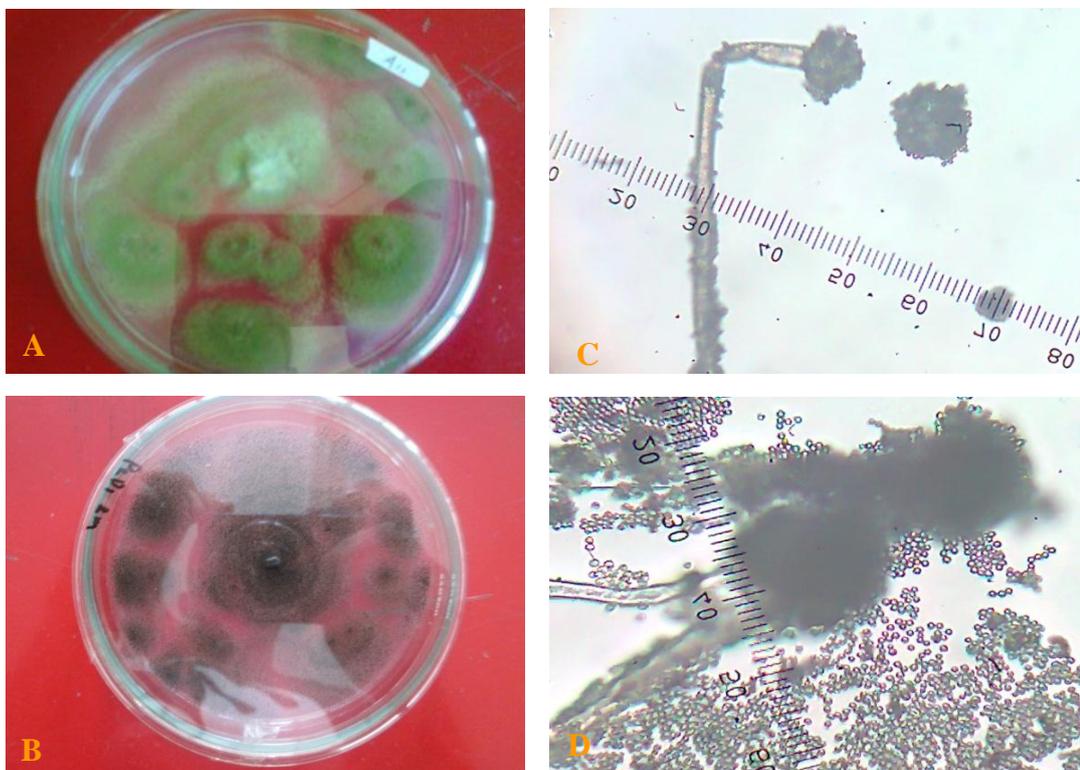


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Jamur Antagonis dan Jamur *Fusarium* sp.

Dalam penelitian ini digunakan 19 isolat jamur koleksi Laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan (IHPT), Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Dari 19 isolat jamur tersebut, 16 isolat tergolong dalam kelompok *Aspergillus* sp., 2 isolat tergolong dalam kelompok *Trichoderma* sp., dan 1 isolat tergolong dalam kelompok *Fusarium* sp.

1. Jamur *Aspergillus* sp.



Gambar 2. Koloni dan konidia *Aspergillus* spesies 1 dan spesies 2

Ket : (A) Koloni jamur *Aspergillus* sp1 (B) Koloni jamur *Aspergillus* sp2
(C) Hifa dan spora jamur *Aspergillus* sp1 (D) Hifa dan spora jamur *Aspergillus* sp2

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis, semua isolat jamur *Aspergillus* sp. dapat dikelompokkan menjadi dua spesies, yaitu *Aspergillus* spesies 1 dan spesies 2. Isolat *Aspergillus* spesies 1 memiliki warna koloni hijau, konidia kehijauan dengan bintik kehijauan pada permukaannya (Gambar 2A) sedangkan spesies 2 memiliki warna koloni

hitam, konidia hitam dengan bintik- bintik hitam di atas permukaannya (Gambar 2B). Kedua koloni *Aspergillus* tersebut membentuk susunan yang konsentris. Secara mikroskopis terlihat kedua spesies jamur memiliki hifa yang tidak bersekat dan konidia berbentuk bulat, berdiameter 0-4,5 μm yang bergerombol dan menempel pada vesikel.

Jamur *Aspergillus* sp. tergolong dalam Kingdom: Fungi, Phylum : *Ascomycota*, Kelas : *Ascomycetes*, Ordo : *Eurotiales*, Famili : *Trichocomaceae*, dan Genus *Aspergillus* (Alexopus *et al.*, 1996). Gandjar *et al.* (1999) melaporkan bahwa diameter koloni jamur *Aspergillus* sp. pada medium PDA dapat mencapai 4-5 cm dalam 7 hari. Lapisan konidia yang lebat berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala konidia berbentuk bulat, dinding konidiofor tipis berwarna putih dapat juga berwarna kecoklatan. Sementara itu, Barnelt (1960) menyatakan bahwa ciri- ciri jamur *Aspergillus* memiliki koloni berwarna kuning kehijauan dan panjang konidiofor mencapai 300 - 500 μm .

2. Jamur *Trichoderma* sp.



Gambar 3. Koloni dan konidia *Trichoderma* sp.

Ket : (A) Koloni jamur *Trichoderma* sp. (B) Konidia jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. secara makroskopis memiliki bentuk awal koloni berwarna putih dan akhirnya berubah menjadi hijau tua dengan semakin bertambahnya umur (Gambar 3A). Penampakan secara mikroskopis isolat ini bewarna hijau, tangkai fialid pendek, konidia berwarna hijau muda (Gambar 3B). Menurut Semangun (1996), *Trichoderma* sp. memiliki konidiofor bercabang teratur, tidak membentuk berkas, konidium jorong, bersel satu, dalam kelompok - kelompok kecil terminal, kelompok konidium berwarna hijau biru.

Koloni *Trichoderma* sp. pada media agar pada awalnya terlihat berwarna putih selanjutnya miselium akan berubah menjadi kehijau-hijauan lalu terlihat sebagian besar berwarna hijau ada di tengah koloni dikelilingi miselium yang masih berwarna putih dan pada akhirnya seluruh medium akan berwarna hijau (Umrah, 1995 dalam Nurhayati, 2001). *Trichoderma* sp. adalah jenis jamur yang tersebar luas di tanah dan mempunyai sifat mikoparasitik. Menurut Istikorini (2002 dalam Gultom, 2008), mekanisme antagonisme jamur *Trichoderma* sp. meliputi (a) kompetisi nutrisi atau sesuatu yang lain dalam jumlah terbatas tetapi tidak diperlukan oleh OPT, (b) antibiosis sebagai hasil dari pelepasan antibiotika atau senyawa kimia yang lain oleh mikroorganisme dan berbahaya bagi OPT, dan (c) predasi, hiperparasitisme, dan mikroparasitisme.

3. Jamur *Fusarium* sp.

Jamur *Fusarium* sp. secara makroskopis memiliki koloni melingkar dan menyebar ke segala arah. Pada awal pertumbuhan di medium PDA koloni berwarna putih seperti kapas, kemudian berubah menjadi putih agak kekuningan atau krem (Gambar 4A).



Gambar 4. Koloni dan konidia *Aspergillus* spesies 1 dan spesies 2

- Ket : (A) Koloni jamur *Fusarium* sp.
 (B) Mikroskopis jamur *Fusarium* sp.
 (1) Mikrokonidia jamur *Fusarium* sp.
 (2) Hifa jamur *Fusarium* sp.
 (3) Mikrokonidia jamur *Fusarium* sp.

