



**KEEFEKTIVAN *Trichoderma harzianum* sebagai AGENS PENGENDALI
HAYATI PENYAKIT PEMBULUH KAYU (*Vascular Streak Dieback*)
PADA TANAMAN KAKAO KLON ICCRI 03 dan TSH 858**

SKRIPSI

Oleh:

**JOKO PRATAMA SUSIYANTO
NIM : 111510501138**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**KEEFEKTIVAN *Trichoderma harzianum* sebagai AGENS PENGENDALI
HAYATI PENYAKIT PEMBULUH KAYU (*Vascular Streak Dieback*)
PADA TANAMAN KAKAO KLON ICCRI 03 dan TSH 858**

SKRIPSI

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

Oleh

**JOKO PRATAMA SUSIYANTO
NIM 111510501138**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Matkacung Susinyanto, SH. dan Ibunda Purwanti, serta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan yang tiada henti kepada saya.
2. Dosen yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran dan dedikasi yang tinggi.
3. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah mempercayai saya untuk mengerjakan proyek ini.
4. Almamater yang kebanggaan, Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah,6-8)

"Barang siapa yang ingin mutiara harus berani terjun di lautan yang dalam."

(Ir.Soekarno)

“I hated every minute of training, but I said, Don't quit. Suffer now and and live the rest of your life as a champion.”

(Muhammad Ali)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Joko Pratama Susiyanto

Nim : 111510501138

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **”Keefektivan *Trichoderma harzianum* Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) Pada Tanaman Kakao Klon ICCRI 03 Dan TSH 858”** adalah benar-benar hasil karya tulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Maret 2017

Yang menyatakan,

Joko Pratama Susiyanto

NIM 111510501138

SKRIPSI

**KEEFEKTIVAN *Trichoderma harzianum* sebagai AGENS PENGENDALI
HAYATI PENYAKIT PEMBULUH KAYU (*Vascular Streak Dieback*)
PADA TANAMAN KAKAO KLON ICCRI 03 dan TSH 858**

Oleh

**JOKO PRATAMA SUSIYANTO
NIM 111510501138**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Abdul Majid, MP.

NIP. 196709061992031004

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Endang Sulistyowati, MP.

NIP. 111000200

PENGESAHAN

Skripsi berjudul **"Keefektivan *Trichoderma harzianum* Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) Pada Tanaman Kakao Klon ICCRI 03 Dan TSH 858"** telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 16 Maret 2017
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Abdul Majid, MP
NIP. 196709061992031004

Ir. Endang Sulistyowati, MP
NIP. 111000200

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyati, SP, M.Sc.
NIP. 197303252003122002

Hardian Susilo Addy, SP., MP. Ph. D.
NIP. 198011092005011001

**Mengesahkan
Dekan,**

Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D.
NIP. 196005061987021001

RINGKASAN

Keefektifan *Trichoderma harzianum* Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) Pada Tanaman Kakao Klon ICCRI 03 Dan TSH 858; Joko Pratama Susiyanto 111510501138; 2017; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyakit Pembuluh Kayu (PPK)/ *Vascular Streak Dieback* (VSD) merupakan penyakit penting yang menyerang perkebunan kakao yang disebabkan oleh patogen *Oncobasidium theobromae*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi serangan penyakit seperti klon yang ditanaman, iklim yang lebih basah, sistem budidaya tanaman yang kurang tepat, pohon penayang yang terlalu rimbun, pemeliharaan tanaman serta pengendalian hama dan penyakit yang kurang. Dalam upaya pengendalian penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) dengan memanfaatkan agen antagonis alami. Salah satu mikroorganisme yang digunakan sebagai pengendalian hayati seperti *Trichoderma harzianum*. Penggunaan cendawan *T. harzianum* sebagai agens antagonis karena mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan cendawan *Trichoderma harzianum* isolat Jember dan isolat Banyuwangi pada beberapa konsentrasi dalam mengendalikan Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD). Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dan pengamatan dilaksanakan setiap minggu. Perlakuan yang digunakan dalam uji keefektifan yaitu: (1) *T. harzianum* isolat Jember dengan konsentrasi 10^8 spora/ml, (2) *T. harzianum* isolat Jember dengan konsentrasi 10^9 spora/ml, (3) *T. harzianum* isolat Jember dengan konsentrasi 10^{10} spora/ml, (4) *T. harzianum* isolat Banyuwangi konsentrasi 10^8 spora/ml, (5) *T. harzianum* isolat Banyuwangi konsentrasi 10^9 spora/ml, (6) *T. harzianum* isolat Banyuwangi konsentrasi 10^{10} spora/ml, dan Kontrol menggunakan air bersih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *T. harzianum* baik isolat Jember dan Banyuwangi cukup efektif menekan perkembangan Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) nilai Insidensi Penyakit (IP) tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan *T. harzianum* isolat Jember 10^9 spora/ml dengan nilai IP sebesar 0,71 % pada klon ICCRI 03, sedangkan pada klon TSH 858 isolat Banyuwangi konsentrasi 10^{10} spora/ml dengan nilai 7,38%. Kategori Tingkat Efikasi (TE) tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan isolat Jember konsentrasi 10^9 spora/ml dengan nilai sebesar 95,43% pada klon ICCRI 03, sedangkan pada klon TSH 858 isolat Banyuwangi konsentrasi 10^{10} spora/ml dengan nilai 80,55%. Hasil uji t tanpa memperhatikan perlakuan pada Tingkat Efikasi (TE) klon ICCRI 03 menunjukkan hasil berbeda nyata dengan nilai TE lebih tinggi/terbaik bila dibandingkan dengan nilai TE klon TSH 858.

Summary

Effectiveness of *Trichoderma harzianum* As a Natural Controller Agents Vascular Streak Dieback in Cocoa clone ICCRI 03 and TSH 858; Joko Pratama Susiyanto 111510501138; 2017; Study Program of Agrotechnology: Faculty of Agriculture: University of Jember.

Vascular Streak Dieback (VSD) is an important disease which attack cocoa plantation which is caused by *Oncobasidium theobromae* fungus. This disease invades plant tissue. There are several factors that influence the disease attack such as planted clones, wetter climates, crop cultivation systems that are less precise, shades trees that are to dense, crop maintenance and poor pest and disease control. In effort to control *Vascular Streak Dieback* (VSD) by utilizing natural antagonist agent. One of the microorganism used as a biological controller such as *Trichoderma harzianum*. Use of *T. harzianum* fungus as an antagonist agent because it has the ability to inhibit the growth of the pathogenic fungus.

This research was aimed to determine the effectiveness of *Trichoderma harzianum* fungi isolate Jember and isolate Banyuwangi on various concentration in controlling vascular streak dieback (VSD). This research was conducted during 3 months and the observation on VSD symptom was conducted every week. The treatment used in the effectiveness test i.e : (1) *T. harzianum* Jember isolates with concentration 10^8 spores/ml, (2) *T. harzianum* isolate Jember with concentration 10^9 spores/ml, (3) *T. harzianum* isolate Jember with concentration 10^{10} spores/ml, (4) *T. harzianum* isolate Banyuwangi with concentration 10^8 spores/ml, (5) *T. harzianum* isolate Banyuwangi with concentration 10^9 spores/ml, (6) *T. harzianum* isolate Banyuwangi with concentration 10^{10} spores/ml, and control use sterile water. The result showed that *T. harzianum* isolate Jember and isolate Banyuwangi quite effective to suppress the growth of *Vascular Streak Dieback* (VSD). The highest disease incidence value was showed on the treatment of *T. harzianum* Jember isolate with concentration 10^9 spores/ml with the disease incidence value 0,71 % in ICCRI 03 clone, while in TSH 858 clone Banyuwangi isolates in concentration 10^{10} spores/ml with value 7,38 %. The highest category of efficacy level was showed by *T. harzianum* Jember isolates concentration in 10^9 spores/ml with the value of 95,43 % in ICCRI 03 clone, while in TSH 858 clone isolate Banyuwangi concentration 10^{10} spores/ml with value 80,55 %. The result of T. test without regard to the treatment in efficacy level of ICCRI 03 clone showed different result with a higher efficacy level if compared to the efficacy level of TSH 858 clone.

