

Isolasi dan Seleksi Bakteri Antagonis Sebagai Alternatif Pengendalian Penyakit Layu Stroberi

I GUSTI NGURAH PRABU WIRA SANJAYA¹
GUSTI NGURAH ALIT SUSANTA WIRYA^{1*)}
TRISNA AGUNG PHABIOLA¹
I MADE WINANTARA²

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar Bali 80231

²Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Badung

^{*)}Email: alitsusanta@yahoo.com

ABSTRACT

Isolation and Selection of Antagonis Bacteria as an Alternative Control of Strawberry Wilt Diseases

Strawberry (*Fragaria* sp.) is a plant that can produce fruit and a members of *Rosaceae* familia that entered Indonesia in the 1980s and began cultivated in Candi Kuning Village, Bali at 1983. The farmer reported in 2017 at Candi Kuning Village, Bali, there are many strawberries plants are exposed to wilting disease caused by *Fusarium oxysporum* which can decreased strawberry production up to 80%. The purpose of this study is to find alternatives ways of chemical control that can cause environmental damage. Biological control, especially the use of antagonistic bacteria, has potential as a replacement because it is much more environmentally friendly and can create sustainable agriculture. The method used are isolation and selection, in vitro inhibitory test, and hypersensitive test on tobacco plants. Research activities included (1) sampling, (2) *Fusarium oxysporum* isolation from symptomatic strawberry plants, (3) isolation and selection of antagonistic bacterial candidates, (4) antagonistic candidate bacteria inhibitory test against *Fusarium oxysporum* by dual cultur method in vitro, and (5) hypersensitive test of antagonistic bacterial candidates on tobacco plant leaves. The result of this research is *Fusarium oxysporum* successfully isolated, obtained 24 candidates of antagonistic bacteria and only 4 candidates of antagonistic bacterial isolates capable of well inhibiting the development of *Fusarium oxysporum* with the average inhibitory percentage are more than 60 % which is the best inhibitory percentage of 90.17 % and in the hypersensitive test, the bacterial candidates tested were non-pathogenic to the plant.

Keywords: Strawberry, *Fusarium oxysporum*, Biological control, Antagonistic bacteria

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Stroberi (*Fragaria* sp.) merupakan tanaman buah dari anggota Familia *Rosaceae*. Tanaman ini pertama kali ditemukan di Chili, Amerika. Penyebaran geografis stroberi sendiri sangat luas, yaitu di Amerika, Eropa, dan Asia (Chehri dkk., 2010) termasuk di Indonesia dan telah banyak dibudidayakan di beberapa negara lainnya di dunia. Stroberi masuk ke Indonesia pada tahun 1980-an dan mulai dibudidayakan pada tahun 1983 di Desa Candi Kuning, Bali (Hanif dan Ashari, 2013). Dewasa ini di Desa Candi Kuning, Bali, tanaman stroberi banyak terkena penyakit layu yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* dan semakin meningkat pasca terjadinya bencana banjir bandang yang merendam sebagian besar lahan perkebunan di desa tersebut pada awal tahun 2017 hingga mengakibatkan penurunan hasil produksi sampai dengan 80% hingga mendekati kegagalan panen stroberi secara keseluruhan. (Wirya, 2017).

Pengendalian serangan patogen *F. oxysporum* secara kimia masih sering dilakukan oleh petani, seperti aplikasi pestisida kimia sintetis yang tidak sesuai anjuran penggunaan dapat menimbulkan efek samping, terutama gangguan pada kesehatan manusia, pencemaran lingkungan, berkembangnya jamur patogen yang resisten terhadap fungisida dan mengganggu keseimbangan lingkungan (Sudewa dkk., 2008). Maka dari itu perlu adanya alternatif pengendalian lebih ramah lingkungan. Pengendalian hayati dengan memanfaatkan bakteri antagonis merupakan alternatif yang sesuai dengan keunggulan ramah lingkungan.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan mulai dari bulan November 2017 sampai bulan Januari 2018. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Konsentrasi Perlindungan Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana dan di Desa Pancasari, Kec. Sukasada, Kab. Buleleng, Provinsi Bali.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *deck glass*, *cover glass*, cawan petri (*petridish*), mikroskop, pinset, tisu, kantong plastik, kertas label, gunting, alat tulis, alat semprot (*sprayer*), kamera, masker, erlemeyer, gelas ukur, mikros pipet, *autoclave*, sendok, alat gerus, *laminary flow*.