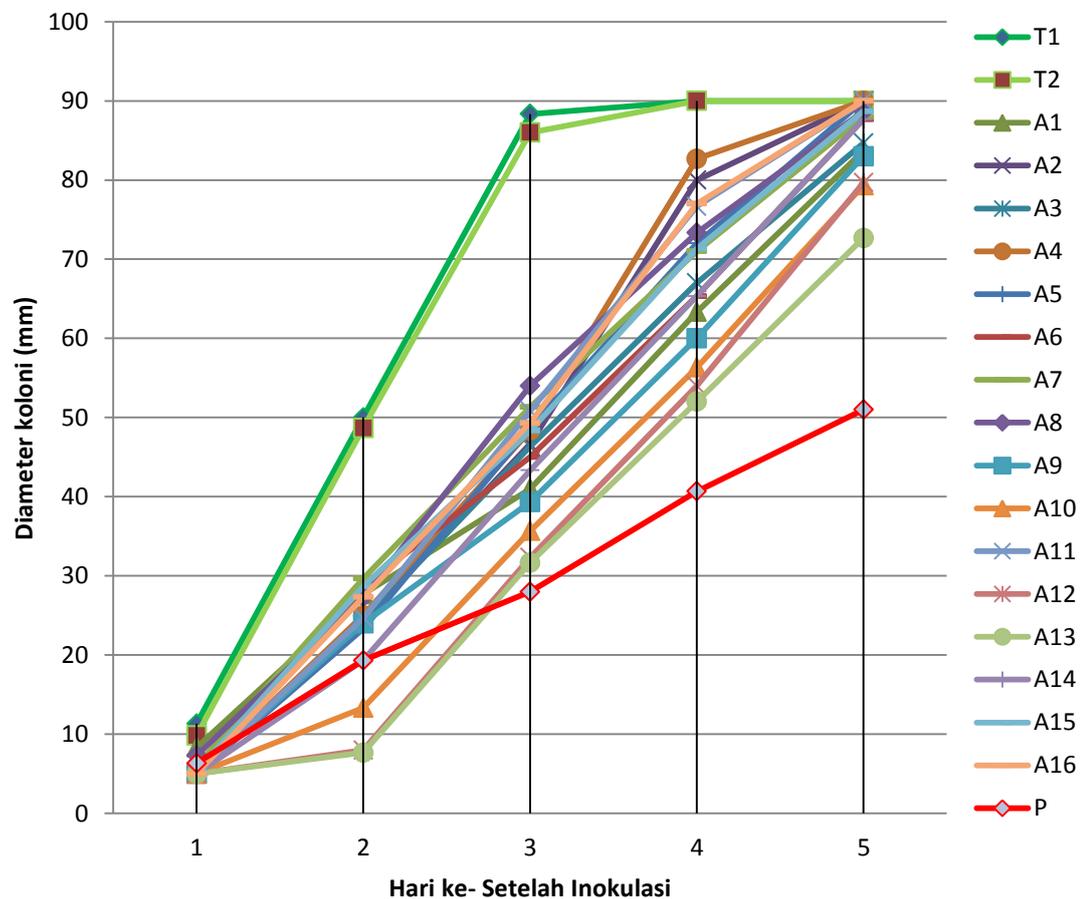
Jamur *Fusarium* sp. mempunyai 3 alat reproduksi, yaitu mikrokonidia (terdiri dari 1-2 septa), makrokonidia (3-5 septa), dan kladospora (pembengkakan pada hifa). Mikrokonidia berbentuk bulat telur, tidak bersekat atau bersekat satu dengan ukuran 8-12 x 3 μ m pada perbesaran 400x (Gambar 4B3). Makrokonidia berbentuk bulan sabit dengan sekat 3-5, berukuran 27,536,25 x 3-5 μ m (Gambar 4B1). Hifa bersekat dan bercabang (Gambar 4B2). Hal yang sama juga diungkapkan oleh Semangun (2004), bahwa *Fusarium* sp. memiliki struktur yang terdiri dari mikronidium dan makronidium. Konidiofor

bercabang-cabang dan makro konidium berbentuk sabit, bertangkai kecil, sering kali berpasangan.

B. Uji Antagonisme Secara *In Vitro*

1. Laju Pertumbuhan Jamur

Jamur antagonis seharusnya memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga mampu mengungguli jamur *Fusarium* sp. dalam penguasaan ruang, oksigen, dan nutrisi yang pada akhirnya mampu menekan perkembangan patogen. Hal ini dapat dilihat dengan membandingkan pertumbuhan masing-masing agensia hayati dan patogen pada biakan tunggal.



Gambar 5. Laju pertumbuhan jamur antagonis uji dan jamur *Fusarium* sp.

Ket : T1-T2 = Isolat jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2

A1-A16 = Isolat jamur *Aspergillus* sp1, sp2, sp3, sp4, sp5, sp6, sp7, sp8, sp9, sp10, sp11, sp12, sp13, sp14, sp15, dan sp16

P = Patogen jamur *Fusarium* sp.

Gambar 5 dapat dilihat bahwa jamur antagonis uji memiliki kecepatan tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan patogen *Fusarium* sp. Pada hari ke-3 setelah inokulasi, jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2 telah memenuhi cawan petri, sedangkan jamur *Aspergillus* sp1 sampai *Aspergillus* sp16 memenuhi cawan petri di atas hari ke-4 setelah inokulasi. Pada umur 3 hsi diameter koloni jamur *Trichoderma* sp. mencapai 90 mm, sedangkan jamur *Aspergillus* sp. masih berdiameter 31-51 mm. Hal ini sangatlah berbeda nyata apabila dibandingkan dengan patogen *Fusarium* sp. Pada hari ke-5 setelah inokulasi, patogen *Fusarium* sp. baru berukuran 51 mm. Kecepatan pertumbuhan jamur agensia yang tinggi menentukan aktivitas dalam menekan patogen target dengan kompetisi ruang dan nutrisi. Dengan pertumbuhan jamur antagonis yang lebih cepat daripada patogen *Fusarium* sp. diharapkan jamur antagonis dapat digunakan sebagai pengendali pertumbuhan patogen tersebut.

2. Persentase Penghambatan

Tabel 1. Daya hambat jamur uji terhadap *Fusarium* sp.

Isolat	Daya hambat (%)
T1	67,77
T2	72,20
A1	55,64
A2	64,67
A3	55,57
A4	62,23
A5	66,57
A6	59,44
A7	58,82
A8	58,62
A9	63,33
A10	55,04
A11	64,75
A12	56,66
A13	59,58
A14	66,67
A15	65,95
A16	70,00

Ket : T1-T2 = Isolat jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2

A1-A16 = Isolat jamur *Aspergillus* sp1, sp2, sp3, sp4, sp5, sp6, sp7, sp8, sp9, sp10, sp11, sp12, sp13, sp14, sp15, dan sp16

Hasil pengamatan daya hambat agensia uji terhadap patogen *Fusarium* sp. menunjukkan hasil yang signifikan. Hal ini dapat dilihat dari besarnya penghambatan jamur agen antagonis uji terhadap patogen *Fusarium* sp melebihi standar awal uji lanjut *in vivo*, yaitu di atas 50% (Tabel 1). Kemampuan menghambat ini disebabkan karena kemampuannya berkompetisi dalam memperebutkan ruang, nutrisi, dan oksigen sehingga tumbuh dengan cepat dan menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Selain itu, antar jamur antagonis dapat menunjukkan mekanisme penghambatan yang berbeda.

Jamur *Trichoderma* sp2 ternyata mempunyai daya hambat paling tinggi, yaitu 72,20 %, sedangkan isolat yang mempunyai daya hambat terendah, yaitu jamur *Aspergillus* sp10 dengan daya hambat 55,04 %. Menurut Soesanto (2013), daya hambat ini disebabkan jamur *Trichoderma* sp. menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraseluler, seperti β -1,3-glukanase, selulase, dan kitinase yang bertanggung jawab terhadap lisis selulosa dan glukon pada dinding hifa dan oospora patogen. Selain itu *Trichoderma* juga menghasilkan 2 jenis antibiotik, yaitu gliotoksin dan viridin.

Berdasarkan hasil pengamatan persentase penghambatan agensia uji terhadap patogen *Fusarium* sp., terdapat 10 isolat terpilih yang memiliki persentase penghambatan lebih dari 60%. Isolat terpilih tersebut yaitu *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp9, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15, dan *Aspergillus* sp16. Isolat terpilih dijadikan perlakuan dalam uji antagonisme pada tanaman jagung. Winarsih dan Syahfurin (2001) menyatakan bahwa jamur dapat dikategorikan sebagai agensia hayati apabila telah dilakukan uji keefektifannya dalam kondisi terbatas dan homogen.

3. Mekanisme Antagonisme

Pengamatan mekanisme penghambatan jamur antagonis uji dilakukan dari hari ketiga sampai hari ketujuh setelah inkubasi. Hari pertama dan kedua selama pengamatan belum terjadi mekanisme antagonisme antar kedua jamur. Terlihat bahwa masing-masing jamur tumbuh tanpa saling mempengaruhi karena jarak tumbuh kedua biakan tersebut cukup lebar, yakni 10-25 mm. Pada hari ketiga telah tampak zona penghambatan seperti menyempitnya zona bening (kurang dari 10 mm) dengan terbentuknya mekanisme antagonis yang berbeda antar isolat uji dalam menghambat patogen uji (Tabel 2).