PRAKATA

Puji Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya. Tak lupa Sholawat dan Salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penyusunan skripsi yang berjudul “Keefektivan *Trichoderma harzianum* Sebagai Agen Pengendali Hayati Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) Pada Tanaman Kakao Klon ICCRI 03 dan TSH 858” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari masukan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
2. Ir. Abdul Majid, MP selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Endang Sulistyowati, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota yang banyak meluangkan waktu, serta bimbingan dan arahan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini;
3. Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyati, SP, M.Sc. selaku Dosen Penguji Utama dan Hardian Susilo Addy, SP., MP. Ph. D. selaku Dosen Penguji Anggota yang banyak memberikan kritik dan saran bagi penulis hingga selesai penulisan skripsi ini;
4. Ir. Sigit Prastowo, MP. selaku Ketua Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan;
5. Ir. Syaifuddin Hasim, MP. selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Orang tua tercinta Matkacung Susiyanto, SH. dan Ibunda Purwanti yang memberikan dukungan moril maupun materil selama penulis menyelesaikan skripsi ini;
7. Saudara kandung Reajeng Giri Anjani, dan Rania Cahyatul Mukarroma, yang selalu memberi semangat penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
8. Pasangan hidup Chindya Eka Putri, yang selalu memberikan semangat dan penantian yang cukup lama dalam penyelesaian skripsi ini:

9. Teman-teman Seperjuangan Dimas Hidayatullah, Budi Rezky Nurwibawanto, dan Bapak Supandi beserta pegawai puslit koka atas segala dukungan, kerjasama, dan bantuan selama penelitian;
10. Teman-teman kelas D angkatan 2011, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas semangat dan kebersamaannya;

Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, dan penulis juga menyadari bahwa karya ilmiah tertulis ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya.

Jember, 16 Maret 2017

Penulis

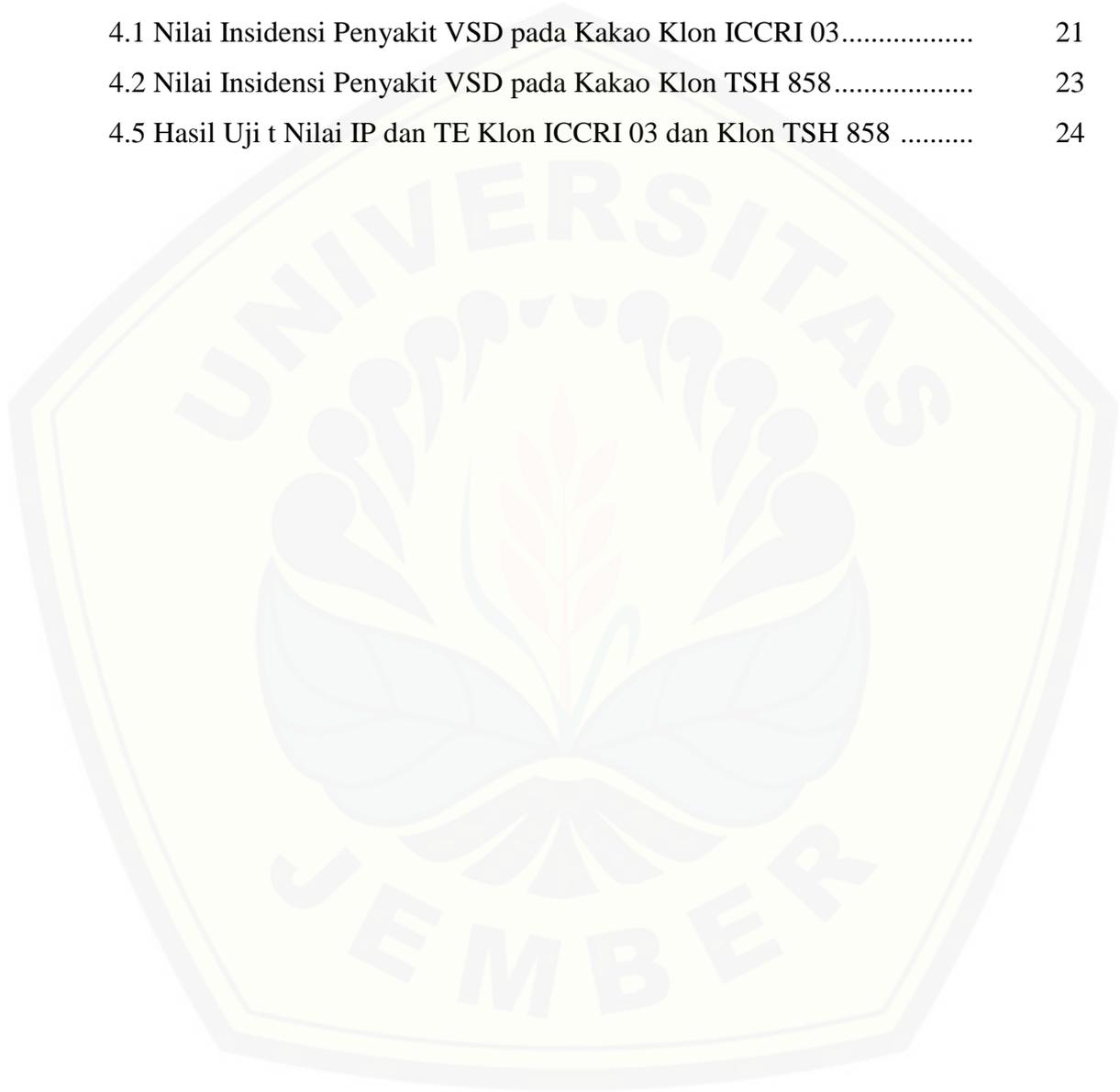
DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-----------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBING | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | ix |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Tanaman kakao..... | 4 |
| 2.2 Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) | 5 |
| 2.3 Potensi Cendawan <i>Trichoderma harzianum</i> | 9 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 13 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 13 |
| 3.2 Persiapan Penelitian | 13 |
| 3.2.1 Persiapan Tanaman | 13 |
| 3.2.2 Persiapan Suspensi Isolat <i>T. harzianum</i> | 13 |
| 3.2.3 Aplikasi Isolat <i>T. harzianum</i> | 14 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Pelaksanaan Riset | 14 |
| 3.3.1 Rancangan Percobaan | 14 |
| 3.3.2 Lay Out Rancangan Percobaan | 15 |
| 3.4 Variabel Pengamatan | 16 |
| 3.4.1 Gejala Penyakit pada Daun | 16 |
| 3.4.2 Menghitung Tingkat Insidensi Penyakit | 16 |
| 3.4.2 Menghitung Tingkat Efikasi | 17 |
| 3.5 Metode | 17 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| BAB 5. PENUTUP | 25 |
| 5.1 Kesimpulan | 25 |
| 5.2 Saran | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 26 |
| LAMPIRAN | 29 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 3.1 Lay Out Rancangan Percobaan Klon ICCRI 03 | 15 |
| 3.2 Lay Out Rancangan Percobaan Klon TSH 858 | 15 |
| 4.1 Nilai Insidensi Penyakit VSD pada Kakao Klon ICCRI 03..... | 21 |
| 4.2 Nilai Insidensi Penyakit VSD pada Kakao Klon TSH 858..... | 23 |
| 4.5 Hasil Uji t Nilai IP dan TE Klon ICCRI 03 dan Klon TSH 858 | 24 |

