EnviroScienteae Vol. 16 No. 1, April 2020 ISSN 2302-3708 (online)
Halaman 49-61

UJI EFEKTIVITAS Pseudomonas fluorescens DAN KHAMIR DALAM MENGHAMBAT PENYAKIT BUSUK UMBI SERTA MEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG MERAH (Allium ascalonicum)

The effectivity of Pseudomonas fluorescens and Khamir to control Rot Diseases and to stimulate of Growth of Shallot Plant (Allium ascalonicum)

Hotim[1)], Salamiah[2)*], Gusti Rusmayadi[2)]

[1)] Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat
Dinas Pertanian Kabupaten Tabalong
e-mail: hotimsmart@gmail.com
[2)] Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat
[2)*] e-mail: salamiah@ulm.ac.id

Abstract

The main problem in the cultivation of shallots in South Kalimantan is rot diseases caused by Fusarium oxysporum. In South Kalimantan, until the present, this disease control is still not effective and efficient yet. One of the control techniques offered is the use of antagonistic agents because they are environmentally friendly. The study was carried out at the Plant Pest Laboratory in Sungai Tabuk District and the Bumimas Farmer Group's land in Upau District, Tabalong Regency, South Kalimantan. The study was carried out in two stages: 1. in vitro test was to see the effectiveness of using Pseudomonas fluorescens and Yeast in suppressing Fusarium oxysporum; 2. in vivo test to assess the effectiveness of P. fluorescens and Yeast in controlling F. oxysporum in the shallots field. The results showed that the application of P. fluorescens and Yeast was able to inhibit the growth of F. oxysporumin vitro, 64.03%, and 62.6%, respectively. The application of P. fluorescens was able to inhibit F. oxysporum bulb rot disease in Bima Brebes variety of shallots by 6.7% and could stimulate the number of roots in the field while the Yeast application effectively inhibited F. oxysporumbulb rot disease by 18.6%, and able to stimulate plant growth. The combination of P. fluorescens and Yeast is also effective in inhibiting F. oxysporum root rot by 20.3% and effective in stimulating the growth of onion plants in the field.

Keywords: Biological control; Fusarium; Pseudomonas; Shallots; Yeast

PENDAHULUAN

Kendala utama dalam usaha tani bawang merah di Kalimantan Selatan adalah gangguan cendawan *F. oxysporum* penyebab penyakit busuk umbi.Luas serangan penyakit Busuk umbi di Kalimantan Selatan pada tahun 2016 mencapai 2,1 % (BPTPH kalimantan Selatan, 2016). Sementara di Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan, pada tahun 2018 luas serangan *F. oxysporum* ini mencapai 70% (Astuti, 2018).

Tindakan yang sudah dilakukan oleh para petani bawang merah di Kabupaten Tabalong adalah dengan menggunakan pestisida berbahan kimia sintetis seperti thiram, carbendazim, thiopahnate methyl dan Benomyl 0,1%. Kekurangan pengendalian dengan cara kimia adalah berbahaya bagi lingkungan.

Tindakan preventif terhadap serangan hama penyakit tanaman bawang merah adalah dengan upaya memutus siklus hidup hama atau patogen sebagai sumber serangan. Hal ini adalah bagian dari upaya

pengendalian hama penyakit secara terpadu (Salamiah, 2008). Selanjutnya pada tindakan kuratif hendaknya mengutamakan penggunaan bio-pestisida yang bersifat aman dan ramah lingkungan.

P. fluorescens dan Khamir adalah agen hayati yang akan dipergunakan dalam penelitian ini, dengan harapan kedua agensia antagonis ini dapat bekerja secara sinergi dan saling melengkapi antara yang satu dengan lainnya.

Penelitian ini bertujuan: 1) Untuk menguji efektifitas pemberian bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*; 2) Untuk menguji efektifitas pemberian bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir dalam mengendalikan serangan penyakit busuk umbi *Fusarium oxysporum* dan memacu pertumbuhan tanaman bawang merah di lapangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu secara *in vitro* di Laboratorium dan *in vivo* di lapangan.

Rancangan Percobaan

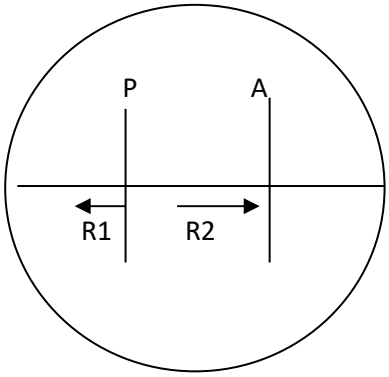
Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan acak kelompok (RAK) dengan 1 kontrol 3 perlakuan dan 6 ulangan sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 10 tanaman sehingga terdapat 240 tanaman sampel. Perlakuan yang diamati terdiri dari : P0 adalah tanpa perlakuan sebagai (kontrol), P1 adalah perlakuan *P. fluorescens* dengan kerapatan 10^7cfu ml^{-1}, P2 adalah perlakuan Khamir dengan kerapatan 10^7cfu ml^{-1}, dan P3 adalah perlakuan *P. Fluorescens* dengan Khamir.