Tabel 2. Mekanisme antagonisme jamur agensia uji terhadap *Fusarium* sp.

Isolat	Kompetisi ruangan nutrisi, dan oksigen	Antibiosis	Lisis dan paratisme
T1	+	+	+
T2	+	+	+
A1	+	+	-
A2	+	+	-
A3	+	+	-
A4	+	+	+
A5	+	+	+
A6	+	+	-
A7	+	+	-
A8	+	+	-
A9	+	+	-
A1	+	+	+
A11	+	+	+
A12	+	+	+
A13	+	+	+
A14	+	+	+
A15	+	+	+
A16	+	+	+

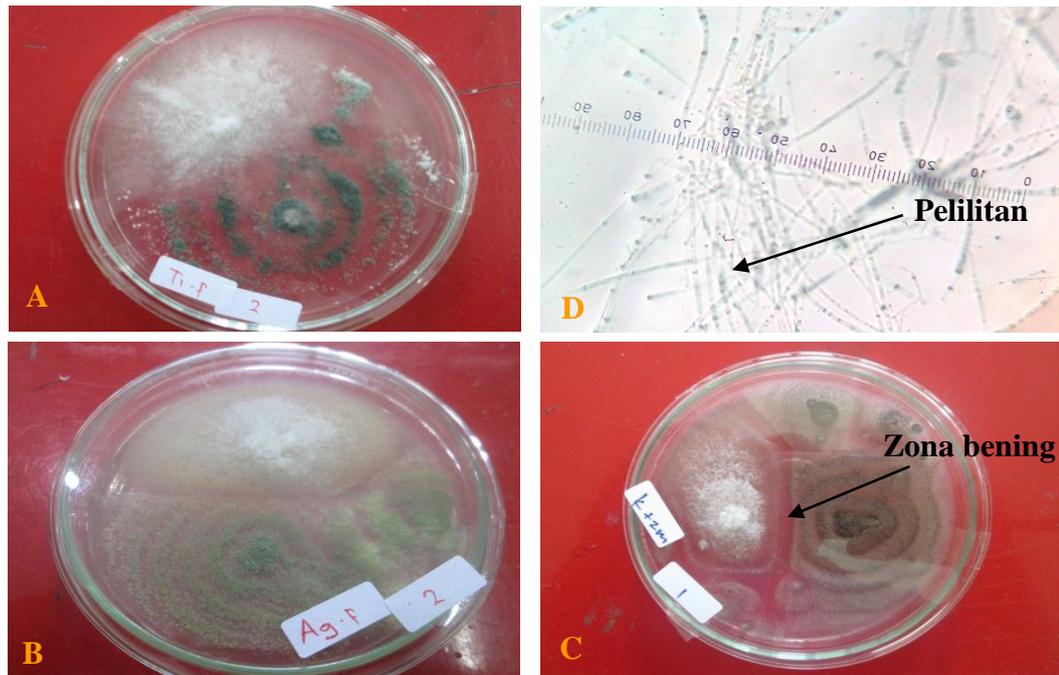
Ket : T1-T2 = Isolat jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2

A1-A16 = Isolat jamur *Aspergillus* sp1, sp2, sp3, sp4, sp5, sp6, sp7, sp8, sp9, sp10, sp11, sp12, sp13, sp14, sp15, dan sp16

Jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. mampu tumbuh sangat cepat berkompetisi dengan jamur *Fusarium* sp. Sebagai akibatnya miselium jamur patogen terdesak dan tidak mendapatkan ruang untuk tumbuh, bahkan miselium jamur antagonis uji mampu menunjukkan mekanisme penghambatan seperti antibiosis, lisis dan parasitisme (Gambar 6A-D). Pengamatan *in vitro* Djaya *et al.* (2003) menjelaskan bahwa setelah patogen mati nampak bahwa jamur antagonis tumbuh terus menutupi permukaan koloni jamur patogen. Hal ini membuktikan bahwa jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. dapat digunakan untuk mengendalikan jamur patogen.

Jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2 dalam uji tidak menunjukkan zona penghambatan, namun dapat tumbuh terus melewati koloni jamur *Fusarium* sp. sehingga menyebabkan pertumbuhan patogen tersebut terhambat. Pada pengamatan hari ketiga setelah inokulasi, jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2 telah bertemu jamur *Fusarium* sp. dengan menempelnya kedua miselium jamur tersebut. Akibatnya jari-jari pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. yang mendekati biakan *Trichoderma* sp. lebih kecil daripada yang menjauhi *Trichoderma* sp. Pada pengamatan setelah hari ketujuh menunjukkan bahwa spora *Trichoderma* sp. telah menyerang *Fusarium* sp. dengan mekanisme penetrasi hifa yaitu kemampuan *Trichoderma* sp. melilit hifa *Fusarium* sp. (Gambar 6D). Menurut Soesanto (2008) bahwa agen

antagonis mampu hidup sebagai hiperparasit, menghasilkan antibiotik dan mempunyai kemampuan tumbuh yang lebih cepat, sehingga dapat terjadi persaingan dalam ruang dan nutrisi. Pernyataan tersebut didukung oleh Ismail (2009) yang menyatakan bahwa jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur antagonis yang mampu menghambat perkembangan patogen melalui proses mikoparasitisme, antibiosis, dan kompetisi.



Gambar 6. Mekanisme antagonisme

Ket : (A) Kompetisi nutrisi, ruang, dan oksigen tumbuh antara jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp.

(B) Kompetisi nutrisi, ruang, dan oksigen tumbuh antara jamur *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp.

(C) Antibiosis jamur *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp.

(D) Mikoparasitisme

Isolat jamur *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp10, *Aspergillus* sp11, *Aspergillus* sp12, *Aspergillus* sp13, *Aspergillus* sp14, *Aspergillus* sp15, dan *Aspergillus* sp16 tidak menunjukkan zona bening, sedangkan beberapa yang lain seperti *Aspergillus* sp1, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp3, *Aspergillus* sp6, *Aspergillus* sp7, *Aspergillus* sp8, dan *Aspergillus* sp9 mengalami pembentukan zona bening seperti terlihat dalam Gambar 6C. Pembentukan zona bening tersebut memberikan petunjuk bahwa jamur *Aspergillus* sp. bekerja secara antibiosis dengan memproduksi antibiotik sedangkan isolat yang tidak membentuk zona bening selain melakukan mekanisme secara antibiosis, juga terjadi secara lisis dan parasitisme. Pembentukan zona bening tersebut menghasilkan senyawa bewarna

merah bata yang menghalangi pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Menurut Maria *et al.* (2005) bahwa cendawan endofit dari genus *Aspergillus* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat antagonis.

C. Uji Antagonisme Secara *In vivo*

Pengujian secara *in vivo* pada tanaman jagung merupakan tahapan lanjutan setelah uji *in vitro* dengan perlakuan jamur antagonis yang memiliki persentase penghambatan lebih dari 60%. Kemampuan kerja jamur antagonis dalam menghambat patogen *Fusarium* sp. dilihat dari masa munculnya bibit di atas permukaan tanah, masa inkubasi, persentase serangan, intensitas serangan, tinggi dan diameter batang, berat brangkasan basah, berat brangkasan kering, dan gejala dalam tanaman.

1. Variabel Pertumbuhan Tanaman Jagung

a. Masa Munculnya Bibit di Atas Permukaan Tanah

Hasil analisis keragaman masa munculnya bibit diatas permukaan tanah tanaman jagung antar perlakuan menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata (Lampiran 2). Rerata bibit tanaman jagung mampu muncul di atas permukaan tanah pada 4-5 hst (Tabel 3). Semua perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap masa munculnya tanaman jagung. Hal ini berarti bahwa keberadaan jamur antagonis belum memberikan efek terhadap kecepatan munculnya tanaman jagung di atas permukaan tanah. Keberadaan jamur *Fusarium* sp. juga belum mampu menghambat kecepatan berkecambah tanaman jagung di atas permukaan tanah. Menurut Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bantul (2008) menyatakan, bahwa benih tanaman jagung rerata dapat berkecambah pada umur 4 -5 hari setelah ditaburkan. Belum berpengaruhnya semua perlakuan diduga efek perlakuan jamur antagonis belum terlihat karena waktu inokulasi dan interaksi jamur antagonis uji dan patogen *Fusarium* sp. masih sangat singkat.

b. Tinggi Tanaman Jagung

Hasil analisis keragaman tinggi tanaman pada tanaman jagung menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata pada umur 1 dan 2 minggu setelah tanam (Lampiran 3 dan 4). Hal ini berarti bahwa keberadaan jamur antagonis belum memberikan efek terhadap tinggi tanaman jagung pada umur 1 dan 2 minggu setelah tanam (Tabel 3). Keberadaan jamur *Fusarium* sp. diduga telah memulai menginfeksi tanaman jagung, akan tetapi seiring

pertambahan umur tingkat infeksi patogen semakin berkurang dengan keberadaan jamur antagonis. Menurut Oren *et al.* (2003), Infeksi sistemik *Fusarium* sp. berkembang pada tanaman muda dari akar ke batang dan menyampai puncaknya pada stadia generatif.

