



**PENGENDALIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum* sp.) PADA
TANAMAN OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.) DENGAN *Trichoderma* sp.**

SKRIPSI

Oleh

**Hurin Nabila Aghnia Ilma
151510501290**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGENDALIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum* sp.) PADA
TANAMAN OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.) DENGAN *Trichoderma* sp.**

SKRIPSI

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

Oleh

Hurin Nabila Aghnia Ilma
NIM 151510501290

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya tercinta, ibu, ayah dan adik atas dukungan moral, dukungan materil, kasih sayang dan do'a yang diberikan sehingga menjadi sumber kekuatan bagi saya untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian.
2. Para Guru sejak SD sampai SMA dan seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ilmu selama proses belajar dengan penuh kesabaran dan dedikasi yang tinggi.
3. Semua teman-teman tercinta atas motivasi dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
4. Almamater Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember yang saya cintai dan banggakan.

MOTTO

“Mimpi itu bisa banyak, bukan cuma satu dan kamu bisa mewujudkan semuanya”

(Maudy Ayunda)

“Mimpi setinggi-tingginya, wujudkan sebaik-baiknya. Semesta akan menjawab dengan cara yang tidak pernah kita duga”

(RAN)

“Mengeluh tidak membuat beban mu bertambah berat, hanya saja akan membuat dirimu semakin lemah. Rasa cemas tidak akan membuat bahayanya semakin besar hanya saja dirimu yang semakin mengecil, apa yang ada didepan hadapi saja. Apa yang terjadi jalani saja, karena hidup merupakan sebuah perjalanan bukan pelarian. ‘Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang orang yang kufur’ ”

(QS Yusuf : 87)

“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya, jika kamu orang-orang yang beriman”

(Q.S. Ali-Imran : 139)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Hurin Nabila Aghnia Ilma

NIM : 151510501290

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum sp.*) pada Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus L.*) dengan *Trichoderma sp.*”** adalah benar-benar hasil karya penulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya tulis plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2019

Yang menyatakan

Hurin Nabila Aghnia Ilma

NIM. 151510501290

SKRIPSI

**PENGENDALIAN PENYAKIT ANTRAKNOSA (*Colletotrichum* sp.) PADA
TANAMAN OKRA (*Abelmoschus esculentus* L.) DENGAN *Trichoderma* sp.**

Oleh :

Hurin Nabila Aghnia Ilma
NIM 151510501290

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi : Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti S.P., M. Sc.
NIP. 197303252003122002

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) dengan *Trichoderma* sp.**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal : Juli 2019
Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi,

Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti S.P., M. Sc.
NIP. 197303252003122002

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Ir. Sigit Prastowo, MP.
NIP. 196508011990021001

Ir. Bambang Kusmanadhi, M. Agr.Sc.
NIP. 195704271986011002

**Mengesahkan,
Dekan,**

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

RINGKASAN

Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) dengan *Trichoderma* sp.; Hurin Nabila Aghnia Ilma; 151510501290; 2019; Program Studi Agroteknologi; Fakultas Pertanian; Universitas Jember.

Tanaman okra (*Abelmoschus esculentus* L.) merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia terutama untuk mengobati berbagai penyakit sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Permasalahan yang banyak ditemui dalam budidaya tanaman okra yaitu adanya OPT yang dapat menurunkan produktivitas okra, salah satunya adalah penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. Patogen tersebut memiliki hifa bersepta, memiliki konidium yang berbentuk bulan sabit dengan ujung runcing. Antraknosa memiliki gejala yaitu adanya bercak tidak teratur pada daun dan umumnya pusat bercak sering pecah sehingga menyebabkan daun menjadi berlubang.

Agens pengendali hayati dapat digunakan untuk menekan perkembangan *Colletotrichum* sp. Agens pengendali hayati yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengendalikan penyakit yaitu *Trichoderma* sp. yang berasal dari golongan jamur. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang bersifat parasit terhadap jenis jamur lain termasuk *Colletotrichum* sp. *Trichoderma* sp. memiliki miselium yang bersepta dan memiliki banyak cabang, konidia spora bersepta, memiliki konidiofor yang bercabang ujung konidiofor tumbuh sel dengan bentuk seperti botol (fialifa). *Trichoderma* sp. memiliki konidia yang berwarna hijau cerah dan bergerombol membentuk bola dan hifa terlihat menonjol.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan sesuai dengan variabel pengamatan yang digunakan maka dapat diketahui bahwa *Trichoderma* sp. mampu menghambat *Colletotrichum* sp. secara *in vitro* sebesar 72,72%. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. Esculentus*). *Trichoderma* sp. dengan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} memberikan hasil

yang paling baik dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman okra yaitu masa inkubasi paling panjang 14 hari, insidensi paling baik yaitu 87,5%, keparahan penyakit paling rendah yaitu 35,83%, dan laju infeksi paling rendah yaitu 0,048. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra (*H. Esculentus*). *Trichoderma* sp. dengan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} memberikan hasil yang paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra yaitu tinggi tanaman mencapai 79,81 cm, jumlah daun sebanyak 15 helai, jumlah bunga sebanyak 10, dan jumlah buah sebanyak 10 buah.

SUMMARY

Antraknosa Disease Control (*Colletotrichum* sp.) On Plant Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) with *Trichoderma* sp.; Nabila Hurin Aghnia Ilma; 151510501290; 2019; Agrotechnology Study Program; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Plant okra (*Abelmoschus esculentus* L.) is a plant that has many benefits for human health, especially for treating various diseases so widely consumed by the public. The problems that were encountered in the cultivation of okra plant that is the pest that can reduce productivity okra, one of which is anthracnose caused by *Colletotrichum* sp. The pathogens have septate hyphae, have konidium the crescent-shaped with a pointed end. Anthracnose have symptoms that their irregular blotches on leaves and generally spotting center often broken, causing the leaves become perforated.

Biological control can be used for pushing suppress the development of *Colletotrichum* sp. Biological control that is commonly used by communities to control the disease that is *Trichoderma* sp. derived from the class of fungi. *Trichoderma* sp. is a fungus parasitic on other fungi species including *Colletotrichum* sp. *Trichoderma* sp. has mycelium septate and have many branches, septate conidia spores, has branched conidiophores ends of conidiophores grow cells with shapes such as bottles (fialifa). *Trichoderma* sp. has a bright green conidia and hyphae clustered into balls and stand out.

Based on test results and observations that have been made in accordance with the observation variable is used it can be seen that *Trichoderma* sp. able to inhibit *Colletotrichum* sp. in vitro by 72.72%. Density differences *Trichoderma* sp. affect the ability to control anthracnose (*Colletotrichum* sp.) on okra plants (*H. esculentus*). *Trichoderma* sp. density 10^6 Spore gives the best results in suppressing the development of anthracnose on okra plant that is the longest incubation period of 14 days, the incidence of both is 87.5%, the lowest disease severity ie 35.83%, and the lowest infection rate is 0.048. ml^{-1} . Density

differences *Trichoderma* sp. affect the ability to increase growth and yield of okra (*H. esculentus*). *Trichoderma* sp. density 10^6 Spore gives the best results in improving the growth and yield of okra which reached 79.81 cm plant height, leaf number as many as 15 pieces, the amount of interest as much as 10, and the number of pieces by 10 pieces. ml^{-1}



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum sp.*) pada Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus L.*) dengan *Trichoderma sp.*”.**

Tak lupa sholawat dan salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas darimasukan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih saya sampaikan kepada

1. Bapak Ir. Sigit Soeparjono, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Jember
2. Bapak Ir. Hari Purnomo, M.Si.,Ph.D.,DIC selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember
3. Bapak Ir. Bambang Kusmanadhi, M. Agr.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa
4. Ibu Dr. Suhartiningsih Dwi Nurcahyanti S.P., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi (DPS) untuk waktu, arahan, bimbingan, motivasi dan kesabaran selama penyusunan skripsi ini
5. Bapak Ir. Sigit Prastowo, MP. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ir. Bambang Kusmanadhi, M. Agr.Sc selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini
6. Ibunda Siti Holila dan Ayahanda Dodit Tri Harsono, dan adik Azzam Daffa Aththobarani yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang serta semangat secara moral dan materi mulai dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini
7. Sahabat saya Winda Ruliyanti, Rizkiyanti Faradina, Fauziyah Nurul Laili, Farida Puput Kurniasih, Sukma Karina Putri, Uswatun Hasanah, Nur Afwiyatur Rofiqoh, Lutfi Amanda, dan Keke Yunadia Kumala Dewi yang telah membantu saya dan memberi dukungan mulai dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.

8. Sahabat Endang Setyoningsih dan Hiksa Maulana Saputra yang menjadi tempat berkeluh kesah saya dan memotivasi saya untuk segera menyelesaikan skripsi ini
9. Sahabat 45 hari saya Ardila Dwi Tresna yang telah mendukung dan memotivasi saya dari awal hingga akhir
10. Teman-teman saya Khairul Anam, Miftakhul Ulum, Bapak Wahyu Ernanda, dan keluarga Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember lainnya yang tidak bisa saya sebutkan namanya.
11. Teman-teman IMAGRO, Magang Dinas Kehutanan Lumajang dan KKN 25 Desa Sucopangepok yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada saya.
12. Keluarga besar Agroteknologi angkatan 2015 atas kenangan, kebersamaan, suka duka selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuan.