Mekanisme pemberian *P. Fluorescens* dan Khamir adalah dalam bentuk cair dengan cara menyiramkan pada tanah di sekitar perakaran 7 hari setelah bibit bawang merah ditanam sebanyak satu kali aplikasi dengan takaran masing masing 240 cc/petak percoban.

Pengujian Secara in Vitro

Teknik Peletakan Uji Tantang

Penempatan setiap isolat dalam cawan petri dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Posisi peletakan isolat patogen dan isolat antagonis di dalam cawanpetri. (P).Patogen*F. oxysporum,* (A). Isolat antagonis.

Pengukuran dan Analisis Luas Koloni F. oxysporum

Pengamatan dan pengukuran serta analisis daya hambat meggunakan rumus Khalimi dan Wirya (2009) yaitu:

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

Dimana :

DH = Persentase Daya Hambat

R1 = Jari jari dari koloni patogen yang tumbuh berlawanan arah dengan isolat antagonis

R2 = Jari jari yang tumbuh ke arah isolat antagonis.

Pengujian Secara In Vivo

Aplikasi Perlakuan

Aplikasi *P. fluorescens* dengan Khamir di lapangan dalam bentuk cair dilakukan 7 hari setelah tanam. Dengan cara disiramkan pada daerah perakaran sebanyak 240 ml larutan/petak percobaan. Demikian

juga pada masing-masing perlakuan tunggal *P. fluorescens* dan perlakuan tunggal Khamir diberikan dosis yang sama yaitu 240 ml/petak percobaan.

Pengamatan:

Intensitas keparahan Penyakit
Kejadian penyakit busuk umbi (moler) diamati pada setiap tanaman bawang merah pada seluruh petak perlakuan menggunakan rumus (Campbell and Madden, 1990 *dalam* Kasutjianingati *et al*., 2011):

$$I = (a/b) \times 100\ \%$$

Ket : I = Kejadian penyakit
a = Jumlah tanaman sakit
b = Jumlah tanaman seluruhnya

Parameter Pertumbuhan Tanaman
Meliputi Tinggi Tanaman, Jumlah Daun Perumpun, Panjang Daun, Panjang Akar ,Jumlah Akar, Diameter Umbi, Bobot Basah Tanaman, Bobot Kering Tanaman, Kandungan Lemak Dan Kadar Air,

Kandungan NPK dan pH Tanah
Meliputi data NPK dan pH tanah sebelum dan sesudah aplikasi perlakuan.

Analisis Data

Melakukan Analisis Regresi Linier sederhana

Koefisien regresi yang diperoleh akan digunakan untuk membandingkan besarnya intensitas serangan *F. oxysporum* pada ketiga aplikasi perlakuan. Adapun manfaaat Analisis Regresi Linear Sederhana adalah untuk mengukur pengaruh antara satu variabel prediktor (variabel bebas) terhadap variabel terikat. Rumus yang digunakan adalah: Y = a + bX dimana :Y = Variabel terikat, a = Nilai intercept (konstanta), b = Koefisien regresi, X = Variabel bebas (Harsojuwono*et al*.,2018)

$$\text{Nilai } a = \frac{\sum y(\sum x^2) - \sum X . \sum XY}{n\sum X^2 - (\sum x)^2}$$

$$\text{Nilai } b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Ket:
Y = Variabel terikat
y =Kwadrat variabel terikat
X =Variabel bebas
x = Kwadrat variabel bebas
a = Nilai konstanta
b = Koefisien regresi
n = Pengamatan

Menganalisis Keefektifan Relatif Pengendalian

Di akhir penelitian selain dua analisis di atas penulis juga melakukan perhitungan ke-efektifan relatif yaitu pada 20 hari yang ke tiga setelah aplikasi (HSA). Ke-efektifan relatif pengendalian (KRP) P. *Fluorescens,*Khamir, dan kombinasi keduanya terhadap *F. oxysporum* dihitung dengan memakai rumus Unterstenhofer (1976) *dalam* Nurjanani (2011) sebagai berikut:

$$KRP = \frac{IP\ Ko - IP\ Pe}{IP\ Ko} \times 100\%$$

Ket:
KRP = Keefektivan relatif pengendalian.
IP Ko = Intensitas penyakit pada petak kontrol.
IP Pe = Intensitas penyakit pada petak perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Secara In Vitro

Perkembangan Khamir, P. fluorescens, F. oxysporum

Hasil pengamatan dan pengukuran pertumbuhan dari masing masing biakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkembangan *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir pada media PDA (mm)

Isolat	Hari ke (mm)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fusarium oxysporum	1,5	10,5	20,7	27,5	36,2	44,8	52,2	79,2
P.fluorescens	8,8	15,2	17,7	21,5	25	29,7	55	58,2
Khamir *1 (Candida) edax)*	2,5	10,8	16	24,7	31,7	38,7	45,2	62,5
Khamir 2 *(C. terreus)*	2	11,2	15,7	24,8	31,7	38,3	46,0	62,7
Khamir 3 *(C. albidus)*	2,7	10,7	16,0	25,0	31,8	39,2	45,3	62,8