Bahan yang digunakan adalah media *Potato Dextrose Agar/ PDA* (Kentang 250 gram; *dextrose* 20 gram, agar 20 gram dalam 1000 ml akuades), *Nutrient Agar/ NA*, *TSA/tryptic soy agar*, *TSB/Trypticase Soy Broth*, *NB/ Nutrient Broth* alkohol 90%, alkohol 70%, aquades, Tween 20, tanaman stroberi (*Fragaria* sp.) yang mengalami gejala serangan jamur *Fusarium oxysporum*.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

A. Pengambilan Sample

Pengambilan sample untuk bakteri endofit dilakukan dengan mengambil bagian tanaman (akar, batang, daun atau bunga) yang berpotensi di berbagai wilayah berdasarkan hasil eksplorasi. Pengambilan sample sumber *rhizobakteria* dilakukan dengan mengambil tanah disekitar perakaran tanaman yang berpotensi dengan kedalaman 0-20cm dari permukaan tanah. Kemudian masing-masing sample dibungkus dengan plastik steril untuk mencegah kerusakan ataupun kontaminan luar yang berlebihan.

B. Isolasi Jamur Patogen Penyebab Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Stroberi yang Terserang

Sampel tanaman sakit diambil dari tanaman stroberi yang menunjukkan gejala layu dan berbecak nekrotik pada pinggir daun di sentra pertanaman stroberi di Desa Pancasari. Isolasi dilakukan dengan cara memotong bagian yang terinfeksi (daun, batang atau akar) dengan ukuran sekitar 1x1cm, terikisasi permukaan dengan dicelupkan ke dalam alkohol 70% selama 2 menit lalu dibilas dengan akuades steril. Selanjutnya letakkan pada permukaan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah berisi antibiotik kloramfenikol (100 mg/L) (Samson dkk., 1995), diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari. Miselium jamur yang tumbuh diamati dan disesuaikan dengan ciri morfologi patogen target secara penampakan fisik dan dibawah mikroskop, selanjutnya dimurnikan pada media PDA. Jamur yang sudah murni kemudian dibiakkan dalam media PDA miring dan disimpan untuk uji berikutnya.

C. Isolasi dan Seleksi Bakteri Antagonis

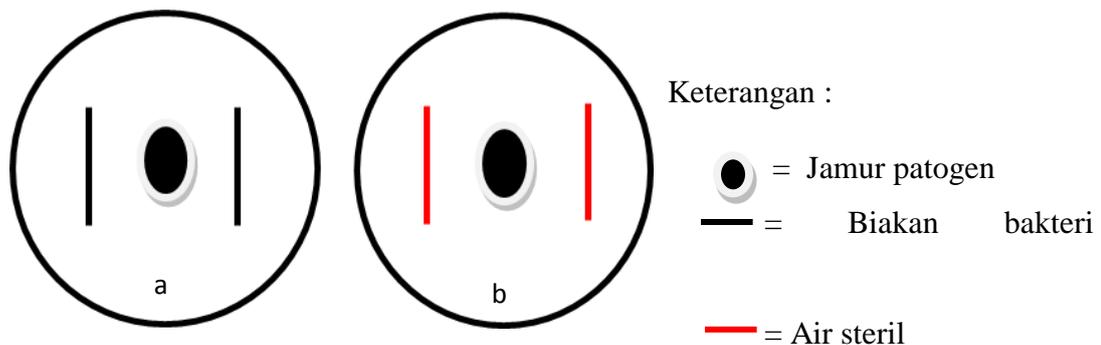
Isolasi bakteri antagonis menggunakan dua cara sesuai dengan target yang diinginkan. Isolasi bakteri endofit dilakukan dengan pencucian sample tanaman target dan dikering anginkan diatas tisu. Sebanyak 1 gram bagian tanaman disterilisasi permukaan dengan cara direndam dalam alkohol 70 % selama 1 menit, NaOCl 2 % yang ditambah 0.05 % Tween 20 selama 1 menit dan dibilas dengan akuades steril 3 kali. Sampel dikeringkan dengan tisu steril kemudian ditempelkan pada medium *tryptic soy agar* (TSA) 20 % dan nutrient agar (NA) 20 % sebagai kontrol dan diinkubasi selama 24 jam. Sampel kemudian digerus menggunakan mortar steril sampai halus dengan penambahan air 1:10. Selanjutnya dilakukan pengenceran berseri hingga 10^{-4} . Suspensi pada tingkat pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} ditumbuhkan pada media TSA 20% dan NA 20% lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam.