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, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Okra	4
2.2 Penyakit Antraknosa	5
2.2.1 Karakteristik	5
2.2.2 Gejala	6
2.2.3 Ekologi dan Siklus Hidup	7
2.3 <i>Trichoderma</i> sebagai Agen Pengendali Hayati	7
2.3.1 Karakteristik	7
2.3.2 Ekologi.....	8

2.3.3 Mekanisme <i>Trichoderma</i> sp. dalam Menghambat <i>Colletotrichum</i> sp.	9
2.4 Hipotesis	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Persiapan Penelitian	11
3.2.1 Menyiapkan Alat dan Bahan	11
3.2.1.1 Alat	11
3.2.1.2 Bahan	11
3.2.2 Karakterisasi Patogen <i>Colletotrichum</i> sp.	11
3.2.3 Perhitungan Kerapatan Spora <i>Colletotrichum</i> sp.	12
3.3 Pelaksanaan Penelitian	13
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	13
3.3.2 Prosedur Penelitian	13
3.3.2.1 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Colletotrichum</i> sp. secara <i>In Vitro</i>	13
3.3.2.2 Persiapan Media Tanam.....	14
3.3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan Okra	14
3.3.2.4 Inokulasi jamur <i>Colletotrichum</i> sp.	15
3.3.2.5 Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp. pada Tanaman Okra	15
3.3.2.6 Pemanenan	16
3.4 Variabel Pengamatan	16
3.4.1 Daya Hambat	16
3.4.2 Masa Inkubasi.....	16
3.4.3 Insidensi Penyakit	17
3.4.4 Keparahan Penyakit	17
3.4.5 Laju Infeksi	18
3.4.6 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman	18
3.5 Analisis Data	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil	19

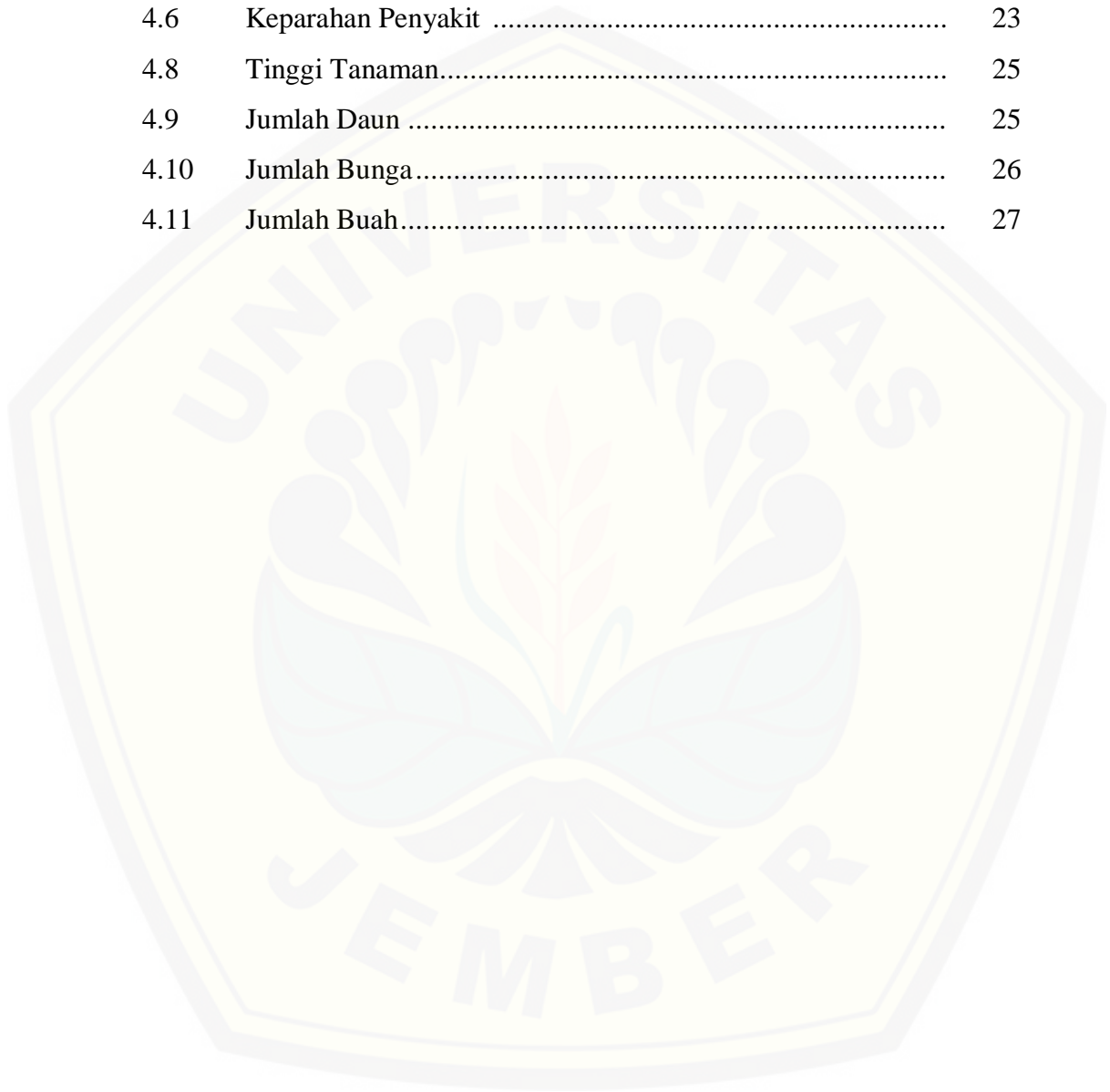
4.1.1 Karakteristik Patogen Penyebab Antraknosa pada Tanaman Okra	19
4.1.2 Daya Hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Colletotrichum</i> sp.	20
4.1.3 Perkembangan Penyakit Antraknosa dengan Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp.	21
4.1.4 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Okra dengan Aplikasi <i>Trichoderma</i> sp.	24
4.2 Pembahasan	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Morfologi <i>Colletotrichum</i> sp.	05
2.2	Gejala Antraknosa pada Daun	06
3.2	Morfologi <i>Trichoderma</i> sp.	08
3.1	Uji Daya Hambat	14
4.1	Penyakit antraknosa pada Tanaman Okra	19
4.2	Hasil Pengujian Patogenisitas pada Daun Okra	20
4.3	Penghambatan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Colletotrichum</i> sp. .	20
4.4	Gejala Antraknosa pada Daun Okra.	21
4.5	Pertumbuhan Tanaman Okra.	24

DAFTAR GRAFIK

Gambar	Judul	Halaman
4.5	Insidensi Penyakit	22
4.6	Keparahan Penyakit	23
4.8	Tinggi Tanaman.....	25
4.9	Jumlah Daun	25
4.10	Jumlah Bunga.....	26
4.11	Jumlah Buah.....	27



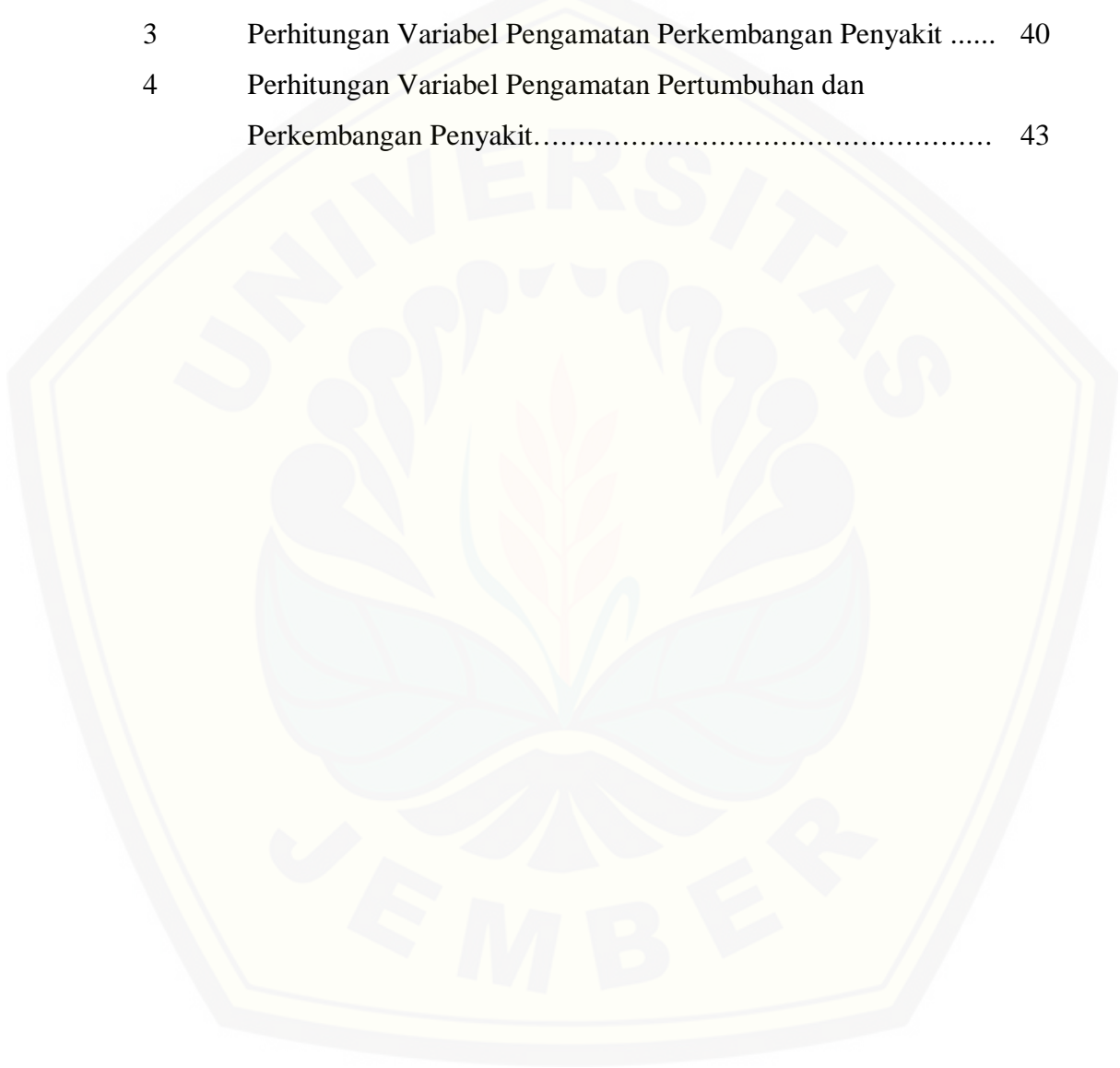
DAFTAR TABEL

Gambar	Judul	Halaman
4.1	Perkembangan Penyakit Antraknosa	15
4.2	Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Okra.....	21



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Judul	Halaman
1	Dokumentasi Laboratorium kegiatan Penelitian	36
2	Dokumentasi Lapang kegiatan Penelitian	38
3	Perhitungan Variabel Pengamatan Perkembangan Penyakit	40
4	Perhitungan Variabel Pengamatan Pertumbuhan dan Perkembangan Penyakit.....	43



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman okra (*H. esculentus* L.) merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia terutama untuk mengobati berbagai penyakit sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Menurut Ichsan dkk (2017) mengatakan bahwa bagian dari tanaman okra yang paling umum dikonsumsi adalah bagian buah mudanya karena mengandung serat dan lendir. Permasalahan yang banyak ditemui dalam budidaya tanaman okra yaitu adanya OPT yang dapat menurunkan produktivitas okra. OPT merupakan organisme yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya sehingga dapat menurunkan hasil pertanian. OPT memanfaatkan bagian-bagian tanaman okra sebagai tempat berlindung dan berkembang serta menjadikan tanaman tersebut sebagai sumber makanan. OPT dibagi menjadi tiga jenis yaitu hama, penyakit dan gulma (Wahyono dan Subanar, 2012).

