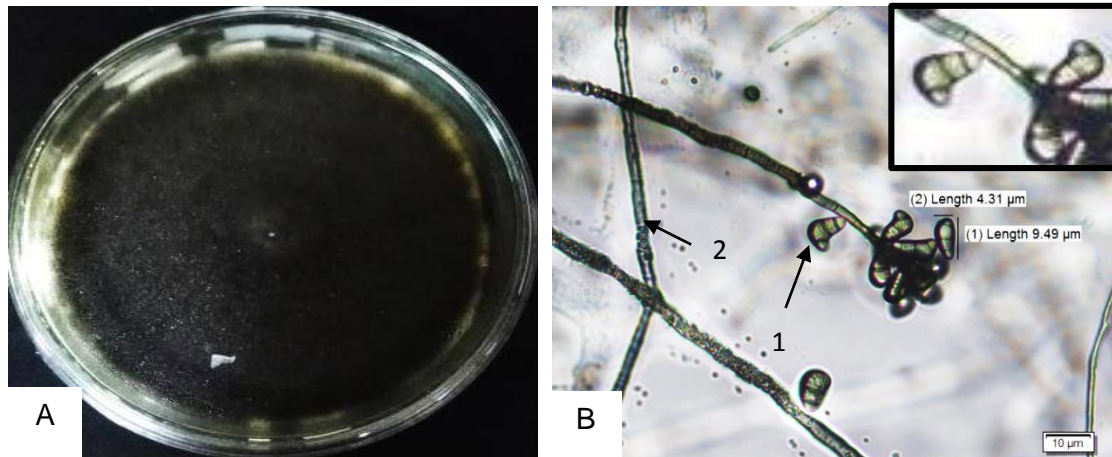
Gambar 15. Isolat D58P Jamur Endofit Akar dari Genus *Colletotrichum* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

## 12. *Curvularia* sp. isolat D60TJ1

Makroskopis : koloni muda berwarna abu-abu atau lebih kehitam-hitaman dan gelap, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna hitam. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan agak tebal, ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 9 cm atau Full Plate ( cawan petri penuh). Dari hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis, *Curvularia* sp. menghasilkan warna koloni coklat kehitaman pada media, hifa bersepta, berwarna coklat, konidiofor berwarna coklat, konidia berbentuk pyriform, berwarna coklat, multi septa, dan banyak sel. Hal ini sesuai dengan Barnett dan Hunter (1972), bahwa *Curvularia* sp. memiliki konidiofor coklat, konidia gelap, 3-5 sel dan juga bahwa *Curvularia* sp. memiliki warna koloni tua coklat olive atau hitam, dan dari sebaliknya berwarna coklat hingga hitam, hifa bersepta, hifa dan konidiofor coklat, konidia coklat dan pyriform, multi septa.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna coklat gelap. Konidiofor berwarna coklat gelap, bersekat, berbentuk tegak. Konidia berada di ujung konidiofor. Lebar konidia 4,31 μm dengan panjang 9,49 μm berbentuk melengkung. Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna

cokelat tua, sederhana, tegak dan berdinging tebal. Makro konidia berwarna cokelat gelap, ukuran konidia pada sel yang ke dua lebih besar.



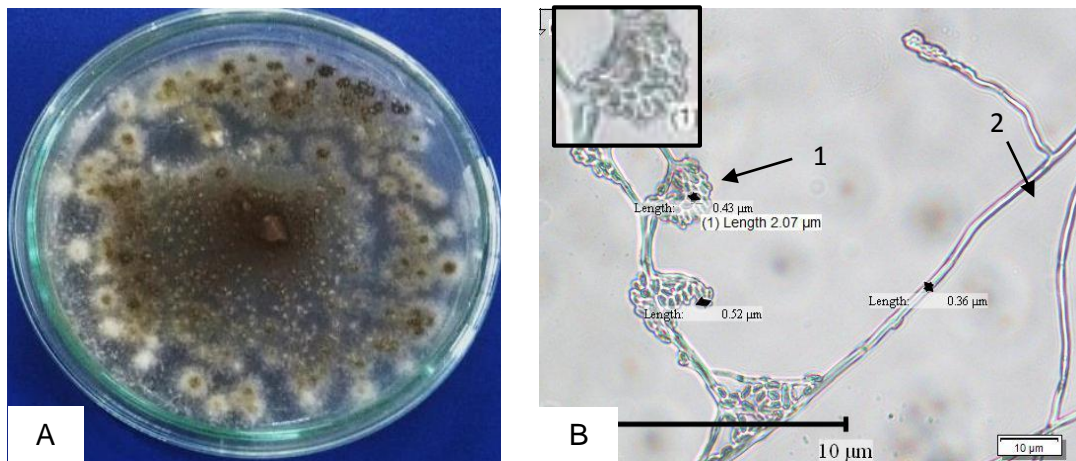
Gambar 16. Isolat D60TJ1 Jamur Endofit Akar dari Genus *Curvularia* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

### 13. *Penicillium* sp. isolat BT

Makroskopis : koloni muda abu-abu, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian atas koloni berwarna bau-abu kehijauan sedangkan pada bagian bawah berwarna hitam. Tipe persebaran berbentuk membulat sebaran tidak merata dan tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni berumur 7 HSI sebesar 9 cm. *Penicillium* merupakan salah satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati patogen tumbuhan (Roeslan *et al.*, 2012). Menurut Haggag and Mohamed (2007), *Penicillium* sp. dapat bersifat antagonis melalui mekanisme yaitu mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid seperti *agroklavine* dan *ergometrine* yang memiliki sifat anti jamur terhadap *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani*, dan *Alternaria tenuis*.

Mikroskopis : menunjukkan bahwa hifa bersekat , berwarna hialin dengan lebar hifa berukuran 0,36 µm. Konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak. Lebar konidia sebesar 0,52 µm . Menurut Barnett dan Hunter (1998) menyebutkan bahwa konidiofor hialin, tegak, konidia berwarna hialin, terdiri dari satu sel dan berbentuk globose. Ciri morfologi *Penicillium* yaitu memiliki hifa bersepta, konidia, sterigma, dan konidiospora (Kurasein, 2009). *Penicillium* sp. mempunyai hifa bersepta, miselium bercabang, konidiospora yang muncul di atas permukaan, spora dengan

sterigma yang berkelompok, dan konidia membentuk rantai (Fardiaz, 1989). *Penicillium* sp. pada beberapa spesies, miselium berkembang menjadi sklerotium (Pelczar, 2005). *Penicillium* sp. mempunyai hifa vegetative yang disebut dengan hifa udara (aerial hyphae). *Penicillium* sp. berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora yang dihasilkan dalam suatu kantong (askus) yang disebut askospora dan secara aseksual dengan membentuk konidiospora, yaitu spora yang dihasilkan secara berantai pada ujung suatu hifa (Pohan, 2009). Bentuk sel konidiospora pada kapang *Penicillium* sp. adalah seperti botol dengan leher panjang atau pendek, jamur ini berwarna hijau kebiruan. *Penicillium* sp. termasuk jamur yang tidak bersifat patogen. (Gandjar *et. al.*, 2006).