Rerata persentase pertumbuhan dan perkembangan *F. oxysporum* tiap hari dan posisi diameter akhir yang luas maka dapat diambil kesimpulan bahwa *F. oxysporum* lebih cepat dan lebih luas pertumbuhan dan perkembanganya yaitu 79,2 mm dibanding pertumbuhan dan perkembangan Khamir dan *Psedomonas fluorescens* yang hanya mencapai 62,5 mm untuk Khamir dan 58,2 mm *P. fluorescens*. Hal ini dikarenakan memang perkembangan cendawan *F. oxysporum* sangat cepat ketika ditumbuhkan pada media potato dextrose agar (PDA) hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurbaya, *et al.* (2014) bahwa Rata-rata diameter pertumbuhan isolat cendawan *Fusarium spp.* tertinggi terdapat pada media organik yang khususnya berasal dari media kentang. Media kentang selain memiliki kandungan nutrisi karbohidrat, protein dan air yang berasal dari substrat kentang, glukosa dan agar Juga memiliki senyawa karbon yang berfungsi untuk metabolisme cendawan itu sendiri sebagaimana organisme heterotrof lainya. Menurut (Cochrane,1958) senyawa karbon adalah sumber energi utama yang berasal dari proses oksidasi senyawa karbon tersebut.

Hasil Uji Antagonis Khamir vs P.fluorescens danF. oxysporum

Hasil pengamatan dan pengukuran dari masing masing uji tantang Khamir terhadap *P. fluorescens* dan *F. oxysporum* menunjukan hasil yang berbeda beda. Untuk melihat apakah diantara kedua jenis agensia antagonis memiliki sifat saling menekan atau bersifat sinergis, dilakukan uji tantang di Laboratorium terhadap kedua jenis agensia antagonis tersebut.Hasil uji interaksi antara Khamir terhadap bakteri *Pseudomonas fluorescens* dapat dalam biakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji interaksi antaratiga jenis Khamir dan*P. fluorescens*

Isolat Khamir	Daya hambat (%)
Khamir 1 (*Candida edax*)	**-9,28**
Khamir 2 *(Cryptococcus terreus)*	**-5,69**
Khamir 3 *(Cryptococcus albidus)*	**-3**
Khamir formula (*C. edax, C. terreus, C. albidus)*	**-2,5**

Data di atas memperlihatkan bahwa tidak terjadi kontradiksi pada kedua agen hayati tersebut atau kedua agen hayati (Khamir dengan *Pseudomonas fluorescens)* secara in vitro dapat bekerja secara sinergis.

Untuk mengetahui besarnya perentase daya hambat pada uji tantang Khamir terhadap cendawan*Fusarium oxysporum* secara *in vitro*dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persentase Daya Hambat Khamir, *Pseudomonas fluorescens* vs *Fusarium oxysporum*

Isolat antagonis	Daya hambat (%)
Khamir 1(*Candida edax*)	**32**
Khamir 2 *(Cryptococcus terreus)*	**16,95**
Khamir 3 *(Cryptococcus albidus)*	**30,4**
Khamir formula (*Candida edax, C. terreus, C. albidus)*	**62,6**
Pseudomonas fluorescens	**64,03**

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Candida edax, Cryptococcus terreus, Cryptococcus albidus* terhadap *F.*

oxysporum memperlihatkan bahwa penggunaan kedua agen hayati *P.flourescens* dan Khamir dapat menghambat *F. oxysporum* secara *in vitro.*

Hasil Pengujian Secara In Vivo

Masa inkubasi dan Intensitas Serangan Penyakit

Berdasarkan hasil penelitian aplikasi Khamir formula, *P. fluorescens*, dan kombinasi Khamir dengan *P.fluorescens* pada tanaman bawang merah, masa inkubasi dan intensitas serangan *F. oxysporum* dari masing masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa *P. fluorescens* dapat menghambat perkembangan penyakit moler *F.oxysporum* pada tanaman bawang merah sebesar 8,3 %, dan Khamir dapat menghambat *F. oxysporum*sebesar 20 %, sedangkan kombinasi *P.fluorescens*denganKhamir dapat menghambat perkembangan*F. oxysporum* sebesar 21,7 %.

Tabel 4. Masa Inkubasi dan Intensitas Serangan Penyakit (%) *F. oxysporum* 7-56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) pada Tanaman Bawang Merah yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir

Perlakuan	7 HAS (%)	14 HSA (%)	21 HSA (%)	28 HSA (%)	35 HSA (%)	42 HSA (%)	49 HSA (%)	56 HSA (%)
P0	10	15	35	71,7	90	98,3	98,3	98,3
P1	11,7	30	41,7	68,3	86,7	91,7	91,7	91,7
P2	11,7	11,7	11,7	31,7	80	80	80	80
P3	13,3	20	33,3	43,3	78,3	78,3	78,3	78,3

Tabel 5. Uji lanjut BNT Intensitas Serangan Penyakit (%) *Fusarium oxysporum* 35-56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) pada Tanaman Bawang Merah yang Diberi Perlakuan *P. fluorescens* dan Khamir

Perlakuan	Rerata
P0 (kontrol)	98,3 b
P1(*P.fluorescens*)	91,7 ab
P2(khmair)	80 a
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	78,3 a