Antraknosa merupakan suatu penyakit utama tanaman okra yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. yang dapat menginfeksi daun, batang, maupun buah okra pada semua fase pertumbuhan sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas. Patogen tersebut memiliki hifa bersepta dan warna hialin semakin lama akan berubah menjadi gelap. *Colletotrichum* sp. memiliki konidium yang berbentuk bulan sabit atau sedikit lonjong (Sastrahidayat, 2015). Antraknosa memiliki gejala yaitu adanya bercak tidak teratur pada daun dan umumnya pusat bercak sering pecah sehingga menyebabkan daun menjadi berlubang.

Pengendalian terhadap penyakit antraknosa dapat dilakukan dengan menggunakan fungisida kimia sintetis, namun memiliki efek samping yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Penggunaan agens pengendali hayati untuk mengendalikan penyakit antraknosa dilakukan untuk mengurangi penggunaan fungisida kimia sintetis. Agens pengendali hayati merupakan mikroorganisme yang berasal dari golongan nematoda, jamur, bakteri, maupun virus yang memiliki sifat antagonis terhadap suatu patogen. Agens pengendali

hayati memiliki tujuan yaitu untuk mengurangi infeksi penyakit dengan mengurangi jumlah inokulum patogen, menekan kemampuan patogen dalam menginfeksi inangnya dan mengurangi keganasan patogen tersebut. Agens pengendali hayati yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengendalikan penyakit yaitu *Trichoderma* sp. Berlian dkk, (2013) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. merupakan agens pengendali hayati yang berasal dari golongan jamur yang mampu menghambat patogen melalui mekanisme antibiosis, lisis, parasitisme, serta kompetisi ruang dan nutrisi.

Trichoderma sp. merupakan salah satu jamur yang banyak tersebar di alam dan umumnya berwarna hijau gelap. *Trichoderma* sp. memiliki miselium yang berseptata dan memiliki banyak cabang, konidia spora berseptata dan cabang paling ujung dapat berfungsi sebagai sterigma. *Trichoderma* sp. memiliki konidiofor yang bercabang dan berbentuk verticillate dan pada ujung konidiofor tumbuh sel dengan bentuk seperti botol (Gusnawaty dkk., 2014). Sel tersebut dapat berbentuk tunggal maupun berkelompok. *Trichoderma* sp. memiliki konidia yang berwarna hijau cerah dan bergerombol membentuk bola dan hifa terlihat menonjol. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang banyak terdapat di dalam tanah dan termasuk dalam kelas *Ascomycetes* yang bersifat parasit terhadap jenis jamur lain termasuk *Colletotrichum* sp.

Trichoderma sp. mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum* sp. yaitu sekitar 82,79% (Aini dkk., 2013). Menurut Khairul, dkk (2018) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. dengan rata – rata persentase penghambatan 2.82% pada hari ketiga setelah dilakukan inokulasi; 70.28% pada hari keempat setelah dilakukan inokulasi dan 100% pada hari kelima setelah dilakukan inokulasi pada tanaman cabai. *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang ditandai dengan adanya peningkatan tinggi tanaman dan peningkatan diameter tanaman (Khairul dkk., 2018). *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan optimal sebagai agens pengendali hayati yaitu pada kerapatan 10^4 , 10^5 , 10^6 , dan 10^7 sehingga perlu untuk dilakukan penelitian mengenai pengendalian *Colletotrichum* sp. dengan menggunakan *Trichoderma* sp.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah *Trichoderma* sp. dapat menghambat patogen *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*?
2. Apakah kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. esculentus* L.)?
3. Apakah kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra (*H. esculentus* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.
2. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan *Trichoderma* sp. terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. esculentus* L.).
3. Untuk mengetahui pengaruh kerapatan *Trichoderma* sp. terhadap kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra (*H. esculentus* L.).

1.4 Manfaat

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu untuk menambah pengetahuan tentang daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp yang kemudian diujikan di lapang untuk mengetahui pengaruh kerapatan *Trichoderma* sp. terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. esculentus* L.) dan untuk mengetahui pengaruh kerapatan *Trichoderma* sp. terhadap kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra (*H. esculentus* L.).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Okra

Tanaman okra merupakan tanaman yang termasuk dalam divisi *Magnoliophyta* dan kelas *Magnoliopsida* yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia apabila dikonsumsi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Febriyatna dan Widiyawati (2017), buah okra mampu menurunkan kadar kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan dapat meningkatkan kolesterol HDL (*High Density Lipoprotein*) sehingga dapat digunakan untuk membantu mengatasi kolesterol. Tanaman okra termasuk dalam famili *Malvaceae* atau termasuk dalam golongan keluarga kapas-kapasan.

Tanaman okra atau tanaman dengan nama latin *Abelmoschus esculentus* L. ini merupakan tanaman yang berasal dari Benua Afrika. Tanaman okra dapat tumbuh pada semua musim, baik musim hujan maupun musim kemarau. Tanaman okra membutuhkan suhu hangat untuk tumbuh dengan baik dan tidak dapat tumbuh pada suhu rendah. Tanaman okra membutuhkan sinar matahari untuk tumbuh dan apabila ternaungi maka tanaman okra akan sukar berbuah karena pembentukan buah okra membutuhkan proses fotosintesis yang sempurna sehingga apabila tanaman ternaungi maka dapat menurunkan hasil produksi. Penurunan hasil produksi juga dapat terjadi karena terganggunya proses pembentukan klorofil sehingga proses fotosintesis juga terganggu (Ichsan dkk., 2009).

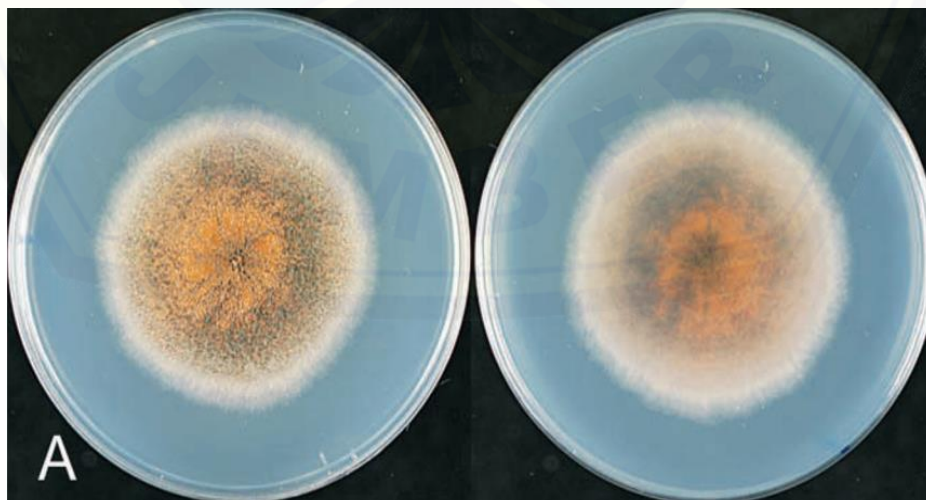
Tanaman okra memiliki jenis perakaran tunggang yang dalam, memiliki batang yang tegak dan dapat tumbuh mencapai 0,5 sampai 4 meter. Tanaman okra merupakan tanaman yang memiliki batang agak berkayu dan memiliki daun menjari yang dipenuhi rambut-rambut halus sebagai pertahanan diri dari hama dan penyakit yang dapat menyerang. Bunga okra berwarna putih kekuningan dan kadang ada bercak ungu atau merah pada dasar kelopak dengan diameter 4-8 cm. Tanaman okra memiliki tipe bunga yang menyerbuk sendiri dan bunga akan layu setelah penyerbukan. Menurut Nadira dkk (2009) mengatakan bahwa buah okra muda memiliki kandungan kadar air sebanyak 85,70%, protein sebanyak 8,30%,

lemak 2,05%, karbohidrat 1,4% dan kalori sebanyak 38,9% per 100g. Bagian dari tanaman okra yang dapat dikonsumsi yaitu daun, buah, dan biji. Namun sebagian besar masyarakat mengonsumsi buah okra muda sebagai sayur maupun dijadikan sebagai penyedap rasa. Buah okra memiliki kandungan serat yang sangat tinggi dan buah okra dapat digunakan untuk menurunkan kadar gula darah, mengatasi konstipasi, menurunkan kadar kolesterol dalam darah dan mencegah kanker usus (Prakoso dkk., 2016).

2.2 Penyakit Antraknosa

2.2.1 Karakteristik

Penyakit antraknosa disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* sp. yang termasuk dalam golongan jamur. Patogen *Colletotrichum* sp. merupakan keluarga dari *polystigmataceae* dari genus *Colletotrichum*. Patogen *Colletotrichum* sp. memiliki konidia yang tersusun di dalam aservulus atau struktur aseksual pada jamur parasit (Sudirga, 2016). Patogen *Colletotrichum* sp. memiliki miselium dengan jumlah yang banyak dan memiliki hifa yang bersepta tipis. Patogen ini memiliki konidiofor yang tidak bercabang, pendek, dan tidak bersepta dengan ukuran $7-8 \times 3-4 \mu\text{m}$. *Colletotrichum* sp. memiliki konidia berbentuk seperti bulan sabit atau sedikit lonjong. Konidium akan membentuk sekat apabila berkecambah dan membentuk apresorium sebelum menginfeksi tanaman.