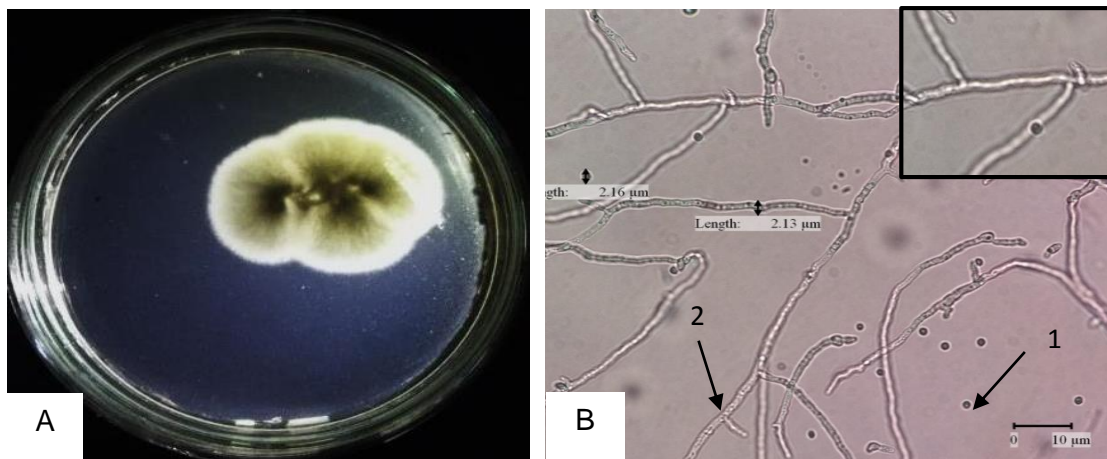


Gambar 17. Isolat BT Jamur Endofit Akar dari Genus *Penicillium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 14. *Botrytis* sp. isolat D60JP1

Makroskopis : Koloni muda berwarna putih kehijauan, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian atas koloni berwarna putih kehijauan dan pada bagian bawah berwarna hijau kehijauan. Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 4 cm.

Mikroskopis : Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa konidiofor tidak bersekat, berwarna hialin, berbentuk tegak, bercabang, panjang 63,13 mikro meter,. Konidia berwarna hitam, berbentuk ovoid seperti telur, terdiri dari satu sel, menurut Barnett and Hunter (1998),

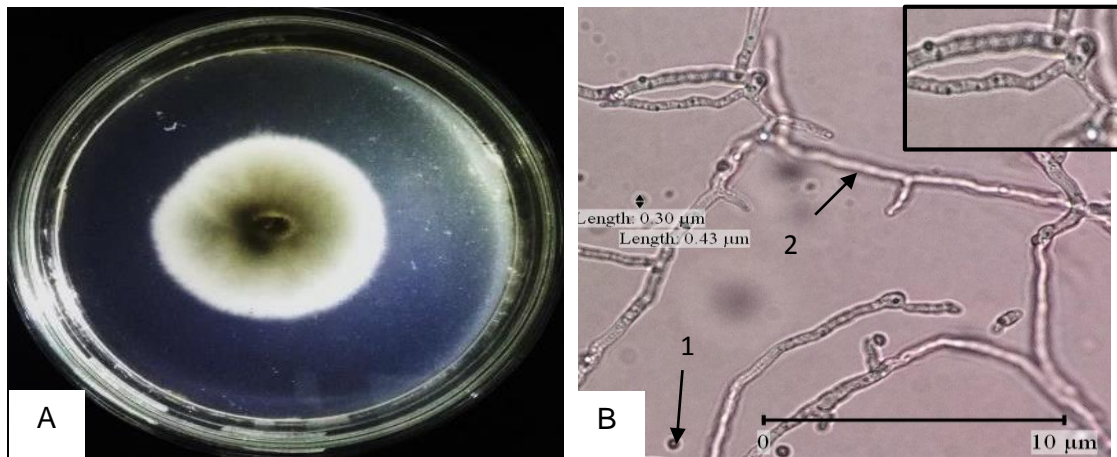


Gambar 18. Isolat D60JP1 Jamur Endofit Akar dari Genus *Botrytis* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 15. *Botrytis* sp. Isolat BJP1

**Makroskopis :** Koloni muda berwarna Putih kehijauan, ketika berumur 7 hari setelah isolasi (HSI) pada bagian atas koloni berwarna putih kehijauan dan pada bagian bawah berwarna hijau kehitaman tetapi masih ada sedikit warna keputih-putihan yang berada di pinggir lingkaran. Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan rapat, ketebalan agak tebal akan tetapi jamur ini sedikit agak padat dan sangat menempel pada media PDA sehingga hal ini membuat kesulitan dalam proses pembuatan kaca preparat untuk dilakukan pengamatan secara mikroskopis. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 HSI sebesar 5 cm.

**Mikroskopis :** menunjukkan bahwa konidiofor tidak bersekat, berwarna hialin, berbentuk tegak, bercabang, Konidia berwarna hitam, berbentuk ovoid seperti telur, terdiri dari satu sel, menurut Barnett and Hunter (1998), konidiofor tegak, berwarna hialin, dan berbentuk seperti telur. Percabangan konidia berbentuk obovoid, berwarna coklat pucat, berdinding halus, panjang 8 - 16 µm dan lebar 6 - 9 µm. Pembentukan konidia umumnya terjadi pada pembengkakan ujung percabangan konidiofor (Gandjar *et al.*, 1999).

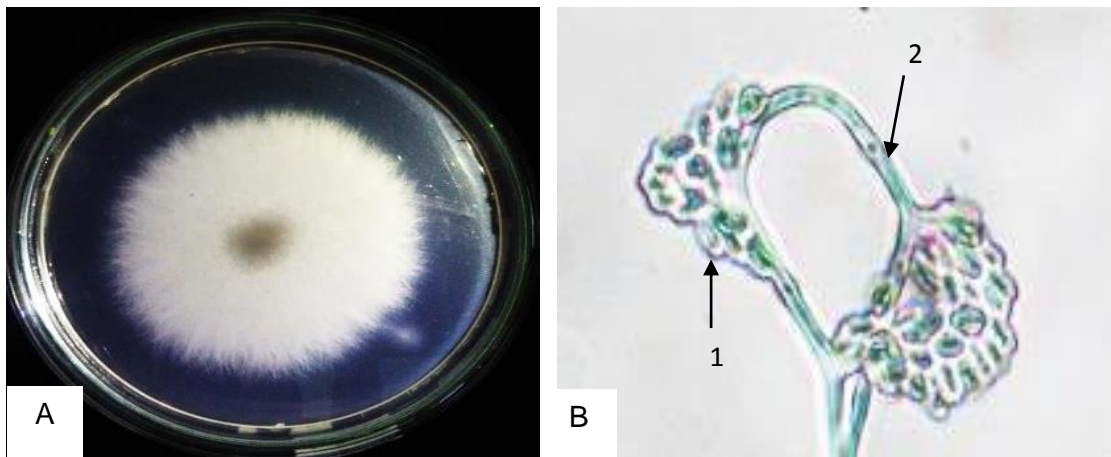


Gambar 19. Isolat BJP1 Jamur Endofit Akar dari Genus *Botrytis* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 16. *Cephalosporium* sp. Isolat BP1

**Makroskopis :** Pada awal pertumbuhan koloni tipis berwarna putih dan 7 hari setelah isolasi (HSI) koloni menebal berwarna putih kecoklatan seperti kapas, tekstur seperti kapas, permukaan dan dasar koloni radial. Diameter koloni jamur pada umur 7 Hari setelah isolasi mencapai 6,5 cm. Hal ini sesuai dengan menurut Barnet (1960) ciri-ciri mikroskopis jamur *Cephalosporium* sp yaitu hifa dan konidiofor hialin dan tidak bersekat, konidia jialin, bersel satu, dan berbentuk seperti kapsul yang bertumpuk pada bagian ujung konidofor berdasarkan data dari pengamatan makroskopis diduga jamur ini termasuk dalam genus *Cephalosporium* sp

**Mikroskopis :** Hifa memanjang, bercabang, tidak bersekat dan hialin. Konidiofor bercabang. Konidia mengumpul di ujung konidiofor, bersel satu dan hialin. Hal ini sesuai dengan Barnet (1960) menyatakan bahwa ciri mikroskopis jamur *Cephalosporium* sp. Memiliki konidiofor ramping atau membesar, sederhana. Konidia hialin, bersel satu, konidia terletak di ujung dan mengumpul. Berdasarkan deskripsi mikroskopis dan makroskopis jamur endofit tersebut, maka jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp. Berdasarkan deskripsi mikroskopis dan makroskopis jamur endofit tersebut, maka jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp. jamur *Cephalosporium* sp. yang mampu menekan pertumbuhan *P. infestans* sebesar 61,52%. Jamur *Cephalosporium* sp. menghasilkan senyawa antibiotik sefalosporium yang menghambat sintesis dinding sel sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Irmawan, 2007).