Isolasi *rhizobakteria* dilaksanakan dengan teknik pengenceran (*pour plate*) (Sudana, dkk. 2012). Sample tanah 50 gram kemudian disuspensikan dengan 500 ml air steril dalam *elenmeyer*. Suspensi tersebut dihomogenkan menggunakan *rotary shaker* berkecepatan 200 rpm selama 30 menit. Dilanjutkan dengan pengenceran secara berseri sehingga diperoleh suspensi 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , sampai 10^{-6} . Suspensi hasil pengenceran berseri kemudian diinokulasikan sebanyak 0,5 ml pada media NA

kemudian dinkubasi selama 2-3 hari. Media yang telah ditumbuhi bakteri kemudian disemprotkan dengan spora jamur patogen yang telah diencerkan dengan air steril. Bakteri yang menunjukkan zona hambat kemudian dimurnikan untuk pengujian selanjutnya. Pengujian selanjutnya dilakukan adalah pengujian biokimia yang bertujuan memperoleh data tambahan untuk kepentingan identifikasi lebih lanjut, antara lain seperti : Uji gram sesuai dengan metode (Abegaz 2007), Uji motilitas sesuai dengan metode (Brown, 2007), dan uji flourescens.

D. Uji In Vitro Daya Hambat Bakteri Antagonis Terhadap Jamur Patogen Penyebab Penyakit Layu pada Stroberi.

Kandidat bakteri Antagonis terpilih diuji kemampuannya untuk mengendalikan jamur patogen penyebab penyakit layu pada tanaman stroberi secara *in vitro* dengan metode biakan ganda (*dual culture method*). Pengujian dilakukan dengan cara menumbuhkan *Fusarium oxysporum* bersamaan dengan bakteri antagonis pada media PDA. Jamur patogen yang telah ditumbuhkan sebelumnya pada media *potato dextrose agar* (PDA) dalam cawan petri, dan telah terinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang kemudian dilubangi menggunakan *cork borer* pada jarak 3 cm dari tepi cawan. Kepingan bulat jamur patogen diambil dengan jarum ose dan diletakkan pada media PDA baru yang akan digunakan uji biakan ganda. Dilanjutkan dengan penambahan isolat bakteri antagonis yang disiapkan dengan cara ditorehkan pada jarak 3 cm dari jamur patogen dan panjang goresan 4 cm mengikuti prosedur Amal dkk., (2005) (Gambar 1). Inkubasi dilakukan selama 5-7 hari pada suhu kamar dan dilihat efek antagonis isolat bakteri terhadap pertumbuhan miselia jamur patogen dengan dilakukan pengukuran pertumbuhan diameter jamur patogen. Sebagai pembanding digunakan jamur patogen dengan torehan berupa air steril.



Gambar 1. simulasi metode dual culture.
(a) perlakuan dengan torehan bakteri, (b) Kontrol dengan air steril

Hasil pengukuran kemudian dihitung untuk mengetahui persentase penghambatan dengan menggunakan rumus: $P = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$

Keterangan:

P = persentase penghambatan

R1 = rata-rata diameter koloni jamur patogen pada kontrol

R2 = rata-rata diameter koloni jamur patogen pada perlakuan bakteri

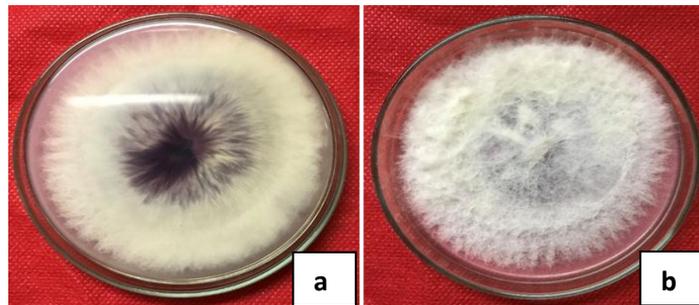
E. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif mengikuti Klement and Goodman (1967) dengan menumbuhkan bakteri di dalam cawan petri yang berisi TSA dan NA 100 %. Setelah 24 jam isolat tunggal bakteri endofit diperbanyak dengan menggunakan media cair TSB dan NB dan digoyang selama 24 jam dengan kecepatan 100 rpm. Suspensi bakteri antagonis tersebut kemudian diambil menggunakan jarum suntik untuk diinjeksikan pada bagian bawah daun tanaman tembakau dan diinkubasi selama 48 jam. Bakteri yang berpotensi sebagai patogen menunjukkan gejala nekrotik (positif) pada daun tembakau, sedangkan bakteri yang bukan patogen tidak menimbulkan gejala nekrotik.

3. Hasil dan Pembahasan

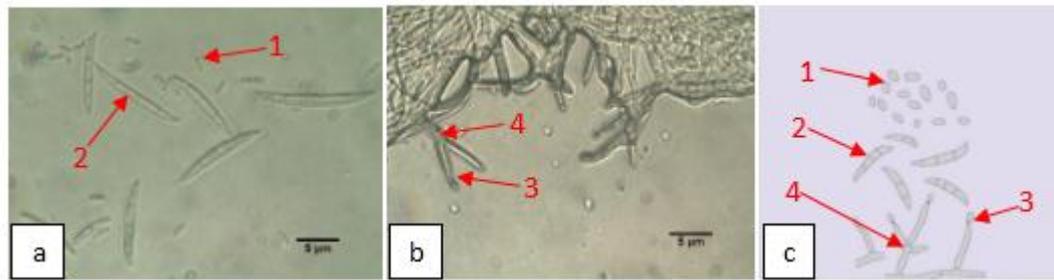
3.1 Isolasi dan Identifikasi Patogen Penyebab Penyakit Layu Stroberi

Isolasi yang telah dilakukan dari bagian tanaman stroberi yang bergejala layu menunjukkan golongan jamur merupakan penyebab utama penyakit layu tersebut. Satu jenis jamur patogen yang muncul pada semua bagian tanaman sakit yang dibiakkan pada media berhasil diisolasi dan dimurnikan.



Gambar 2. Koloni jamur yang berasosiasi dengan penyakit layu pada stroberi. (a) tampak belakang koloni jamur patogen pada hari ke-7. (b) tampak atas koloni jamur patogen pada hari ke-7.

Hasil pengamatan makroskopis menunjukan, bentuk koloni jamur patogen tersebut secara keseluruhan berwarna putih yang ditengahnya berwarna keunguan jika dilihat dari bagian bawah. Semua ciri morfologis yang nampak dari hasil pengamatan tersebut sangat mirip dengan ciri morfologis dari jamur patogen *Fusarium oxysporum*. Hal ini sesuai pernyataan Susetyo (2010), dimana miselium yang dihasilkan oleh jamur patogen *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu ini mulanya berwarna putih keruh, kemudian menjadi kuning pucat, merah muda pucat sampai keunguan.



Gambar 3. Struktur jamur patogen berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis. (a) Struktur Spora. (b) Struktur Hifa. (c) Struktur berdasarkan Isolation of Pathogenic Fungi 2013. 1; Mikrokonidia. 2; Makrokonidia. 3; Konidiofor (false head). 4; Fialid