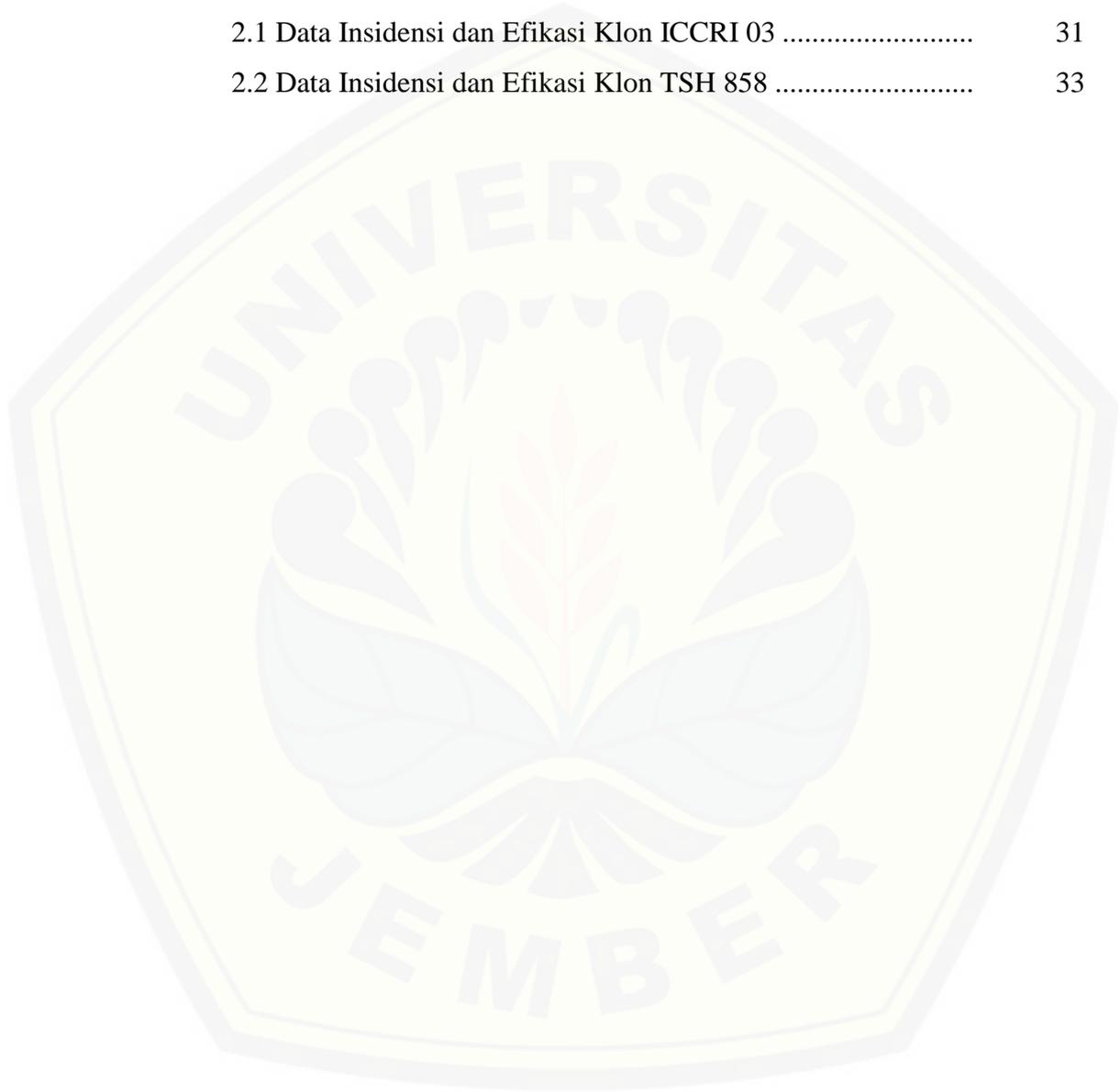


DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.2.1 Gejala Serangan VSD | 6 |
| 2.2.2 Hifa <i>O. theobromae</i> | 7 |
| 2.3.1 Tangkai Konidiofor | 10 |
| 3.3.1 Suspensi <i>T. harzianum</i> Jember dan Banyuwangi | 15 |
| 4.1 Gambar Gejala Daun Menguning | 18 |
| 4.2 Gambar Gejala Noktha pada pangkal daun | 19 |
| 4.3 Gambar Gejala Ranting klon ICCRI dan TSH diaplikasi <i>Th</i> | 19 |
| 4.4 Perkembangan Insidensi Penyakit tanaman kakao klon ICCRI 03..... | 20 |
| 4.5 Perkembangan Insidensi Penyakit tanaman kakao klon TSH 858..... | 22 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian | 29 |
| Lampiran 2. Hasil Analisis Sidik Ragam | 31 |
| 2.1 Data Insidensi dan Efikasi Klon ICCRI 03 | 31 |
| 2.2 Data Insidensi dan Efikasi Klon TSH 858 | 33 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting di Indonesia sebagian besar (>85%) diusahakan rakyat dan sisanya dikelola oleh pemerintah. Menurut (Karmawati, E, dkk, 2010) Indonesia merupakan salah satu pembudidaya tanaman kakao terluas serta nilai produksinya mencapai 1.315.800 ton/thn. Dalam kurun waktu 5 tahun terakhir meningkat secara pesat dengan tingkat pertumbuhan rata-rata 8%/thn dan saat ini mencapai 1.462.000 ha. Peningkatan kuantitas dan kualitas hasil kakao Indonesia, dapat dilakukan melalui program intensifikasi dan ekstensifikasi penanaman kakao. Menurut Suhendi *et al.*,(2005) Keberhasilan kedua program tersebut memerlukan ketersediaan bibit dan benih kakao unggul yang berupa bibit hasil perbanyakan secara vegetatif untuk kakao mulia (*Edel cocoa*) atau dari benih hibrida untuk kakao lindak (*Bulk cocoa*).

Salah satu kendala yang dapat menurunkan produktivitas tanaman kakao yaitu dikarenakan adanya serangan hama dan penyakit. Penyakit seperti Penyakit Pembuluh kayu (PPK) atau *Vascular Streak Dieback* (VSD) merupakan salah satu penyakit penting yang dapat menurunkan produktivitas kakao. Menurut Anita-Sari (2014) menyatakan bahwa terdapat beberapa kendala-kendala yang terjadi di daerah Jawa Timur disebabkan oleh serangan beberapa penyakit terutama Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) sehingga menyebabkan produksi kakao menurun.

Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) disebabkan oleh cendawan *Oncobasidium theobromae*. Cendawan *O. theobromae* menghasilkan basidiospora yang berperan dalam penyebaran penyakit. Basidiospora dihasilkan pada kondisi lingkungan yang sesuai dan disebarkan oleh angin pada jarak tertentu. Apabila basidiospora jatuh pada permukaan daun yang masih muda, akan berkecambah membentuk tabung kecambah dan dapat menembus kutikula untuk menginfeksi jaringan daun. Setelah infeksi terjadi, fungi akan menyebar ke jaringan xilem pada batang bagian lain melalui pembuluh jaringan (Sudarmadji dan Pawirosoemarjo,

1990). Menurut Prior (1977) *O. theobromae* membentuk basidiospora yang hanya dilepaskan pada waktu malam, dan disebarkan oleh angin. Oleh karena itu patogen tidak dapat tersebar jauh, karena kelembapan tinggi pada umumnya hanya terjadi apabila udara tenang. Menurut Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, 2004 memperkirakan bahwa spora tidak akan tersebar lebih dari 200 m. Infeksi hanya dapat terjadi pada daun muda yang belum mengeras. Spora berkecambah dan patogen mengadakan penetrasi melalui epidermis, mesofil, ke dalam tulang daun.

Beberapa pengendalian penyakit Pembuluh kayu (PPK/VSD) seperti pengendalian kimiawi dengan menggunakan fungisida sistemik, kultur teknis, penggunaan klon-klon resisten dan pengendalian biologi. Pengendalian secara biologi menggunakan musuh alami agen hayati merupakan salah satu cara agar bisa berkompetisi didalam jaringan tanaman seperti *Collectotrichum*, *Botryosphaeria*, *Nectria* dan *Trichoderma* spp.

Trichoderma harzianum merupakan cendawan antagonis yang sudah terbukti memiliki kemampuan sangat baik dalam mengendalikan cendawan patogen. *T. harzianum* ini memiliki morfologi dan fisiologi yang berbeda-beda, oleh karena itu kemampuan dalam mengendalikan patogen tidak sama dengan cendawan antagonis yang lain (Widyastuti 2006 dalam Gusnawaty dkk, 2014). Penggunaan cendawan antagonis *T. harzianum* dalam mengendalikan patogen bersifat spesifik lokasi dimana memiliki kemampuan maksimal atau memberikan hasil baik apabila diaplikasikan di daerah asalnya (Gusnawaty dkk, 2014).

