

**EVALUASI POTENSI BEBERAPA JAMUR AGEN
ANTAGONIS DALAM MENGHAMBAT PATOGEN
Fusarium sp. PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)**



SKRIPSI

Oleh :

EKO YULIANTO
NPM. E1J010033

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS BENGKULU
2014

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Evaluasi Potensi Beberapa Jamur Agen Antagonis dalam Menghambat Patogen *Fusarium* sp. pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)” merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu Institusi Pendidikan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Bengkulu, November 2014

Eko Yulianto
NPM. E1J010033

RINGKASAN

EVALUASI POTENSI BEBERAPA JAMUR AGEN ANTAGONIS DALAM MENGHAMBAT PATOGEN *Fusarium* sp. PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) (Eko Yulianto, di bawah bimbingan Tunjung Pamekas dan Yenny Sariasih)

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk bahan pangan utama kedua setelah beras. Jagung juga dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pakan ternak dan industri. Penggunaan jagung sebagai bahan pangan dan pakan terus mengalami peningkatan, sementara ketersediaannya dalam bentuk bahan terbatas.

Rendahnya hasil jagung disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya adalah penyakit busuk batang jagung yang disebabkan oleh patogen *Fusarium* sp. Berbagai usaha pengendalian penyakit telah banyak dilakukan, salah satu pengendalian penyakit yang lebih efektif dan ramah lingkungan adalah dengan pemanfaatan agensia hayati. Mengingat besarnya potensi agensia hayati, maka dalam penelitian ini dilakukan percobaan untuk mengevaluasi potensi beberapa jamur agen antagonis dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. pada tanaman jagung

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan (IHPT) dan lahan percobaan Laboratorium IHPT, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian menggunakan percobaan faktor tunggal dengan percobaan tahap pertama yang terdiri dari 18 isolat calon jamur antagonis uji, yakni (T1) *Trichoderma* sp1, (T2) *Trichoderma* sp2, (A1) *Aspergillus* sp1, (A2) *Aspergillus* sp2, (A3) *Aspergillus* sp3, (A4) *Aspergillus* sp4, (A5) *Aspergillus* sp5, (A6) *Aspergillus* sp6, (A7) *Aspergillus* sp7, (A8) *Aspergillus* sp8, (A9) *Aspergillus* sp9, (A10) *Aspergillus* sp10, (A11) *Aspergillus* sp11, (A12) *Aspergillus* sp12, (A13) *Aspergillus* sp13, (A14) *Aspergillus* sp14, (A15) *Aspergillus* sp15, dan (A16) *Aspergillus* sp16 dan 1 isolat patogen *Fusarium* sp. (P1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 ulangan sehingga didapat 54 uji jamur antagonisme. Pada percobaan tahap kedua menggunakan perlakuan hasil persentase penghambatan jamur antagonis uji lebih dari 60%. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 ulangan.

Penelitian tahap pertama yakni mengkarakterisasi 18 isolat jamur antagonis uji dan 1 isolat jamur patogen *Fusarium* sp., yang selanjutnya 18 isolat jamur antagonis uji akan diuji daya antagonisnya secara *in vitro* menggunakan metode biakan ganda (*duel culture*). Variabel yang diamati meliputi laju pertumbuhan jamur, persentase hambatan, mekanisme

antagonisme, dan penentuan isolat antagonis terpilih yang dijadikan perlakuan dalam uji antagonisme pada tanaman jagung.

Penelitian tahap kedua adalah uji antagonisme secara *in vivo* menggunakan tanaman jagung varietas BISI 2. Tahap - tahap penelitian yang dilakukan adalah persiapan media tanam, inokulasi jamur antagonis uji pada 7 hst, inokulasi jamur *Fusarium* sp. pada 3 hst, penanaman jagung, dan pemeliharaan tanaman. Variabel yang diamati berupa variabel pertumbuhan tanaman meliputi masa munculnya bibit di atas permukaan tanah, tinggi tanaman jagung, diameter tanaman jagung, berat brangkasan basah, dan berat brangkasan kering, sedangkan variabel penyakit tanaman meliputi masa inkubasi, persentase tanaman terserang, intensitas serangan, dan gejala dalam penyakit *Fusarium* sp.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji antagonisme secara *in vitro* menunjukkan kemampuan isolat jamur *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp9, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15, dan *Aspergillus* sp16 dalam menghambat jamur patogen *Fusarium* sp. dengan persentase daya hambat lebih dari 60%. Mekanisme antagonisme isolat jamur *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp10, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp12, *Aspergillus* sp13, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15, dan *Aspergillus* sp16 yang terjadi adalah kompetisi ruang, nutrisi, dan oksigen; antibiosis; lisis; dan parasitisme, sedangkan isolat jamur *Aspergillus* sp1, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp3, *Aspergillus* sp6, *Aspergillus* sp7, *Aspergillus* sp8, dan *Aspergillus* sp9 bersifat kompetisi ruang, nutrisi, dan oksigen serta antibiosis. Hasil uji antagonisme secara *in vivo* pada variabel pertumbuhan dapat diketahui bahwa semua perlakuan menunjukkan pengaruh sama dalam pertumbuhan tanaman jagung. Pada variabel penyakit tanaman jagung dapat diketahui bahwa perlakuan jamur antagonis *Aspergillus* sp15 mampu menekan pertumbuhan dan perkembangan patogen *Fusarium* sp. dengan tingkat keefektifitas terbaik, yakni keefektifitas sedang dibandingkan dengan jamur antagonis lainnya.

(Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu).

SUMMARY

EVALUATION OF THE POTENTIAL FOR SOME MUSHROOMS IN AGENT ANTAGONISTS INHIBIT PATHOGEN *Fusarium* sp. IN CORN (*Zea mays* L.) (Eko Yulianto, under the guidance Alas Pamekas and Yenny Sariasih)

Maize (*Zea mays* L.) including two main crops after rice. Corn is also used as an animal feed and industrial. The use of corn as food and feed continues to increase, while its availability in the form of limited material.

The low yield of corn caused by many factors, one of which is a corn stalk rot disease caused by the pathogen *Fusarium* sp. Various disease control efforts have been carried out, one of the more effective disease control and environmental friendly is to use biological agents. Given the potential biological agents, so in this study conducted experiments to evaluate the potential of some fungi antagonistic agents in inhibiting pathogen *Fusarium* sp. on maize

This research was conducted at the Laboratory of Plant Disease Sciences (IHPT) and land IHPT laboratory experiments, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu. Studies using single factor experiment with the first phase of the experiment consists of 18 isolates of antagonistic fungi prospective trials, namely (T1) *Trichoderma* sp1, (T2) *Trichoderma* sp 2, (A1) *Aspergillus* sp1, (A2) *Aspergillus* sp 2, (A3) *Aspergillus* sp3, (A4) *Aspergillus* sp4, (A5) *Aspergillus* sp5, (A6) *Aspergillus* SP6, (A7) *Aspergillus* SP7, (A8) *Aspergillus* SP8, (A9) *Aspergillus* SP9, (A10) *Aspergillus* SP10, (A11) *Aspergillus* SP11, (A12) *Aspergillus* SP12, (A13) *Aspergillus* sp13, (A14) *Aspergillus* sp14, (A15) *Aspergillus* sp15, and (A16) *Aspergillus* sp16 strains of *Fusarium* sp. (P1). Each treatment was repeated three replications in order to get 54 test fungal antagonism. In the second phase of the experiment using the treatment the percentage inhibition of antagonistic fungi test more than 60%. The design used was a completely randomized design (CRD) with 5 replications.

First phase of the study was to characterize 18 isolates of antagonistic fungi test and 1 isolate fungal pathogen *Fusarium* sp. Which further 18 isolates antagonistic fungi antagonistic power test will be tested *in vitro* using dual culture method (*duel culture*). Observed variables include fungal growth rate, the percentage of barriers, antagonism

mechanism, and determination of selected isolates antagonist used in the treatment of antagonism test on corn.

The second phase is to test the in vivo antagonism using corn crop varieties BISI 2. Stage - the stage of the research is the preparation of the planting medium, antagonistic fungi inoculation test at 7 DAT, inoculation of the fungus *Fusarium* sp. at 3 DAT, planting corn, and plant maintenance. Observed variables such as plant growth variables covering the emergence of seedlings on the surface of the soil, maize plant height, diameter, corn, stover wet weight, and the weight of dry stover, while the variable plant diseases include the incubation period, the percentage of infected plants, the intensity of the attacks, and symptoms the disease *Fusarium* sp.

The results showed that in vitro antagonism test demonstrated the ability *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp9, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15, and *Aspergillus* sp16 in inhibiting pathogenic fungus *Fusarium* sp. the percentage inhibition of more than 60%. Mechanism of isolates antagonism *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp10, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp12, *Aspergillus* sp13, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15 and *Aspergillus* sp16 happens is the competition space, nutrients, and oxygen; antibiosis; lysis; and parasitisme, whereas isolates of *Aspergillus* sp1, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp3, *Aspergillus* sp6, *Aspergillus* sp7, *Aspergillus* sp8 and *Aspergillus* sp9 is the competition space, nutrients, and oxygen and antibiosis. Results of in vivo antagonism test on plant growth variables can be seen that all treatments showed the same effect on the growth of maize plants. In the corn plant disease variables can be seen that treatment antagonistic fungi *Aspergillus* sp15 able to suppress the growth and development of the pathogen *Fusarium* sp. the best keefektifitas level, namely keefektifitas being compared with other antagonistic fungi.

(Agroekotechnologi Studies Program, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu).

**EVALUASI POTENSI BEBERAPA JAMUR AGEN
ANTAGONIS DALAM MENGHAMBAT PATOGEN
Fusarium sp. PADA TANAMAN JAGUNG
(*Zea mays* L.)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat

Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Bengkulu

Oleh :

Eko Yulianto
NPM. E1J010033

Pembimbing :

Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc.
Yenny Sariasih, SP., M.Sc.

Bengkulu
2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kami telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sesungguhnya urusan yang lain dan hanya kepada Tuhan Mu-lah hendaknya kamu berharap.

(QS. Al Insyirah : ayat 6-8)

Ya Allah.....

Lapangkanlah hatiku dan mudahkan segala urusanku dan lepaskanlah kelakuan dari lidahku supaya mereka mengerti perkataanku, tambahkanlah kepadaku ilmu dan pengetahuan.

(Al Thaha : 25, 28, 119)

Ya... Allah

Ku menyadari sepenuhnya apa yang aku perbuat

Sampai saai ini belum mampu untuk membalas walau setetes keringat orang tuaku

karenanya ya... Allah

Hamba memohon jadikanlah tetesan keringat mereka

Menjadi kilauan ditengah kegelapan air mata yang telah menetes

Menjadi penyejuk dikala dahaga, lautan do'a menjadi pengingat disaat luka.