Gambar 1. Morfologi *Colletotrichum* sp. a) *Colletotrichum* sp. pada media PDA setelah 10 hari (Weir *et al.*, 2012)

2.2.2 Gejala

Penyakit antraknosa umumnya menginfeksi pada hampir semua bagian tanaman mulai dari batang, cabang, daun, serta buah. Infeksi patogen *Colletotrichum* sp. dapat terjadi mulai dari fase perkecambahan, vegetatif, sampai fase generatif. Penyakit antraknosa memiliki beberapa gejala yaitu ditandai dengan adanya bintik-bintik kecil yang berwarna hitam dan sedikit cekung atau melekok ke dalam. Gejala pada daun yaitu terdapat bercak tidak teratur, bercak dapat pecah sehingga membentuk lubang pada daun, semakin lama daun akan semakin layu dan rontok. Batang okra yang terinfeksi antraknosa menunjukkan gejala adanya bercak berwarna keabu-abuan yang menyebabkan matinya bagian batang yang terinfeksi. Bagian bunga menunjukkan adanya bintik kecil berwarna hitam dan umumnya muncul pada cuaca lembab seperti saat musim hujan sehingga dapat menyebabkan rontoknya sebagian maupun seluruh kuncup bunga. Bagian buah atau polong menunjukkan gejala antraknosa yaitu adanya bercak berwarna hitam pada bagian kulit yang semakin lama akan membesar, menyatu dan menjadi cekung sehingga menyebabkan buah menjadi busuk (Harahap dkk., 2013). Patogen *Colletotrichum* sp. menginfeksi tanaman dengan cara masuk ke dalam jaringan tanaman melalui kutikula kemudian menghancurkan dinding sel. Patogen *Colletotrichum* sp. mengeluarkan enzim poligalakturonase, selulose, dan pektin metilesterase dan toksin selama proses infeksi berlangsung (Febbiyanti dan Kusdiana, 2012).



Gambar 2. Gejala antraknosa pada Daun

2.2.3 Ekologi dan Siklus Hidup

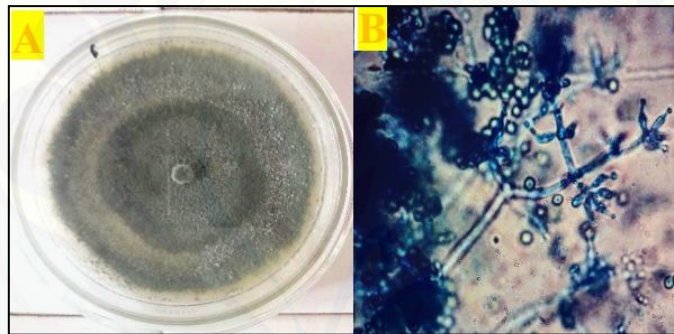
Patogen *Colletotrichum* sp. berkembang pesat pada saat lingkungan lembab dan basah, terutama pada saat musim hujan. Selain itu Patogen *Colletotrichum* sp. juga dapat menginfeksi pada saat musim kemarau, hal ini terjadi apabila kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan dan perkembangan patogen. Patogen *Colletotrichum* sp. tumbuh baik pada suhu 25-28 °C, sedangkan apabila kurang dari 25 °C dan di atas 28 °C maka spora tidak dapat berkecambah. Menurut Rangkuti dkk., (2017) mengatakan bahwa patogen *Colletotrichum* sp. dapat tumbuh dan berkembang pada ranting-ranting pohon yang sakit, daun-daun, maupun di dalam tanah. Patogen *Colletotrichum* sp. akan membentuk konidium pada cuaca lembab kemudian spora akan keluar dari aservulus seperti massa lendir berwarna merah jambu yang kemudian akan disebarkan melalui serangga maupun percikan air hujan sehingga dapat menyebar dengan cepat ke bagian tanaman yang belum terinfeksi dan menyebabkan tanaman menjadi sakit.

2.3 *Trichoderma* sebagai Agen Pengendali Hayati

2.3.1 Karakteristik

Trichoderma sp. merupakan cendawan antagonis yang memiliki sifat mikroparasitik yang merupakan kemampuan untuk menjadi parasit pada cendawan lain. *Trichoderma* sp. banyak ditemukan di dalam tanah. Menurut Khairul dkk., (2018) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman yang ditandai dengan adanya peningkatan tinggi tanaman dan peningkatan diameter tanaman. Peningkatan pertumbuhan tersebut dikarenakan *Trichoderma* sp. mampu menekan pertumbuhan penyakit antraknosa pada tanaman sehingga tanaman dapat memanfaatkan nutrisi yang diperoleh dari tanah secara maksimal untuk pertumbuhannya tanpa ada gangguan dari penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan. Menurut Berlian (2013) mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan bertahan dalam keadaan yang kurang menguntungkan seperti miskin hara dan kekeringan. *Trichoderma* sp. akan membentuk klamidospora sebagai propagul sehingga apabila keadaan lingkungan sudah menguntungkan maka *Trichoderma* sp. dapat berkembang kembali.

Trichoderma sp. umumnya membentuk koloni berwarna hijau dan memiliki banyak percabangan pada konidioforanya dengan arah yang berlawanan yang pada ujungnya tumbuh sel-sel yang menyerupai botol (*Fialid*). *Trichoderma* sp. memiliki miselium yang bersepta, dan memiliki konidia bersel tunggal dan berbentuk bulat. Gusnawaty dkk (2014) dalam penelitiannya mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. memiliki konidiovor yang bercabang dan memiliki konidia yang berbentuk oval maupun bulat. *Trichoderma* sp. bereproduksi secara aseksual dengan menggunakan konidia yang terdapat pada struktur konidiofor. Konidiofor memiliki banyak cabang, dan cabang utama akan membentuk cabang. Konidia umumnya kering, namun beberapa jenis *Trichoderma* sp. memiliki konidia yang berwujud cairan berwarna hijau bening atau kuning dengan bentuk elips dan bertekstur halus.



Gambar 3. Morfologi *Trichoderma* sp. a) Koloni *Trichoderma* sp. pada media PDA, b) Bentuk konidia *Trichoderma* sp. padapengamatan mikroskopis. (Khairul dkk., 2018)

2.3.2 Ekologi

Trichoderma sp. merupakan salah satu mikroorganismenya yang termasuk dalam golongan jamur dan dapat ditemui pada semua jenis tanah. *Trichoderma* sp. bersifat saprofit. *Trichoderma* sp. memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat berkembang biak dengan cepat dan mudah dibiakkan pada media biakan seperti media PDA maupun secara alami (Khairul dkk., 2018). Pertumbuhan *Trichoderma* sp. dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan terutama temperatur dan pH. Cendawan *Trichoderma* sp. dapat tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan, namun pertumbuhan optimum *Trichoderma* sp. yaitu pada suhu 20-28°C namun tidak dapat tumbuh pada suhu 30°C dan pH yang berkisar

antara 4,5 sampai 5,5. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi perkembangan *Trichoderma* sp. yaitu kelembaban udara. Perbedaan lingkungan dapat menyebabkan terjadinya perbedaan suhu sehingga dapat mempengaruhi produksi enzim seperti karboksimetilselulase dan xilanase pada *Trichoderma* sp.

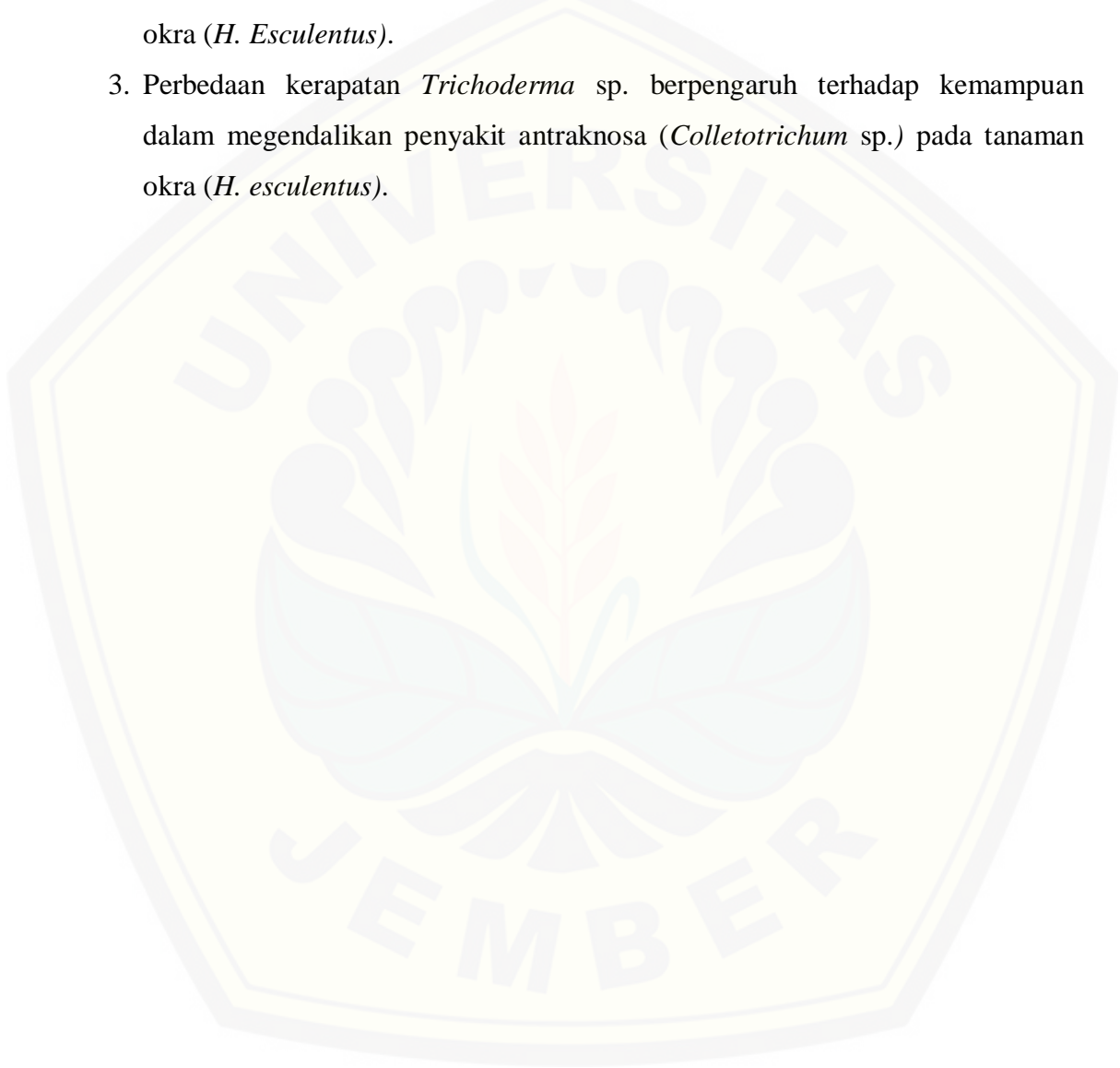
2.3.3 Mekanisme *Trichoderma* sp. dalam Menghambat *Colletotrichum* sp.