Berdasarkan permasalahan pada lahan tanaman kakao yang berada di Jawa Timur maka dilaksanakan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui keefektifan *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi dalam mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD) pada tanaman kakao di daerah Jember.

1.2 Perumusan Masalah

1. Apakah *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi dapat mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD) pada tanaman kakao?
2. Bagaimanakah keefektifan konsentrasi *T. harzianum* isolat Jember dan isolat Banyuwangi dalam mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD)?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui efikasi *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi dalam mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD).
2. Mengetahui keefektivan konsentrasi *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi dalam mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD).

1.4 Manfaat

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kepada kedua belah pihak antara peneliti dengan pihak Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia tentang keefektivan *T. harzianum* sebagai agens pengendali hayati yang dapat mengendalikan Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) pada tanaman kakao klon ICCRI 03 dan TSH 858.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman kakao

Kakao merupakan satu-satunya diantara 22 jenis marga *Theobroma*, suku Sterculiaceae yang diusahakan secara komersial. Tanaman kakao menurut taksonomi dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

- Devisi : *Spermatophyta*
Anak divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledoneae*
Anak kelas : *Dialypetalae*
Bangsa : *Malvales*
Suku : *Sterculiaceae*
Marga : *Theobromae*
Jenis : *Theobroma cacao L.* (PUSLIT KOKA INDONESIA, 2014)

Rubiyo (2011) memaparkan bahwa tanaman kakao di Indonesia mutunya masih kurang baik dimana produktifitas kakao baru mencapai 650 kg biji kering per hektar setiap tahunnya dari potensi produksi 2000 kg. Penurunan mutu tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama gangguan dari berbagai macam penyakit dan varietas. Dalam upaya peningkatan kualitas mutu kakao dengan cara melakukan penyendalian penyakit yang dapat menurunkan produksi yaitu seperti penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD), serta menggunakan bahan tanaman unggul yang dapat meningkatkan hasil seperti tiga jenis kakao unggul yaitu kakao *criolo* (kakao mulia), kakao *forestero* (kakao lindak) dan kakao *trinitario*.

2.1.1 Tanaman Kakao Klon ICCRI 03

Kakao klon ICCRI 03 merupakan hasil pemuliaan tanaman kakao di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Kakao klon ICCRI menghasilkan biji ungu, produktifitas mencapai 2.060 kg/ha/tahun, berat biji kering 1,27 g, memiliki kadar lemak biji 55%, toleran terhadap serangan PPK/VSD (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2015).

2.1.2 Tanaman Kakao Klon TSH 858

Tanaman kakao klon TSH 858 merupakan tanaman yang memiliki tajuk berukuran sedang buah muda berwarna merah tidak merata dan saat buah sudah tua berwarna jingga kemerahan. Produktivitas tinggi hingga mencapai 1.760 kg/ha/tahun, bobot rata-rata kering mencapai 1,15 gram dan kadar lemak biji 56% (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2015).

2.2 Penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD)

Penyakit Pembuluh kayu (PPK/VSD) disebabkan oleh jamur *Oncobasidium theobromae* dimana cendawan tersebut dapat menghambat pengangkutan air keseluruhan jaringan tanaman sehingga mengakibatkan daun-daun berubah warna menjadi kecoklatan yang berawal dari ujung daun, namun bila terjadi serangan berat maka tanaman yang terserang penyakit PPK/VSD maka akan mengalami kematian.

2.2.1 Gejala

O. theobromae menginfeksi pucuk dan cabang kakao, tetapi gejala hanya terlihat pada daun yang tampak klorotik dan dapat berkembang pada gejala khas berupa belang hijau dengan latar belakang kuning. Pada tanaman yang sudah tua, gejala pada daun sering ditemukan pada bagian tengah cabang, sedangkan pada tanaman muda gejala dapat terjadi pada daun mana saja. Selain gejala tersebut di atas, terjadi pula perubahan warna jaringan *vasculer* pada daun segar yang jatuh, pembengkakan lentisel pada kulit dalam daerah daun yang jatuh, serta sprouting tunas aksilar. Nekrosis antara tulang daun terminal tampak menyerupai gejala kekurangan kalsium. Selain itu garis-garis coklat terlihat pada cabang yang terinfeksi, bila cabang ini dibelah secara longitudinal.

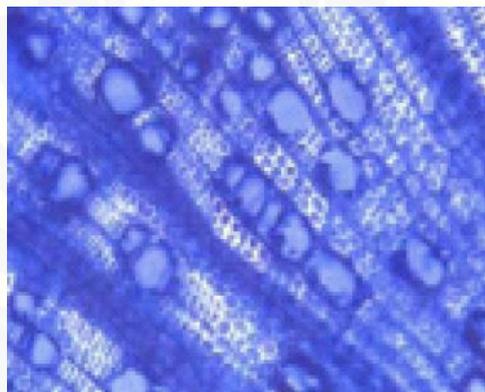


Gambar 2.2.1. Gejala serangan VSD pada tanaman kakao: a) Daun kakao nekrosis, b) Gejala ompong, c) Terdapat tiga nokta pada batang, .

Menurut Guest & Keane (2007), bahwa gejala serangan PPK/VSD pada tanaman kakao adalah daun menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau, biasanya daun tersebut terletak pada seri daun kedua atau ketiga dari titik tumbuh. Daun akhirnya gugur beberapa hari setelah menguning. Pada ranting terserang satu atau dua daun gugur, sedangkan beberapa daun disebelah bawah dan sebelah atasnya masih lengkap sehingga tampak gejala ranting ompong. Pada bekas duduk daun bila disayat terlihat tiga buah noktah berwarna cokelat kehitam-hitaman. Bila ranting dibelah membujur terlihat garis-garis cokelat pada jaringan *xylem* yang bermuara pada bekas duduk daun. Lentisel pada ranting sakit membesar dan relatif kasar. Pada serangan lanjut, kematian jaringan dapat menjalar sampai ke cabang atau bahkan ke batang pokok.

2.2.2 Siklus Hidup Penyakit

Cendawan *O.theobromae* memproduksi basidiospora pada basidium yang berkembang pada cabang kakao yang terserang dan terjadi tengah malam pada kondisi sangat lembab. Basidiospora disebarkan oleh angin dan bila Spora ini datang pada permukaan daun yang kering maka akan kehilangan viabilitasnya. Pada daun yang mengandung tetesan air, basidiospora berkecambah sangat cepat dan tabung kecambah berpanetrasi pada endermis kemudian masuk kedalam *xylem* (Gambar 2.2.2). Dalam waktu 6 sampai 16 minggu tergantung pada umur tanaman kakao gejala akan muncul pada daun ke-2 dan ke-3 dari pucuk. Bila hujan terus menerus maka akan mengalami siklus yang sempurna (Frison *et al.*, 1999) dalam Rosmana 2005).



Gambar 2.2.2 Hifa *O. theobromae* menginfeksi Xylem, diwarnai dengan *lactophenol cotton blue*. (Dr. C. Prior,1992)

Menurut Keane (1981) basidiospora *O. theobromae* sangat peka terhadap cahaya, dan menjadi tidak infeksiif setelah terkena sinar matahari selama 30 menit. Basidiospora yang jatuh pada daun muda juga akan segera berkecambah jika tersedia air kemudian akan masuk serta berkembang ke dalam jaringan xilem. Oleh karena itu faktor curah hujan sangat menentukan untuk terjadinya infeksi. Sudarmadji dan Pawirosoemardjo (1990) melaporkan bahwa peningkatan infeksi penyakit PPK/VSD berkaitan erat dengan adanya kondisi lingkungan yang lembab dengan suhu rendah, yang sangat sesuai untuk pembentukan dan perkecambahan basidiospora, dan perkembangan penyakit sangat didukung oleh curah hujan yang tinggi. Perkecambahan spora pada daun muda yang lembab atau terdapat air memerlukan waktu 30 menit dan akan berhenti ketika air dipermukaan

daun menguap. Kecepatan jatuh spora pada udara yang lembab dapat dua kali lebih cepat 0,5-20 mm/detik dan lebih kuat bila dibandingkan pada udara kering (Halimah dan Sukamto, 2007).