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan besarnya kemiripan struktur jamur patogen yang diamati dengan struktur jamur patogen *F. oxysporum* (Gambar 3), dimana memiliki hifa yang bersepta, *fialid* dan memiliki *konidiofor*. Spora ditemukan tersebar merata diantar hifa dimana hanya ditemukan dua jenis spora aseksual (konidia) yang menyerupai mikrokonidia dan makrokonidia. Mikrokonidia berbentuk elipse dan ukurannya lebih kecil dari makrokonidia. Makrokonidia berbentuk menyerupai bulan sabit (elipse melengkung yang ujung-ujungnya meruncing) yang dilengkapi 3-5 septa. Hasil pengamatan yang diperoleh sesuai dengan Agrios (2005), yang melaporkan Jamur *F. oxysporum* mempunyai 3 spora aseksual (konidia) yang pembentukannya dan macam konidiana tergantung pada tempat tumbuh dan keadaan lingkungan. Kesesuaian hasil pengamatan tersebut dapat dilihat dari ciri mikrokonidia dan makrokonidia yang ditemukan. Mikrokonidia mempunyai 1 atau 2 septa, tidak berwarna, bersel tunggal, berbentuk bulat dengan panjang 6-15 μm dan berdiameter 3-5 μm dan merupakan macam konidia yang paling banyak dihasilkan baik pada fase patogenase maupun saprogenase. Makrokonidia mempunyai bentuk yang khas terdiri atas 3-5 septa melengkung seperti bulan sabit, tidak berwarna, masing-masing panjangnya 30-50 μm dan berdiameter 2-5 μm dan biasanya dihasilkan pada permukaan tanaman yang terserang. Klamidospora terdapat dalam hifa atau dalam konidia, berwarna hialin, berdinding halus atau agak kasar, berbentuk semibulat dengan diameter 5,0-15 μm , terletak terminal atau interkalar, dan berpasangan atau tunggal (Gandjar dkk., 1999). Namun dalam hasil pengamatan tidak ditemukan klamidospora, itu mungkin dikarenakan kondisi lingkungan tumbuh jamur *F. oxysporum* sangat mendukung sehingga tidak diperlukan untuk memproduksi spora aseksual untuk bertahan pada lingkungan yang mencekam.

3.2 *Isolasi dan Seleksi Kandidat Bakteri Antagonis Pengendali Penyakit Layu Fusarium Tanaman Stroberi*

Hasil isolasi kandidat bakteri antagonis yang telah dilaksanakan diperoleh sebanyak 24 isolat yang masing-masing berasal dari tanaman dan lingkungan yang berbeda, yaitu: Isolat TL1, TL2, TL3, TL4, TL5, dan TL6 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari rizosfer tanaman talas. Isolat P1 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari *rizosfer* tanaman brokoli. Isolat P2 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari *rizosfer* tanaman kol merah/ungu. Isolat P3 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari *rizosfer* tanaman wortel. Isolat P4 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari *rizosfer* tanaman bit. Isolat P5 merupakan *rizobakteri* yang berasal dari *rizosfer* tanaman rukola. Isolat BM1, BM2, BM3, dan BM4 merupakan *rizobakteri* yang berhasil diisolasi dari *rizosfer* tanaman bawang merah. Isolat AL1, AL2, AL3, AL4 merupakan bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari bagian daun tanaman alamanda dan Isolat KT1, KT2, KT3, KT4, serta KT5 merupakan bakteri yang diisolasi dari bagian tanaman (batang dan daun) keladi tikus.

Tabel 1. Uji bio kimia sederhana isolat calon bakteri antagonis hasil isolasi dari berbagai tanaman

No	Kode Isolat	Uji Gram	Warna Koloni	Elevasi	Motilitas	Uji Flourecens	Uji Antagonis <i>Fusarium oxysporum</i> (%)
1	TL1	+	Putih	Timbul	M	B	30,45
2	TL2	+	Krem	Cembung	M	B	89,08
3	TL3	-	Kuning	Cembung	NM	B	50,23
4	TL4	+	Putih	Datar	M	TB	50,22
5	TL5	+	Putih Susu	Datar	M	TB	34,56
6	TL6	+	Kuning	Timbul	M	B	84,48
7	P1	-	Krem	Datar	M	B	42,88
8	P2	-	Krem	Datar	M	B	38,66
9	P3	-	Krem	Datar	M	B	90,17
10	P4	-	Krem	Datar	M	B	60,58
11	P5	-	Krem	Datar	M	B	39,12
12	BM1	+	Kuning	Timbul	NM	TB	54,16
13	BM2	+	Putih susu	Timbul	M	B	60,07
14	BM3	-	Oranye	Timbul	M	B	52,88
15	BM4	+	Krem	Timbul	M	B	60,01
16	AL1	-	Kuning	Timbul	M	TB	23,89
17	AL2	+	Kuning	Timbul	M	B	30,09
18	AL3	-	Kuning pucat	Timbul	M	B	29,76
19	AL4	+	Putih susu	Timbul	NM	B	35,91
20	KT1	-	Putih susu	Datar	NM	B	40,32