Hasil analisis keragaman tinggi tanaman berpengaruh tidak nyata pada minggu ke 3 dan 4 (Lampiran 5 dan 6). Hal ini diduga karena perlakuan jamur antagonis uji sangat berpengaruh pada kompetisi unsur hara, terutama unsur Fe, dan kemampuan untuk melindungi akar dari infeksi patogen *Fusarium* sp. dengan cara mengkolonisasi permukaan akar sehingga kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan serta perkembangan tanaman disuplai dengan baik dari dalam tanah. Soesanto (2008) menyatakan bahwa agen antagonis mampu hidup berkompetisi dengan patogen tanaman sehingga mempunyai kemampuan tumbuh yang lebih cepat dan dapat terjadi persaingan dalam ruang dan nutrisi.

Tabel 3. Pengaruh jamur antagonis terhadap pertumbuhan tanaman jagung

Perlakuan	Masa bibit muncul (hst)	Tinggi tanaman (cm)				Diameter batang (mm)				Bb (g)	Bk (g)
		Mg 1	Mg 2	Mg 3	Mg 4	Mg 1	Mg 2	Mg 3	Mg 4		
P0	4,00 ^a	7,60 ^a	38,40 ^a	63,52 ^a	78,18 ^a	0,30 ^{bc}	0,70 ^a	1,12 ^a	1,43 ^a	92,00 ^a	20,00 ^a
P1	4,80 ^a	7,58 ^a	30,40 ^a	50,18 ^a	61,72 ^a	0,24 ^{ab}	0,57 ^a	0,92 ^a	1,19 ^a	49,00 ^a	11,00 ^a
T1	4,20 ^a	9,16 ^a	36,14 ^a	60,18 ^a	74,68 ^a	0,29 ^{bc}	0,59 ^a	1,02 ^a	1,24 ^a	59,00 ^a	15,00 ^a
T2	4,40 ^a	6,56 ^a	39,22 ^a	60,28 ^a	76,42 ^a	0,29 ^{bc}	0,69 ^a	1,15 ^a	1,32 ^a	93,00 ^a	25,00 ^a
A2	4,40 ^a	4,70 ^a	29,06 ^a	50,74 ^a	70,80 ^a	0,19 ^a	0,47 ^a	0,91 ^a	1,15 ^a	56,00 ^a	14,00 ^a
A4	5,00 ^a	5,32 ^a	32,10 ^a	50,00 ^a	70,36 ^a	0,27 ^{abc}	0,65 ^a	1,00 ^a	1,28 ^a	80,00 ^a	17,00 ^a
A5	4,80 ^a	6,66 ^a	35,90 ^a	60,68 ^a	75,48 ^a	0,30 ^{bc}	0,58 ^a	1,05 ^a	1,25 ^a	64,00 ^a	15,00 ^a
A9	4,40 ^a	7,12 ^a	39,90 ^a	63,96 ^a	76,28 ^a	0,35 ^c	0,64 ^a	1,07 ^a	1,24 ^a	68,00 ^a	18,00 ^a
A11	5,00 ^a	5,84 ^a	27,46 ^a	50,76 ^a	65,10 ^a	0,27 ^{abc}	0,56 ^a	0,94 ^a	1,13 ^a	55,00 ^a	13,00 ^a
A14	4,60 ^a	7,70 ^a	33,44 ^a	56,24 ^a	73,06 ^a	0,32 ^{cd}	0,62 ^a	0,99 ^a	1,25 ^a	50,00 ^a	12,00 ^a
A15	4,80 ^a	6,46 ^a	33,18 ^a	56,22 ^a	72,22 ^a	0,27 ^{abc}	0,60 ^a	0,92 ^a	1,23 ^a	61,00 ^a	15,00 ^a
A16	4,40 ^a	9,18 ^a	38,42 ^a	58,74 ^a	70,00 ^a	0,32 ^{bc}	0,80 ^a	0,97 ^a	1,22 ^a	68,00 ^a	15,00 ^a

Ket : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

hst = Hari setelah tanam

Mg = Minggu

Bb = Berat brangkasan basah

Bk = Berat brangkasan kering

P0 = Perlakuan tanpa jamur antagonis uji dan jamur *Fusarium* sp.

P1 = Perlakuan jamur *Fusarium* sp.

T1-T2 = Perlakuan jamur *Trichoderma* sp1 dan sp2

A2, A4, A5, A9, A11, A14, A15, A16 = perlakuan jamur *Aspergillus* sp2 sp4, sp5, sp9, sp11, sp14, sp15, dan sp16

c. Diameter Batang Tanaman Jagung

Hasil analisis keragaman diameter batang tanaman jagung antar perlakuan jamur antagonis berpengaruh nyata pada umur 1 minggu setelah tanam (Lampiran 7). Rerata diameter batang diketahui bahwa diameter tertinggi pada umur 1 minggu setelah tanam terlihat pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp9, yakni 0,35 mm dan rerata terendah pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp2, yakni 0,19 mm. Berpengaruh nyatanya diameter tanaman jagung pada umur 1 minggu setelah tanam diduga keberadaan jamur *Fusarium* sp. telah mampu memulai menginfeksi bagian pangkal batang tanaman jagung. Seiring bertambah umur tanaman keberadaan jamur antagonis mampu menunjukkan berbagai mekanisme penghambatan patogen dan memberikan kemudahan tanaman dalam mengasup unsur hara. Hal ini didukung oleh Sumarsih (2003) menyatakan, bahwa jamur antagonis selain mampu menekan perkembangan penyakit tanaman juga mampu merubah bahan organik menjadi substansi yang bermanfaat bagi tanaman.

Tabel 3 diketahui bahwa hasil analisis keragaman diameter batang tanaman jagung berpengaruh tidak nyata pada umur 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam (Lampiran 8, 9, dan 10). Berpengaruh tidak nyatanya saat tanaman umur 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam diduga karena jamur antagonis uji mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur *Fusarium* sp. sehingga batang tanaman jagung dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Persaingan antara jamur antagonis uji dan jamur *Fusarium* sp. diduga akan semakin meningkat seiring pertambahan umur tanaman. Hal ini didukung oleh Oren *et al.* (2003) menyatakan bahwa infeksi sistemik *Fusarium* sp. berkembang pada tanaman muda dari akar ke batang dan menyampai puncaknya pada stadia generatif tanaman jagung. Menurut Soesanto (2013) menyatakan bahwa keberhasilan jamur antagonis dalam menghambat patogen tanaman sangat ditentukan oleh mekanisme penghambatan dari agensia pengendali hayati tersebut. Keberhasilan tersebut melibatkan beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti kisaran inang dan keberadaan patogen target.

d. Berat Brangkasan Basah Tanaman Jagung

Hasil analisis keragaman berat brangkasan basah tanaman jagung menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata antar perlakuan (Lampiran 11). Berpengaruh tidak nyatanya antar perlakuan dikarenakan belum maksimalnya patogen *Fusarium* sp. menyerang tanaman jagung pada stadia vegetatif, akan tetapi perlakuan jamur *Fusarium* sp. menunjukkan hasil berat brangkasan basah terendah dibandingkan dengan seluruh

perlakuan, yakni 49 g. Rendahnya berat brangkasan perlakuan jamur *Fusarium* sp. memberikan petunjuk bahwa patogen *Fusarium* sp. mampu menghambat asupan unsur hara tanaman jagung sehingga kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tidak disuplai dengan baik dari dalam tanah. Hal ini didukung oleh Kaiser *et al.* (1997), yang menyatakan bahwa tanaman jagung terserang patogen *Fusarium* sp. tampak layu atau seluruh daun mengering dan gejala tersebut umumnya terjadi pada stadia generatif, yaitu setelah fase pembungaan.

e. Berat Brangkasan Kering Tanaman Jagung

Hasil analisis keragaman berat brangkasan kering tanaman jagung menunjukkan hasil berpengaruh tidak nyata antar perlakuan (Lampiran 12). Berpengaruh tidak nyatanya semua perlakuan berbanding lurus dengan hasil analisis pada berat brangkasan basah tanaman jagung. Hal ini diduga karena masih mudanya umur tanaman jagung selama pengamatan sehingga persaingan antara jamur antagonis uji dan jamur *Fusarium* sp. belum optimal. Menurut Oren *et al.* (2003) menyatakan bahwa infeksi sistemik *Fusarium* sp. berkembang pada tanaman muda dari akar ke batang dan menyampai puncaknya pada stadia generatif tanaman jagung. Seiring pertumbuhan tanaman jagung, jamur antagonis uji akan memberikan kemudahan tanaman dalam mengasup unsur hara dari dalam tanah dengan menekan perkembangan penyakit dan proses bantuan dekomposer tanah tanaman. Hal ini didukung oleh Sumarsih (2003) menyatakan, bahwa jamur antagonis selain mampu menekan perkembangan penyakit tanaman juga mampu merubah bahan organik menjadi substansi yang bermanfaat bagi tanaman.