2.2.3 Kerusakan Penyakit PPK/VSD

Penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD) merupakan kendala utama yang dapat menyebabkan kerugian besar pada tanaman kakao di Indonesia (Purwantara dan Pawirosoemardjo, 1989 dalam Rita Harni, 2014). Kerugian akibat penyakit PPK/VSD di seluruh dunia mencapai 30.000 ton pertahunnya, yang setara dengan nilai 28.000.000 dolar (World Cocoa Association, 2001). Menurut Rosmana, 2005 yang mengatakan bahwa penyakit PPK/VSD tersebar luas diberbagai provinsi Indonesia seperti Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, Bali, Jawa Timur, Jawa Tengah, Kalimantan, dan Papua.

2.2.4 Teknik pengendalian Penyakit PPK/VSD

Beberapa teknik pengendalian yang dapat mengendalikan penyakit pembuluh kayu (PPK/VSD) antara lain secara kultur teknis melalui pemangkasan sanitasi dan pupuk berimbang, tanaman resisten, pengendalian secara kimia, dan pengendalian secara biologi (Rosmana, 2005).

Pengendalian kultur teknis didasari oleh diketahuinya sifat Cendawan *O. theobromae* yang dapat berkembang dalam keadaan basah dan lembab. Tingkat kelembaban yang mendekati 100 % pada malam hari menghasilkan kondensasi air bebas yang sangat penting untuk terjadinya infeksi. Dengan demikian pemangkasan pohon pelindung dimusim penghujan dapat mengurangi perkembangan cendawan patogen, dan pemangkasan sanitasi terhadap ranting yang terserang sampai pada batas tidak ditemukan lagi garis coklat pada jaringan kayu ditambah sekitar 30 cm ke arah bawah.

Pengendalian menggunakan tanaman yang resisten merupakan strategi yang paling baik untuk pengendalian jangka panjang. Resistensi terhadap PPK/VSD berhubungan dengan tingginya aktivitas enzim *Polyphenol oxydase* dan kitinase pada tanaman kakao (Chowpada, 2001). Untuk mendapatkan klon-klon unggul sebaiknya mencari di kebun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (Puslit Koka) yang berada di daerah Jember. Klon-klon resisten yang ada dikebun

pusat penelitian kopi dan kakao Jember seperti TSH 858 namun klon ini sudah mulai rentan sehingga dikembangkan kembali dan ditemukan klon baru yang tahan terhadap PPK/VSD yaitu klon ICCRI 03, selanjutnya digunakan untuk ditanam langsung pada lahan atau sambung samping (*side grafting*) pada tanaman dewasa yang terserang VSD.

Pengendalian biologi memungkinkan dalam mengendalikan penyakit PPK/VSD, namun tampaknya harus menggunakan musuh alami yang bersifat endofit agar bisa berkompetisi di dalam jaringan tanaman. Sejumlah musuh alami yang endofit ini telah diidentifikasi pada tanaman kakao di Panama dan Brazil seperti *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Botryosharia*, dan *Nectria* (Meija *et al.*, 2004). Cendawan endofit di Panama dan Brazil digunakan untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao.

Menurut (Herman, 2014) mekanisme cendawan antagonis tumbuhan dalam menekan populasi atau aktivitas patogen tumbuhan dapat berupa hiperparasitisme, kompetisi terhadap ruang dan hara, serta antibiosis dan lisis. aktivitas cendawan antagonis dapat dilihat dari tidak berkembangnya cendawan *O. theobromae*.

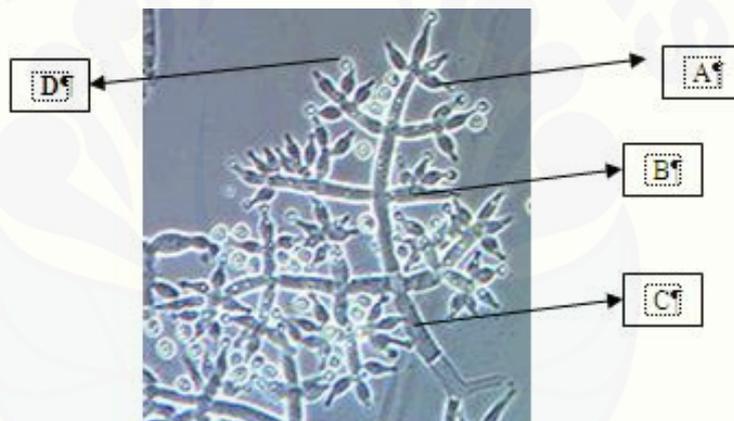
2.3 Potensi Cendawan Antagonis *Trichoderma harzianum*

2.3.1 Morfologi *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum merupakan cendawan yang dapat memakan sejenisnya sendiri, sehingga cendawan ini dapat dikatakan sebagai cendawan antagonis. Cendawa *T. harzianum* memiliki klasifikasi menurut (Streets dalam Tindaon, H. 2008) :

| | |
|---------|--------------------------------|
| Kingdom | : <i>Mycetaceae</i> |
| Devisio | : <i>Amastigomycota</i> |
| Class | : <i>Deuteromycetes</i> |
| Ordo | : <i>Moniliales</i> |
| Famili | : <i>Monilic</i> |
| Genus | : <i>Trichoderma</i> |
| Species | : <i>Trichoderma harzianum</i> |

Cendawan *T. harzianum* mempunyai hifa bersepta, bercabang dan mempunyai dinding licin, tidak berwarna, diameter 1,5 μm - 12 μm . Percabangan hifa membentuk sudut siku-siku pada cabang utama. Cabang-cabang utama konidiofor berdiameter 4 μm - 5 μm dan menghasilkan banyak cabang-cabang sisi yang dapat tumbuh satu-satu tetapi sebagian besar berbentuk dalam kelompok yang agak longgar dan kemudian berkembang menjadi daerah-daerah seperti cincin. Pada ujung konidiofor terbentuk konidiospora berjumlah 1 - 5, berbentuk pendek, dengan kedua ujungnya meruncing dibandingkan dengan bagian tengah, berukuran 5-7 μm x 3 - 3,5 μm , di ujung konidiospora terdapat konidia berbentuk bulat, berdinding rata dengan warna hijau suram, hijau keputihan, hijau terang atau agak kehijauan (Rifai dalam Tindaon, H. 2008).



Gambar 2.3.1 (A) Fialid ; (B) Konidiofor ; (C) Tangkai konidiofor ; (D) konidiospora

Trichoderma spp. merupakan cendawan yang berada hampir di semua tanah dan habitat lainnya yang beragam. Cendawan tersebut sering disebut sebagai cendawan yang paling umum membudaya di dalam tanah. Beberapa ciri morfologi fungi *T. harzianum* yang menonjol antara lain koloninya berwarna hijau muda sampai hijau tua yang memproduksi konidia aseksual berbentuk globus dengan konidiumnya berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek (Soesanto, 2008).

2.3.2 Mekanisme Cendawan Antagonis *Trichoderma harzianum*

Trichoderma spp. merupakan jamur saprofit tanah yang secara alami dapat menyerang banyak jenis jamur patogen penyebab penyakit pada tanaman. Jamur *Trichoderma* spp. menjadi hiperparasit pada beberapa penyakit tanaman,

pertumbuhannya yang sangat cepat dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Menurut Novizan (2002), mengungkapkan bahwa cendawan *Trichoderma* spp. yaitu agens hayati yang paling banyak diteliti oleh para ahli tentang kemampuannya untuk mengendalikan cendawan dan bakteri perusak tanaman. Cendawan ini merupakan cendawan saprofit yang hidup di tanah dan mudah diproduksi masal dengan media buatan. Cendawan *Trichoderma* spp. dapat menjadi hiperparasit pada beberapa spesies cendawan patogen, pertumbuhannya sangat cepat, dan tidak menjadi penyakit untuk tanaman tingkat tinggi. Spesies yang umum adalah *T. viride*, *T. hamatum*, dan *T. harzianum*.