21	KT2	-	Kuning	Cembung	M	B	55,21
22	KT3	+	Krem	Datar	M	B	39,12
23	KT4	-	Putih susu	Cembung	M	B	50,62
24	KT5	-	Putih susu	Datar	M	B	69,71

Keterangan : M = Motil, NM = Non motil, B = Berpendar, TB = Tidak berpendar,

(+) = Gram positif, (-) = Gram negatif.

Data table diatas (Tabel 1) menunjukkan hasil uji bio kimia sederhana kandidat bakteri antagonis. Berdasarkan uji antagonis dengan patogen *F. oxysporum*, diperoleh empat isolat bakteri yang memiliki daya hambat diatas 60 % yang tergolong hambatan efektif, yaitu : isolat TL 2, TL 6, P3 dan KT5.

3.3 Uji In Vitro Daya Hambat Bakteri Antagonis Terhadap Perkembangan Jamur Patogen Penyebab Penyakit Layu Pada Stroberi.

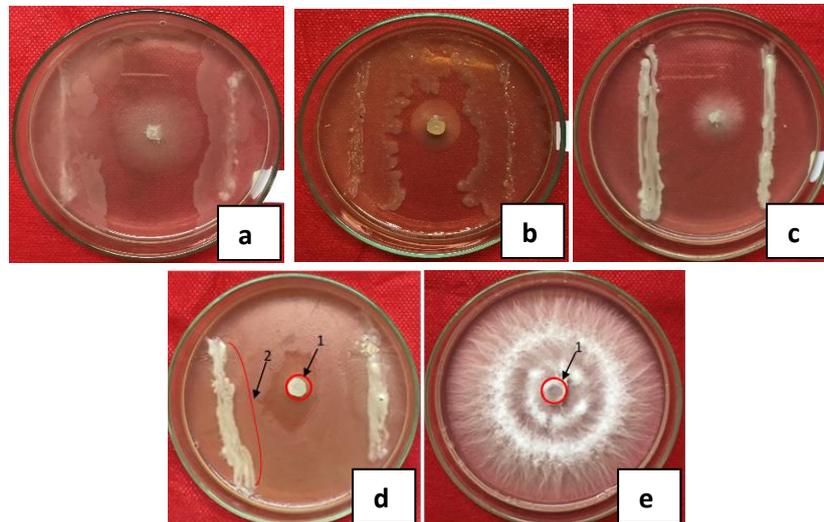
Berdasarkan hasil pengamatan kemampuan daya hambat isolat bakteri terhadap jamur patogen *Fusarium oxysporum*, yang mana daya hambat tersebut dapat dilihat dari perbedaan luas koloni kontrol jamur *F. oxysporum* dengan luas koloni jamur pada perlakuan masing-masing bakteri. Beberapa isolat bakteri yang diujikan menunjukkan daya hambat yang baik yaitu melebihi 60%. Ada empat isolat bakteri yang tercatat memiliki persentase daya hambat melebihi 60%, yaitu Isolat TL2, TL6, KT5 dan P3. Isolat TL2 memiliki daya hambat sebesar 89,08 % pada-9 HSI, Isolat TL6 memiliki daya hambat sebesar 84,48 % pada 9 HSI, Isolat KT5 memiliki daya hambat sebesar 69,71 % pada 9 HSI dan Isolat P3 memiliki daya hambat sebesar 90,17 % pada 9 HSI sekaligus merupakan daya hambat yang paling besar diantara seluruh isolat bakteri yang diujikan, apabila dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 2. Uji daya hambat secara *in vitro*