2. Variabel Penyakit Tanaman Jagung

a. Masa Inkubasi

Pada akhir pengamatan, semua perlakuan uji antagonisme tanaman jagung belum memberikan gejala tanaman terserang penyakit busuk pangkal batang. Hal ini diduga karena patogen *Fusarium* sp. belum mampu menginfeksi bagian pembuluh batang jagung pada stadia umur vegetatif dan pertumbuhan serta perkembangan jamur patogen mendapat tekanan dari perlakuan jamur antagonis uji. Menurut Kaiser *et al.* (1997) menyatakan bahwa tanaman jagung terserang patogen *Fusarium* sp. tampak layu atau seluruh daun mengering dan gejala tersebut umumnya terjadi pada stadia generatif.

Berdasarkan hasil pengamatan, tanaman jagung mendapat serangan penyakit pada bagian daun dengan bentuk serangan bercak bewarna kecoklatan. Serangan penyakit tersebut merupakan ekspresi awal tanaman jagung akan serangan patogen *Fusarium* sp. sehingga dapat mempermudah patogen tersebut menginfeksi tanaman jagung. Gejala penyakit tersebut ditampilkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Serangan penyakit pada tanaman jagung
Ket : (A) Fase awal serangan penyakit tanaman jagung (B) Serangan lanjut penyakit tanaman jagung.

Gambar 7 dapat dilihat bahwa daun tanaman jagung pada awalnya bewarna hijau berubah menjadi adanya bercak bulat kecil dengan warna kecoklatan (Gambar 7A). Seiring pertumbuhan tanaman, bercak pada daun semakin banyak, tidak beraturan, dan menyebabkan daun menguning (Gambar 7B). Semangun (2000) menyatakan bahwa gejala penyakit *Fusarium* sp. tampak pada bagian atas tanaman dengan menguningnya daun-daun sebelah bawah, kemudian menjadi coklat, dan gejala awal sulit diidentifikasi. Akibatnya penyakit ini baru dapat diketahui ketika serangan sudah lanjut. Miselium cendawan ini bersekat terutama terdapat di dalam sel tanaman, khususnya di dalam pembuluh kayu, jamur ini membentuk miselium yang terdapat di antara sel-sel, yaitu dalam kulit dan di jaringan parenkim di dekat tempat terjadinya infeksi.

Hasil analisis keragaman masa inkubasi pada tanaman jagung menunjukkan berpengaruh nyata antar perlakuan (Lampiran 13). Bila dilihat dari rerata tiap perlakuan diketahui bahwa perlakuan tanpa jamur agen antagonis uji dan jamur *Fusarium* sp. menunjukkan masa inkubasi penyakit paling cepat dibandingkan dengan semua perlakuan yang diberikan. Hasil rerata perlakuan jamur antagonis uji, jamur *Aspergillus* sp. lebih baik dibandingkan dengan jamur *Trichoderma* sp. dengan inkubasi terlama pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp11, yakni 24 hst. Rerata masa inkubasi pada perlakuan jamur *Trichoderma* sp1 menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan perlakuan jamur

Trichoderma sp2, sedangkan pada perlakuan jamur antagonis jamur *Aspergillus* sp11 menunjukkan hasil terbaik dibandingkan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. yang lainnya. Menurut Soesanto (2008) menyatakan, bahwa kemampuan yang dimiliki oleh jamur antagonis dalam berkompetisi memanfaatkan nutrisi dan mengeluarkan senyawa kimia berupa antibiotik dan enzim dapat menghambat serta menghancurkan dinding sel *Fusarium* sp.

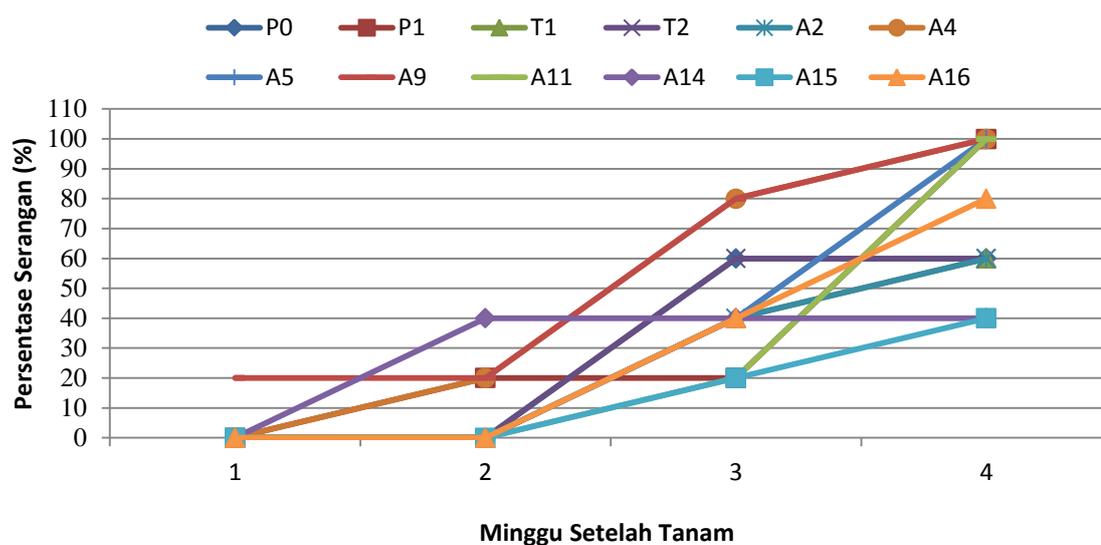
Tabel 4. Pengaruh jamur antagonis terhadap masa inkubasi penyakit layu fusarium pada tanaman jagung

Perlakuan	Masa inkubasi (hst)
P0	15,33 ^a
P1	22,00 ^{ab}
T1	20,00 ^{ab}
T2	16,67 ^{ab}
A2	20,33 ^{ab}
A4	17,60 ^{ab}
A5	21,00 ^{ab}
A9	17,60 ^{ab}
A11	24,00 ^b
A14	17,33 ^{ab}
A15	20,00 ^{ab}
A16	20,25 ^{ab}

Ket : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

b. Persentase Tanaman Terserang

Gambar 8 dapat dilihat bahwa rerata persentase tanaman terserang penyakit mengalami peningkatan laju persentase serangan seiring pertumbuhan tanaman jagung. Peningkatan persentase serangan penyakit terjadi paling tinggi pada umur 3 dan 4 minggu setelah tanam disemua perlakuan tanaman. Hal ini terjadi karena serangan penyakit pada daun tanaman jagung merupakan salah satu jenis penyakit tular udara yang sangat mudah untuk menular antar perlakuan tanaman. Perlakuan jamur antagonis uji di media tanam memberikan tekanan pada perkembangan persentase serangan penyakit dengan menunda peningkatan serangan pada umur 1 dan 2 minggu setelah tanam.



Gambar 8. Pengaruh persentase serangan penyakit layu fusarium pada tanaman jagung umur 1-4 MST.