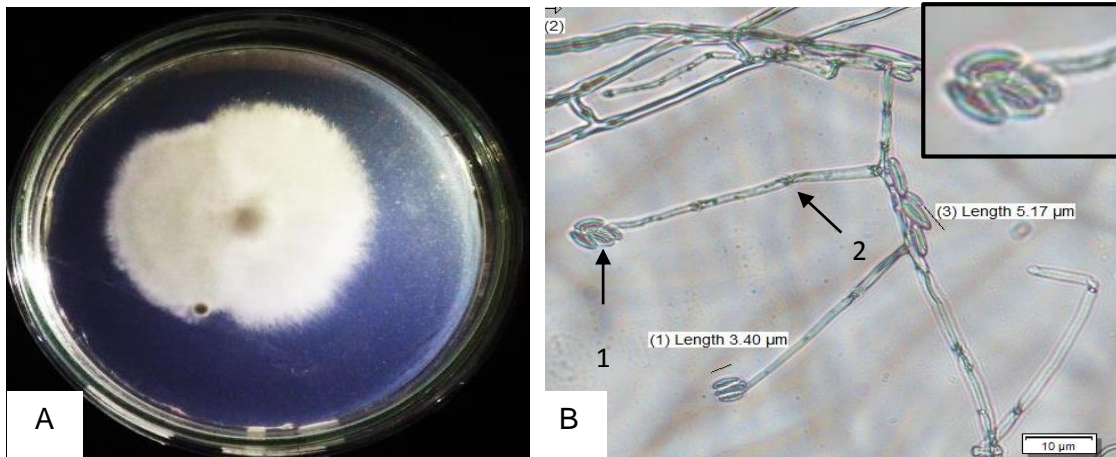
Gambar 20. Isolat BP1 Jamur Endofit Akar dari Genus *Cephalosporium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

### 17. *Cephalosporium* sp. Isolat RP3

**Makroskopis :** Pada awal pertumbuhan koloni tipis berwarna putih dan 7 hari setelah isolasi (HSI) koloni menebal berwarna putih kecoklatan dan berbentuk seperti kapas, dengan tekstur koloni juga menyerupai seperti kapas, permukaan dan dasar koloni radial. Diameter koloni jamur pada umur 7 hari setelah isolasi mencapai 5 cm. Pada pinggiran koloni terlihat bahwa pertumbuhan jamur tersebut bergerak menyamping .

**Mikroskopis :** Hifa memanjang, bercabang, bersekat dan hialin. Konidiofor bercabang. Konidia berkumpul di ujung konidiofor, bersel satu dan hialin. Dengan panjang konida  $5,71 \mu\text{m}$  merupakan konidia yang berukuran besar, sedangkan untuk konidia yang berukuran kecil memiliki panjang  $3,40 \mu\text{m}$ . Hal ini sesuai dengan Barnett (1960) menyatakan bahwa ciri mikroskopis jamur *Cephalosporium* sp. Memiliki konidiofor ramping atau mebesar, sederhana. Konidia hialin, bersel satu, konidia terletak di ujung dan berkumpul. . Berdasarkan deskripsi mikroskopis dan makroskopis jamur endofit tersebut, amka jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp. Secara mikroskopis *Cephalosporium* memiliki bentuk konidiofor fialid yang ramping atau sedikit membengkak. Konidia berwarna transparan, konidia terdiri 1 sel, terbentuk dan berkumpul pada ujung konidiofor, tersebut umumnya bersifat saprofit atau parasit khususnya pada tanaman berpembuluh (Barnett, 1955).



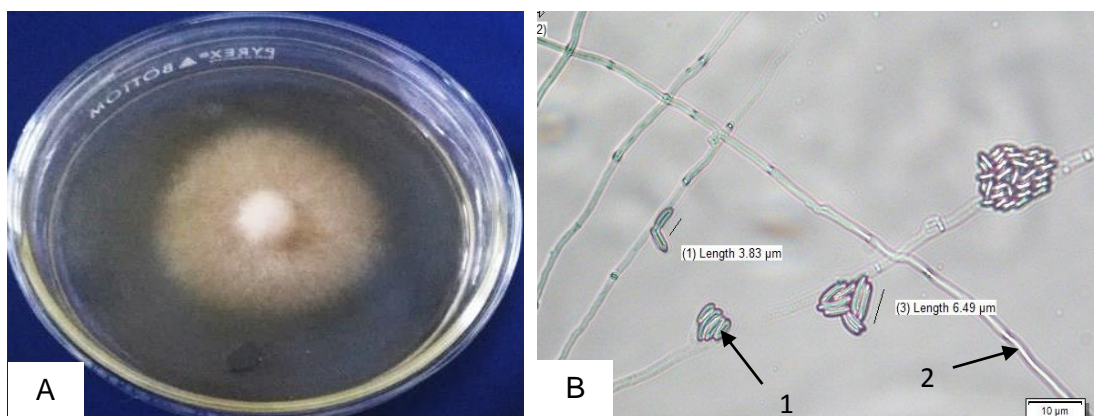


Gambar 21. Isolat RP3 Jamur Endofit Akar dari Genus *Cephalosporium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

### 18. *Cephalosporium* sp. Isolat D58P3

Makroskopis : Pada awal pertumbuhan koloni tipis berwarna putih, 7 HSI, koloni menebal berwarna putih kecoklatan seperti kapas, tekstur seperti kapas, permukaan dan dasar koloni radial. Diameter koloni jamur pada 7 HSI mencapai 4,5 cm.