No	Kode Isolat	Rata-Rata Persentase Daya Hambat (%)	Asal isolat
1	Kontrol	0,00 ± 0,00 d	-
2	TL 2	89,08 ± 1,27 a	Daerah perakaran tanaman talas
3	TL 6	84,48 ± 1,66 b	Daerah perakaran tanaman talas
4	P 3	90,17 ± 1,91 a	Daerah perakaran tanaman wortel
5	KT 5	69,71 ± 1,71 c	Bagian tanaman keladi tikus

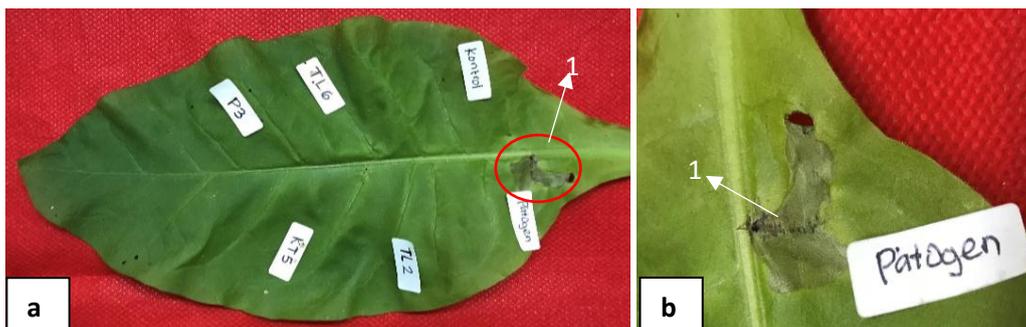
Kemampuan suatu agen hayati dalam menekan patogen biasanya melibatkan satu atau beberapa mekanisme penghambatan. Lo (1998) menyatakan mekanisme pengendalian hayati dapat berupa (1) antibiosis, (2) kompetisi, (3) mikoparasitisme, (4) enzim pendegradasi dinding sel, dan (5) penginduksi ketahanan, (6) pemacu pertumbuhan dan (7) pengoloni rizosfer. Hal ini juga didukung oleh Agrios (2005) yang menyatakan bahwa mekanisme agen hayati adalah melemahkan atau membunuh patogen tanaman dengan perlawanan yaitu memparasit patogen secara langsung, memproduksi antibiotik (toksin), dan kemampuannya dalam kompetisi ruang dan

nutrisi. Selain itu juga memproduksi enzim untuk melawan komponen sel patogen, menginduksi respon ketahanan tanaman, dan produksi metabolisme tanaman dalam menstimulasi perkecambahan spora patogen.



Gambar 4. Terhambatnya pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum* oleh isolat bakteri yang diujikan dengan metode dual kultur secara *in vitro*. (a) Dual kultur antara patogen *Fusarium oxysporum* dengan isolat bakteri KT5, (b) Dual kultur bakteri TL2, (c) Dual kultur bakteri TL6, (d) Dual kultur bakteri P3, dan (e) Kontrol *Fusarium oxysporum* tanpa perlakuan bakteri, 1; Kepingan patogen

3.4 Uji Hipersensitif



Gambar 5. Hasil uji hipersensitif masing-masing isolat bakteri antagonis pada daun tembakau. (a) Daun secara keseluruhan. (b) Bagian daun pada inokulasi patogen. 1; gejala nekrotik nampak pada daerah perlakuan patogen

Reaksi hipersensitif merupakan respon tanaman terhadap kematian sel yang cepat dan terlokalisasi. Reaksi ini muncul pada tanaman yang terinfeksi saat pengenalan patogen dan bersamaan dengan itu, merupakan usaha untuk menghambat

pertumbuhan patogen (Wahyudi, dkk. 2011). Respons hipersensitif adalah kompleks pertahanan tanaman yang merupakan tanggapan awal dalam bentuk nekrosis dan terjadinya kematian sel untuk membatasi pergerakan patogen.