Keterangan: Angka Dengan Diikuti Huruf yang Sama Menunjukan Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji LSD pada Taraf Nyata 5%

Kemampuan daya hambat pada perlakuan kombinasi *P. fluorescens* dan Khamir ini membuktikan bahwa kedua agen hayati ini dapat bekerja secara sinergis dalam menghambat serangan penyakit *F. oxysporum* pada tanaman bawang merah di lapangan hal ini dikarenakan *P. fluorescsns* berfungsi sebagai PGPR yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dan mampu bersinergi dengan komunitas mikroba di daerah rhizosfer yaitu

dengan memproduksi berbagai zat yang berguna bagi organisme antagonis lainnya (Kloepper dan Schroth, 1981). Selain itu, *P. fluorescens* dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan cara memfasilitasi perolehan sumber daya seperti nitrogen, fosfor dan mineral penting misalnya hormon tanaman untuk meningkatkan modulasi, atau secara tidak langsung dengan cara meningkatkan efek penghambatan dari berbagai serangan patogen pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman sebagai agen biokontrol (Glick, 2012). Sementara Khamir dapat berkompetisi dalam pengambilan nutrisi dengan patogen (Jones & Prusky, 2002), Selain memproduksi kitinase terdapat juga beberapa mekanisme kerja Khamir yang lain dalam menghambat patogen (El Gaouth *et al.,*2003) yaitu dengan cara menghasilkan sekresi untuk menghambat patogen (Guetsky *et al.,*2002). Khamir, mempunyai aktivitas peroksidase (El Gaouth *et al.,*2003). Khamir juga bekerja secara kompetisi ruang dan nutrisi serta menginduksi ketahanan (Guetsky *et al.,*2002; El Gaouth *et al.,* 2003).

ParameterPertumbuhan Tanaman

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diamati dan diukur dari pangkal batang sampai titik teratas tanaman. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 6.

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman sejak 7 sampai 56 hari setelah aplikasi menunjukan tidak tidak adanya pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman artinya bahwa pemberian *P. fluorescens* dan Khamir tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah hal ini dikarenakan adanya serangan penyakit *F. oxysporum.* Menurut Agrios (2005) tanaman bawang merah yang terinfeksi cendawan *F. oxysporum* mengakibatkan terjadinya perubahan fisiologis pada tanaman seperti terganggunya proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, transpirasi sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Namun demikian secara grafik pemberian Khamir lebih baik dari kontrol dan perlakuan lainnya.

Tabel 6. Rerata Tinggi Tanaman Bawang Merah (cm) 7-56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *P.fluorescens* dan Khamir

Perlakuan	7 HSA (cm)	14 HSA (cm)	21 HSA (cm)	28 HSA (cm)	35 HSA (cm)	42 HSA (cm)	49 HSA (cm)	56 HSA (cm)
P0	21,5	24,1	21,9	15,1	12,6	6	2,3	2,3
P1	22,9	27,9	25	18,3	13,4	7,2	3,3	3,3
P2	23,9	28,9	32	26,3	18,9	10,5	6,9	6,9
P3	23,9	28,2	28,1	25,1	15,4	8,8	4,5	4,5

Jumlah Daun Perumpun

Hasil perhitungan jumlah daun perumpun tanaman bawang merah tiap perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Rerata Jumlah Daun Perumpun Tanaman Bawang Merah (Helai) 7-56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *P.fluorescens* dan Khamir.

Perlakuan	7HSA	14HSA	21 HSA	28 HSA	35 HSA	42 HSA	49 HSA	56 HSA
P0	17,3	22,3	17,8	13	2,8	1,7	0,5	0,5
P1	19,5	23,5	20,7	14,5	4,7	2,7	1,3	1,3
P2	22	25	30	13,7	7,5	4,3	1,5	1,5
P3	20,2	24,8	26,2	19,7	6,7	3,3	1,5	1,5

Tabel 8. Rerata Uji lanjut BNT Jumlah Daun Tanaman (Helai) Bawang Merah Umur 7 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Jumlah daun
P0 (kontrol)	17,3 a
P1(*P.fluorescens*)	19,5 ab
P2(khmair)	22 ab
P3 (*P.fluorescens* + Khamir)	20,2 b

Keterangan: Angka Dengan Diikuti Huruf yang Sama Menunjukan Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji LSD pada Taraf Nyata 5%

Panjang Daun

Panjang daun pada setiap kali pengukuran dari masing masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 9.

Hasil uji anova mengenai panjang daun dari semua perlakuan di akhir penelitian menunjukan F-hitung sebesar 3,13 lebih kecil dari F-tabel 3,29 pada taraf 5% yang berarti perlakuan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang daun hal ini dikarenakan adanya serangan penyakit *F. oxysporum* yang mempuyai korelasi terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman bawang merah yang terinfeksi cendawan *F.oxysporum*memungkinkan terjadinya

perubahan fisiologis tanaman seperti terganggunya proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, dan transpirasi sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Agrios, 2005).

Tabel 9. Rerata Panjang Daun Tanaman Bawang Merah (cm) 7-56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *P.fluorescens* dan Khamir.

