

Penggunaan *Streptomyces* sp. Sebagai Biokontrol Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) yang Disebabkan Oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*

ANINDA OKTAVIA RAHARINI¹, RETNO KAWURI¹, DAN KHAMDAN KHALIMI²

¹Lab. Mikrobiologi, Jurusan Biologi F.MIPA, Universitas Udayana

²Lab. Biopestisida, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana

Email: anindaoctaviabio09@yahoo.co.id. HP: +62-85238010180

ABSTRACTS

The Use of *Streptomyces* sp. to Control Wilt Disease on Chili Plant (*Capsicum annuum* L.) Caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*

A research has been conducted to find out *Streptomyces* bacteria at Bukit Jimbaran, to inhibition potency of *Streptomyces* sp. to pathogenic fungi *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, and to find out antifungal activity of *Streptomyces* filtrate to *F.oxysporum* f.sp. *capsici* in chili (*Capsicum annuum* L.) plants. *Streptomyces* sp. isolation was done by plating method with selective media YMA (ISP4). Identification of *Streptomyces* sp. used Bergey's book entitled Manual Determinative Bacteriology. Test inhibition against *F.oxysporum* f.sp. *capsici* and in vivo test used by dying the roots of the chili (*C.annuum* L.) plant with *F.oxysporum* f.sp. *capsici* and after 30 seconds the roots were dying with *Streptomyces* sp. culture, furthermore sterile soil on polybag watered by *F.oxysporum* f.sp. *capsici* spore and *Streptomyces* sp. culture at the same time. The result found five isolates *Streptomyces* sp. with different morphological. The antagonis test showed *Streptomyces* sp. 4 had ability (82%) against *Fusarium*, *Streptomyces* sp.1 (72%), *Streptomyces* sp.2 (64%), *Streptomyces* sp.3 (76%), and *Streptomyces* sp. 5 (32%). All *Streptomyces* suppressed the growth of *Fusarium* on chili plants in glass house ($p<0,05$). *Streptomyces* sp.4 suppressed *Fusarium* wilt disease in chili from 80% in control to 8%.

Key words: *Streptomyces* sp. , *F. oxysporum* f.sp. *capsici* , *C.annuum* L., Biocontrol

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) memiliki nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas dalam negeri yang banyak dikonsumsi masyarakat. Produksi tanaman cabai merah selalu meningkat, akan tetapi pengetahuan tentang penanganan dalam menangani berbagai hambatan budidaya tanaman cabai merah masih sedikit, sehingga produksi sangat rendah. Hambatan yang paling sering ditemui yaitu organisme pengganggu tanaman (Cahyono, 1994) dalam Vauzia (2012).

Penyakit tanaman yang sering dijumpai adalah penyakit yang disebabkan jamur patogen tular

tanah (Yulipriyanto, 2010). Salah satu penyakit penting pada tanaman cabai merah adalah layu *Fusarium* yang disebabkan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*, dimana menyerang tanaman muda pada jaringan empulur batang melalui akar yang luka dan terinfeksi (Endah, 2002). Bagian batang tanaman yang terserang akan berubah menjadi kecoklatan dan kehilangan banyak cairan. Busuk basah pada berkas pembuluh agak berbau amoniak (Pratnanto, 2002). Jamur *Fusarium* sp. merupakan jamur patogen tanaman yang sulit dikendalikan (Singh *et al.*, 1999). Pencegahan yang paling sering digunakan

yaitu penggunaan fungisida sintetis, dimana dapat mengganggu proses biokimiawi yang dilakukan mikroorganisme tanah (Yulipriyanto, 2010). Mengurangi masalah terkait perlu ditemukan dan dikembangkan cara yang lebih aman untuk mencegah penyakit tanaman.

Pengendalian hayati yang relatif ramah terhadap lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri antagonis (Agrios, 2005) dengan mekanisme antibiosis (Kopperl *et al.*, 2002). Genus *Streptomyces* mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan cara memproduksi zat anti jamur (antibiotika) dan enzim hidrolitik ekstraseluler seperti kitinase dan selulase yang mampu mendegradasi dinding sel *F. oxysporum* (Prepagdee *et al.*, 2008).