Hari ini....

Dalam menjalani pasang surut kehidupan

Aku merasa lega dan dapat tersenyum serta bersyukur

Kepadamu ya Allah, atas hari yang Engkau janjikan

Jadi milikku karena-Mu Ya Rabbi

Aku meraih gelar kesarjanaanku

Seiring dengan rasa syukur kepada-Mu, tiada kata terbaik yang dapat Q tulis untuk Q persembahkan yang teristimewa kepada Bapak dan Mama tercinta atas kasih sayang dan pengorbanan yang tak ternilai serta do'a yang selalu mengiringi kami. Adik – adikku Putra dan si kenyi Ria, Pompa selalu semangat menuntuk ilmu, ingat pesan Bapak Mama “ Tiada hal yang

terindah untuk membahagiakan Bapak Mama selain meraih ilmu setinggi – tingginya”. Kepada seluruh keluarga besar Q, Uwak, pakde Bude wahyu, Mas teguh, Mba Ning, Puspita Sari Rahayu terima kasih atas suport yang diberikan selama ini.

Rekan – rekan seperjuangan kuliah

Si Kentung (aa Desmara), Marbun (Kuncoro Heru), dan Inggi Seckecoh (Ge Ndang d Rampungne & Matur suon bantuane selama iki), Buyung wahyu, dan Rumiek Apin (Sory Sanak Q nDulu), Agung Matsetio, Cik Dion, Agus, Redi, Ito santi, Romeo TH Silalahi, Opung Sudung, Tia, Fitri, Devi, Kang Asep, Papa Ego, Dank Diky, Mz Hendro dan rekan2 skalian yang tak tersebut satu persatu. Terima kasih dan Mohon maaf atas kesalahan perbuatan dan ucapan selama ini, semoga tali silaturahmi kita tidak “Cinta sebatas bangku Kuliah”.

By : Eko Yulianto

RIWAYAT HIDUP

Eko Yulianto, penulis dilahirkan pada tanggal 03 Juli 1991 di Desa Sebelat, Kecamatan Putri Hijau, Kabupaten Bengkulu Utara dari Ayah bernama Sugino Yudiharjo dan Ibu bernama Murwati. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Swasta TENERA PT. AGRICINAL Kabupaten Bengkulu Utara pada tahun 2004. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama diselesaikan di SMP N 05 Bengkulu Selatan pada tahun 2007 dan Sekolah Menengah Atas di SMA N 09 Bengkulu Selatan pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, melalui jalur Penelusuran Potensi Akademik (PPA).

Selama mengikuti kegiatan akademis, penulis pernah terlibat dalam kegiatan organisasi internal maupun eksternal kampus. Kegiatan internal kampus penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi (HIMAGROTEK), Forum Mahasiswa Agroteknologi/Agroekoteknologi Indonesia (FORMATANI), BEM Fakultas Pertanian tahun 2011/2012, UKM Pramuka Universitas Bengkulu 2012/2013, dan anggota pengurus Majelis Permusyawaratan Mahasiswa (MPM) KBM UNIB 2012/2013. Penulis juga pernah dipercaya menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi dan Mikrobiologi. Pada tahun 2012/2013 dan 2013/2014 penulis pernah mendapatkan beasiswa pengganti BBM Universitas Bengkulu. Pada kegiatan eksternal kampus penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Pino Raya (HIMAPIRA) sebagai pengurus dari tahun 2010 hingga 2013.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) UNIB Periode 72 tahun 2014 di Desa Sari Mulyo, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu dan melaksanakan kegiatan magang selama satu bulan (10 Januari – 10 Februari 2014) di PT. AGRICINAL Kecamatan Putri Hijau, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Evaluasi Potensi Beberapa Jamur Agen Antagonis dalam Menghambat Patogen *Fusarium* sp. pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)” sebagai salah satu syarat memperoleh derajat sarjana pertanian strata satu di Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

Keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Dwinardi Aprianto, M.Sc selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
2. Dr. Ir. Dwi Wahyuni Ganefianti, M.S Selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Program Studi Agroekoteknologi yang telah menyetujui penulisan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Tunjung Pamekas, M.Sc selaku pembimbing utama dan Yenny Sariasih, SP., M.Sc selaku pembimbing pendamping yang penuh perhatian dan kesabaran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Sumardi, M.S dan Ir. Hasanudin, M.P selaku dosen penguji, yang penuh perhatian dan kesabaran dalam menguji dan memberikan masukan bagi penulis agar skripsi ini mendekati sempurna.
5. Ir. Dotty Suryati, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan petunjuk, bimbingan dan motivasi selama masa perkuliahan.
6. Bapak/Ibu Dosen serta Karyawan/karyawati FP UNIB yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam mengikuti perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Orang tua dan seluruh keluarga penulis yang telah memberikan bantuan moril maupun materil pada penulis dalam menjalani perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh rekan – rekan seperjuangan Mahasiswa Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dan semua pihak yang telah ikut memberikan dorongan demi penyelesaian skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang Bapak/Ibu dan rekan – rekan berikan menjadi amal saleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang konstruktif dari semua pihak. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amiin...