Perlakuan	7 HSA (cm)	14 HSA (cm)	21 HSA (cm)	28 HSA (cm)	35 HSA (cm)	42 HSA (cm)	49HSA (cm)	56 HSA (cm)
P0	20,5	21,7	18,1	11,5	9,3	4,4	1,6	1,6
P1	22,5	26,4	22,4	15,6	10,9	5,8	2,5	2,5
P2	23,2	27	28,1	22,8	14,8	8,4	4,8	4,8
P3	22,9	26,9	25,3	20,8	11,9	6,2	3,2	3,2

Panjang Akar

Hasil pengukuran Rerata panjang akar bawang merah dari tiap tiap perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tebel 10.

Tabel 10. Rerata Panjang Akar Tanaman (cm) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan Pseudomonas fluorescens, Khamir

Perlakuan	Rerata
P0 (kontrol)	1,9 a
P1(*P.fluorescens*)	2,5 ab
P2(Khmair)	5,0 b
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	4,1b

Keterangan: Angka Dengan Diikuti Huruf yang Sama Menunjukan Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji LSD pada Taraf Nyata 5%

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa*P. fluorescens*dan Khamir berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan panjang akar. Hal ini didugakarena Khamir dapat menghasilkan mineral, vitamin dan asam amino yang penting dalam makanan (Hashem & Alamri, 2009).

Jumlah Akar

Pengamatan dan pengukuran lainnya adalah rerata jumlah akar. Hasil perhitungan rerata jumlah akar dari masing masing petak amatan menunjukan jumlah yang berbeda beda. Untuk melihat perbedaan jumlah akar pada masing masing perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Nilai uji lanjut BNT Rerata Jumlah Akar (Helai) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata
P0 (kontrol)	19,5 a
P1(*P.fluorescens*)	31,3 ab
P2(khmair)	55 b
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	42,5 ab

Keterangan: Angka Dengan Diikuti Huruf yang Sama Menunjukan Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji LSD pada Taraf Nyata 5%

Hasil analisis uji anova pada parameter jumlah akar bahwa F-hitung menunjukan angka 3,36 yang lebih besar dari F-tabel 3,29 sehingga perlakuan Khamir dapat disimpulkan berbeda nyata terhadap kontrol dengan rerata pertumbuhan jumlah akar sebanyak 55 buah hal ini berarti agen hayati Khamir dan kombinasi (*Pseudomonas fluorescens* + Khamir) dapat bekerja memacu petumbuhan jumlah akar sesuai pernyataan bahwa Khamir dapat menghasilkan mineral, vitamin dan asam amino yang penting dalam makanan (Hashem & Alamri, 2009). PGPR juga dapat memproduksi fitohormon seperti auksin, sitokinin, giberelin, dan etilen yang mempengaruhi plorifierasi sel pada sistem perakaran tanaman sehingga membentuk lebih banyak akar lateral dan rambut akar untuk meningkatkan penyerapan hara dan air. Sekitar 80% PGPR yang berkoloni pada permukaan akar dapat memproduksi auksin dan menginduksi peningkatan produksi IAA

endogen. Triptopan merupakan salah satu asam amino yang sering ditemukan pada eksudat akar dan diidentifikasi sebagai molekul prekursor utama dalam proses biosintesis IAA pada bakteri (Etesami *et al.* 2009).

Jumlah Umbi

Variabel pengukuran pertumbuhan yang berikutnya adalah rerata jumlah umbi bawang merah. Hasil perhitungan jumlah umbi bawang merah pada masing masing perlakuan menunjukan data yang berbeda beda. Jumlah umbi bawang merah pada tiap petak amatan dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Rerata Jumlah Umbi (Biji) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata
P0 (kontrol)	1,67*ns*
P1(*P.fluorescens*)	2,17*ns*
P2(khmair)	3,17*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	2,50*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Hasil analisis uji anova pada parameter jumlah umbi bahwa pada penelitian ini perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi bawang merah. Hal ini dikarenakan adanya serangan penyakit *Fusarium oxysporum*. Menurut Agrios,(2005) terganggunya proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, dan transpirasi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Diameter Umbi

Hasil pengukuran diameter umbi bawang merah pada masing masing perlakuan dapat dilihat pada tabel 13.

Hasil uji anova pada parameter diameter umbi nilai F-hitung perlakuan adalah 2,45 lebih kecil dari F-tabel 3,29 pada taraf 5% sehingga perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir pada penelitian ini terbukti tidak berpengaruh nyata. Hal ini dikarenakan adanya serangan penyakit *Fusarium oxysporum.* Tanaman bawang merah yang terinfeksi cendawan *Fusarium oxysporum*memungkinkan terjadinya perubahan fisiologis tanaman seperti terganggunya proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, dan transpirasi sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Agrios, 2005)

Tabel 13. Rerata diameter umbi (mm) bawang merah umur 56 hari setelah aplikasi (HSA) yang diberi perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata (mm)
P0 (kontrol)	3,20*ns*
P1(*P.fluorescens*)	4,70*ns*
P2(khmair)	8,30*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	6,03*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Bobot Basah Tanaman

Rerata bobot basah tanaman bawang merah pada penelitian ini juga di amati dan diukur. Setelah dilakukan penimbangan dari semua tanaman sempel ternyata menghasilkan bobot basah yang berbeda. Berat basah dari masing masing tanaman bawang merah sempel disajikan dalam tabel 14.