Berdasarkan uraian di atas untuk mengendalikan layu *Fusarium* peneliti tertarik mengisolasi bakteri antagonis khususnya *Streptomyces* sp. dari tanah di Kawasan Bukit Jimbaran yang dapat digunakan sebagai agen biokontrol penyakit layu pada tanaman cabai merah (*C. annum* L.) yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *capsici*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana dan Rumah Kaca Kelompok Tani Pangan Sari Dusun Cengkilung, Desa Peguyangan Kangin, Denpasar Utara. Kultur jamur patogen *F. oxysporum* f.sp. *capsici* adalah koleksi Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2012 – April 2013. Pengambilan sampel tanah diambil pada tanah rizosfer pohon jarak (*Jatropha* sp.), jati (*Tectona grandis*), dan flamboyan (*Delonix regia*) serta tanah non rizosfer pada kawasan Bukit Jimbaran.

Isolasi bakteri *Streptomyces* sp. menggunakan *plating method* (Pelczar *et al.*, 1993) dengan media selektif *Yeast Malt Agar* (YMA)/*International Streptomyces Project*

(ISP4). Identifikasi *Streptomyces* sp. menggunakan buku identifikasi dari Holt *et al* (1994) meliputi pewarnaan Gram, pewarnaan tahan asam, dan uji biokimia.

Uji daya hambat menggunakan metode mengapit jamur patogen dari Montoc (2011) dengan cara koloni jamur *F. oxysporum* f.sp. *capsici* ukuran 5 mm usia 3 hari diletakkan di tengah cawan Petri berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diletakkan 4 koloni *Streptomyces* sp. yang sama ukuran 5 mm usia 5 hari di ke empat sisi jamur patogen. Biakan diinkubasi pada temperatur 25°C.

Uji *in vivo* menggunakan bibit cabai merah (*C. annum* L.) usia 4 minggu. Inokulan *F. oxysporum* f.sp. *capsici* ditumbuhkan pada media *Potato Dextrose Broth* (PDB) diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari dan dipanen. Kepadatan populasi spora yang diperlukan adalah 1×10^6 sel/ml dihitung dengan menggunakan hemasitometer. Persiapan inokulan *Streptomyces* sp. ditumbuhkan pada media *Yeast Malt Broth* (YMB/ ISP5) diinkubasi pada temperatur 25°C selama 7 hari pada *shaker* digoyang berbalasan dengan kecepatan 70 rpm (Kawuri, 2012).

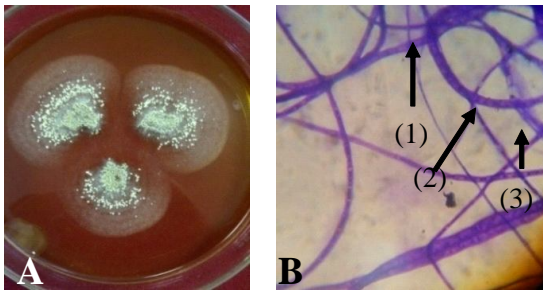
Perlakuan uji *in vivo* menggunakan metode pencelupan akar tanaman cabai merah (*C. annum* L.) dengan *F. oxysporum* f.sp. *capsici* dan kultur *Streptomyces* sp. masing-masing 30 detik, selanjutnya penyiraman spora *F. oxysporum* f.sp. *capsici* dan kultur *Streptomyces* sp. masing-masing 5 ml pada media tanah steril 500 gram di *polybag* secara bersamaan, sedangkan kontrol tidak menggunakan *Streptomyces* sp.

Pengamatan dilakukan selama 4 minggu, dihitung persentase tanaman mati (Vauzia dkk, 2012), tinggi tanaman dan jumlah daun. Metode penelitian menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) yaitu 5 perlakuan dengan 5 unit percobaan diulang 5 kali sehingga didapatkan jumlah 125 pot percobaan, data dianalisis menggunakan ANOVA, jika terdapat perbedaan nyata maka dilakukan uji Duncan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

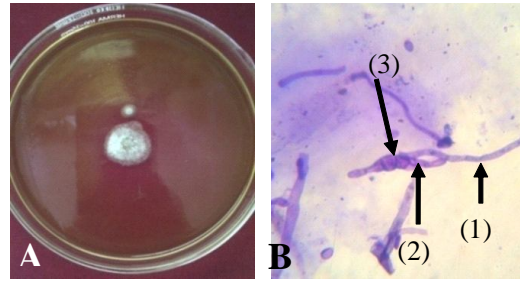
Hasil penelitian ditemukan 5 jenis *Streptomyces* sp. di lokasi yang berbeda di kawasan Bukit Jimbaran yaitu *Streptomyces* sp.1, *Streptomyces* sp.2, *Streptomyces* sp.3, *Streptomyces* sp.4, dan *Streptomyces* sp.5.