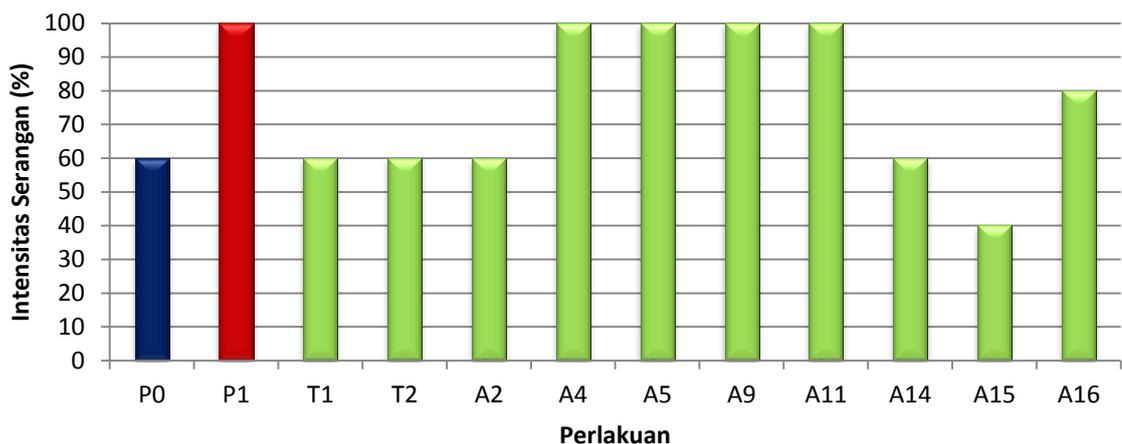
Umur 1 minggu setelah tanam, semua perlakuan belum mengalami persentase serangan penyakit hanya saja pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp9, yakni 20%. Sedangkan pada umur 2 minggu setelah tanam, secara umum persentase serangan masih terbilang kecil. Persentase terbesar terjadi pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp14 sebesar 40%, lalu diikuti perlakuan jamur *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp4, dan *Aspergillus* sp9, yakni 20%. Masih rendahnya persentase serangan dikarenakan jamur antagonis yang diberikan telah terlebih dahulu melakukan perlindungan sehingga agensia mampu menunda besarnya serangan terhadap infeksi patogen.

Pengamatan persentase umur 3 dan 4 minggu setelah tanam, tingkat serangan penyakit pada tanaman jagung meningkat secara drastis. Hal ini dapat dilihat dari terjadinya serangan disemua perlakuan tanaman jagung. Persentase serangan umur 3 minggu setelah tanam dapat diketahui, bahwa persentase serangan terbesar terjadi pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp4 dan *Aspergillus* sp9, yakni 80%, berbanding terbalik pada perlakuan jamur *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp11, dan *Aspergillus* sp15 hanya sebesar 20%. Perbandingan persentase serangan pada perlakuan jamur antagonis uji dapat dilihat bahwa perlakuan jamur *Trichoderma* sp. memiliki tingkat persentase lebih baik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. Persentase serangan pada perlakuan jamur *Trichoderma* sp1 menunjukkan hasil lebih baik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Trichoderma* sp2, sedangkan pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp11 dan *Aspergillus* sp15

menunjukkan hasil terbaik bila dibandingkan dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. yang lainnya.

Rerata persentase serangan pada umur 4 minggu setelah tanam dapat diketahui bahwa perlakuan jamur *Aspergillus* sp15 menunjukkan hasil persentase terbaik dibandingkan semua perlakuan, yakni 40%. Hal ini berbanding terbalik dengan beberapa perlakuan yang telah mencapai persentase serangan sebesar 100%, yakni perlakuan jamur *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp9, dan *Aspergillus* sp11. Perbandingan perlakuan jamur antagonis uji dapat dilihat bahwa perlakuan jamur *Trichoderma* sp. memiliki tingkat persentase lebih baik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. Perlakuan jamur *Trichoderma* sp. dapat diketahui bahwa kedua perlakuan sama-sama memiliki persentase sebesar 60%, sedangkan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. menunjukkan perlakuan *Aspergillus* sp15 terbaik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. yang lainnya. Besarnya persentase pada umur 4 minggu setelah tanam disebabkan mudahnya sebaran penyakit ini antar perlakuan. Hal ini didukung oleh Kaiser *et al.* (1997) menyatakan, bahwa patogen penyebab busuk batang memproduksi konidia pada permukaan tanaman inang dan dapat disebarkan oleh angin, air hujan, manusia atau pun serangga.

c. Intensitas Serangan



Gambar 9. Pengaruh intensitas serangan penyakit layu fusarium pada tanaman jagung umur 4 MST

Gambar 9 dapat dilihat bahwa tingkat intensitas serangan pada umur 4 minggu setelah tanam tergolong sangat tinggi. Intensitas serangan pada umur 4 minggu setelah tanam telah dapat memberikan gambaran bahwa terjadi peningkatan serangan penyakit

tanaman berdasarkan data persentase serangan dari umur 1 hingga 4 minggu setelah tanam. Peningkatan intensitas serangan tertinggi pada umur 4 minggu setelah tanam terjadi pada perlakuan jamur *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp4, *Aspergillus* sp5, *Aspergillus* sp9, dan *Aspergillus* sp11, yakni 100%, sedangkan terkecil terjadi pada perlakuan jamur *Aspergillus* sp15, yakni 40%. Berdasarkan perlakuan jamur antagonis uji dapat diketahui bahwa intensitas serangan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. lebih baik dibandingkan dengan jamur *Trichoderma* sp. Perlakuan jamur *Trichoderma* sp. dapat dilihat kedua perlakuan sama-sama memiliki persentase sebesar 60%, sedangkan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. menunjukkan perlakuan jamur *Aspergillus* sp15 terbaik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Aspergillus* sp. yang lainnya. Sesuai dengan pernyataan Kaiser *et al.* (1997) dimana, besarnya serangan penyakit busuk batang karena patogen menyebar dibantu oleh angin, air hujan, manusia atau pun serangga.

Tabel 5. Pengaruh jamur antagonis terhadap efektifitas agen antagonis dalam menghambat penyakit layu fusarium pada tanaman jagung

Perlakuan	Efektifitas agen antagonis
P0	-
P1	-
T1	R
T2	R
A2	R
A4	SR
A5	SR
A9	SR
A11	SR
A14	R
A15	S
A16	SR

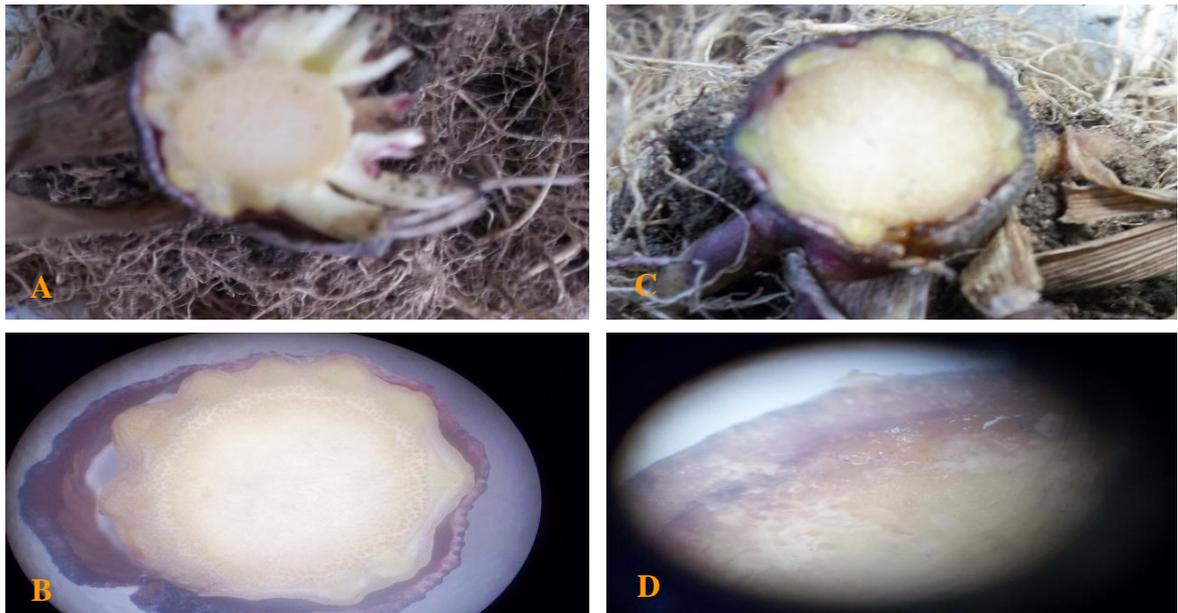
Ket : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

ST : Sangat tinggi, T : Tinggi, S : Sedang, R : Rendah, SR : Sangat rendah

Tabel 5 dapat diketahui bahwa tingkat efektifitas jamur antagonis uji dapat diketahui umur 4 minggu setelah tanam dengan hanya perlakuan jamur *Aspergillus* sp15 menunjukkan keefektifan terbaik, yakni keefektifan sedang dibandingkan perlakuan lainnya. Keefektifitas jamur *Aspergillus* sp15 menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus* sp. lebih baik dibandingkan dengan perlakuan jamur *Trichoderma* sp. Efektifitas antagonis

perlakuan jamur *Trichoderma* sp1 dan *Trichoderma* sp2 menunjukkan hasil yang sama, yakni efektifitas rendah. Kurang maksimalnya tingkat efektifitas jamur antagonis uji tersebut disebabkan oleh tingginya sebaran patogen oleh bantuan beberapa faktor, seperti angin, air hujan, manusia atau pun serangga (Kaiser *et al.*, 1997).

d. Gejala Dalam Penyakit *Fusarium* sp.