Menurut Berlian dkk. (2013), *Trichoderma* sp. dapat menghambat jamur patogen melalui interaksi antibiosis, lisis, parasitisme, dan kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi. *Trichoderma* sp. menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan memanjangnya miselia kemudian membelit dan melakukan proses penetrasi terhadap hifa jamur patogen sehingga terjadi lisis pada hifa jamur patogen dan akhirnya patogen dapat hancur dan mati. Selain itu *Trichoderma* sp. juga dapat tumbuh lebih cepat dari jamur patogen sehingga dapat menguasai ruang dan menggunakan nutrisi lebih banyak serta lebih cepat dari jamur patogen. Menurut Alfizar dkk., (2013), *Trichoderma* sp. menghasilkan senyawa antibiosis yaitu glitoxin, glyviridin, dan Trichodermin yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. *Trichoderma* sp. dapat memarasit cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk menyerap nutrisi dan zat makanan dari dalam sel cendawan lain sehingga dapat menyebabkan kematian.

Trichoderma sp. memiliki potensi untuk mengendalikan penyakit lain selain penyakit antraknosa. Menurut Tarigan dkk. (2017) mengatakan dalam penelitiannya bahwa selain mengendalikan penyakit antraknosa, *Trichoderma* sp. juga dapat mengendalikan penyakit lain seperti layu bakteri, layu fusarium, dan hawar daun. *Trichoderma* sp. dapat mengendalikan penyakit blas pada tanaman padi yang disebabkan oleh *Pyricularia oryzae*, hal ini didukung oleh penelitian yang didukung oleh Hidayat dkk., (2014) yang mengatakan bahwa *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan patogen *P. Oryzae* dan mengurangi tingkat keparahan penyakit blas. *Trichoderma* sp. juga dapat menjadi agens pengendali hayati karena mampu menekan perkembangan penyakit busuk vanili (Taufiq, 2012).

2.5 Hipotesis

1. *Trichoderma* sp. mampu menghambat patogen *Colletotrichum* sp. secara *in vitro*.
2. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. Esculentus*).
3. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. esculentus*).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2018 – Juli di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember dan *Green House* untuk aplikasi lapang.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Alat dan Bahan

3.2.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi polybag, alat tulis, kamera, plastik kecil (babybag), ember, timbangan, sendok, sprayer, gelas ukur, kapas, tisu, cangkul, cetok, sabit, *micropipet*, rak kultur, cawan petri, cover glass, objek gelas, silet, tabung reaksi, beaker glass, schotbottle, plastik bening, lampu spiritus, pinset, cutter, selotip, mikroskop, penggaris, alimunium foil, kompor, panci dan *plastic wrap*.

3.2.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi gas lpg, pasir, tanah, kompos, benih okra, aquadest, isolat *Trichoderma* sp., isolat *Colletotrichum* sp., *Potato Dekstrose Agar* (PDA), alkohol 97%, alkohol 70% dan air.

3.2.2 Karakterisasi Patogen *Colletotrichum* sp.

Isolat patogen *Colletotrichum* sp. diperoleh melalui isolasi patogen dari daun okra yang terinfeksi penyakit antraknosa. Isolasi dilakukan dengan cara mengambil sampel daun tanaman okra yang menunjukkan gejala antraknosa, masih segar, dan representatif. Sampel daun dipotong pada bagian yang menunjukkan gejala penyakit dan bagian sehat. Setelah itu, potongan daun tersebut dilakukan sterilisasi bertingkat dengan masing masing durasi 3 menit untuk mencegah rusaknya sampel dan matinya patogen. Potongan daun tersebut

kemudian dikeringkan dan diletakkan pada cawan petri yang berisi media PDA dan diinkubasi selama 7 hari. Jamur patogen yang tumbuh kemudian dimurnikan. Identifikasi patogen dilakukan dengan:

a. Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati bentuk koloni, diameter, tepi koloni dan warna menggunakan mikroskop untuk memastikan bahwa jamur tersebut merupakan patogen *Colletotrichum* sp.. Isolat patogen siap digunakan untuk perbanyakan setelah dipastikan bahwa jamur tersebut benar merupakan patogen (Sudirga, 2016).

b. Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan untuk memastikan bahwa patogen yang ditemukan benar sebagai patogen tanaman Okra. Uji patogenisitas dilakukan dengan mensterilkan daun Okra dengan menggunakan alkohol, kemudian menyemprotkan suspensi patogen dengan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} pada daun Okra sampai seluruh permukaan daun tertutupi oleh suspensi patogen. Sebagai kontrol yaitu menyemprotkan air steril pada daun Okra yang telah disterilkan kemudian. Tanaman diinkubasi dan diamati setiap perkembangan gejala setiap hari (Ardinata dkk., 2017)

3.2.3 Perhitungan Kerapatan Spora *Colletotrichum* sp.

Patogen yang diperoleh melalui isolasi kemudian diamati kerapatan konidianya. Menurut Rizkie dkk., (2017) mengatakan bahwa pengenceran dilakukan dengan mengambil satu cawan petri biakan murni *Colletotrichum* sp. pada media PDA kemudian dimasukkan ke dalam 100 ml aquades steril dan dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Suspensi tersebut kemudian diambil sebanyak 1 ml dan kemudian ditambah dengan 9 ml aquades steril sehingga menghasilkan tingkat pengenceran 10^{-1} . Pengenceran dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan tingkat pengenceran 10^{-3} dan diperoleh kerapatan spora 10^8 spora ml^{-1} . Suspensi yang diperoleh dari pengenceran tersebut kemudian diamati dibawah mikroskop yang dilengkapi dengan *haemocytometer*.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Pengendalian penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*Abelmoschus esculentus*) dengan *Trichoderma* sp. menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan kemudian dari masing-masing perlakuan tersebut dilakukan 4 kali ulangan. Masing-masing ulangan perlakuan terdapat 4 sampel tanaman sehingga didapati 80 tanaman uji. Perlakuan yang diuji meliputi :

- P0 : kontrol
 P1 : *Trichoderma* sp. 10^4 spora ml^{-1}
 P2 : *Trichoderma* sp. 10^5 spora ml^{-1}
 P3 : *Trichoderma* sp. 10^6 spora ml^{-1}
 P4 : *Trichoderma* sp. 10^7 spora ml^{-1}

Berikut merupakan denah pengacakan dalam penanaman Okra

P3	P0	P1	P3
P3	P4	P1	P0
P0	P2	P2	P2
P4	P3	P0	P4
P1	P4	P2	P1

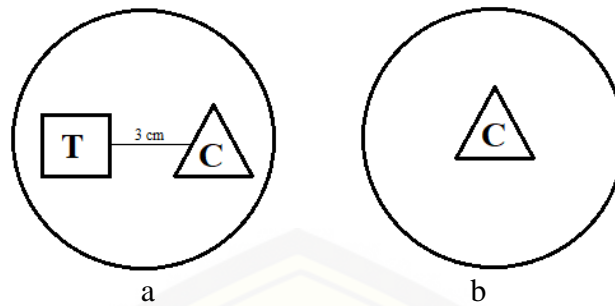
Keterangan :

P0-P4 : Perlakuan

3.3.2 Prosedur Penelitian

3.3.2.1 Uji Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. secara *In Vitro*

Menurut Khairul dkk., (2018) uji antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum* sp. dilakukan secara *In vitro* dengan menggunakan metode dual kultur (*dual culture methode*) pada cawan petri dengan media PDA. Uji antagonis dilakukan dengan menempatkan kedua koloni jamur seperti pada gambar :



Gambar 4. Uji Daya Hambat. a) Peletakan inokulum *Colletorichum* sp. dan *Trichoderma* sp. b) Perlakuan kontrol

Keterangan :



: *Trichoderma* sp



: *Colletorichum* sp.

3.3.2.2 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan yaitu pasir, tanah, dan kompos yang kemudian dimasukkan polybag dengan ukuran 40 cm x 40 cm sebagai media penanaman okra. Masing-masing *polybag* diisi dengan pasir, tanah, dan kompos dengan perbandingan 1:1:1.

3.3.2.3 Penanaman dan Pemeliharaan Okra

Penanaman okra dilakukan dengan memasukkan dua benih setiap satu *polybag* dengan ukuran 40 cm x 40 cm yang telah berisi media tanam berupa pasir, tanah, dan kompos yang sudah disterilkan terlebih dahulu. Benih okra terlebih dahulu dicuci dan direndam dengan menggunakan air hangat selama 24 jam untuk mempercepat masa imbibisi benih. Perendaman benih dilakukan untuk mempercepat proses imbibisi, selain itu perendaman benih ini juga dilakukan untuk seleksi benih. Benih okra yang digunakan adalah benih yang tenggelam saat direndam. Pemeliharaan tanaman okra meliputi pemupukan, penyiraman, dan penyiangan gulma. Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari yaitu sebanyak satu kali pada pagi atau sore hari. Menurut Afandy (2016) mengatakan bahwa pemupukan dilakukan seminggu sebelum tanam sebagai pemupukan dasar dan 2 minggu setelah tanam yaitu urea sebanyak 225 kg/ha, KCL sebanyak 150 kg/ha, dan TSP sebanyak 120 kg/ha atau setara dengan pupuk urea sebanyak 5 gram per

tanaman, KCL sebanyak 3 gram per tanaman, dan TSP sebanyak 3 gram per tanaman. Penyiangan dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh di dalam *polybag* setiap saat gulma tumbuh.