- a. *Streptomyces* sp.1 didapatkan pada tanah rizosfer pohon jarak (*Jatropha* sp.) dengan ciri-ciri koloni berwarna putih, permukaan tidak rata, berlekuk, bertepung, dan hifa disekitar tepi halus (Gambar 1.A), tidak tahan asam, Gram +, katalase + (aerob). Pengamatan secara mikroskopis *Streptomyces* sp.1 memiliki hifa bercabang, sporofor bergelombang, dan konidia berantai dalam sporofor (Gambar 1.B).



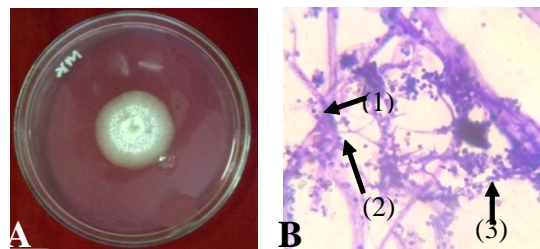
Gambar 1. Koloni *Streptomyces* sp.1. A. Koloni *Streptomyces* sp.1 pada media YMA. B. Struktur mikroskopis *Streptomyces* sp. pada pewarnaan tahan asam perbesaran 1000x (1) hifa aerial, (2) sporofor, dan (3) konidia dalam sporofor.

- b. *Streptomyces* sp.2 didapatkan pada tanah non rizosfer belakang Gedung Rektorat, Universitas Udayana dengan ciri-ciri koloni berbentuk bulat, permukaan rata, tepi bergelombang, berwarna putih (Gambar 2.A). *Streptomyces* sp.2 tidak tahan asam, Gram +, katalase + (aerob). Pengamatan secara mikroskopis *Streptomyces* sp.2 memiliki hifa aerial tidak bersepta dan bergelombang, sporofor bergelombang, konidia lonjong dan berantai serta berada di dalam sporofor (Gambar 2.B).



Gambar 2. Koloni *Streptomyces* sp.2. A. Koloni *Streptomyces* sp.2 pada media YMA. B. Struktur mikroskopis *Streptomyces* sp.2 pada pewarnaan tahan asam perbesaran 1000x. (1) hifa aerial, (2) sporofor, dan (3) konidia dalam sporofor.

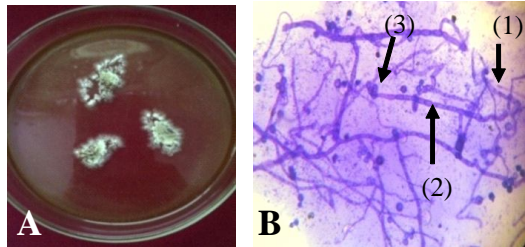
- c. *Streptomyces* sp.3 didapatkan pada tanah rizosfer pohon flamboyan (*Delonix regia*) dengan ciri-ciri permukaan tidak rata, berlekuk, melekat erat pada media, tepi halus, berbulu, dan rata (Gambar 3.A), tidak tahan asam, Gram +, katalase + (aerob). Pengamatan secara mikroskopis *Streptomyces* sp.3 memiliki hifa tidak bersepta, bercabang, panjang, sporofor bercabang, dan konidia berderet membentuk rantai (Gambar 3.B).



Gambar 3. Koloni *Streptomyces* sp.3. A. Koloni *Streptomyces* sp.3 Pada media YMA. B. Struktur mikroskopis *Streptomyces* sp. pada pewarnaan tahan asam perbesaran 1000x. (1) hifa aerial, (2) sporofor, dan (3) konidia.