Mekanisme pengendalian cendawan patogen oleh *Trichoderma* spp. secara alamiah dapat dikelompokkan menjadi tiga fenomena dasar yang bekerja simultan dan sekaligus (Suwahyono & Wahyudi, 2008 dalam Herlina L, 2009).

- a) Kompetisi nutrisi, dan ruang antara jamur patogen dengan *Trichoderma* spp. untuk berkembang. Dalam kompetisi nutrisi dan ruang *Trichoderma* spp. menekan perkembangan pathogen dalam siklus hidupnya, dikarenakan nutrisi yang dibutuhkan pathogen untuk berkembang tidak terpenuhi.
- b) Mikroparasitisme: jamur agensia aktif biofungisida merupakan jamur yang mempunyai sifat mikroparasitik, artinya jamur *Trichoderma* spp. tergolong dalam kelompok yang menghambat pertumbuhan jamur lain melalui mekanisme parasitisme. Mekanisme yang terjadi adalah pertumbuhan jamur di tanah berjalan begitu cepat sehingga akan melilit hifa jamur patogen. Bersama dengan pelilitan hifa tersebut dikeluarkan enzim yang mampu merombak dinding sel hifa jamur patogen. Beberapa jenis enzim yang dihasilkan adalah enzim kitinase dan glukukanase.
- c) Antibiosis: agensia aktif fungisida selain menghasilkan enzim dinding sel jamur juga menghasilkan senyawa antibiotik yang termasuk kelompok furanon yang dapat menghambat pertumbuhan spora dan hifa jamur patogen.

Cendawan *Trichoderma* spp. merupakan salah satu agens pengendali hayati yang menjanjikan karena mampu mengendalikan patogen penyebab penyakit seperti *Fusarium* spp., *Vascular Streak Dieback*., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., dan *Phytophthora* spp. (Taufiq, 2012). Salah satu penelitian menyebutkan bahwa penerapan agen pengendali hayati *Trichoderma* spp., terhadap *Botrytis* sp. dan *Sclerotinia* sp. patogen yang mengkoloni jaringan mati (nekrosis) akan dihambat oleh koloni *Trichoderma* spp. yang disemprotkan pada jaringan, sehingga perkembangan penyakit dapat dikurangi (Soesanto, 2008).

Selain itu, *T. harzianum* juga mampu memberikan ketahanan pada daun tanaman jagung dari serangan jamur patogen *Cochiobolus heterosphus*. Hal ini karena adanya mekanisme induksi kekebalan secara sistemik dari senyawa hasil metabolisme atau metabolit yang dikeluarkan oleh jamur *T. harzianum* (Suwahyono, 2013). Penelitian Taufiq (2012) juga memaparkan bahwa *T. harzianum* dalam pengujian in vitro mampu menghambat pertumbuhan *P. capsici* antara 44,5 – 73,4% dan menekan perkembangan penyakit pucuk vanili 66,67 – 68,00%. Hal ini karena *T. harzianum* memiliki mekanisme penghambatan berupa kompetisi ruang, nutrisi serta mikoparasit.

Spesies *Trichoderma* spp, tergolong jamur mikroskopik yang hidup bebas yang bermanfaat bagi tanaman dan secara umum berada di ekosistem tanah dan rhizosfer. *Trichoderma* spp. termasuk kelompok fungi yang telah diketahui memiliki kemampuan sebagai biodekomposisi yang baik, mampu memproduksi asam organik, seperti glicinic, citric atau asam fumaric, yang menurunkan pH tanah, dan solubilisasi fospat, mikronutrient dan kation mineral seperti besi, mangan, dan magnesium, yang bermanfaat untuk metabolisme tanaman serta metabolit yang meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produksi hormon pertumbuhan tanaman, juga sebagai agen biokontrol yang melawan jamur *Phytopatogen* dan beberapa strain dapat memproduksi antibiotik, memparasit jamur lain serta antagonistik terhadap banyak patogen tanaman.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian "Keefektifan *Trichoderma harzianum* Sebagai Agens Pengendali Hayati Terhadap Penyakit Pembuluh Kayu (*Vascular Streak Dieback*) Pada Tanaman Kakao klon ICCRI 03 dan TSH 858" telah dilaksanakan pada bulan November 2015 sampai Maret 2016 di kebun percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang terletak di desa Nogosari.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Persiapan Tanaman

Persiapan tanaman kakao klon ICCRI 03 dan TSH 858 di lahan percobaan. Pada setiap klon ICCRI 03 dan TSH 858 masing-masing terdapat empat blok sebagai ulangan dan setiap blok terdapat 7 tanaman, jadi setiap klon terdapat 28 tanaman yang akan diaplikasikan *T. harzianum*. Selanjutnya melakukan pemilihan daun muda (*flush*) pada tanaman kakao. Tanaman kakao yang akan digunakan yaitu tanaman yang memiliki daun muda *flush* sebanyak 5 ranting pada cabang yang berbeda. Pemberian label pada pohon dan ranting yang dipilih, label yang digunakan terdapat dua macam yaitu label pohon nomer untuk blok/ulangan dengan nomer pohon dan perlakuan (I1,I2.I3,...IV7) dan lebel ranting menunjukkan nomer ranting (1, 2, 3, 4, dan 5).

3.2.2 Persiapan Suspensi Isolat *Trichoderma harzianum*

Isolat *T. harzianum* yang digunakan ialah isolat yang telah teridentifikasi dari penelitian pihak Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Isolat *T. harzianum* yang digunakan merupakan isolat yang dibiakan menggunakan media beras jagung. Persiapan suspensi isolat *T. harzianum* yang digunakan berdasarkan perlakuan kosentrasi (10^8), (10^9), dan (10^{10}) spora/ml untuk diaplikasikan pada dua klon tanaman kakao. Isolat *T. harzianum* dalam media jagung diencerkan kedalam ember yang berisi air steril sebanyak 1L setiap perlakuan. Pengenceran dilakukan dengan membungkus isolat kedalam kain kasa, kemudian dicelupkan kedalam ember yang berisi air hingga media jagung bersih dari spora

T. harzianum. Suspensi *T. harzianum* yang telah diencerkan dimasukan ke dalam *hands sprayer* untuk diaplikasikan kedaun muda yang merupakan sampel percobaan.

3.2.3 Aplikasi Isolat *Trichoderma harzianum*

Tanaman kakao dengan 5 daun muda (*flush*) di semprotkan suspensi *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Aplikasi isolat *T. harzianum* menggunakan *handsprayer* dengan cara menyemprotkan suspensi *T. harzianum* pada daun muda (*flush*) tanaman kakao. Penyemprotan diaplikasikan pagi hari mulai jam 07.00 – 09.00 WIB dan penyemprotan suspensi *T. harzianum* dilakukan sebanyak 4 kali dengan interval 1 minggu.

3.3 Pelaksanaan Riset

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian pengujian keefektivan *Trichoderma. harzianum* sebagai agensi pengendali hayati penyakit pembuluh kayu (*Vascular Streak Dieback*) pada tanaman kakao klon ICCRI 03 dan TSH 858. Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Kaliwining, Penelitian dilaksanakan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia pada dua klon yaitu klon ICCRI 03 dan TSH 858 (lokasi yang berbeda). Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial (RAK) terdiri dari 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan konsentrasi *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi yang diuji sebagai berikut:

- A. *T. harzianum* isolat Jember Konsentrasi 10^8 spora/ml
- B. *T. harzianum* isolat Banyuwangi Konsentrasi 10^8 spora/ml
- C. *T. harzianum* isolat Jember Konsentrasi 10^9 spora/ml
- D. *T. harzianum* isolat Banyuwangi Konsentrasi 10^9 spora/ml
- E. *T. harzianum* isolat Jember Konsentrasi 10^{10} spora/ml
- F. *T. harzianum* isolat Banyuwangi Konsentrasi 10^{10} spora/ml
- G. Kontrol