Gambar 10. Irisan melintang pangkal batang jagung

Ket : (A) Makroskopis lingkaran batang jagung sehat (B) Mikroskopis lingkaran batang jagung sehat (C) Makroskopis lingkaran batang jagung terserang *Fusarium* sp. (D) Mikroskopis lingkaran batang jagung terserang *Fusarium* sp.

Pengamatan irisan melintang bagian dalam jaringan batang jagung bertujuan untuk mengamati seberapa besar patogen menginfeksi bagian dalam jaringan tanaman jagung. Gambar 10 menunjukkan adanya perbedaan antara irisan melintang batang sehat dan irisan batang yang sakit. Perbedaan ini terlihat sangat jelas pada gambar dimana irisan batang tanaman sehat terlihat cerah dengan lingkaran pembuluh batang berwarna putih bersih (Gambar 10A). Irisan batang yang sakit adanya perubahan warna kecoklatan yang merupakan indikasi awal pembusukan pembuluh batang dan saat disentuh terasa lebih lembut (Gambar 10C). Adanya bercak pada berkas pembuluh merupakan salah satu ciri adanya serangan *Fusarium* sp. Irisan melintang batang yang tidak memiliki gejala dalam penyakit *Fusarium* sp. tidak menunjukkan adanya bercak pada berkas pembuluhnya.

Menurut Oren *et al.*, (2003) bahwa infeksi sistemik *Fusarium* pada tanaman jagung dimulai dari konidia atau miselia yang berasal dari dalam ataupun bagian permukaan

batang kemudian berkembang masuk ke jaringan tanaman muda dari batang dan terakhir menginfeksi ke bagian tongkol dan biji. Penyakit *Fusarium* sp. menginfeksi melalui luka-luka kemudian menetap dan berkembang di berkas pembuluh, sehingga pengangkutan air dan hara menjadi terganggu yang menyebabkan tanaman menjadi layu. Gejala tersebut didukung oleh Kaiser *et al.* (1997) menyatakan, bahwa pangkal batang yang terinfeksi berubah warna dari hijau menjadi kecoklatan, bagian dalam busuk, sehingga mudah rebah, dan bagian kulit luarnya tipis. Pangkal batang yang terinfeksi tersebut terlihat warna merah jambu, merah kecoklatan atau coklat.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil 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%.
2. 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.
3. Hasil uji antagonisme secara *in vivo* pada variabel pertumbuhan tanaman dapat diketahui bahwa semua perlakuan menunjukkan pengaruh sama dalam pertumbuhan tanaman jagung.
4. 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.

B. Saran

Untuk meningkatkan daya antagonisme jamur antagonis uji dalam menghambat patogen *Fusarium* sp., sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan penanaman secara lapangan dan lama waktu penanaman sampai stadia generatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. Edisi 5. Elsevier Academic Press, USA. 922 p.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, dan M. Blackwell. 1996. Introductory Mycology. 4th ed. New York. J. Willey. 868p.
- Alialink. 2011. Aflatoxin. <http://alialink.blogspot.com>. Diakses 18 September 2014.
- Amani. 2008. Biofungisida *Trichoderma harzianum*. <http://www.amani.or.id>. Diakses 16 September 2014.
- Anonim. 2010. Contoh Proposal Penelitian-Aplikasi. <http://ekyowinnersnews.blogspot.com/2014/09/contoh-proposalpenelitian-aplikasi.html>. Diakses 16 September 2014.
- Bachri, S. 2007. Budidaya Jagung dengan Konsep Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BTTP). Sulawesi Tengah.
- Bachri, S. 2001. Mewaspadaai cemaran mikotoksin pada bahan pangan, pakan, dan produk ternak di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 20(2):55-64.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Padi, Jagung dan Kedelai (Angka Ramalan I Tahun 2014). http://www.bps.go.id/brs_file/aram_01jul14.pdf. Diakses 16 September 2014.
- Barnelt, H.L. 1960. Illustrated Genera Of Imperfect Fungi. Departement of Plant Pathology, Bacteriology, and Entomology West Virginia University. Morgantown. West Virginia.
- Budi, I. 2007. Efektivitas Cendawan *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam Pengendalian *Fusarium oxysporum* Schlecht. ex. Fr. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Krisan. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Burhanuddin. 2008. Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Jagung, Penyebab, Gejala, Penularan, Tanaman Inang, Daerah Sebaran dan Pengandaliannya. Balai Penelitian Tanaman *Serealia*. Maros.

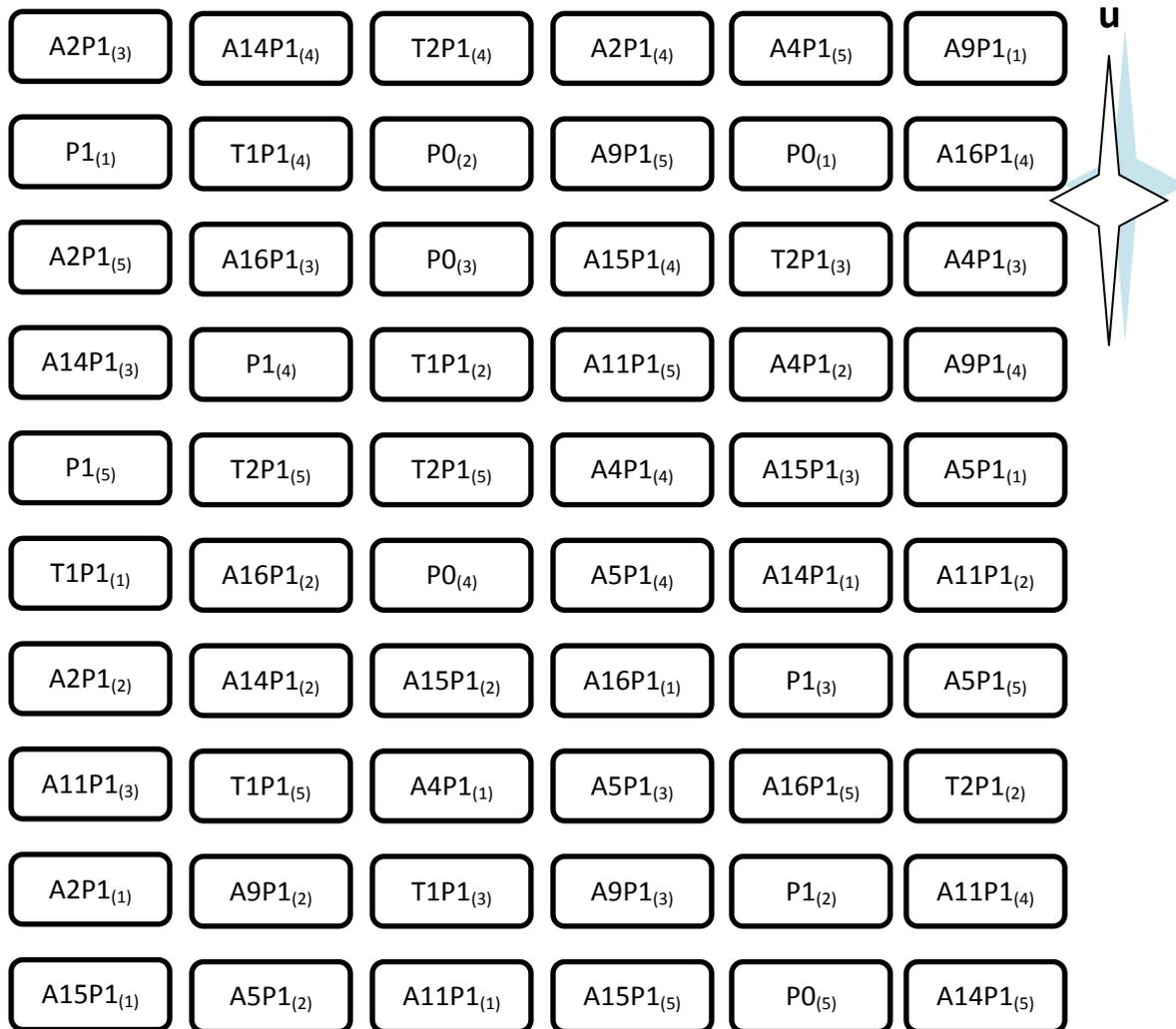
- Dharmaputra, O.S., A.W. Gunawan, R. Wulandari, dan T. Basuki. 1999. Cendawan kontaminan dominan pada bedengan jamur merang dan interaksinya dengan jamur merang secara *in vitro*. J. Mikro. Indonesia 4(1):14-18.
- Dinas Pertanian dan Kehutanan Kabupaten Bantul, 2008. Budidaya Tanaman Jagung. (<http://warintekbantulkab.go.id/>) Diakses tanggal 20 November 2014.
- Djaya A.A., Mulya R.B., Giyanto, dan Marsiah, 2003. Uji keefektifan mikroorganisme antagonis dan bahan organik terhadap layu fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman tomat. Prosiding Kongres Nasional dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Bandung, 6-8 Agustus 2003.
- Fardianto, J. 2011. Tingkat serangan layu Fusarium pada beberapa perawatan benih (*seed treatment*) jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) menggunakan *Pseudomonas fluorescens* dan *Corynebacterium* sp. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu. (tidak dipublikasikan).
- Farida, S. 1992. Penggunaan jamur saprob tanah untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculenta*). J. IPM. 2(1):24-29.
- Gandjar, I., R.A. Samson, K. van den Tweel-Vermeulen, A. Oetari and I. Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gultom, J.M., 2008. Pengaruh Pemberian Beberapa Jamur Antagonis dengan Berbagai Tingkat Konsentrasi Untuk Menekan Perkembangan Jamur *Phytophthora* sp Penyebab Rebah Kecambah pada Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabaccum* L.) <http://repository.usu.ac.id.pdf>. Diakses 01 Oktober 2014.
- Huda, M. 2010. Pengendalian Layu Fusarium pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara Kultur Teknis dan Hayati. Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. (dipublikasikan).
- Ismail, N. dan Andi Tenrirawe. 2009. Potensi Agens Hayati *Trichoderma* spp. Sebagai Agens Pengendali Hayati. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Jl. Kampus Pertanian Kalasey, Sulawesi Utara.
- Isroi. 2008. Aplikasi *Trichoderma harzianum* dan *Aspergillus* sp. pada Tanaman. http://isroi.aplikasi_Trichoderma_harzianum. Diakses tanggal 16 September 2014.
- Kaiser, A., J. Colles, J. Lawson, and C. Nicholls. 1997. Australian Maize. Kondinin Group. 144 p.