Mikroskopis : Hifa memanjang, bercabang, tidak t dan hialin. Konidiofor bercabang. Konidia mengumpul di ujung konidiofor, bersel satu dan hialin. Hal ini sesuai dengan Barnet (1960) menyatakan jamur *Cephalosporium* sp. Memiliki konidiofor ramping atau mebesar, sederhana. Konidia hialin, bersel satu, konidia terletak di ujung dan mengumpul

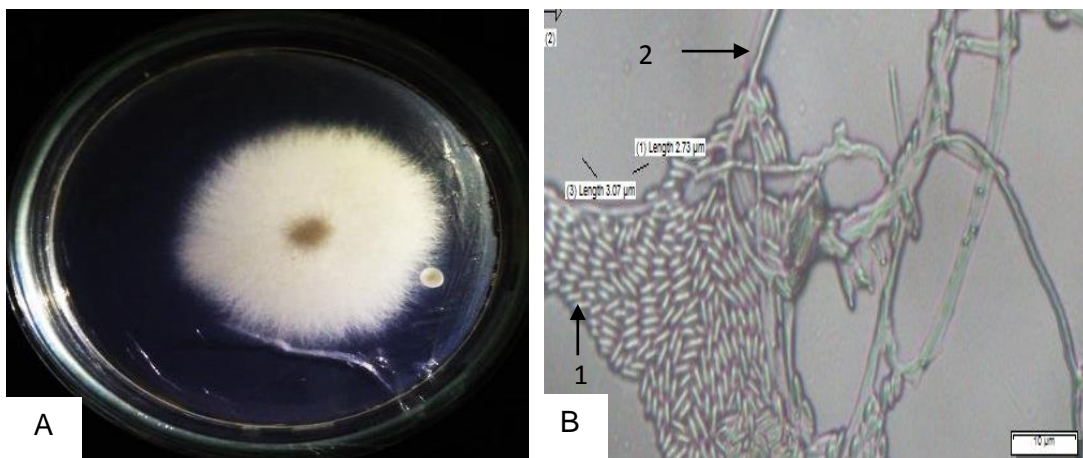


Gambar 22. Isolat D58P3 Jamur Endofit Akar dari Genus *Cephalosporium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

### 19. *Cephalosporium* sp. Isolat D95P1

Makroskopis : Pada awal pertumbuhan koloni tipis berwarna putih, setelah hari ke-7 setelah inkubasi, koloni menebal berwarna putih kecoklatan seperti kapas, tekstur seperti kapas, permukaan dan dasar koloni radial. Diameter koloni jamur pada hari ke-7 mencapai 4,5 cm.

Mikroskopis : Hifa memanjang, bercabang, bersekat dan hialin. Konidiofor bercabang. Konidia mengumpul di ujung konidiofor, bersel satu dan hialin. Hal ini sesuai dengan Barnet (1960) menyatakan bahwa ciri mikroskopis jamur *Cephalosporium* sp. Memiliki konidiofor ramping atau mebesar, sederhana. Konidia hialin, bersel satu, konidia terletak di ujung dan mengumpul. Berdasarkan deskripsi mikroskopis dan makroskopis jamur endofit tersebut, maka jamur endofit ini adalah *Cephalosporium* sp.



Gambar 23. Isolat D95P1 Jamur Endofit Akar dari Genus *Cephalosporium* sp. (A) gambar makroskopis (B) gambar mikroskopis (B1) gambar konidia (B2) gambar hifa

#### 4.5. Perhitungan keaneragaman (H), keseragaman (E) dan Dominansi (C)

Keaneragaman jamur endofit akar tanaman jagung yang didapatkan dilahan percobaan Ngantang Jawa Timur yang telah diidentifikasi di dibandingkan dengan melihat nilai indeks Keaneragaman ( $H'$ ), indeks Keseragaman (E), dan Indeks Dominansi (C). Setelah dilakukan perhitungan, di dapatkan perbandingan nilai  $H'$ , E, dan C dalam Tabel 11 berikut ini :

Tabel 11. Perhitungan Keragaman H', Keseragaman E, dan Dominansi C

Varietas	Keragaman					
	H	keterangan	C	keterangan	E	keterangan
PERTIWI2	0.732	rendah	0.222	rendah	0.249	rendah
BMD58	1.112	sedang	0.139	rendah	0.378	rendah
BMD60	1.112	sedang	0.139	rendah	0.378	rendah
DK95	1,040	sedang	0.245	rendah	0.353	rendah
BISI18	1,386	sedang	0.183	rendah	0,471	rendah

Keterangan : H' : Indeks keaneragaman ; E: Indeks keseragaman ; C:Indeks Dominansi

Indeks keaneragaman jamur endofit pada akar tanaman jagung menyebutkan bahwa nilai H' pada masing-masing varietas memiliki kategori yang berbeda, varietas Pertiwi2 memiliki nilai H' Rendah sedangkan empat varietas lainnya yaitu varietas DK95, BMD58, BMD60 dan BISI18 memiliki kategori Sedang. Dari kategori diatas yang tergolong sedang karena nilai H' masih berada pada kategori  $1 < H < 3$ , jika H' lebih dari 3 maka keaneragaman jamur endofit pada akar tanaman jagung tergolong tinggi sedangkan jika kurang dari 1 maka keaneragaman jamur endofit atau nilai H nya tergolong rendah. Keaneragaman jamur endofit ditandai oleh banyaknya spesies organisme yang membentuk komunitas tersebut, semakin banyak jumlah spesies makin tinggi keaneragaman. Indeks keaneragaman menunjukkan hubungan antara jumlah spesies dengan jumlah individu yang menyusun suatu komunitas.

Nilai Indeks keseragaman pada jamur endofit akar tanaman jagung sama semua nilai E nya sehingga kategori keseragamannya hanya didapat satu kategori yaitu dari 5 varietas eksplorasi jamur endofit memiliki kategori keseragaman yang Rendah. Jika Nilai E kurang dari 0.50 maka kategori keseragaman tergolong rendah sedangkan jika kurang dari 0,75 maka keseragaman tergolong rendah dan jika lebih dari 1 maka keseragaman tergolong tinggi. Hal ini bahwa nilai indeks keseragaman menunjukkan kelimpahan mikroorganisme yang hampir seragam dan merata antar jenis, semakin tinggi nilai keseragaman, menunjukkan bahwa komunitas tersebut stabil.

Indeks Dominansi atau nilai Indeks C pada masing-masing varietas memiliki kategori sama semua yaitu tergolong rendah, karena nilai C kurang dari 0,50. Nilai

indeks dominansi berkisar antara 0-1, semakin kecil nilai indeks dominansi maka semakin kecil pula dominansi populasi yang berarti penyebaran jumlah individu setiap jenis sama dan tidak ada kecenderungan dominansi dari satu jenis. Begitu pula sebaliknya semakin besar nilai indeks dominansi maka ada kecenderungan dominansi dari salah satu jenis. Indeks dominansi merupakan indeks yang menunjukkan tingkat dominansi genus jamur endofit yang ada di suatu lahan. Dominansi juga menunjukkan besarnya peranan suatu spesies organisme dalam hubungannya dengan komunitas secara keseluruhan (Krebs, 1999).

#### 4.6. Ketahanan Induksi

##### 4.6.1. Pengaruh Jamur Endofit Akar Tanaman Jagung Terhadap Intensitas penyakit *Puccinia polysora*

Dari Lima varietas dengan menghasilkan 19 jamur endofit yang didapat, hasil dari jamur endofit ini tidak berpengaruh terhadap intensitas penyakit. Bahwa dari kategori ketahanan intensitas penyakit yang tidak beragam atau hanya memiliki satu keragaman yaitu Agak Tahan merupakan bukti bahwa banyaknya jumlah jamur endofit disini tidak berpengaruh terhadap nilai intensitas penyakit, sehingga varietas satu dengan varietas lain perbedaan nilai intensitas penyakitnya tidak signifikan. Akan tetapi dalam hal ini jamur endofit masih bisa terkait dengan pertumbuhan dari tanaman jagung sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap produksi jagung pipil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Maria (2002) bahwa jamur endofit berperan sebagai penghasil antimikroba dan enzim. Jamur endofit yang bersifat enzimatik mampu mendegradasi struktur patogen dan melindungi inang. Salisbury dan Ross (1995) mengungkapkan bahwa beberapa jenis jamur yang hidup di tanah dapat menghasilkan etilen. Etilen yang dilepaskan oleh jamur tersebut membantu mendorong perkecambahan biji, mengendalikan pertumbuhan kecambah, memperlambat serangan organisme patogen tular tanah, dan memacu pembentukan bunga. Dari pernyataan diatas dibuktikan dengan adanya data pendukung dari tinggi tanaman jagung dan juga jumlah daun, dimana tinggi tanaman jagung yang paling baik dibanding dengan lima varietas yang diambil untuk eksplorasi jamur endofit tersebut adalah terdapat pada Varietas BISI18 sedangkan jumlah jamur endofit yang paling tinggi juga terdapat pada Varietas BISI18, selain itu produksi yang paling rendah ditunjukkan oleh varietas PERTIW12 dan juga Jumlah

jamur endofit yang paling rendah terdapat pada Varietas PERTIWI2 (Lampiran 16). Hal ini berarti pengaruh dari jamur endofit sedikit berperan dalam pemicu pertumbuhan sehingga dari pertumbuhan tersebut dapat memicu nilai produksi jagung pipil.