Gambar 3.3.1. Suspensi *T. harzianum* isolat Jember dan Banyuwangi

3.3.2 Lay Out Rancangan Percobaan

Lay out rancangan percobaan keefektifan *T. harzianum* sebagai agens pengendali hanyati terhadap penyakit Pembuluh Kayu (PPK/VSD) pada tanaman kakao klon ICCRI 03 dan klon TSH 858 adalah berikut :

Tabel 3.3.2. Lay Out Rancangan Percobaan Klon ICCRI 03

| | | | |
|-----|------|-----|----|
| II2 | III3 | IV3 | I6 |
| II4 | III6 | IV1 | I1 |
| II6 | III4 | IV7 | I4 |
| II7 | III2 | IV4 | I2 |
| II3 | III5 | IV2 | I5 |
| II6 | III1 | IV6 | I3 |
| II1 | III7 | IV5 | I7 |

Tabel 3.3.3 Lay Out Rancangan Percobaan Klon TSH 858

| | | | |
|-----|-----|------|----|
| II1 | IV6 | III1 | I1 |
| II2 | IV4 | III2 | I7 |
| II3 | IV2 | III3 | I4 |
| II5 | IV7 | III5 | I5 |
| II4 | IV5 | III4 | I6 |
| II6 | IV1 | III6 | I3 |
| II7 | IV3 | III7 | I2 |

3.4 Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan mulai dua minggu setelah aplikasi terakhir, pengamatan tersebut akan dilaksanakan setiap minggu selama 3 bulan, terhadap:

3.4.1 Gejala Penyakit Pada Daun

Pengamatan dilaksanakan 2 minggu setelah aplikasi dan diamati setiap minggu sampai umur daun tanaman kakao 3 bulan karena gejala penyakit PPK/VSD baru muncul setelah daun berumur 2 bulan. Indikatornya bila penyakit PPK/VSD ini menyerang, maka daun akan mengalami perubahan warna menguning dengan bercak-bercak hijau. Pada umur 2 bulan baru daun dapat ditetapkan terserang PPK/VSD atau tidak terserang.

Pengamatan dilakukan secara kualitatif terutama pada daun yang sudah diaplikasi yaitu terhadap munculnya gejala-gejala serangan PPK/VSD yang sangat khas seperti perubahan warna daun menjadi menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau, serta batang daun apabila disayat terlihat noktah berwarna coklat dan pada ranting yang terserang oleh bila dibelah akan terlihat bekas jaringan pembuluh berwarna coklat sampai pada tangkai daun (PUSLIT KOPI dan KAKAO INDONESIA, 2004).

3.4.2 Menghitung Tingkat Insidensi Penyakit (IP)

Penghitungan intensitas penyakit dilakukan selama 3 bulan dengan selang pengamatan seminggu sekali. Indikator daun sakit yang terserang patogen adalah perubahan warna daun menguning dengan bercak-bercak berwarna kehijauan. Penghitungan intensitas dengan rumus berikut:

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

I = Insidensi Penyakit

n = Jumlah daun yang terserang penyakit

N = Jumlah Daun yang Diamati

3.4.3 Menghitung Tingkat Efikasi (TE) Jamur Antagonis

Tingkat Efikasi (TE) jamur *T. harzianum* pada tanaman dapat dihitung menggunakan rumus Abbott (Ciba Geigi, 1981. Dalam Aini, 2014) :

$$TE = \frac{ISk - ISp}{ISk} \times 100\%$$

TE = Tingkat Efikasi

ISk = Insidensi Penyakit Pada Kontrol

ISp = Insidensi Penyakit Pada Perlakuan

T. harzianum yang diuji dikatakan efektif bila tingkat Efikasi (TE) lebih atau sama dengan 30% dengan syarat tingkat kerusakan tanaman pada tanaman yang diberi perlakuan *T. harzianum* yang diuji lebih rendah dari pada tingkat kerusakan pada tanaman dengan perlakuan kontrol.

3.5 Metode

Data hasil pengamatan yang diperoleh dari lapang dilakukan analisis sidik ragam menggunakan ANOVA untuk menguji pengaruh perlakuan yang berbeda terhadap parameter yang diamati, jika hasil ANOVA menunjukkan F-hitung yang berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji t.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

T. harzianum isolat Jember dan Banyuwangi cukup efektif dalam melindungi daun *flush* tanaman kakao dari infeksi jamur *O. theobromae* penyebab penyakit PPK/VSD. Nilai insidensi penyakit PPK/VSD terendah pada klon ICCRI 03 pada perlakuan isolat *T. harzianum* Jember konsentrasi 10^9 spora/ml dengan nilai insidensi sebesar 0,71 %, dan pada klon TSH 858 nilai IP terendah dijumpai pada perlakuan *T. harzianum* isolat Banyuwangi konsentrasi 10^{10} spora/ml dengan nilai 7,38%. Kategori keefektifan perlakuan *T. harzianum* isolat Jember konsentrasi 10^9 spora/ml menunjukkan hasil terbaik dengan nilai TE sebesar 95,43% pada klon ICCRI 03, dan klon TSH 858 perlakuan *T. harzianum* Banyuwangi konsentrasi 10^{10} spora/ml dengan nilai sebesar 80,55 %.

5.2 Saran

Semoga hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat bermanfaat bagi kedua belah pihak antara saya sebagai mahasiswa dengan pihak PUSAT PENELITIAN KOPI DAN KAKAO INDONESIA, serta teknik yang saya lakukan dapat dimanfaatkan oleh banyak petani yang bergerak dibidang perkebunan kakao. Dalam melakukan aplikasi tersebut harus memperkirakan alam yang sangat mendukung agar dapat diaplikasikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini,F,N. 2014. Pengendalian Penyakit Pembuluh kayu (PPK) pada tanaman kakao menggunakan fungisida flutriafol. *Pelita perkebunan*, 30 (3): 229-239.
- Anita-Sari, I. Dan Susilo, A,W. 2014. Keragaman Beberapa Genotipe Harapan Kakao Mulia Hasil Seleksi di Kebun Penataran Jawa timur. *Pelita Perkebunan*, 30(3): 81-91.
- Baharia, S. 2000. Uji antagonis beberapa isolat cendawan *Trichoderma* terhadap pertumbuhan *Colletotrichum capsici* pada buah cabai. Skripsi:Palu:Fakultas Pertanian Untad.
- Christita, M. Widyastuti, S, M. Dan Djoyobisono, H. 2014. Pengendalian hayati penyebab penyakit rebah semai *Fusarium subglutinans* dengan *Trichoderma harzianum*. *Pemuliaan Tanaman Hutan*: 8(1) : 43-55.
- Ditjenbun. 2007. Statistik Perkebunan Indonesia 2006-2008 Kakao (Cocoa). Departemen Pertanian, Jakarta.
- Guest, D. dan Keane, 2007. Black Pool : Deriversc pathogens whit a Global Impact on cocoa yield. *Phytopatology*, 97: 1650 – 1853.
- Gusnawaty, H. S., Taufik, M., dan Herman. 2014. Efektifitas *Trichoderma* Indigenus Sulawesi Tenggara Sebagai Biofungisida Terhadap *Collectotrichum* sp. *In-Vitro*. *Agroteknos* ISSN 2087-7706, 4 (1):38–43.
- Halimah, D. dan Sukamto, S. 2006. Sejarah dan perkembangan penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 22 (3): 107-119.
- Halima, D dan Sri-sukamto, (2007). Intensitas penyakit *Vascular Streak Dieback* pada sejumlah klon kakao keleksi pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia. *Pelita Perkebunan*, 23(2):118-128.
- Herlina, L. (2009). Potensi *Trichoderma harzianum* sebagai Biofungisida pada tanaman tomat. *Biosaintifik*. 1(1): 62-69.
- Herman. Lakani, I. dan Yunus. M. 2014. Potensi *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan penyakit *Vascular Streak Dieback* (*Oncobasidium theobromae*) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*). *Agrotekbis*, 2(6):573-578.