Tabel 14. Rerata Bobot Basah Tanaman (g) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata(g)
P0 (kontrol)	5,28*ns*
P1(*P.fluorescens*)	8,32*ns*
P2(Khmair)	15,45*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	9,47*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Secara statistik analisis uji anova pada parameter bobot basah tanaman perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah tanaman hal ini dikarenakan adanya serangan penyakit *Fusarium oxysporum* yang memiliki korelasi antara serangan penyakit dengan pertumbuhan tanaman Karena menurut Agrios (2005) tanaman

yang terserang penyakit dapat terganggu proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, dan transpirasi haranya sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Bobot Kering Tanaman

Bobot kering tanaman bawang dari masing masing perlakuan pada penelitian ini disajikan dalam tabel 15.

Tabel 15. Bobot kering tanaman (g) bawang merah umur 56 setelah aplikasi (HSA) yang diberi perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata (g)
P0 (kontrol)	0,74*ns*
P1(*P.fluorescens*)	1,10*ns*
P2(Khmair)	2,64*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	1,26*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Hasil uji anova pada parameter bobot kering tanaman bawang merah yang diberi perlakuan *Pseudomonas .fluorescens*, Khamir pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata secara statistik karena F-hitung perlakuan lebih kecil dari F-tabel pada taraf 5% (1,72 < 3,29) hal ini terjadi karena adanya serangan penyakit *Fusarium oxysporum.* Tanaman yang terinfeksi dapat ditarik dengan mudah karena lemah dan kerdil dengan sistem perakaran yang membusuk. Umbi yang terinfeksi mungkin tidak menunjukkan pembusukan pada saat panen akan tetapi akan membusuk di tempat penyimpanan (*Black et al.,*2012) sehingga menurunkan bobot kering tanaman bawang merah.

Kandungan lemak

Kandungan lemak bawang merah dari masing masing perlakuan pada penelitian bawang merah ini dapat dilihat pada tabel 16.

Hasil uji anova pada parameter kandungan lemak bawang merah yang diberi perlakuan *Pseudomonas .fluorescens*, Khamir pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata secara statistik karena F-hitung perlakuan lebih kecil dari F-tabel pada taraf 5% (0,51 < 3,29) hal ini terjadi karena adanya serangan penyakit *Fusarium oxysporum.* Tanaman yang terinfeksi dapat ditarik dengan mudah karena lemah dan kerdil dengan sistem perakaran yang membusuk. Umbi yang terinfeksi mungkin tidak menunjukkan pembusukan pada saat panen akan tetapi akan membusuk di tempat penyimpanan (*Black et al.,*2012) sehingga menurunkan kandungan lemak bawang merah.

Tabel 16. Rerata Kadar Lemak (%) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata (%)
P0 (kontrol)	1,13*ns*
P1(*P.fluorescens*)	0,96*ns*
P2(khmair)	1,01*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	1,54*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Kadar Air Tanaman

Kadar air tanaman bawang merah dari semua sempel adalah tanaman dalam petak percobaan disajikan dalam tabel 17.

Tabel 17. Kadar Air (%) Bawang Merah Umur 56 Hari Setelah Aplikasi (HSA) yang Diberi Perlakuan *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata(%)
P0 (kontrol)	87,19*ns*
P1(*P.fluorescens*)	87,44*ns*
P2(Khmair)	86,82*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	87,08*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Secara statistik pada parameter kadar air tanaman nilai F-hitung lebih kecil dari F-tabel (0,27 < 3,29) pada taraf 5% perlakuan *P. fluorescens* dan Khamir tidak berpengaruh nyata karena terjadinya perubahan fisiologis tanaman seperti terjadinya nekrosis dan terganggunya proses fotosintesis, respirasi, translokasi hara, dan

transpirasi sehinggamenghambat perkembangan tanaman (Agrios, 2005).

Kandungan NPK tanah

Setelah aplikasi kandungan NPK tanah dari semua petak perlakuan diukur menggunakan NPK tester. Kandungan NPK tanah dari masing masing perlakuan sebelum dan sesudah aplikasi dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Kandungan NPK Tanah (Ppm) Sebelum dan Setelah Aplikasi *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata (Ppm)	
	Sebelum	Sesudah
P0 (kontrol)	3,15	5,05*ns*
P1(*P.fluorescens*)	3,43	4,58*ns*
P2(Khmair)	3,42	4,50*ns*
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	3,2	4,75*ns*

Keterangan : ns = no signifikan

Secara statistik uji anova pada parameter kadar air tanaman nilai F-hitung lebih kecil dari F-tabel (1,14 < 3,29) pada taraf 5% perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan NPK tanah namun secara grafis perlakuan kombinasi (*Psudomonas fluorescens* + Khamir) lebih hemat dalam mengunakan unsur hara NPK dibanding dengan kontrol hal ini diprediksi adanya kerja sinergis antar Khamir dengan *Pseudomonas fluorescens* dalam memasok nutrisi bagi tanaman hal ini dikarenakan Khamir dapat menghasilkan mineral, vitamin dan asam amino yang penting dalam makanan (Hashem & Alamri, 2009). PGPR juga dapat memproduksi fitohormon seperti auksin, sitokinin, giberelin, dan etilen yang mempengaruhi plorifierasi sel pada sistem perakaran tanaman sehingga membentuk lebih banyak akar lateral dan rambut akar untuk meningkatkan penyerapan hara dan air (Etesami *et al.* 2009).