#### 4.6.2. Pengaruh Jamur Endofit Akar Tanaman Jagung Terhadap Produksi jagung Pipil

Eksplorasi jamur endofit dilakukan terhadap 5 varietas dengan jumlah jamur yang berbeda setiap varietasnya sedangkan untuk hasil produksi perbandingannya dengan 10 varietas uji. Untuk hasil Eksplorasi jamur endofit telah disebutkan pada tabel 10 yaitu varietas BMD58, BMD60 dan BISI18 memiliki jumlah jamur masing-masing 5 isolat, sedangkan untuk DK95 memiliki jumlah 3 isolat dan untuk Pertiwi2 memiliki jumlah 2 isolat. Hal ini berarti berbanding lurus dengan produksi jagung pipil, dimana nilai produksi yang paling tinggi terdapat pada BMD58 dan Jumlah tertinggi pada Jamur endofit juga terdapat pada Varietas BMD58. Berikut adalah Tabel 13 Nilai rata-rata Hasil Produksi dengan Jumlah Jamur Endofit :

Tabel 12. Hubungan Jamur endofit Akar dengan Nilai Produksi Jagung Pipil

Varietas	Berat 5		Rendemen	Berat Per		Endofit
	Tongkol	Pipil		Plot	Total	
BMD57	1296,00	1026,83	79,26	10,36	2412,45	
BMD58	1365,17	1000,67	73,38	11,67	2450,89	5
BMD59	1418,33	1059,83	74,71	13,39	2566,26	
BMD60	1333,67	983,67	73,62	10,85	2401,81	4
TF8016	1179,50	951,67	80,66	10,42	2222,25	
BISI18	1134,50	908,83	80,24	9,77	2133,34	5
DK95	1059,17	821,67	77,56	9,82	1968,22	3
P35	1110,33	921,00	82,94	9,97	2124,24	
NK212	1099,67	891,00	81,00	9,30	2080,97	
PERTIWI2	1239,50	983,33	79,25	9,03	2311,11	2

Keterangan : B5T (Berat 5 Tongkol) ; BP (Berat pipil) ; R (Rendemen) ; BPP ( Berat Per Plot)

Dari data di atas dapat dilihat pada tabel bahwa nilai produksi yang tinggi terdapat pada varietas BMD58 sedangkan Jumlah jamur endofit yang paling tinggi

juga terdapat pada vareitas BMD58 dengan jumlah jamur endofit 5 isolat, sehingga hal ini dapat nyatakan bahwa hubungan di antara jamur endofit dengan Nilai produksi ada kaitannya sehingga jamur endofit memungkinkan dapat emmicu pertumbuhan dari tanaman jagung tersebut. Endofit dapat berperan sebagai perangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil melalui produksi fitohormon dan penyedia hara; sebagai penetral kontaminan tanah sehingga meningkatkan fitoremediasi, dan agensia pengendali hayati. Magnani *et al.*, (2010) menemukan *Enterobacter*, *Kluyvera ascorbata* SUD165 yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan resisten terhadap logam berat. Ghimire dan Hyde (2004) dalam reviewnya mencatat beberapa fungsi endofit selain yang tersebut di atas, yaitu: mengurangi infeksi nematoda, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stress, memproduksi metabolit sekunder seperti alkaloid, paxilline, lolitrems dan steroid-steroid kelompok tertraenone. Mekanisme endofit dalam merangsang pertumbuhan tanaman belum jelas, kecuali beberapa spesies memiliki kemampuan dalam memproduksi fitohormon seperti etielen, auksin, sitokinin (Bacon dan Hinton 2002) atau meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap hara (Hallmann *et al.*, 1997). Aly *et al.*, (2011) menyatakan bahwa ada tiga teori yang menjelaskan hal ini. Pertama suatu endofit yang menghasilkan senyawa oksigen reaktif untuk mengoksidasi atau denaturasi membran sel inang akan memicu tanaman meningkatkan ketahanannya terhadap tekanan yang menyimpannya. Kedua, endofit merupakan mikroorganisme yang paling banyak menghasilkan berbagai macam antioksidan, asam fenol dan derivatnya. Senyawa-senyawa tersebut berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap tekanan luar. Hal tersebut dapat terjadi karena jamur endofit memberikan interaksi yang positif bagi tanaman inang. Faeth, (2002) menyebutkan bahwa interaksi jamur endofit dan inang tanaman umumnya bersifat simbiosis mutualisme. Mikotoksin yang dihasilkan jamur endofit seperti alkaloid pada tanaman rumput-rumputan mampu melindungi inang dari serangan invertebrata herbivor, nematoda dan patogen. Jamur endofit juga mampu menghasilkan senyawa metabolit yang berperan melindungi inang tanaman dari kondisi lingkungan ekstrim, contohnya *Curvularia* sp. yang ditemukan pada tanaman di daerah pegunungan, Amerika Serikat. Selain itu, Maheswari (2006), menyatakan bahwa jamur endofit juga melindungi inang dari serangan serangga, tungau, atau hewan lain yang hidup dan memakan inang tanaman.

#### 4.6.3. Indeks Intensitas Penyakit *Puccinia polysora* dengan Indeks Produksi Jagung Pipil

Nilai indeks merupakan nilai yang digunakan untuk melihat kategori ketahanan secara keseluruhan dimana antara Intensitas penyakit karat daun akan di hubungkan dengan nilai produksi jagung pipil, sehingga akan diperoleh sesuai dengan Tabel 13 berikut ini :

Tabel 13. Nilai Indeks Kategori ketahanan terhadap produksi Jagung Pipil dengan Indeks Intensitas Penyakit

No	Varietas	Indek IP	Indek Berat 5 Tongkol	Indek Berat Pipil	Indek Rendemen	Berat per Plot	Rata-Rata Indeks	Ket
1	BMD57	1,74	0,35	0,93	0,58	1,54	1,03	Tahan
2	BMD58	1,74	0,31	0,93	1,74	0,93	1,13	Tahan
3	BMD59	1,74	0,28	0,77	1,16	0,77	0,94	Tahan
4	BMD60	1,74	0,35	0,93	1,74	1,54	1,26	Tahan
5	TF8016	1,74	0,69	1,16	0,50	1,54	1,12	Tahan
6	BISI 18	1,74	0,93	1,54	0,50	1,54	1,25	Tahan
7	DK95	1,74	1,39	2,31	0,87	1,54	1,57	Tahan
8	P35	1,74	0,93	1,16	0,43	1,54	1,16	Tahan
9	NK 6326	1,74	0,93	1,54	0,50	2,31	1,40	Tahan
10	Pertiwi 2	3,47	0,46	0,93	0,58	2,31	1,55	Tahan