3.3.2.4 Inokulasi jamur *Colletotrichum* sp.

Inokulasi jamur *Colletotrichum* sp. dilakukan setelah tanaman okra berumur 20 hari setelah penanaman. Inokulasi patogen dilakukan dengan menggunakan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} sebanyak 25 ml per tanaman. Menurut Suryatiningsih (2015), tanaman okra diinokulasi jamur *Colletotrichum* sp. dengan cara disemprotkan secara merata pada seluruh permukaan daun tanaman kemudian disungkup dengan menggunakan plastik dan didiamkan selama 3 hari agar patogen dapat masuk dan menginfeksi tanaman melalui lubang alami pada tanaman seperti stomata dan hidatoda.

3.3.2.5 Aplikasi *Trichoderma* sp. pada Tanaman Okra

Trichoderma sp. diperoleh dari koleksi Laboratorium PHPTPH Tanggul yang dibiakkan pada media PDA pada tabung reaksi kemudian diremajakan pada media PDA yang baru dan diinkubasi selama 14 hari. Suspensi *Trichoderma* sp. diperoleh dengan cara menambahkan 100 ml aquadest steril ke dalam erlenmeyer dan ditambah dengan satu cawan petri biakan murni *Trichoderma* sp. pada media PDA kemudian dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Isolat tersebut kemudian diencerkan hingga mendapatkan tingkat pengenceran 10^{-3} dengan kerapatan spora 10^8 spora ml^{-1} . Suspensi yang telah diencerkan kemudian diamati di bawah mikroskop dengan *haemocytometer* menggunakan perbesaran 40 kali untuk mengetahui kerapatan spora. Hasil pengenceran tersebut kemudian digunakan sebagai acuan untuk memperoleh kerapatan suspensi *Trichoderma* sp. sesuai dengan perlakuan yaitu kerapatan 10^4 , 10^5 , 10^6 , dan 10^7 spora ml^{-1} . Isolat yang diperoleh kemudian diaplikasikan pada hari ke 3 setelah inokulasi patogen, yaitu dengan cara menyemprotkan pada seluruh bagian daun dengan volume suspensi sebanyak 25 ml per tanaman. Aplikasi *Trichoderma* sp. dilakukan pada sore hari dengan cara disemprotkan pada seluruh perlakuan kecuali kontrol.

3.4 Pemanenan

Menurut Afandi (2016), mengatakan bahwa pemanenan okra dapat dilakukan pada usia tanaman 45 HST hingga 120 HST dan dapat dilakukan secara bertahap. Pemanenan dilakukan dengan mengambil buah okra menggunakan pisau.

3.5 Variabel Pengamatan

3.4.1 Daya Hambat

Pengamatan daya hambat dilakukan untuk mengetahui potensi *Trichoderma* sp. dalam menekan perkembangan patogen *Colletotrichum* sp. Menurut Wulansari dkk. (2017) mengatakan bahwa pengamatan daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap penyakit *Colletotrichum* sp. dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

PP : Penghambatan pertumbuhan (%)

R1 : Jari-jari koloni patogen yang berlawanan dengan arah antagonis

R2 : Jari-jari koloni patogen yang mengarah ke arah antagonis

3.4.2 Masa Inkubasi

Masa inkubasi dihitung sejak dilakukan inokulasi patogen *Colletotrichum* sp. hingga tanaman menunjukkan gejala pertama terinfeksi penyakit antraknosa. Gejala tanaman okra yang terinfeksi oleh *Colletotrichum* sp. yaitu adanya bercak kuning yang tidak teratur pada daun yang kemudian akan menjadi bercak coklat kehitaman.

3.4.3 Insidensi Penyakit

Menurut Hersanti dkk. (2016) mengatakan bahwa pengamatan insidensi penyakit antraknosa pada tanaman dapat dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang terinfeksi dan jumlah tanaman sehat pada sampel. Perhitungan

dilakukan setiap minggu yaitu dengan interval 7 hari. Perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IP = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

IP : Insidensi Penyakit (%)

a : Jumlah tanaman yang menunjukkan gejala

b : Jumlah total tanaman yang diamati

3.4.4 Keparahan Penyakit

Pengamatan terhadap tingkat keparahan penyakit antraknosa pada tanaman okra dapat dilakukan setelah dilakukan inokulasi patogen yaitu setiap minggu dengan interval 7 hari. Pengamatan tingkat keparahan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur patogen *Colletotrichum* sp. pada tanaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Utomo dkk., 2005) :

$$KP = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan :

KP : Keparahan penyakit

n : Jumlah daun yang diamati untuk tiap kategori serangan

v : Nilai skor untuk tiap kategori serangan

N : Jumlah daun yang diamati

V : Skor tertinggi yang diamati

Skor tiap kategori serangan :

0 : Tidak terdapat bercak pada daun

1 : Terdapat bercak dengan persentase 1-20%

2 : Terdapat bercak dengan persentase 21-40%

3 : Terdapat bercak dengan persentase 41-60%

4 : Terdapat bercak dengan persentase 61-80%

5 : Terdapat bercak dengan persentase 81-100%

3.4.5 Laju Infeksi

Laju infeksi dapat diketahui dengan melakukan perhitungan berdasarkan model persamaan yaitu sebagai berikut:

$$r = \frac{2,3}{t_2 - t_1} \left(\log 10 \frac{x_2}{1 - x_2} - \log 10 \frac{x_1}{1 - x_1} \right)$$

Keterangan :

- r : Laju perkembangan penyakit
- t₁ : Waktu pengamatan awal
- t₂ : Waktu pengamatan selanjutnya
- x₁ : Keparahan Awal
- x₂ : Keparahan akhir

3.4.7 Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan sejak aplikasi *Trichoderma* sp. Pengamatan pertumbuhan tanaman dapat dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dengan menggunakan meteran, jumlah daun, jumlah bunga, dan jumlah buah.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Hasil yang diperoleh dari uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf nyata 5%.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Trichoderma* sp. mampu menghambat *Colletotrichum* sp. secara *in vitro* sebesar 72,72%.
2. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengendalikan penyakit antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman okra (*H. Esculentus*). *Trichoderma* sp. dengan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} memberikan hasil yang paling baik dalam menekan perkembangan penyakit antraknosa pada tanaman okra yaitu masa inkubasi paling panjang 14 hari, insidensi paling baik yaitu 87,5%, keparahan penyakit paling rendah yaitu 35,83%, dan laju infeksi paling rendah yaitu 0,048.
3. Perbedaan kerapatan *Trichoderma* sp. berpengaruh terhadap kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra (*H. Esculentus*). *Trichoderma* sp. dengan kerapatan 10^6 spora ml^{-1} memberikan hasil yang paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman okra yaitu tinggi tanaman mencapai 79,81 cm, jumlah daun sebanyak 15 helai, jumlah bunga sebanyak 10, dan jumlah buah sebanyak 10 buah.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan patogen *Colletotrichum* sp. pada skala lapang yang memiliki faktor abiotik yang beragam.

DAFTAR PUSTAKA

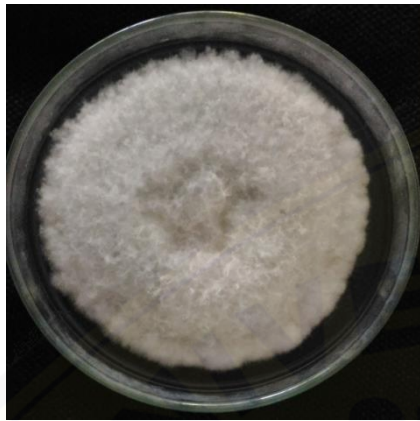
- Afandy, A.L. 2016. Pengaruh pemberian dosis pupuk urea pada beberapa galur terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas okra (*Abelmoschus esculentus*). Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.
- Aini, F. N., S. Sukanto, D. Wahyuni, R. G. Suhesti, dan Q. Ayunin. Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas fluorescens*. *Pelita Perkebunan*, 29(1): 44-52.
- Alfizar, Marlina, dan F. Susanti. 2013. Kemampuan antagonis *Trichoderma sp.* terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro. *Florateg*, 8(1): 45-51.
- Ardinata, I. G. W., I. M. Sudarma, dan N. W. Sunti. 2017. Identifikasi Penyakit Antraknosa Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle) di Desa Kertalangu Kecamatan Denpasar Timur. *Agroekoteknologi Tropika*, 6(1): 113-122.
- Berlian, I., B. Setyawan, dan H. Hardi. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma sp.* terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaratan*, 32(2): 74-82.
- Chatri, M. 2016. *Pengantar Ilmu Penyakit*. Jakarta, Kencana.
- Febriyatna, A., dan A. Widiyawati. 2017. Tepung Okra (*Abelmoschus esculentus*) Menurunkan Rasio Kadar LDL terhadap HDL Tikus Hiperkolesterolemia. *Gizi dan Dietetik Indonesia*, 5(1): 17-22.
- Gusawaty, H. S., M. Taufik, L. Triana, dan Asniah. 2014. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma sp.* Indigenus Sulawesi Tenggara. *Aroteknos*, 4(2): 87-93.
- Harahap, T. F. H., L. Lubis, dan Hasanuddin. 2013. Efek Temperatur terhadap Virulensi Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Sacc. Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Febbiyanti, T. R., dan A. P. J. Kusdiana. 2012. Pengaruh Infeksi Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* terhadap Kerusakan Daun Tanaman Karet. *Konferensi Nasional Karet 2012*, 1(1): 251-258.
- Hersanti, E. H. Krestini, dan S. A. Fathim. 2016. Pengaruh Beberapa Sistem Teknologi Pengendalian Terpadu terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada Cabai Merah Cb-1 Unpad di usim Kemarau 2015. *Agrikultura*, 27(2): 83-88.