Bengkulu, November 2014

Eko Yulianto
NPM . E1J010033

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Penyakit Busuk Pangkal Batang	3
B. Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	4
C. Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	5
III. METODE PENELITIAN	6
A. Waktu dan Tempat	6
B. Bahan dan Alat	6
C. Rancangan Percobaan	6
D. Tahapan penelitian	7
1. Karakterisasi Isolat-Isolat Jamur	7
2. Uji Antagonisme Secara <i>In Vitro</i>	7
3. Uji Antagonisme Secara <i>In Vivo</i>	9
E. Analisis Data	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
A. Karakterisasi Jamur Antagonis dan Jamur <i>Fusarium</i> sp.	12
1. Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	12
2. Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	13
3. Jamur <i>Fusarium</i> sp.	14
B. Uji Antagonisme Secara <i>In Vitro</i>	15
1. Laju Pertumbuhan Jamur	15
2. Persentase Penghambatan	16
3. Mekanisme Penghambatan	17

C. Uji Antagonisme Secara <i>In Vivo</i>	20
1. Variabel Pertumbuhan Tanaman Jagung	20
a. Masa Munculnya Bibit di Atas Permukaan Tanah	20
b. Tinggi Tanaman Jagung	20
c. Diameter Tanaman Jagung	23
d. Berat Brangkasan Basah Tanaman Jagung	23
e. Berat Brangkasan Kering Tanaman Jagung	24
2. Variabel Penyakit Tanaman Jagung	24
a. Masa Inkubasi	24
b. Persentase Tanaman Terserang	26
c. Intensitas Serangan	28
d. Gejala Dalam Penyakit <i>Fusarium</i> sp.	30
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	 32
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
 DAFTAR PUSTAKA	 33
 LAMPIRAN	 37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel daya hambat jamur uji terhadap <i>Fusarium</i> sp.	16
2. Tabel mekanisme antagonisme jamur agensia uji terhadap <i>Fusarium</i> sp.	18
3. Tabel pengaruh jamur antagonis terhadap pertumbuhan tanaman jagung	22
4. Tabel pengaruh jamur antagonis terhadap masa inkubasi penyakit layu fusarium pada tanaman jagung.....	26
5. Tabel pengaruh jamur antagonis terhadap efektifitas agen antagonis dalam menghambat penyakit layu fusarium pada tanaman jagung	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Uji biakan ganda	7
2. Koloni dan konidia <i>Aspergillus</i> spesies 1 dan spesies 2	12
3. Koloni dan konidia <i>Trichoderma</i> sp.	13
4. Koloni dan konidia <i>Aspergillus</i> spesies 1 dan spesies 2	14
5. Laju pertumbuhan jamur antagonis uji dan jamur <i>Fusarium</i> sp.....	15
6. Mekanisme antagonisme	19
7. Serangan penyakit pada tanaman jagung	25
8. Pengaruh persentase serangan penyakit layu fusarium pada tanaman jagung umur 1-4 MST	27
9. Pengaruh intensitas serangan penyakit layu fusarium pada tanaman jagung umur 4 MST	28
10. Irisan melintang pangkal batang jagung	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah percobaan di lapangan	37
2. Hasil analisis keragaman masa munculnya tanaman jagung di atas permukaan tanah	38
3. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 1	38
4. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 2	38
5. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 3	38
6. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 4	38
7. Hasil analisis keragaman diameter tanaman jagung pada minggu ke- 1	39
8. Hasil analisis keragaman diameter tanaman jagung pada minggu ke- 2	39
9. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 3	39
10. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 4	39
11. Hasil analisis keragaman berat brangkasan basah tanaman jagung	39
12. Hasil analisis keragaman berat brangkasan kering tanaman jagung	40
13. Hasil analisis keragaman masa inkubasi penyakit tanaman jagung	40

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk bahan pangan utama kedua setelah beras. Jagung juga dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pakan ternak dan industri (Bachri, 2007). Penggunaan jagung sebagai bahan pangan dan pakan terus mengalami peningkatan, sementara ketersediaanya dalam bentuk bahan terbatas. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), produksi jagung tahun 2013 sebesar 18,51 juta ton pipilan kering atau mengalami penurunan sebesar 0,88 juta ton (4,51%) dibandingkan tahun 2012. Penurunan produksi tersebut terjadi di Pulau Jawa sebesar 0,62 juta ton dan di luar Pulau Jawa sebesar 0,26 juta ton.

Rendahnya hasil jagung disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya faktor fisik (iklim, jenis tanah dan lahan) dan faktor biologis (varietas, hama, penyakit dan gulma), serta faktor sosial ekonomi. Menurut Talanca (2007), penyakit penting pada jagung adalah penyakit busuk batang jagung yang disebabkan oleh patogen *Fusarium* sp. Penyakit busuk batang merupakan penyakit utama kedua pada tanaman jagung setelah penyakit bulai. Penyakit busuk batang pada tanaman jagung dapat menyebabkan kehilangan hasil yang relatif tinggi yaitu sekitar 65 % dan daerah penyebarannya cukup luas (Burhanuddin, 2008).

Jamur *Fusarium* sp. dapat menular melalui tanah dan dapat bertahan dalam tanah sebagai miselium atau spora tanpa adanya inang (Huda, 2010). Infeksi sistemik *Fusarium* sp. pada tanaman jagung dimulai dari konidia atau miselia yang berasal dari dalam ataupun bagian permukaan biji kemudian berkembang pada tanaman muda dari akar ke batang dan terakhir menginfeksi ke bagian tongkol dan biji (Oren *et al.*, 2003).