Dari Tabel 13 dapat diketahui bahwa hanya ada empat variabel dari nilai Indeks Produksi yaitu Berat 5 Tongkol, Berat pipil, Rendemen dan juga Berat per Plot. Untuk nilai indeks intensitas penyakit terdapat sembilan varietas yang memiliki nilai sama semua yaitu 1,74 % hal ini terjadi karena sembilan varietas tersebut memiliki notasi yang sama semuanya yaitu notasi "b" pada analisis ragam, dalam hal ini rumus mencari nilai indeks adalah nilai indeks terendah dibagi dengan notasi yang diikuti dibelakang angka sehingga ketika notasi sama maka nilai indeks juga akan sama. Sedangkan satu varietas yang memiliki nilai berbeda dalah PERTIWI2 yaitu 3,47% karena varietas ini memiliki notasi yang berbeda diantara yang lain yaitu dengan notasi "a". Semakin besar nilai intensitas penyakit maka nilai indeksnya akan semakin kecil hal ini terjadi karena faktor pembagi dari notasinya bernilai tinggi,

begitupun sebaliknya semakin rendah nilai intensitas penyakit maka nilai indeks intensitas penyakitnya akan semakin tinggi. Dari nilai rata-rata indeks diatas dapat dikategorikan bahwa semua varietas masuk kedalam kategori Tahan, hal ini berbeda dengan Kategori ketahanan pada Intensitas penyakit dimana semua varietas masuk kedalam kategori Agak Tahan. Perbedaan Kategori ketahanan disini dipengaruhi oleh perhitungan nilai indeks Intensitas penyakit dan juga nilai indeks dari empat variabel produksi.



## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari 10 varietas tanaman jagung (BMD57, BMD58, BMD59, BMD60, TF8016, BISI18, DK95, P35, NK212 dan PERTIWI2) yang terserang *Puccinia polysora* penyebab penyakit karat daun jagung memiliki Intensitas penyakit yang kategori ketahanannya tergolong “Agak Tahan”, akan tetapi kategori ketahanan tersebut menjadi “Tahan” ketika dihubungkan dengan Nilai Indeks Produksi (Rendemen, Berat perplot, Berat spampel pipilan, dan Berat 5 Tongkol) hal ini berarti Kategori ketahanan intensitas penyakit masih terbilang rendah hal tersebut dibuktikan bahwa tanaman jagung masih dapat berproduksi.
2. Dari 5 varietas ( BMD58, BMD60, BISI18, DK95 dan PERTIWI2) tanaman jagung yang diambil untuk dilakukan Eksplorasi Akar jamur endofit pada tanaman jagung telah menghasilkan 19 Spesies yang masuk ke dalam 7 genus diantaranya *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Colletotrichum* sp., *Botrytis* sp., *Chepalosporium* sp., *Fusarium* sp., *Curvularia* sp. Dari semua jamur endofit yang didapat tersebut nilai Keaneragaman (H') tergolong Rendah – sedang, dan nilai Keseragaman (E), Dominansi (C) semua 5 varietas tergolong Rendah.

### 5.2. Saran

Dalam Penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai ada tidaknya sifat Patogen terhadap jamur endofit akar tanaman Jagung dan melakukan uji antagonis diantara masing-masing Jamur endofit yang didapat serta melakukan uji pendahuluan varietas tanaman jagung yang memiliki kategori ketahanan beragam sebelum melakukan pengambilan sampel tanaman untuk ekplorasi Jamur endofit.

## DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1993. Teknik Bercocok tanam jagung. Kanisius. Yogyakarta.
- Abadi, A. Latief. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan, jilid 2. Bayumedia Publishing. Malang. Halaman 145.
- Abadi, A. Latief. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan, jilid 3. Bayumedia Publishing. Malang. Halaman 137.
- Abbott, 1925. The Basic Principles Of Crop Protection Field Trials. Planzenschutz-Nachrichten Bayer AG, Leverkusen. Didalam Lisnawita,, M.S. Sinaga, S.,Mulyati, dan I. Mustika. 1998. Analisis Potensi Sinergisme *Radopholus similis* Cobb.dan *Fusarium oxysporum* Schlecht, f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder. & Hans. dalam Perkembangan Layu *Fusarium* pada pisang. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB. 10(2): 11-17.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5<sup>th</sup> edition. Academic Press, San Diego.
- Agrios, G. N. 1997. Ilmu Penyakit Tumbuhan.(Terjemahan) Edisi Ketiga. UGM-Press, Yogyakarta.
- Aly A. H., A. Debbab, and P. Proksch. 2011. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Appl Microbiol Biotechnol.* 90:1829–1845.
- Astawan, M, dan T. Wresdiyati. 2004. Diet Sehat dengan Makanan Berserat.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Solo
- AVRDC. 2010. Characterization of *Colletotrichum* spp. Causing Pepper Anthracnose and Development of Resistant Pepper Lines. The World Vegetable Center. Asian Seed Congress. Available at : [www.apsaseed.org/.../3 AVRDC search updat](http://www.apsaseed.org/.../3 AVRDC search updat).
- Bachi, P., 2008. Southern Corn Rust. University of Kentucky Research, Bugwood.
- Bacon C.W. and D.M. Hinton 2002. Endophytic and biological control potential of *Bacillus mojavensis* and related species. *Biological Control* 23:274-284.
- Bakhri, S. 2007. Budidaya Jagung Dengan Konsep Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BTTP), Sulawesi Tengah.
- Bahri S., Nurnina nonci, dan Amran Muis. 2008. Juknis : teknologi pendukung pengmabngan agribisnis didesa P4MI. Badan Litbang pertanian. Sulawesi Tengah. Halaman 120.
- Baker, R. 1980. *Pathogen in Suppresiv Soil, In : Biocontrol of Plant Diseases.* Plant Protection. Bull. 22 : 183-99.
- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1998. Illustrated marga of imperfect fungi. 4th ed. USA: Prentice-Hall, Inc
- Barnett, H.L. 1955. Illustrated marga of imperfect fungi. 2nd ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company
- Bruehl GW. 1987. Soilborne Plant Pathogen. New York. Macmillan Publishing Company.