- Hidayat, Y. S., M. Nurdin, dan R. D. Sukandi. 2014. Penggunaan *Trichoderma* sp. sebagai Agensia Pengendali Terhadap *Pyricularia oryzae* Cav. Penyebab Blas pada Padi. *Agrotek Tropka*, 2(3): 414-419.
- Ichsan, M. C., P. Riskiyandika, dan I. Wijaya. Respon Produktifitas Okra (*Abelmoschus esculentus*) terhadap Pemberian Dosis Pupuk Petroganik dan Pupuk N. *Ilmu-ilmu Pertanian*, 14(1): 29-41.
- Khairul, I., Montong, V. B., dan Ratulangi, M. M. 2018. Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Colletotrichum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Ccabai Keriting secara *In Vitro*. *Cocos*, 1(2): 1-8.
- Nadira, S., B. Hatidjah, dan Nuraeni. 2009. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus*) pada Perlakuan Pupuk Dekaform dan defoliasi. *Agrisnis*, 10(1): 10-15.
- Nurahmi, E., Susanna, dan Sriwati, R. 2012. Pengaruh *Trichoderma* terhadap perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Kakao, Tomat, dan Kedelai. *Florateg*, 1(7): 57-65.
- Photita, W., P. W. J. Taylor, R. Ford, K. D. Hyde, and S. Lumyong. 2005. Orphological and Molecular Characterization of *Colletotrichum* Species from Herbaceous Plants in Thailand. *Fungal Diversity*, 1(1): 117-133.
- Prakoso, L. B. A., C. Mambo, dan M. P. Mowor. Uji Efek Ekstrak Buah Okra (*Abelmoschus esculentus*) terhadap Kadar Glukosa Darah pada Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) yang Diinduksi Aloksan. *E-Biomedik*, 4(2): 1-5.
- Rahmawati, D., U. S. Hastuti, S. Prabaningtyas. 2016. Kajiing Daya Anagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap *Colletotrichum capsici* secara *In Vitro* dan Mekanisme Antagonisnya.
- Rangkuti, E. E., S. Wiyono, dan Widodo. 2017. Identifikasi *C. spp.* Asal Tanaman Pepaya. *Fitopatologi*, 13(5): 175-183.
- Rizkie, L., S. Herlinda, Suwandi, C. Irsan, Susilawai, dan B. Lakitan. 2017. Kerapatan dan Viabilitas Konidia *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium asnisopliae* pada Media *In Vitro* pH Rendah. *HPT Tropika*, 17(2): 119127.
- Sastrahidayat, I. R. 2015. *Penyakit Pada Tanaan Hias*. Malang, UB Press.
- Sudirga, S. K. 2016. Isolasi dan Identifikasi Jamur *C. spp.* Isolat PCS Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Besar (*Capsicum Annuum* L.) Di Bali. *Metamorfosa*, 3(1): 23-30.

- Suryaningsih, K. I., I. M. Sudana, dan I. K. Suada. 2015. Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) pada Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. Microcarpa) dengan Menggunakan Minyak Atsiri Cengkeh dan Seeh Dapur. *Agroekoteknologi Tropika*, 4(1): 16-24.
- Tarigan, R., S. Barus, dan R. C. Hutabarat. 2017. Potensi Jamur *Trichoderma* sp. untuk Mengendalikan Jamur Patogen Tanah (Layu Bakteri dan Layu Fusarium) pada Tanaman Kentang. *Agroteknosains*, 1(2): 78-86.
- Taufiq, E. 2012. Potensi *Trichoderma* sp. dalam Menekan Perkembangan Penyakit Busuk Pucuk Vanili di Pembibitan. *Ristri*, 3(1): 49-56.
- Utomo, S. D., E. Setiowati, dan H. M. Akin. 2005. Ketahanan terhadap Penyakit Bercak Daun Lambat (*Cercosporidium personatum*) dan Karakter Agronomi Kacang Tanah Famili F5 Keturunan Persilangan Kelinci × Southern Runner. *HPT Tropika*, 5(2): 104-112.
- Wahyono, T., dan Subanar. 2012. Rancang Bangun Sistem “Permadi” : Peringatan Dini Serangan Hama Tanaman Padi Berbasis Data Historis Klimatologi. *Sistem Komputer*, 2(1): 9-16.
- Weir, B. S., P. R. Johnston, and U. Damm. 2012. The *Colletotrichum gloeosporioides* Species Complex. *Studies in Mycology*, 73(1) : 115-180.
- Wulansari, N. K., N. Prihatiningsih, dan H. A. Djadmiko. 2017. Mekanisme Antagonis Lima Isolat *Bacillus subtilis* terhadap *C. capsici* dan *Colletotrichum gloeosporioides* In Vitro. *Agrin*, 21(2): 127-139.

Lampiran 1.

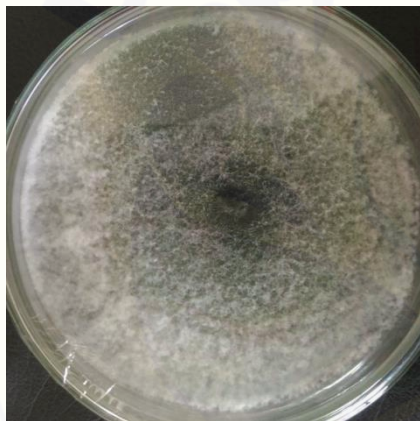
Dokumentasi Laboratorium Kegiatan Penelitian Tugas Akhir



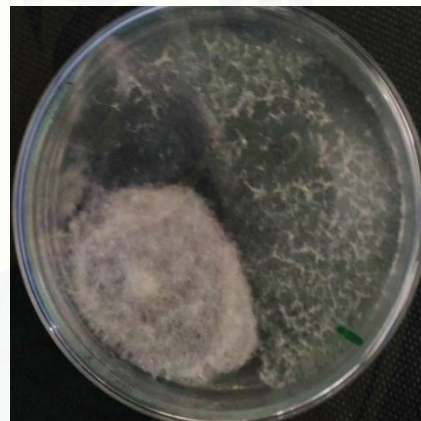
Gambar 1. Isolasi *Colletotrichum*



Gambar 2. Pengamatan Mikroskopis *Colletotrichum* sp.



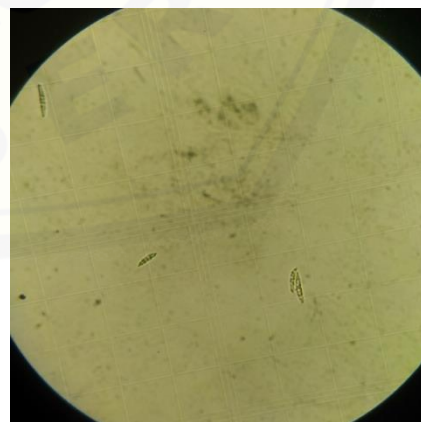
Gambar 3. Reisolasi *Trichoderma*



Gambar 4. Uji Daya Hambat



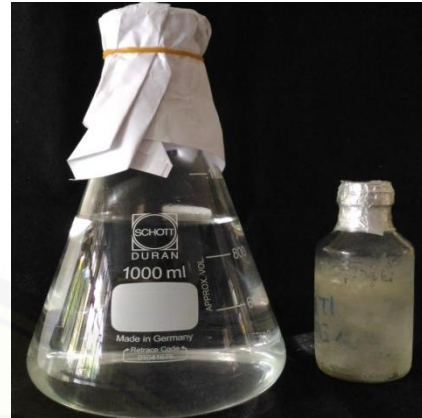
Gambar 5. Uji Patogenisitas



Gambar 6. Perhitungan Kerapatan Spora *Colletotrichum* sp.

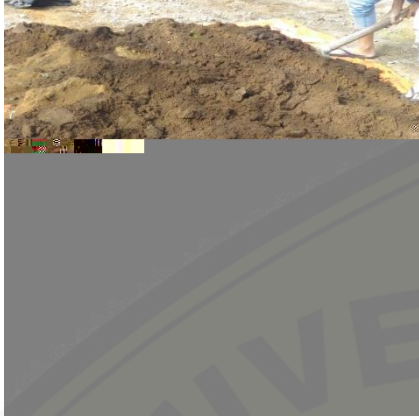


Gambar 7. Pembuatan Suspensi *Colletotrichum* sp



Gambar 8. Pembuatan Suspensi *Trichoderma* sp

Lampiran 2.
Dokumentasi Lapang Kegiatan Penelitian Tugas Akhir



Gambar 9. Pesiapan Media Tanam



Gambar 10. Memasukkan Media Tanam ke Polybag



Gambar 11. Penanaman Okra



Gambar 12. Inokulasi *Colletotrichum* sp.



Gambar 13. Penyungkupan Tanaman dengan Plastik



Gambar 14. Aplikasi *Trichoderma* sp.



Gambar 15. Pemupukan Tanaman



Gambar 16. Pengamatan Keparahan Penyakit



Gambar 17. Pengukuran Tinggi Tanaman



Gambar 18. Penghitungan Jumlah Bunga



Gambar 19. Perhitungan Jumlah Buah



Gambar 20. Pemanenan

Lampiran 3.