Derajat Keasaman (pH) Tanah

Penelitian ini juga diukur pH tanah sebelum dan sesudah aplikasi biokontrol. Hasil pengukuran pH tanah sebelum dan sesudah aplikasi biokontrol dari masing masing petak perlakuan dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Derajat Keasaman (pH) Tanah Setelah Aplikasi *Pseudomonas fluorescens*, Khamir.

Perlakuan	Rerata	
	Sebelum	Sesudah
P0 (kontrol)	5,75	6,97 b
P1(*P.fluorescens*)	5,83	6,78 a
P2(Khmair)	5,78	6,88 ab
P3(*P.fluorescens* + Khamir)	5,75	6,75 a

Keterangan: Angka Dengan Diikuti Huruf yang Sama Menunjukan Tidak Berbeda Nyata Berdasarkan Uji LSD pada Taraf Nyata 5%

Hasil uji anova pada parameter pH tanah bahwa F-hitung menunjukan angka 5,90 yang lebih besar dari F-tabel 3,29 sehingga perlakuan kombinasi(*P. fluorescens*+Khamir) dapat disimpulkan berbeda nyata terhadap kontrol hal ini berarti agen hayati dapat menekan laju peningkatan derajat keasaman (pH) tanah dengan cara melepaskan Fe yang terikat sehingga tersedia yang dapat mengganngu kenyamanan cendawan patogen yang hidup pada pH netral. BP2T (PGPR) dapat membantu penyediaan unsur Fe melalui mekanisme siderofor yang melibatkan asimilasi spesifik untuk menghasilkan senyawa Fe-kelat berbobot molekul rendah (siderofor) sehingga dapat dimanfaatkan tanaman (Radzki *et al.* 2013)

Analisis Ke-Efektifan Relatif engendalian(KRP)

Menganalisis ke-efektifan relatif pengendalian perlu diketahui intensitas serangan penyakit pada petak kontrol dan intensitas serangan penyakit pada petak perlakuan. Pada penelitian ini diketahui bahwa P0 (kontrol) pada tabel deskriptif anova rerata hambatannya adalah sebesar 1,7% yang berati intensitas serangan penyakit moler *Fusariumfusarium* adalah sebesar 98,3%. Kemudian pada petak

perlakuan P1(*Pseudomonasfluorescens*) rerata hambatannya adalah sebesar 8,3 % yang berati intensitas serangan penyakit moler *fusarium*nya adalah sebesar 91,7%. Pada petak perlakuan P2 (Khamir) rerata hambatannya adalah sebesar 20 % yang berarti intensitas serangan penyakit moler *fusarium* nya adalah sebesar 80 % dan pada petak perlakuan P3 (Khamir + *Pseudomonas fluorescens*) rerata hambatannya adalah sebesar 21,7% yang berarti intensitas serangan penyakit moler *Fusarium oxysporum* nya adalah sebesar 78,3 %.

Perhitungan ke-efektifan relatif dari masing masing perlakuan Khamir, *Pseudomonas fluorescens* dan kombinasi (*Pseudomonas fluorescens*+Khamir) menggunakan rumus Unterstenhofer (1976), sebagai berikut:

$$KRP = \frac{IP\ Ko - IP\ Pe}{IP\ Ko} \times 100\ \%$$

1. KRP *P.f*: $= \frac{98,3 - 91,7}{98,3} \times 100\% = \mathbf{6,7\%}$

2. KRP Khamir $= \frac{98,3 - 80}{98,3} \times 100\% = \mathbf{18,6\%}$

3. KRP Khamir + *Pf* $= \frac{98,3 - 78,3\%.}{98,3} \times 100\% = \mathbf{20,3\%}$

Dasar pengambilan keputusan menurut Prasetyo Budi Saksono (1984) jika output aktual dibanding output yang ditargetkan lebih besar atau sama dengan satu maka pekerjaan itu efektif. Namun sebaliknya, jika output aktual berbanding output yang ditargetkan kurang dari satu, maka berarti tidak efektif. Karena KRP Perlakuan *Pseudomonas fluorescens* nilainya mencapai (6,7) yang berarti lebih dari satu maka perlakuan *Pseudomonas fluorescens* dapat dinyatakan efektif secara statistik, Perlakuan Khamir nilai KRP-nya mencapai 18,6% yang juga lebih dari satu maka perlakuan Khamir dinyatakan efektif. Perlakuan kombinasi (Khamir + *Pseudomonas fluorescens*) nilai KRP-nya 20,3% lebih dari satu maka perlakuan kombinasi (Khamir + *Pseudomonas fluorescens*) dinyatakan lebih efektif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Aplikasi pemberian bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Khamir mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*secara *in Vitro*masing-masing sebesar 64,03 % dan 62,6 %
2. Aplikasi pemberian bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan khamir secara tunggal di lahan mampu menghambat penyakit busuk umbi *Fusarium oxysporum* pada tanaman bawang merah varitas Bima Brebes masing-masing sebesar 6,7%dan 18,6% serta dapat memacu pertumbuhan jumlah akar di lapangan
3. Kombinasi pemberian *Pseudomonas fluorescens* dan Khamirterbukti efektif dalam menghambat penyakit busuk umbi *Fusarium oxysporum* sebesar **20,3%** dan efektif dalam memacu pertumbuhan tanaman bawang merah di lapangan.