- Budiprakoso, B. 2010. Pemanfaatan Cendawan Endofit Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Wereng Cokelat Nilaparvata lugens (stall).(Hemiptera: Delphacidae). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Bushnell, W. L., and Aan, P. R. 1984. The Cereal Rust. Vol. 1: Orgins, Specificity, Structure, and Physiology. Academic Press. 546 p.
- Castillo, M. B., B. Manolo, A.P. Rodil, dan Avolina. 1978. *Dalam* Rahardjo B.T. 2014. Resistance in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) to root-knot Nematodes and statistical analysis of correation os assessment parameters [in the philippines]. University of the philippines at Los Banos, Collage, Laguna. Phillippines. Hlm. 78-88.
- Centre for Agricultural Bioscience International. 2007. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: Centre for Agricultural Bioscience International. [www.cabicompendium.org/cpc](http://www.cabicompendium.org/cpc).
- Chet, I. 1987. Innovative Approaches to Plant Diseases Control. John Wiley and Sons, A Wiley-Interscience Publication, USA. pp. 11- 210.
- Clay, K. 1998. Fungal Endophytes of Grasses : A Defensiv Mutualism Between Plants ang Fungi. Ecology. 69(1) : 10-16.
- Deacon, J.W. 1997. Modern Micology. Blackwell Science. New York. 303 pp.
- Departemen Pertanian. 1983. Pedoman Bercocok Tanam Padi Palawija Sayur – sayuran. Jakarta: Departemen Pertanian Satuan Pengendali BIMAS.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2013. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2012. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Perta.
- Domsch, K.H and W. Gams. 1980. Compendium of soil fungi Volume 1. Academic Press, London.
- Dwijosaputro. 1978. Dasar-dasar mikologi. Djambatan. Malang.
- Faeth, S.H. 2002. (online). Are endophytic fungi defensive plant mutualists. Di unduh dari <http://sols.asu.edu/people/stanley-h-faeth> tanggal 5 juli 2017.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PT Gramedia Pustaka Umum.Jakarta. hal 35-37.
- Gandjar, Indrawati.1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta : UI Press
- Gao, F. K., Dai, C. C., Liu, X.Z. 2010. Mechanisms of fungal endhophytes in plant protection against pathogens. African journal of microbolpgy research. 4; 1346-1351.
- Ghimire S.R. and K. D. Hyde. 2004. Fungal Endophyte. In. A.Varma, L. Abbott, D.Werner, R.Hampp (Eds.). Plant Surface Microbiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp. 281-292.
- Gultom, J.M., 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jamur Antagonis dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi Untuk Menekan Perkembangan Jamur Phytium sp Penyebab Rebah Kecambah pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.) <http://repository.usu.ac.id.pdf>. Diakses 20 juli 2017.

- Haggag WM and Mohamed AL, 2007. Biotechnological Aspect of Microorganisms Used in Plant Biological Control. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(6): 771-776.
- Hallmann, J.A., A. Quadt-Hallmann, W. F. Mahaffee, and J. W. Kloeper. 1997. Bacterial Endophytes in Agricultural Crops. *Canadian Journal of Microbiology* 43: 895-914.
- Handayani, W. 2008. Ketahanan mutan mawar bunga potong terhadap penyakit embun tepung. *Agrivita* 30(3).
- Hartana I. 1998. Penyakit-penyakit Jamur pada Tanaman Tembakau dan Cara Pengendaliannya. Makalah Penyegaran Tenaga Peneliti / Praktisi Tembakau Lingkup PTPN Nusantara II dan X di Jember pada 3-5 Nopember 1998.
- Irmawan, D.E. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Endotit pada Beberapa Varietas Padi di Tasikmalaya dan Subang, Jawa Barat. Fakultas Pertanian. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Irriani, E. 2004. Efikasi fungisida Captafol dan Triadimefon untuk mengendalikan penyakit karat pada jagung. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1993. Balittan.
- Kranz J., H. Schmutterer, and W. Kock. 1977. Disease, Pest, and Weeds in Tropical Crops. Paul Parey, Berlin. 666p.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Benjamins Cummings. New York.
- Kuraesin, T., I. Sugoro, M.R. Pikoli, S. Hermanto dan P. Aditiawati. 2009. Isolasi dan Seleksi Fungi Pelaku Solubilisasi Batubara Subbituminus. *Jurnal Biologi Lingkungan* 3 (2) : 75-87.
- Kuswinanti T. 2006. *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* dalam Menekan Pertumbuhan *Sclerotium Rolfsii*, *Penyebab* Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kacang Tanah. <http://www.ijonline.net/index.php/BullPen/article/viewFile/247/216>.
- Labeda, D., P., 1990. Isolation biotechnologic organism from nature. new york : McGraaw-Hill Publishing Company.
- Lewis, J.A., R.P. Larkin and D.L.Rogers. 1998. A formulation of Trichoderma and Gliocladium to reduce damping-off by *Rhizoctonia solani* and saprophytic growth of the pathogen in soil less mix. *PI. Dis* 82:501-506.
- Ludwig, JA, Reynold, JF. 1988. *Statistical Ecology. A. Primer on Method on Competing*: Jhon Willey and Sons
- Magnani G. S., C. M. Didonet, L. M. Cruz, C. F. Picheth, F. O. Pedrosa and E. M. Souza. 2010. Diversity of endophytic bacteria in Brazilian sugarcane. *Genetics and Molecular Research* 9: 250-258
- Maheswari, R. 2006. What is an endophytic fungus. *Current Science*. (Online). Diunduh dari <http://www.scielo.journal.edu.co/scielo.php?Script=sci:arttext&pid=S012342262010000200009&h1gj-3pt&nrn> tanggal 7 juli 2017

- Maria PD. 2002. Eksplorasi dan Uji Antagonisme Bakteri Rhizosfer Tanah dan Endofit Akar untuk Pengendalian Penyakit Layu (*F.oxysporum* f.sp. cubense) pada Pisang (*Musa paradisiaca*). Fakultas Pertanian. IPB.
- Manwan, I. 1977. Status pengelolaan hama tanaman padi dan palawija di Indonesia. Simposium I Peranan Hasil-hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan, Maros.
- McWilliams, D.A., D.R. Berglund, and G.J. Endres. 1999. Corn Growth and Management Quick Guide. <<http://www.ag.ndsu.edu>>. Diakses tanggal 12 Mei 2017.
- Meizhu, D., C. L. Schardl., E. M. Knuckles and L.J. Vaillancourt. 2005. Using mating-type gene sequences for improved phylogenetic resolution of *Collectotrichum* species complexes. *Mycologia*, 97(3):641-658.
- Muhibuddin, A., L. Addina., A. L. Abadi., dan A. Ahmad. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. *Agrivita* Vol. 33, No. 22 : 111-118.
- Muhadjir, F. 1988. Budidaya Tanaman Jagung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 423 hal.
- Munif A. 2001. Study on the importance of endophytic bacteria for the biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato [dissertation]. Bonn: Doktor der Agrarwissenschaften. Rheinischen Freidrich-WilhelmsUniversitat.
- Nasahi C. Ir.MS, 2010. Peran Mikroba Dalam Pertanian Organik. Universitas Pajajaran. Bandung.
- Nugroho TT, Rambe E, Dewi A, Fitri RM, Sepryani H, Restuhadi F, dan Haryani Y, 2013. Optimasi Isolasi dan Amplifikasi ITS DNA Ribosomal Fungi Karbolitik Isolat Zona Inti Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, Lampung.
- Nur Amin, M. Salam, M. Junaid1, Asman, and M. Said Baco. 2008. Isolation and identification of endophytic fungi from cocoa plant resistente VSD M.05 and cocoa plant Susceptible VSD M.01 in South Sulawesi, Indonesia. Volume 3 Number 2 (2014) pp. 459-467.
- Panda D, Rathinasamy K, Santra MK, and Wilson L, 2005. Kinetic Suppression of Microtubule Dynamic Instability by Griseofulvin: Implications for Its Possible Use in The Treatment of Cancer. *Journal of Science and Technology*, 102: 9878-9883.
- Paliwal. R.L. 2000. Tropical Maize Morphology. In: Tropical Maize:Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 13p - 20p.
- Petrini O. Endophytic fungi of alpine Ericaceae. Ecology, Metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi. Wiley liss Inc., Swiss, 1992; *Natural toxins* 1:185-196 .