Perhitungan Variabel Pengamatan Perkembangan Penyakit

Data Pengamatan Masa Inkubasi

Perlakuan	Masa Inkubasi
P0	7 hari
P1	9 hari
P2	10 hari
P3	14 hari
P4	10 hari

Data Pengamatan Insidensi (Pada Setiap Ulangan terdapat 4 Tanaman)

Perlakuan	Insidensi Penyakit				Total	Rata-rata	FK
	Ulangan						
	1	2	3	4			
P0	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00	190125,00
P1	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00	
P2	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00	
P3	50,00	100,00	100,00	100,00	350,00	87,50	
P4	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00	
TOTAL	450,00	500,00	500,00	500,00	1550,00		
RATA-RATA	90,00	100,00	100,00	100,00		97,50	

Anova Insidensi Penyakit

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TAB	Keterangan
Perlakuan	4	500,00	125,00	0,03	3,06	ns
Error	15	71875,00	4791,67			
Total	19	2375,00				

Uji Lanjut Insidensi Penyakit

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	100,00	100,00	100,00	100,00	87,50	Notasi
P0	0	0,00	s					
P1	3,014	16,85	0,00	0,00				
P2	3,16	17,66	0,00	0,00	0,00			a
P4	3,25	18,17	0,00	0,00	0,00	0,00		
P3	3,312	18,51	12,50	12,50	12,50	12,50	0,00	

Data Pengamatan Keparahan Penyakit

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
P0	50,00	47,78	48,06	46,11	191,94	47,99
P1	20,83	26,11	25,83	22,50	95,28	23,82
P2	20,28	20,00	29,53	24,81	94,61	23,65
P3	8,61	15,40	16,15	7,31	47,47	11,87
P4	18,06	13,10	22,03	31,67	84,85	21,21
Total	117,78	122,39	141,60	132,39	429,31	
Rata-Rata	23,56	24,48	28,32	26,48		25,71

Data Pengamatan Keparahan Penyakit Hasil Transformasi

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
P0	45,00	43,74	43,85	42,71	175,30	43,83
P1	27,06	30,72	30,53	28,32	116,63	29,16
P2	26,71	26,56	32,90	29,87	116,04	29,01
P3	17,05	23,11	23,66	15,68	79,50	19,88
P4	25,10	21,22	27,97	34,20	108,49	27,12
Total	140,92	145,35	158,91	150,78	595,96	
Rata-Rata	28,18	29,07	31,78	30,16		29,80

Anova Keparahan Penyakit

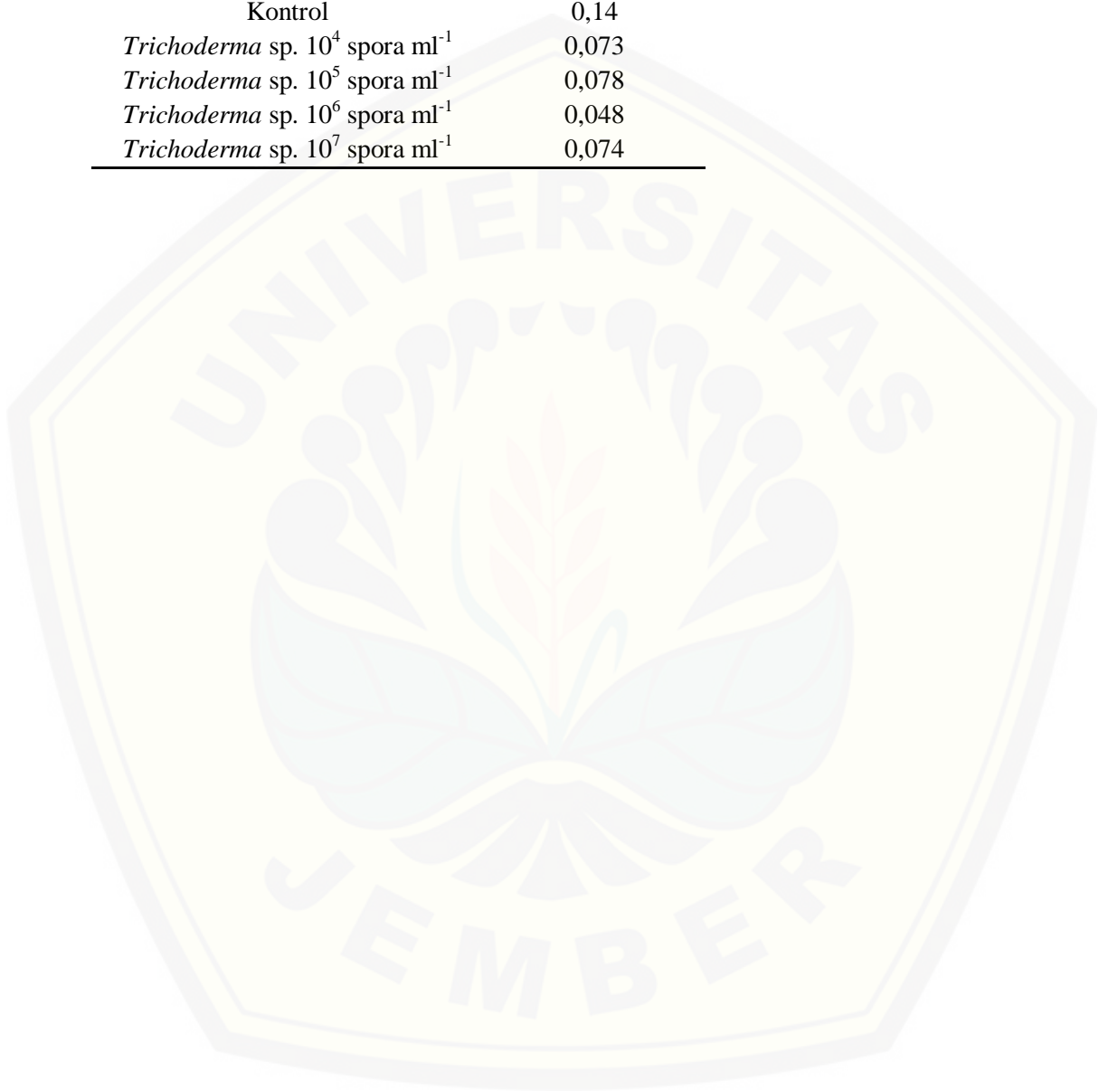
SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TAB	Keterangan
Perlakuan	4	6865,95	1716,49	76,58	3,06	*
Eror	15	336,22	22,41			
Total	19	7202,17				

Uji Lanjut Keparahan Penyakit

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	5,73	5,62	5,46	5,46	0	Notasi
P0	0	0,00	0,00					a
P1	3,014	5,21	14,67	0,00				b
P2	3,16	5,46	14,82	0,15	0,00			
P4	3,25	5,62	16,70	2,04	1,89	0,00		
P3	3,312	5,73	23,95	9,28	9,14	7,25	0,00	c

Data Pengamatan Laju Infeksi

Perlakuan	Laju Infeksi (Unit Per Hari)
Kontrol	0,14
<i>Trichoderma</i> sp. 10^4 spora ml ⁻¹	0,073
<i>Trichoderma</i> sp. 10^5 spora ml ⁻¹	0,078
<i>Trichoderma</i> sp. 10^6 spora ml ⁻¹	0,048
<i>Trichoderma</i> sp. 10^7 spora ml ⁻¹	0,074



Lampiran 4.

Perhitungan Variabel Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Data Pengamatan Tinggi Tanaman

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
P0	37,08	36,79	37,13	37,08	148,08	37,02
P1	38,63	39,04	39,25	39,46	156,38	39,09
P2	42,88	43,75	45,38	43,00	175,00	43,75
P3	48,75	49,92	52,46	52,33	203,46	50,86
P4	48,92	48,29	48,67	48,67	194,54	48,64
Total	216,25	217,79	222,88	220,54	682,92	
Rata-Rata	43,25	43,56	44,58	44,11		43,87

Anova Tinggi Tanaman

Sk	Db	Jk	Kt	F-Hit	F-Tab	Keterangan
Perlakuan	4	15743,38	3935,85	4019,94	3,06	ns
Error	15	14,69	0,98			
Total	19	15758,07				

Uji Lanjut Tinggi Tanaman

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	1,64	1,61	1,56	1,49	0	Notasi
P0	0	0,00	0,00					a
P1	3,014	1,49	2,23	0,00				b
P2	3,16	1,56	7,11	4,89	0,00			c
P4	3,25	1,61	11,77	9,54	4,66	0,00		d
P3	3,312	1,64	13,84	11,61	6,73	2,07	0,00	e

Data Pengamatan Jumlah Daun

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
P0	7	8	8	9	31	8
P1	8	8	8	9	33	8
P2	8	9	9	8	34	8
P3	9	9	10	10	39	10
P4	10	9	9	9	36	9
Total	43	43	43	44	137	
Rata-Rata	9	9	9	9		9

Anova Jumlah Daun

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TAB	Keterangan
PERLAKUAN	4	564,35	141,09	810,50	3,06	ns
EROR	15	2,61	0,17			
TOTAL	19	566,96				

Uji Lanjut Jumlah Daun

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	0,69	0,68	0,66	0,63	0	Notasi
P0	0	0,00	0					a
P1	3,014	0,63	1	0				b
P2	3,16	0,66	1	0	0			c
P4	3,25	0,68	1	1	0	0		c
P3	3,312	0,69	2	1	1	1	0	d

Data Pengamatan Jumlah Bunga

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-Rata
	1	2	3	4		
P0	4	4	3	3	14	4
P1	3	4	4	5	16	4
P2	4	4	4	4	16	4
P3	5	5	5	5	21	5
P4	5	4	4	4	18	4
Total	22	21	21	22	67	
Rata-Rata	4	4	4	4		4

Anova Jumlah Bunga

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TAB	Keterangan
Perlakuan	4	143,25	35,81	243,88	3,06	ns
Error	15	2,20	0,15			
Total	19	145,45				

Uji Lanjut Jumlah Bunga

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	0,63	0,62	0,61	0,58	0	Notasi
P0	0	0,00	0					a
P1	3,014	0,58	1	0				b
P2	3,16	0,61	1	0	0			
P4	3,25	0,62	1	0	0	0		
P3	3,312	0,63	1	0	0	0	P3	b

Data Pengamatan Jumlah Buah

PERLAKUAN	ULANGAN				TOTAL	RATA-RATA
	1	2	3	4		
P0	2	2	2	3	9	2
P1	3	2	3	3	10	3
P2	3	2	3	2	10	2
P3	3	4	4	4	15	4
P4	4	3	3	3	13	3
TOTAL	15	13	14	15	44	
RATA-RATA	3	3	3	3		3

Anova Jumlah Buah

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TAB	Keterangan
PERLAKUAN	4	71,68	17,92	93,01	3,06	ns
EROR	15	2,89	0,19			
TOTAL	19	74,57				

Uji Lanjut Jumlah Buah

Perlakuan	SSR5%	UJD5%	0,73	0,71	0,69	0,66	0	Notasi
P0	0	0,00	0					a
P1	3,014	0,66	1	0				b
P2	3,16	0,69	1	1	0			
P4	3,25	0,71	1	1	0	0		c
P3	3,312	0,73	1	1	0	0	0	