Saran

1. Secara*in vitro* pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* lebih cepat dibanding jamur antagonis (*Pseudomonas fluorescens* danKhamir) maka disarankan agar aplikasi jamur antagonis hendaknya diberikan lebih awal (pada saat pengolahan tanah).
2. Sebaiknya aplikasi *Pseudomonas fluorescens* dikombinasikan dengan Khamir karena aplikasi gabungan

keduanya ternyata lebih efektif dalam menghambat penyakit busuk umbi *Fusarium oxysporum* pada bawang merah dibanding pemberian *Pseudomons fluorescens*atau khamir secara tunggal.

3. Sebaiknya Pengaplikasian agen hayati (*Pseudomonas fluorescens* danKhamir) pada tanaman bawang merah tidak hanya dilakukan sekali saja akan tetapi sebaiknya dilakukan secara periodik dengan interval waktu 7 hari sekali untuk meningkatkan efektifitas daya hambat terhadap serangan penyakit busuk umbi *Fusarium oxysporum*.

DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G. N. (2005). Plant pathology 5th Edition: Elsevier Academic Press. *Burlington, Ma. USA*.

Astuti, S. (2018) .Dinas Pertanian Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan Bidang Horticultura Kasi Tanaman Biofarmaka dan Sayur.

Campbell, C. L., & Madden, L. V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. John Wiley & Sons..

Cochrane. VW. (1958). *Physiology of Fungi*. New York: John Wiley and Sons Inc.

El Ghaouth, A., Wilson, C. L., & Wisniewski, M. (2003). Control of postharvest decay of apple fruit with Candida saitoana and induction of defense responses. *Phytopathology*, *93*(3), 344-348.

Etesami, H., Alikhani, H. A., & Akbari, A. A. (2009). Evaluation of plant growth hormones production (IAA) ability by Iranian soils rhizobial strains and effects of superior strains application on wheat growth indexes. *World Appl Sci J*, *6*(11), 1576-1584.

Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, *2012*.

Guetsky, R., Shtienberg, D., Elad, Y., Fischer, E., & Dinoor, A. (2002). Improving biological control by combining biocontrol agents each with several mechanisms of disease suppression. *Phytopathology*, *92*(9), 976-985.

Harsojuwono.B.A. I Wayan Arnata. Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati. (2018). *Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi Spss Dan Excel*. Lintas Kata

Mohamed, H., & Saad, A. (2009). The biocontrol of postharvest disease (Botryodiplodia theobromae) of guava (Psidium guajava L.) by the application of yeast strains. *Postharvest Biology and Technology*, *53*(3), 123-130. http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.04.001

Jones, R. W., & Prusky, D. (2002). Expression of an antifungal peptide in Saccharomyces: a new approach for biological control of the postharvest disease caused by Colletotrichum coccodes. *Phytopathology*, *92*(1), 33-37.

Khalimi, K., & Wirya, G. N. A. S. (2009). Pemanfaatan plant growth promoting rhizobacteria untuk biostimulants dan bioprotectants. *J. Ecotrophic*, *4*(2), 131-135.

Kloepper, J. W., & Schroth, M. N. (1981). Relationship of in vitro antibiosis of plant growth-promoting rhizobacteria to plant growth and the displacement of root microflora. *Phytopathology*, *71*(10), 1020-1024.

Nurbaya, T. K., Baharuddin, A. R., & Syamsuddin, M. (2014). Uji Kecepatan Pertumbuhan Fusarium spp. pada Media Organik dan Media Sintesis. *Jurnal Bionature*, *15*, 45-53.

Radzki, W., Mañero, F. G., Algar, E., García, J. L., García-Villaraco, A., & Solano, B. R. (2013). Bacterial siderophores efficiently provide iron to iron-starved tomato plants in hydroponics culture. *Antonie Van Leeuwenhoek*, *104*(3), 321-330.

Saksono, B.P. (1984). *Menuju SDM Berdaya.* Jakarta: BumiAksara

Salamiah, S. (2008). Studi Sumber Inokulum dan Cara Penyebaran

Patogen Botryodiplodia theobromae. Penyebab Penyakit Kulit Diplodia pada Jeruk Siam Banjar. *Agrin*, *12*(1).

Unterstenhöfer, G. (1976). The Basic Principles of Crop Protection Field Trials. Pflanzenschutz-Nachrichten. Vol ke-29. Bayer. Leverkusen. Hal 153-169.