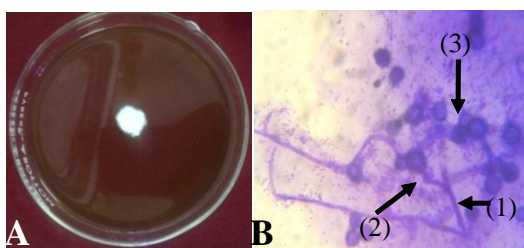
- d. *Streptomyces* sp.4 didapatkan pada tanah rizosfer pohon jati (*Tectona grandis*) dengan ciri-ciri koloni berwarna putih kekuningan, melekat erat pada media, permukaan berlekuk, tidak rata, tepi koloni bergerigi (Gambar 4.A), tidak tahan asam, Gram +, katalase + (aerob). Pengamatan secara

mikroskopis *Streptomyces* sp.4 memiliki hifa aerial bercabang dan tidak bersepta, sporofor bergelombang dan panjang, serta terlihat konidia bergerombol (Gambar 4.B).



Gambar 4. Foto *Streptomyces* sp.4. A. Koloni *Streptomyces* sp.4 pada media YMA. B. Struktur mikroskopis *Streptomyces* sp. pada pewarnaan tahan asam perbesaran 1000x. (1) hifa aerial, (2) sporofor, dan (3) konidia.

- e. *Streptomyces* sp.5 didapatkan pada tanah non rizosfer di samping Gedung Perpustakaan, Universitas Udayana, dengan ciri-ciri koloni berwarna putih, melekat erat pada media, berbentuk bulat, permukaan bergelombang dan tidak rata, tepi koloni bergelombang (Gamba 5.A), tidak tahan asam, Gram +, katalase +, dan aerob. Pengamatan secara mikroskopis *Streptomyces* sp.5 memiliki hifa aerial tidak bersepta, sporofor pendek dan agak bergelombang, konidia berbentuk bulat dan bergerombol (Gambar 5.B).



Gambar 5. Koloni *Streptomyces* sp.5. A. Koloni *Streptomyces* sp.5 Pada media YMA. B. Struktur mikroskopis *Streptomyces* sp.5 pada pewarnaan tahan asam perbesaran 1000x. (1) hifa aerial, (2) sporofor, dan (3) konidia.

Sebagian besar koloni *Streptomyces* sp. yang ditemukan memiliki karakteristik makroskopik yaitu koloni tidak terlalu besar, melekat erat pada media,

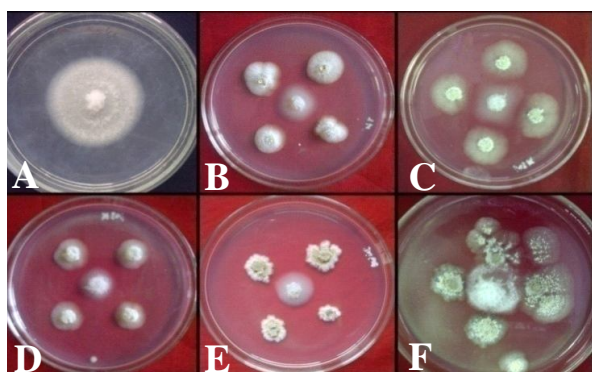
dan membentuk miselium udara. Menurut Cross (1982) koloni *Streptomyces* berdiameter 1 – 10 μm , mula - mula permukaan koloni licin lalu membentuk miselium udara. Menghasilkan berbagai macam pigmen yang menimbulkan warna pada miselium vegetatif dan miselium udara.

Secara mikroskopik bakteri *Streptomyces* sp. terlihat seperti jamur karena memiliki hifa dan konidia, ukuran hifa yang kecil, sebagian besar hifa bercabang, menghasilkan konidia yang membentuk rantai dan bergerombol yang terletak pada ujung hifa aerial serta beberapa konidia masih terdapat di dalam sporofor. Madigan dan Martinko (2006) menyatakan *Streptomyces* sp. memiliki hifa yang ramping, senositik, berdiameter 0,5-2,0 μm , bila dewasa miselium udara membentuk rantai yang terdiri dari tiga sampai banyak konidia, bakteri heterotrof, oksidatif, aerob, dan suhu optimum antara 25-35°C. Struktur *Streptomyces* sp. menghasilkan konidia yang membentuk rantai dan bergerombol yang terletak pada ujung hifa aerial. Perbedaan keempat *Streptomyces* sp. secara makroskopis terlihat dari bentuk permukaan isolat, warna koloni, dan struktur hifa, hal ini dikarenakan *Streptomyces* sp. ditemukan di lokasi berbeda yaitu tanah rizosfer dan non rizosfer yang memungkinkan memiliki jenis yang berbeda. Rao (1994) menyatakan populasi bakteri, jamur, virus, dan Actinomycetes lebih banyak terdapat dalam tanah yang termasuk rizosfer daripada tanah non rizosfer. Pertumbuhan populasinya diaktivasi oleh bahan nutrisi yang dilepaskan oleh jaringan tanaman seperti asam amino, vitamin dan zat hara lainnya.