- Lilik, R., Wibowo, B.S., Irwan, C., 2010. Pemanfaatan Agens Antagonis dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://www.bbopt.litbang.deptan.go.id>. Diakses 16 September 2014.
- Lubis, L. 1993. Perkembangan Jamur *Trichoderma* sp. Pada Berbagai Media Buatan di Laboratorium. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Maria.G.L., Sridhar K.R, Raviraja N.S. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of southwest coast of India. *Journal of Agricultural Technology* ;1:67-80.
- Nurhayati, H., 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma* sp. Terhadap Daya Infeksi dan Ketahanan Hidup *Sclerotium rofsii* pada Akar Bibit Cabai. Skripsi Fakultas Pertanian UNTAD, Palu.
- Oren, L., S. Wzrarti, D. Cohen, and A. Sharon. 2003. Events in the *Fusarium verticillioides* – Maize interaction characterized by using a green flurescent protein. Experessing Transgenic Isolate. *Applied and Environmental Microbiology*. P.1695-1701.
- Purwantisari, S., dan Hastuti, R. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. <http://eprints.undip.ac.id.pdf>. Diakses 16 September 2014.
- Semangun, H. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan Di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal : 449.
- Semangun, H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM Press. Yogyakarta. 2930. 850 hal.
- Shurtleff, M.C. 1980. Compendium of Corn Diseases. Second Edition. The American Phytopathological Society, USA, 105 p.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Rajawali Pers. Jakarta.
- Soesanto, L. 2013. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman edisi kedua. Rajawali Pers. Jakarta.

- Sumarsih, S. 2003. Mikrobiologi Dasar. Fakultas Pertanian UNP Veteran. Yogyakarta.
- Talanca, H. 2007. Penyakit Busuk Pangkal Batang Jagung (*Fusarium* sp.) dan Pengendaliannya. Balai Tanaman Serealia. Maros.
- Tandion, H., 2008. Pengaruh Jamur Antagonis *Trichoderma harzianum* dan Pupuk Organik Untuk Mengendalikan Patogen Tular Tanah *Sclerotium roflsii* Sacc. Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Rumah Kasa. <http://repository.usu.ac.id/pdf>. Diakses tanggal 2 Agustus 2014.
- Wakman, W. dan Burhanuddin. 2007. Pengelolaan Penyakit Prapanen Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Wakman, W. 2005. Charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* a new disease of maize in South Sulawesi, Indonesia. Paper presented at ICCS Meeting, Malang East Java. 19-23 Sept.
- Wakman, W., F. Kasim, M.S. Kontong, dan Syamsuddin. 1998. Evaluasi penyakit busuk batang jagung pada dua kebun Percobaan Maros dan Bontobili di Sulawesi Selatan. Seminar Mingguan Balitjas. Sabtu 28 Nopember 1998. 9 p.
- Waluyo L. 2007. Mikrobiologi Umum. Edisi Revisi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Winarsih, S., dan Syafrudin, 2001. Pengaruh Pemberian *Trichodema viridae* dan Sekam Padi terhadap Penyakit Rebah Kecambah di Persemaian Cabai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 3 (1). Hal: 37-55. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah percobaan di lapangan



Keterangan : (P0) Tanpa jamur antagonis uji dan patogen *Fusarium* sp., (P1) Patogen *Fusarium* sp. -3 hst, (A2) (A4) (A5) (A9) (A11) (A14) (A15) (A16) Jamur *Aspergillus* sp. -7 hst, (T1) (T2) Jamur *Trichoderma* sp. -7 hst.

Lampiran 2. Hasil analisis keragaman masa munculnya tanaman jagung di atas permukaan tanah.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	5.553	0.503	0.827 ^{ns}	0.614
Galat	48	29.200	0.608		
Total	59	34.733			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 3. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 1.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	103.382	9.398	0.870 ^{ns}	0.574
Galat	48	518.372	10.799		
Total	59	621.574			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 4. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 2.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	956.218	86.929	1.028 ^{ns}	0.437
Galat	48	4058.712	84.556		
Total	59	5014.930			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 5. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 3.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	1176.278	106.934	1.351 ^{ns}	0.227
Galat	48	3799.548	79.157		
Total	59	4975.826			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 6. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 4.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	1289.613	117.238	1.338 ^{ns}	0.234
Galat	48	4207.320	87.652		
Total	59	5496.933			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 7. Hasil analisis keragaman diameter tanaman jagung pada minggu ke- 1.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	0.096	0.009	2.081*	0.040
Galat	48	0.201	0.004		
Total	59	0.297			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 8. Hasil analisis keragaman diameter tanaman jagung pada minggu ke- 2.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	0.389	0.035	0.770 ^{ns}	0.667
Galat	48	2.204	0.046		
Total	59	2.593			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 9. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 3.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	0.357	0.032	1.146 ^{ns}	0.349
Galat	48	1.358	0.028		
Total	59	1.715			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 10. Hasil analisis keragaman tinggi tanaman jagung pada minggu ke- 4.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	0.326	0.030	0.642 ^{ns}	0.783
Galat	48	2.214	0.046		
Total	59	2.540			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 11. Hasil analisis keragaman berat brangkasan basah tanaman jagung.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	12261.250	1114.659	1.088 ^{ns}	0.391
Galat	48	49170.000	1024.375		
Total	59	61431.250			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 12. Hasil analisis keragaman berat brangkasan kering tanaman jagung.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	798.333	72.576	1.240 ^{ns}	0.288
Galat	48	2810.000	58.542		
Total	59	3608.333			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 13. Hasil analisis keragaman masa inkubasi penyakit tanaman jagung.

Sumber variasi	db	JK	KT	F hitung	Sig
Seed Treatment	11	273.294	24.845	1.358 ^{ns}	0.239
Galat	33	603.817	18.297		
Total	44	877.111			

Ket : * = Berpengaruh nyata pada taraf 5%, ns = berpengaruh tidak nyata