Patogen tular tanah merupakan kelompok mikroba pengganggu tanaman yang keberadaan dan hidupnya di dalam tanah. Pengendalian yang sering dilakukan khususnya dengan menggunakan agensia kimia sintetis. Agensia kimia yang digunakan selain tidak khusus terhadap spesies patogen tular tanah, juga belum mampu mencapai keberadaan patogen tersebut dan didukung oleh kemampuan patogen di dalam membentuk pertahanan diri (Soesanto, 2008). Perlu diupayakan cara pengendalian lain yang lebih efektif dan efisien, Baker dan Cook (1983 dalam Tandion, 2008) menyatakan pengendalian biologi dapat dilakukan tanpa harus memberikan pengaruh negatif terhadap lingkungan dan

sekitarnya, salah satunya adalah dengan pemanfaatan agensia hayati seperti virus, jamur, bakteri atau aktinomisetes.

Agrios (2005) melaporkan bahwa dari 25.000 spesies jamur tanah, sekitar 10.000 spesies merupakan patogen tanaman dan 15.000 adalah spesies jamur yang berperan sebagai mikroba antagonis yang mampu menekan perkembangan penyakit dan bersifat saprofit sehingga dapat berperan dalam merubah bahan organik menjadi substansi yang bermanfaat (Sumarsih, 2003). Jamur dapat dikategorikan sebagai agensia hayati apabila telah dilakukan uji keefektifannya dalam kondisi terbatas dan homogen, misalnya dalam cawan petri atau *in vitro*. Mekanisme antagonis yang sering terjadi adalah kompetisi, antibiosis, lisis, dan parasitisme (Winarsih dan Syahfurin, 2001). Beragam agensia pengendalian hayati telah ditemukan dan menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan penyakit tanaman. Pengembangan antagonis perlu terus dilanjutkan agar dapat tercipta keseimbangan ekosistem, terwujudnya kesehatan manusia, dan terjaganya kelestarian lingkungan hidup untuk keberlangsungan generasi mendatang (Soesanto, 2013).

Mengingat besarnya potensi agensia hayati dalam kelestarian lingkungan dan kesinambungan kehidupan di alamnya, maka perlu dilakukan pengujian jamur sebagai agensia hayati. Apabila hasil pengujian menunjukkan adanya potensial antagonis untuk menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen, maka dilakukan pengujian lanjutan ke lapangan sehingga pada akhirnya dapat dikembangkan agen antagonis secara komersil.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi potensi beberapa jamur agen antagonis dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. pada tanaman jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Busuk Pangkal Batang

Penyakit busuk batang jagung dapat disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum graminearum*, *Diplodia maydis*, *Gibberella zae*, *Fusarium moniliforme*, *Macrophomina phaseolina*, *Pythium apanidermatum*, *Cephalosporium maydis*, dan *Cephalosporium acremonium* (Shurtleff, 1980). Penyakit busuk batang merupakan penyakit utama kedua pada tanaman jagung setelah penyakit bulai. Shurtleff (1980) menyatakan, bahwa penyakit busuk batang merupakan penyakit penting yang menyerang tanaman jagung yang disebabkan oleh adanya infeksi patogen dari golongan jamur.

Daerah sebaran *Fusarium* sp. meliputi daerah dingin sampai daerah tropik dan dapat hidup baik pada wilayah kering dengan curah hujan tahunan < 250 mm sampai daerah basah dengan curah hujan di atas 1000 mm per tahun. Di Indonesia baru dilaporkan enam spesies *Fusarium* dan satu di antaranya adalah *F. moniliforme* yang dominan menginfeksi jagung (Bachri, 2001). Menurut Wakman (2005), patogen *Fusarium* sp. penyebab busuk batang jagung telah berhasil diisolasi di Sulawesi Selatan bersama dengan patogen *Diplodia* sp. dan *Macrophomina* sp.

Patogen penyebab penyakit busuk batang memproduksi konidia pada permukaan tanaman inang dan dapat disebarkan oleh angin, air hujan atau serangga. Hifa jamur *Fusarium* sp. menginfeksi tanaman jagung dapat melalui luka yang disebabkan oleh manusia, angin, pasir tertiuap angin, serangga, nematoda, atau jamur lainnya, atau melalui lubang alami seperti hidatoda, nektar, stomata, atau penetrasi langsung menggunakan tekanan maupun enzim. Pangkal batang yang terinfeksi berubah warna dari hijau menjadi kecoklatan, bagian dalam busuk, sehingga mudah rebah, dan bagian kulit luarnya tipis. Pada pangkal batang yang terinfeksi tersebut terlihat warna merah jambu, merah kecoklatan atau coklat (Kaiser *et al.*, 1997).

Pengendalian penyakit *Fusarium* sp. cukup sulit karena patogen ini dapat bertahan lama dalam tanah. Tanah yang sudah terinfestasi sukar dibebaskan kembali dari jamur ini. Pengendalian penyakit busuk batang pada jagung sangat disarankan secara terpadu, seperti menanam varietas tahan, pergiliran tanaman yang tidak termasuk inang, pemupukan berimbang, populasi tanaman rendah, drainase, dan irigasi baik (Wakman *et al.*, 1998). Pengendalian penyakit busuk batang (*Fusarium*) secara hayati dengan jamur antagonis

Trichoderma sp. dari media sekam yang ditabur pada pangkal batang jagung satu minggu sebelum inokulasi *Fusarium* mampu menekan infeksi busuk batang (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

B. Jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur antagonis paling umum dijumpai di dalam tanah dan sering digunakan di dalam pengendalian hayati, baik terhadap patogen tular tanah atau rizosfer maupun patogen filosfer (Soesanto, 2013). Lilik *et al.* (2010) menyatakan, bahwa jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur antagonis yang telah banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman. Pengendalian hayati dengan menggunakan agens hayati seperti *Trichoderma* sp. yang terseleksi ini sangatlah diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dan mengatasi dampak negatif dari pemakaian pestisida sintetik yang selama ini masih dipakai untuk pengendalian penyakit tanaman di Indonesia (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Menurut Streets (1980 dalam Tandion, 2008), *Trichoderma* spp. diklasifikasikan dalam Kingdom Plantae, Devisio Amastigomycota, Kelas Deutromycetes, Ordo Moniliales, Famili Moniliaceae, Genus *Trichoderma*, dan Spesies *Trichoderma* spp. Terdapat lima jenis *Trichoderma* yang mempunyai kemampuan untuk mengendalikan beberapa patogen, yaitu *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma hamatum* dan *Trichoderma polysporum* (Anonim, 2010).

Koloni *Trichoderma* sp. pada PDA tumbuh dengan cepat dan dapat mencapai diameter 9 cm hanya dalam waktu 4 hari dengan suhu 20°C, bahkan pada suhu 25°C hanya membutuhkan waktu 3 hari (Lubis, 1993). Koloni *Trichoderma* pada awal inkubasi akan berwarna putih yang selanjutnya berubah menjadi kuning dan akhirnya berubah menjadi hijau tua pada umur inkubasi lanjut. Konidiumnya berbentuk bulat, agak bulat sampai bulat telur pendek, berukuran $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$ dan berdinding halus (Soesanto, 2008).

Menurut Soesanto (2013), pertumbuhan dan perkembangan jamur *Trichoderma* sp. dilakukan melalui beberapa mekanisme, yaitu a) persaingan yang terjadi karena pasokan yang terbatas akan karbon, nitrogen, besi, vitamin, tempat infeksi, dan oksigen; b) antibiosis, karena produksi antibiotika atau senyawa beracun hasil metabolisme sekunder yang mempengaruhi keterpaduan selaput jamur patogen; c) mikoparasitisme, yang memarasit jamur patogen inang di lokasi dan permukaan infeksi jamur patogen. Hal ini juga didukung oleh Farida (1992) yang menyatakan, bahwa mekanisme antagonisme yang

sering terjadi terhadap jamur patogen adalah kompetisi ruang, nutrisi, dan oksigen; antibiosis; lisis dan parasitisme.

Beberapa keuntungan penggunaan agensia hayati adalah aman bagi lingkungan, hewan maupun manusia karena tidak menimbulkan residu bahan kimia, serta mampu merangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi tanaman. Secara ekonomi, penggunaan *Trichoderma* sp. lebih murah dari penggunaan pupuk kimia (Amani, 2008). Hal ini juga didukung oleh Isroi (2008) yang menyatakan, bahwa aplikasi *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus* sp. pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman terutama di tanah-tanah marginal.

Beragam agensia pengendali hayati telah ditemukan dan menunjukkan kemampuan di dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen tanaman, salah satunya adalah jamur *Aspergillus* sp. yang selama ini diasumsikan termasuk golongan patogen ternyata terdapat beberapa spesiesnya termasuk jenis jamur antagonis. Jamur *Aspergillus* sp. merupakan salah satu jamur yang sangat mudah dijumpai di alam pada berbagai medium seperti daerah rizosfer, filosfer tanaman, makanan, tumbuhan, dan minuman. Menurut Maria *et al.* (2005) bahwa jamur endofit dari genus *Aspergillus* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik sehingga termasuk dalam salah satu jenis jamur pengendali hayati.

C. Jamur *Aspergillus* sp.

Aspergillus sp. merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang termasuk jamur dan termasuk dalam mikroorganisme eukariotik. Habitat asli *Aspergillus* adalah dalam tanah dan tumbuh optimum pada kondisi yang menguntungkan meliputi kadar air yang tinggi dan suhu tinggi 35 - 37 °C atau lebih tinggi (Aliallink, 2011).

Ciri-ciri spesifik *Aspergillus* adalah hifa septat dan miselium bercabang, sedangkan hifa yang muncul di dalam permukaan umumnya hifa fertil. Koloni jamur berkelompok dengan konidiofora septat atau nonseptat, muncul dari “foot cell”, yakni miselium yang membengkak di bagian pangkal dan berdinding tebal. Konidiofor membengkak menjadi fesikel pada ujungnya, selanjutnya terbentuk dan tumbuh konidia (Waluyo, 2007). Kepala konidia berbentuk bulat, dinding konidiofor tipis berwarna putih atau berwarna kecoklatan. Vesikula berbentuk bulat hingga semi bulat dan berdiameter 50-100 µm. Fialid terbentuk pada metula dan berukuran 7-9,5 x 3-4 µm. Metula berwarna

putih hingga coklat. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berukuran 3,5-5 μm , dan berwarna coklat (Gandjar *et al.*, 1999).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2013 sampai Juni 2014 di Laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan (IHPT) dan lahan percobaan Laboratorium IHPT, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.

B. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 19 isolat jamur koleksi Laboratorium IHPT, benih jagung varietas BISI 2, alkohol 70%, akuades, dan media Potato Dekstrosa Agar (PDA).