- Pieterse, C.M.J., A. Leon-Reyes, S. Van der Ent dan S. C M Van Wees. 2009. Networking by small-molecule hormones in plant immunity. *Nature Chemical Biology* 5, 308 - 316 (Published online: 21 Juli 2017 | doi:10.1038/nchembio.164)
- Pohan, A. 2009. Kapang *Penicillium*. [www.arthur@fk.unair.ac.id](http://www.arthur@fk.unair.ac.id). 25 juli 2017. hal 1
- Prihatini, Istiana. 2012. Identifikasi jamur endofit pada tanaman hutan menggunakan penanda molekuler. *Prosiding seminar nasional bioteknologi hutan*. 21 Juli 2017. Hal 109-118.
- Purwantisari, S dan Hastuti R. B. 2009. Uji Antagonisme Jamur patogen *Phytophthora infestans* Penyebab pnyakit busuk daun dan Umbi Tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. *Isolat Lokal, BIOMA*, 11, (1): 24-32.
- Purwono dan Rudi Hartono. 2008. *Bertanam jagung Unggul*. Penebar swadaya. Jakarta. Halaman 67.
- Purnomo, Bambang. 2007. *Interaksi Faktor-Faktor penyebab penyakit*. Diakses Tanggal 21 Juli 2017.
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah ilmu kefarmasian*, Vol. II, No. 3, p. 113-126
- Rahayu, N., Nasrullah & A. T. Soejono. 2003. Periode Kritis Tanaman Jagung Manis (*Zea mays sacharata* Sturt) Terhadap Persaingan dengan Gulma. *Agrosains*. Vol. 16 No.1.
- Rahmawati, Y, Windari, U & saputra, R. 2014, ketahanan terinduksi systemic acquired resistance (SAR) dan induced systemic resistance (ISR) di unduh 15 Februari 2017 (<http://rachputra.blogspot.com/2014/05/mekanisme-ketahanan-terinduksi.html>).
- Rifai, M.A. 1969. A revision of the Genus *Trichoderma*. *Mycological papers*. P. 116 : 1-56.
- Rochani, S. 2007. *Bercocok Tanam Jagung*. Azka Press. Halaman 59.
- Rodael, R.A., G.E. Scot and S. B. King. 1988. Maize yield losses caused by *viticola*. *Indian Phytopathology*: 39(6)812-814.
- Roeslan A, Rosfiansyah, Sopian, dan Mujiono K, 2012. Identifikasi Jamur dan Bakteri Tanah Di Kawasan Danau Semayang dan Melintang serta Potensinya sebagai Penyakit Tumbuhan dan Agensia Hayati. *Jurnal Mulawarman Scientifie* 11(2).
- Salisbury FB. & CW. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*.Perkembangan tumbuhan dan fisiologi Tumbuhan (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung.
- Schieber, E. 1975. *Puccinia polysora*. Rust found on *Tripsacum laxum* in the jungle of Chiapas, Mexico. *Plant Disease Reporter*, 59(7):625-626. View Abstract

- Schieber, E. 1977. *Puccinia sorghi*, *P. ploysera*, *Physopella zaeae*. P. 164-166. In. J. Kranz, H. Shumutterer and W. Koch. 1977. Disease, Pest, and Weeds in Tropical Crops. West Germany.
- Semangun, H. 1991. Penyakit Panyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Halaman 449.
- Semangun H. 2000. Ilmu penyakit tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shurtleff, M.C. 1980. Compendium of Corn Diseases. Second Edition. The American Phytopathological Society, USA, 105 p.
- Simarmata, A. 2007. Kajian keterkaitan antara kemantapan cadangan oksigen dengan beban masukan bahan organik di Waduk Ir. H. Juanda, Purwakarta [disertasi]. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 142 hlm.
- Subekti. N. A, Syafruddin, Roy Efendi, dan Sri Sunarti. 2010. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros 28 halaman.
- Sudantha IM, Kesratarta I, Sudana. 2011. Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai serasah. UNRAM, NTB. Jurnal Agroteksos 21 (2): 2-3
- Sudjono, M. S., dan Sukmana. 1995. Pengaruh masa tanam jagung terhadap penyakit dan hasil di Kecamatan Playen, kabupaten Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta. Kongres Nasional XIII dan Seminar Ilmiah PFI, 25-27 September 1995. Mataram.
- Suharna, N. 2003. Interaksi antara *Trichoderma harzianum*, *Penicillium* sp. dan *Pseudomonas* sp. serta kapasitas antagonismenya terhadap *Phytophthora capsii* in vitro. Berita Biologi 6 (6): 747-753.
- Sumartini. 1992. Pengendalian penyakit bercak daun dan karat pada jagung secara kimiawi. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1991. Balittan Malang: 31-35.
- Suanda, I W. dan Ratnadi, Ni W. 2015. Daya Antagonism *Trichoderma* sp. Isolat Local terhadap Jamur Patogen penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Prodi Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP PGRI Bali. Jurnal EmaSains IV(2):155-162.
- Sudantha IM, Kesratarta I, Sudana. 2011. Uji antagonisme beberapa jenis jamur saprofit terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* penyebab penyakit layu pada tanaman pisang serta potensinya sebagai agens pengurai serasah. UNRAM, NTB. Jurnal Agroteksos 21 (2): 2-3.
- Sutoro, Y., Soelaeman dan Iskandar, 1988. Budidaya Tanaman Jagung. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan . Bogor.

- Tan. R. X and W.X.Zou, 2001. *Endophyte* : A rich source of functional metabolite. Nat. Prod, Rep., 18:448-459.
- Taufik M. 2008. Efektivitas agens antagonis *Trichoderma* sp. pada berbagai media tumbuh terhadap penyakit layu tanaman tomat. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Sulawesi Selatan. Makassar
- Townsend & Hueberger. 1948. In Uenterstenhofer, G. 1976. The Basic Principle of Crop Protection Field Trials. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer AG, Leverkusen. *dalam* Lisnawita,, M.S. Sinaga, S., Mulyati, dan I. Mustika. 1998. Analisis potensinergisme *Radopholus similis* Cobb. dan *Fusarium oxysporum* Schlecht, f.sp.cubense (E.F. Smith) Snyder & Hans. dalam perkembangan layu *fusarium* pada pisang. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB.10(2): 11-17.
- Tutik Kuswinanti. 2006. Efektivitas *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium virens* dalam menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii*, penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kacang tanah. Buletin Penelitian 9(1):10-17.
- Wahyuno D, Manohara D, dan Mulya K. 2009. Peranan bahan organik pada pertumbuhan dan daya antagonisme *Trichoderma harzianum* dan pengaruhnya terhadap *P. capsici* pada tanaman lada. Jurnal Fitopatologi Indonesia 7: 76-82.
- Watanabe T. 2002. Pictorial atlas of soil and seed fungi morphologies of cultured fungi and key to species. CRC Press LLC. U.S.A.
- Wakman, W. dan Burhanuddin. Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung. (<http://balitsereal.litbang.pertanian..pdf>): 310-313.
- Walters, D., D. Walsh, A. Newton dan G. Lyon. 2005. Induced resistance for plant disease control: Maximizing the efficacy of resistance elicitors. Phytopathology 95:1368-1373.
- Zhang, B., G. Salituro, D. Szalkowski, Z. Li, Y. Zhaang, I. Royo, D. Viella, M. Dez, F. Pelaes, C. Ruby, RL. Kendall, X. Mao, P. Griffin, J. Calaycay, JR. Zierath, JV. Heck, RG. Smith, and DE. Moller. (1999). Discovery of small molecule insulin mimetic with antidiabetic activity in nice. Science 284:974-98.
- Zhao, J., Zhou, L., Wang, T., Shan, T., Zhong, L., Liu1, X., dan Gao, X., 2010. Endophytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants. Current research, technology and education topics in applied microbiology and Microbial Biotechnology.