Hasil uji hipersensitif yang telah dilakukan menunjukan semua isolat yang diujikan yaitu : TL2, TL6, KT5, dan P3 bukan merupakan bakteri patogen tanaman, karena pada daun tanaman tembakau yang diinokulasi dengan keempat bakteri tersebut tidak terjadi reaksi nekrotik akibat reaksi tanaman sama halnya dengan hasil inokulasi dengan air steril. Sebaliknya daun yang diinokulasikan dengan patogen penyebab penyakit layu pada tomat menunjukkan gejala nekrotik akibat reaksi dari tanaman tembakau (Gb. 4). Hal ini sesuai dengan pendapat Klement dan Goodman (1967) yang menyatakan keruntuhan total jaringan setelah 24 jam diikuti oleh klorosis dan nekrosis dicatat sebagai reaksi positif dalam uji hipersensitif.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Bakteri antagonis hasil isolasi yang diperoleh mampu menekan pertumbuhan patogen *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*
2. Ada empat bakteri yang memiliki kemampuan yang baik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *F. oxysporum* secara *in vitro* dengan persentase rata – rata diatas 60 %, yaitu : isolat TL2, TL6, KT5 dan isolat P3 sekaligus sebagai isolat terbaik dengan daya hambat 90,17 %.

4.2 Saran

Perlu dilakukan identifikasi dan penelitian lebih lanjut isolat bakteri antagonis yang diperoleh sehingga diperoleh data yang dapat membantu didalam pengaplikasiannya sebagai pengendalian penyakit di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abegaz, K. 2007. Isolation, characterization and identification of lactic acid bacteria involved in traditional fermentation of borde an Ethiopian cereal beverages. African Journal of Biotechnology. 6(12): 1469-1478
- Agrios GN. 2005. Plant Pathology. Ed ke-5. San Diego (US): Elsevier.
- Abegaz, K. 2007. Isolation, characterization and identification of lactic acid bacteria involved in traditional fermentation of borde an Ethiopian cereal beverages. African Journal of Biotechnology. 6(12): 1469-1478
- Agrios GN. 2005. Plant Pathology. Ed ke-5. San Diego (US): Elsevier.
- Amal, A.A, K.A. Abd-Elsalam, M.R. Omar, and A.A. Aly. 2005. Antagonistic potential of Trichoderma spp. against Rhizoctonia solani and use of M13 microsatellite-primed PCR to evaluatethe antagonist genetic variation. J. Plant Dis. Protec. 112(6):550- 561

- Campbell C.K, Johnson E.M, Warmock D.W. 2013. *Identification of Pathogenic Fungi Second Edition*. Blackwell. United Kingdom.
- Chehri, K., Saeed T.J., Kasa R.N.R., Saeed A. dan Baharuddin S. 2010. Occurrence of *Fusarium* spp. and Fumonisin in Stored Wheat Grains Marketed in Iran. *Toxins* 2010, Vol. 2, pp. 2816-2823.
- Hanif Z dan Ashari H. 2013. Sebaran Stroberi (*Fragaria x ananassa*) di Indonesia. Kota Batu: Balai penelitian tanaman jeruk dan buah subtropika.
- Lo CT. 1998. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. *Plant Pathol. Bull.* 7: 155– 166.
- Sudewa, KA, Suprpta, DN & Mahendra, MS 2008, 'Residu pestisida pada sayuran kubis (*Brassica oleracea* L.) dan kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) yang dipasarkan di pasar Badung Denpasar', *Ecotrophic*, vol. 4, no. 2, pp. 125-30
- Samson, R.A., E.S. Hoekstra, J.C. Frisvad, and O. Filtenborg. 1995. *Introduction to food borne fungi*. 4th ed. Netherlands: Ponsen & Looyen.
- Susetyo, Aryo Pratomo. 2010. Hubungan Keanekaragaman Cendawan Rizosfer Tanaman Pisang (*Musa* spp.) dan Penyakit Layu *Fusarium*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Wahyudi TA, Meliah S, Nawangsih AA. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* bakteri penyebab penyakit hawar daun pada padi: Isolasi, Karakteristik, dan Telaah Mutagenesis Dengan Tranposon. *Makara Sains*, 15(1): 89-96
- Wirya, G. N. A. S., I. G. A. D. V. Sari., I. P. Sudiarta. 2017. *Identification of Pathogen of Wilt Diseases in Strawberry (Fragaria sp.) and The Control Potential of Microbial Antagonists*. *Biodeversity Journal of Biological Diversity*. 18 (3) : 269-324