Alat yang digunakan adalah cangkul atau skop, polibag, ayakan dengan diameter 2 cm, pisau, tabung reaksi, *cork borer*, cawan petri, *erlenmeyer*, mikroskop, *haemocytometer*, pipet ukur, pipet mikro, aluminium foil, *autoclave*, gelas objek, tissue, selotip, lampu spiritus, entcase, jarum ose, jangka sorong, penggaris, kapas, plastik, dan ATK.

C. Rancangan Percobaan

Merupakan percobaan faktor tunggal dengan percobaan tahap pertama yang terdiri dari 18 isolat calon jamur antagonis uji, yakni (T1) *Trichoderma* sp1, (T2) *Trichoderma* sp2, (A1) *Aspergillus* sp1, (A2) *Aspergillus* sp2, (A3) *Aspergillus* sp3, (A4) *Aspergillus* sp4, (A5) *Aspergillus* sp5, (A6) *Aspergillus* sp6, (A7) *Aspergillus* sp7, (A8) *Aspergillus* sp8, (A9) *Aspergillus* sp9, (A10) *Aspergillus* sp10, (A11) *Aspergillus* sp11, (A12) *Aspergillus* sp12, (A13) *Aspergillus* sp13, (A14) *Aspergillus* sp14, (A15) *Aspergillus* sp15, dan (A16) *Aspergillus* sp16 dan 1 isolat patogen *Fusarium* sp. (P1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 ulangan sehingga didapat 54 uji jamur antagonisme. Pada percobaan tahap kedua menggunakan perlakuan hasil persentase penghambatan jamur antagonis uji lebih dari 60%. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Denah percobaan dapat dilihat pada Lampiran 1.

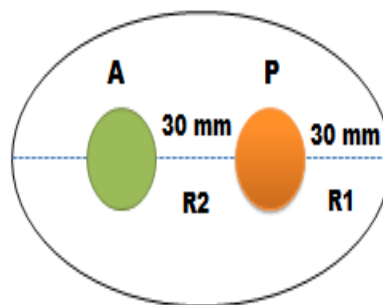
D. Pelaksanaan Penelitian

1. Karakterisasi Isolat-Isolat Jamur

Karakterisasi isolat jamur diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk mengamati pertumbuhan dan perkembangan jamur. Pengamatan makroskopis dilakukan dengan cara menumbuhkan satu cakram ukuran 5 mm isolat koloni jamur pada medium PDA. Diameter koloni diukur setiap hari hingga koloni memenuhi cawan petri. Karakterisasi mikroskopis dilakukan dengan mengamati isolat koloni jamur menggunakan mikroskop pada perbesaran 400x. Karakterisasi selanjutnya yaitu mengukur kerapatan konidia dengan cara satu cakram koloni ukuran 5 mm dilarutkan ke dalam 100 ml air kemudian kerapatan konidia dihitung menggunakan alat *haemocytometer*.

2. Uji Antagonisme Secara *In Vitro*

Tahapan pengujian menggunakan metode biakan ganda (*dual culture*) (Dharmaputra *et al.*, 1999), dengan cara mengambil masing-masing biakan murni hasil karakterisasi yang tergolong jamur antagonis uji dan jamur patogen menggunakan *cork borer* berdiameter 4 mm, kemudian diinokulasikan ke dalam cawan petri yang berisikan media PDA secara berhadapan dengan jarak 30 mm. Skema penempatannya ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Uji biakan ganda

- Ket : P = Potongan koloni jamur patogen,
 A = Potongan koloni jamur antagonis uji,
 R1 = Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis uji,
 R2 = Jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni jamur antagonis uji.

Selanjutnya semua cawan petri diinkubasikan pada suhu kamar. Variabel-variabel yang diamati adalah

a. Laju pertumbuhan jamur (mm)

Laju pertumbuhan jamur diketahui dengan cara mengukur diameter koloni masing – masing jamur setiap hari setelah inokulasi (hsi) sampai hari ke-5 hsi. Pengukuran dilakukan menggunakan penggaris.

b. Persentase hambatan (%)

Persentase hambatan dihitung pada hari ke-8 setelah inokulasi dengan rumus :

$$\text{Hambatan (\%)} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Ket : R1 = Jari-jari koloni patogen yang menjauhi koloni jamur antagonis uji

R2 = Jari-jari koloni patogen yang mendekati koloni jamur antagonis uji

c. Mekanisme antagonisme

Mekanisme antagonisme diidentifikasi berdasarkan Farida (1992) yang meliputi :

1. Kompetisi ruang, nutrisi, dan oksigen.

Kompetisi antara jamur uji dengan jamur patogen dalam memperebutkan ruang, nutrisi, dan oksigen diamati dengan cara melihat jenis jamur yang lebih cepat memenuhi cawan petri.

2. Antibiosis.

Pengamatan antibiosis dilakukan dengan mengukur lebar zona kosong (hambatan) dan melihat ada atau tidaknya perubahan warna pada medium akibat senyawa antibiotik yang dihasilkan jamur uji.

3. Lisis dan parasitisme.

Pengamatan mekanisme lisis dan parasitisme dilakukan dengan mengamati hifa jamur antagonis uji yang tumbuh di atas jamur patogen dengan cara mengambil dan menumbuhkan hifa jamur antagonis dan jamur patogen menggunakan jarum ose, lalu diletakkan di atas gelas objek untuk diamati secara mikroskopis.

d. Penentuan isolat antagonis terpilih

Penentuan isolat antagonis terpilih diambil dari hasil persentase penghambatan jamur antagonis uji yang lebih dari 60%. Semua isolat terpilih dijadikan perlakuan dalam uji antagonisme pada tanaman jagung.