- Karmawati, Mahmud, Syakir, Munarso, Ardana, dan Rubiyo. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Keane, P, J. 1981. *Epidemiology of vascular streak dieback of cocoa*. *Annals of Applied Biology*, 98: 227-241.
- Mejia, L, C. 2004. Inoculation of benecical endophyticfungi into *Theobromae cacao* tissues. Academi Press, New York.
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Prior, C. 1992. *Comperative Risk from Deases of Cocoa in Papua New Guinea sabah and the carabean*. CAB Internasional Sill Wood Park, UK.
- Purwantisari, S dan Hastuti R. B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma spp*. *Isolat Lokal. Bioma*, 11 (1) : 24 – 32.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2015. *Induksi Ketahanan Tanaman Kakao Terhadap Penyakit Vascular Streak Dieback (VSD) dan Busuk Phytophthora Melalui Aplikasi Jamur Trichoderma Sebagai Endofitik*. Laporan Kemajuan Kegiatan KKP3N.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2014. *Kakao (Sejarah, Botani, Prosedur Produksi, Pengolahan, dan Perdagangan)*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Rita, H. dan Baharuddin. 2014. *The Effectiveness Of Clove Oil, Citronella Oil, And Garlic Extract Against Vascular Streak Dieback Disease (Ceratobasidium Theobromae) Of Cocoa*. *TIDP*, 3(3): 167-174
- Rubiyo. 2011. *Pendugaan Daya Gabung dan Heterosis Ketahanan Tanaman Kakao (Theobromae cacao L.) Terhadap penyakit Busuk Buah (Phytophthora palmivora)*. *Littri*, 17(3):124-131.
- Soesanto. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta, PT. Raja Grafindo Persada.
- Sudarmadji, D. dan S. Pawirosoemardjo. 1990. *Perlindungan Tanaman Menunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan*. PT Agricon, Bogor.

- Syarif, M. Anshary A. dan Umrah, (2016). Identifikasi penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) dan tingkat serangan serta pengaruhnya pada pertumbuhan kakao di tiga desa kec. palolo kab. Sigi. *Sain dan Teknologi Tabu*, 5(2):64-74.
- Taufiq, M. 2012. Efektivitas agens antagonis *Trichoderma* spp. pada berbagai media tumbuh terhadap penyakit layu tanaman tomat dalam prosiding seminar ilmiah dan pertemuan tahunan PEI PFT XIX komisariat daerah Sulawesi Selatan. 5 Nopember 2008.
- Tindaon, H. 2008. Pengaruh jamur antagonis *Trichoderma harzianum* dan pupuk organik untuk mengendalikan patogen tular tanah *Sclerotium rolfsii* Sacc. pada tanaman kedelai di rumah kaca. Laporan Skripsi Universitas Sumatra Utara : Medan.
- Wahab, A. dan Sulle, A. 2008. Penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) dan Pengendaliannya pada Tanaman Kakao. Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian. BPTP Sulawesi Tenggara, 14-20.
- Widyastuti SM. 2006. Peran *Trichoderma* spp. dalam revitalisasi kehutanan di Indonesia. Yogyakarta (ID): UGM Pr.
- Winarsih, S. 1999. Pengaruh masa inkubasi dan jumlah spora terhadap infeksi mikoriza dan pertumbuhan tanaman kopi. *Pelita Perkebunan*, 15(1): 13-21.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



T. harzianum ditumbuhkan pada media jagung (Pihak puslit)



T. harzianum pada media jagung



Pelarutan *T. harzianum* dari media jagung ke cair



Persiapan sampel Tanaman Kakao dan pemberian nomer



Aplikasi *T. harzianum* pada Tanaman Kakao



Gejala Penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) pada daun kakao

LAMPIRAN 2. Hasil Analisis Sidik Ragam

2.1 Data ANNOVA Insidensi dan efikasi klon ICCRI 03

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-7

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 9,32 | 3,11 | 1,48 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 145,51 | 24,25 | 11,56 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 37,77 | 2,10 | | | | |
| Total | 27 | 192,603 | | | | | |

FK 221 CV 51,52467 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-7

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 1004,529 | 334,843 | 0,899 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 26050,669 | 4341,778 | 11,660 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 6702,482 | 372,360 | | | | |
| Total | 27 | 33757,680 | | | | | |

FK 109795,96 CV 30,82 %

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-8

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 30,74 | 10,25 | 4,88 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 312,85 | 52,14 | 24,85 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 84,82 | 4,71 | | | | |
| Total | 27 | 428,406 | | | | | |

FK 529 CV 49,92393 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-8

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 3008,92 | 1002,97 | 2,69 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 23020,70 | 3836,78 | 10,30 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 6041,54 | 335,64 | | | | |
| Total | 27 | 32071,16 | | | | | |

FK 108368,49 CV 29,45 %

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-9

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 94,05 | 31,35 | 14,94 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 559,08 | 93,18 | 44,41 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 182,18 | 10,12 | | | | |
| Total | 27 | 835,320 | | | | | |

FK 1031 CV 52,4236
7 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-9

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 1318,50 | 439,50 | 1,18 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 21667,50 | 3611,25 | 9,70 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 6654,69 | 369,70 | | | | |
| Total | 27 | 29640,68 | | | | | |

FK 111815,44 CV 30,43 %

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-10

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 240,36 | 80,12 | 38,18 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 1383,25 | 230,54 | 109,86 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 275,90 | 15,33 | | | | |
| Total | 27 | 1899,503 | | | | | |

FK 1720 CV 49,95 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-10

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 1175,83 | 391,94 | 1,05 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 23574,95 | 3929,16 | 10,55 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 4083,87 | 226,88 | | | | |
| Total | 27 | 28834,650 | | | | | |

FK 132070,67 CV 21,93 %

2.2 Data ANNOVA Insidensi dan Efikasi klon TSH 858

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-7

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 31,24 | 10,41 | 4,96 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 2156,82 | 359,47 | 171,31 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 225,94 | 12,55 | | | | |
| Total | 27 | 2413,998 | | | | | |

FK 1118 CV 56,06 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-7

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 919,02 | 306,34 | 0,82 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 29036,34 | 4839,39 | 13,00 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 2773,66 | 154,09 | | | | |
| Total | 27 | 32729,03 | | | | | |

FK 163025,007 CV 16,27 %

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-8

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 718,29 | 239,43 | 114,10 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 4743,87 | 790,64 | 376,78 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 982,87 | 54,60 | | | | |
| Total | 27 | 6445,027 | | | | | |

FK 6584 CV 48,19 %

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-8

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 1737,76 | 579,25 | 1,56 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 22329,31 | 3721,55 | 9,99 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 2879,18 | 159,95 | | | | |
| Total | 27 | 26946,26 | | | | | |

FK 123044,69 CV 19,07858 %

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-9

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 573,45 | 191,15 | 91,09 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 4375,16 | 729,19 | 347,50 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 1472,98 | 81,83 | | | | |
| Total | 27 | 6421,59 | | | | | |
| FK | | 9183 | | CV | | 49,95 | % |

Data ANNOVA Efikasi Minggu ke-9

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 3373,51 | 1124,50 | 3,02 | ns | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 19263,45 | 3210,58 | 8,62 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 4690,77 | 260,60 | | | | |
| Total | 27 | 27327,73 | | | | | |
| FK | | 99651,64 | | CV | | 27,06 | % |

Data ANNOVA Insidensi minggu ke-10

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Ulangan | 3 | 496,01 | 165,34 | 78,79 | ** | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 4549,39 | 758,23 | 361,34 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 1669,16 | 92,73 | | | | |
| Total | 27 | 6714,57 | | | | | |
| FK | | 10307 | | CV | | 50,19 | % |

Data ANNOVA Efikasi minggu ke-10

| Sumber Keragaman | dB | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F-hitung | | F-tabel | |
|------------------|----|----------------|----------------|----------|----|---------|------|
| | | | | | | 5% | 1% |
| Blok | 3 | 4331,75 | 1443,92 | 3,88 | * | 3,16 | 5,09 |
| Perlakuan | 6 | 18293,89 | 3048,98 | 8,19 | ** | 2,66 | 4,01 |
| Galat | 18 | 5052,20 | 280,68 | | | | |
| Total | 27 | 27677,83 | | | | | |
| FK | | 93928,13 | | CV | | 28,93 | % |