3. Uji Antagonisme Secara *In vivo*

Pengujian antagonisme secara *in vivo* dilakukan menggunakan tanaman jagung varietas BISI 2. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah :

a. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 2 : 1. Media tanam tersebut diayak menggunakan ayakan berdiameter 2 cm, selanjutnya disterilkan menggunakan *autoclaf* dengan suhu 121 °C dan tekanan 2 atm selama 15 menit. Kemudian media tanam steril dimasukkan ke dalam polibag ukuran 1 kg dan disusun sesuai dengan rancangan yang dibuat.

b. Inokulasi Jamur Antagonis Uji Pada 7 hst

Penginokulasian jamur antagonis terpilih dilakukan pada 7 hari sebelum tanam. Penginokulasian dilakukan dengan membuat suspensi isolat jamur antagonis dengan kerapatan spora 10^7 /ml. Dosis yang digunakan sebanyak 10 ml/lubang tanam.

c. Inokulasi Jamur *Fusarium* sp. Pada 3 hst

Penginokulasian jamur *Fusarium* sp. dilakukan pada 3 hari sebelum tanam. Langkah-langkah prosedur yang dilakukan sama dengan tahap penginokulasian jamur antagonis terpilih.

d. Penanaman Jagung

Penanaman jagung dilakukan pada sore hari dan pada setiap polibag diberikan 2 biji/lubang tanam. Media tanam disiram dengan air sampai lembab.

e. Pemeliharaan Tanaman

Tanaman jagung dipelihara selama 1 bulan penelitian yang meliputi : penyiraman, penjarangan, penyiangan gulma dan pengendalian hama.

f. Pengamatan

1. Variabel Pertumbuhan Tanaman Jagung

a. Masa Munculnya Bibit di Atas Permukaan Tanah

Masa munculnya bibit tanaman jagung di atas permukaan tanah dihitung mulai saat penanaman hingga tanaman jagung muncul di atas permukaan tanah. Pengamatan dilakukan setiap hari.

b. Tinggi (cm) dan Diameter (mm) Tanaman Jagung

Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh bagian atas dengan menggunakan penggaris. Diameter batang tanaman jagung diukur 3 cm di atas permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran tinggi dan diameter tanaman dilakukan satu minggu sekali, dimulai sejak tanam sampai 4 MST.

c. Berat Brangkas Basah dan Kering Tanaman Jagung (g)

Brangkas basah tanaman jagung ditimbang setelah tanaman dipanen pada umur 4 MST dan dibersihkan dari media tanam. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan analitik. Setelah itu, bagian pangkal tanaman dipotong 1 cm menggunakan cutter untuk mengamati tingkat serangan patogen bagian dalam tanaman. Selanjutnya brangkas tanaman jagung dimasukkan ke dalam kertas amplop untuk keringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 48 jam. Berat brangkas kering ditimbang setelah pengovenan selesai.

2. Variabel Penyakit Tanaman Jagung

a. Masa Inkubasi (hari)

Masa inkubasi dihitung dari penanaman sampai munculnya gejala penyakit serangan *Fusarium* sp. pertama pada tanaman jagung. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai tanaman berumur 4 minggu setelah tanam.

b. Persentase Tanaman Terserang (%)

Persentase tanaman terserang diamati seminggu sekali sejak tanam sampai tanaman berumur 4 minggu. Persentase tanaman terserang dihitung pada akhir pengamatan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{\text{Jumlah tanaman terserang}}{\text{Jumlah seluruh tanaman}} \times 100\%$$

c. Intensitas Serangan (%)

Intensitas serangan penyakit dihitung seminggu sekali sejak tanam sampai tanaman berumur 4 minggu. Nilai hasil pengamatan dihitung dengan rumus Towsand & Hueberger (*dalam* Fardianto, 2011) sebagai berikut :

$$I = \frac{\sum(nxv)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = Intensitas serangan penyakit
 n = Jumlah tanaman terserang
 v = Nilai skala setiap kategori serangan patogen
 N = Total jumlah seluruh serangan
 Z = Nilai skala tertinggi

Skala yang digunakan merupakan modifikasi dari skala menurut Budi (2007).

Nilai Skor	Kriteria
0	tidak bergejala (sehat)
1	< 10 % tanaman layu
2	10 – 20 % tanaman layu
3	> 20 – 30 % tanaman layu
4	> 30 % tanaman layu

Selanjutnya berdasarkan nilai intensitas serangan penyakit ditentukan efektifitas kerja jamur antagonis dalam menekan *Fusarium* sp. (Budi, 2007) sebagai berikut:

Intensitas serangan penyakit (%)	Efektifitas
0	sangat tinggi
> 0 – 20	Tinggi
> 21 – 40	Sedang
> 41 – 60	Rendah
> 60	sangat rendah

d. Gejala Dalam Penyakit *Fusarium* sp.

Pengamatan gejala dalam penyakit *Fusarium* sp. dilakukan dengan mengiris melintang pangkal batang tanaman jagung sepanjang 1 cm. Selanjutnya irisan melintang batang tanaman jagung diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk mengamati gejala dalam penyakit *Fusarium* sp.

E. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam menggunakan program *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) kecuali data persentase serangan dan intensitas serangan penyakit. Perlakuan yang berpengaruh nyata atau sangat nyata diuji lanjut dengan uji lanjut DMRT dengan taraf $\alpha = 0,05$.