Uji daya hambat secara *in vitro* didapatkan diameter *F. oxysporum* f.sp. *capsici* pada kontrol yang telah diinkubasi selama 4 hari yaitu 5 cm, sedangkan *Streptomyces* sp. yang memiliki daya hambat terbesar yaitu *Streptomyces* sp. 4 (82%) dan yang memiliki daya hambat terkecil yaitu *Streptomyces* sp. 5 (32%). Hasil uji antagonis *Streptomyces* sp.1, *Streptomyces* sp.2, dan *Streptomyces* sp. 3 secara berurutan 72%, 64%, dan 76% (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase daya hambat *Streptomyces* sp. terhadap *F. oxysporum* f.sp. *capsici*

No	Perlakuan	Diameter Koloni <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>capsici</i> (cm)	Persentase Daya Hambat <i>Streptomyces</i> sp. terhadap <i>F.</i> <i>oxysporum</i> f.sp. <i>capsici</i> (%)
1	Kontrol	5	-
2	<i>Streptomyces</i> sp. 1	1.4	72
3	<i>Streptomyces</i> sp. 2	1.8	64
4	<i>Streptomyces</i> sp. 3	1.2	76
5	<i>Streptomyces</i> sp. 4	0.9	82
6	<i>Streptomyces</i> sp. 5	3.4	32



Gambar 6. Uji daya hambat *Streptomyces* sp. terhadap *F. oxysporum* f.sp. *capsici* usia 4 hari pada media PDA. A.Kontrol. B. *Streptomyces* sp.1 C. *Streptomyces* sp.2 D. *Streptomyces* sp.3 E. *Streptomyces* sp.5.

Uji daya hambat didapatkan *Streptomyces* sp. 4 memiliki daya hambat terbesar yaitu 82% (Gambar.6.E). *Streptomyces* sp. mampu menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder, dimana metabolit sekunder menghasilkan antibiotik yang dapat digunakan dalam menghambat suatu patogen. Hal ini dapat dilihat dari uji *in vitro* dimana seluruh *Streptomyces* sp. memiliki daya hambat dan mempengaruhi pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (Gambar 3.6). Menurut Agrios (2005) antibiosis merupakan sifat antagonisme yang disebabkan kemampuan mikroba untuk menghasilkan metabolit primer berupa enzim yaitu selulase, kitinase, dan glukukanase serta metabolit sekunder yaitu antibiotika yang bersifat racun bagi patogen tanaman. Murdiah (2008) menyatakan salah satu anggota Actinomycetes yang dapat digunakan sebagai bakteri antagonis yaitu

Streptomyces, karena banyak menghasilkan substansi antibiotik yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen seperti *Fusarium* sp. Hal ini didukung oleh Prepagdee et al. (2008) bahwa *Streptomyces* juga menghasilkan senyawa hidrolitik seperti kitinase yang mampu mendegradasi dinding sel jamur.

Adanya perbedaan daya hambat yang dibentuk *Streptomyces* sp. dalam menghambat *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (Gambar 3.6) dikarenakan senyawa antibiotik yang dihasilkan berbeda, asal isolat berbeda, dan kondisi lingkungan berbeda. Menurut Aghighi et al. (2004) lebih dari 50 macam antibiotik diisolasi dari *Streptomyces*, dan didapatkan antibiotik yang berbeda-beda, contohnya streptomisin, neomisin, kloramfenikol, dan tetrasiklin. Dalam penelitian ini belum diketahui senyawa dan enzim dari *Streptomyces* sp. yang berpengaruh dalam menghambat *F. oxysporum* f.sp. *capsici*. Penelitian Kawuri (2012) menyatakan bahwa *S. thermocarboxydus* mampu menghambat *F. oxysporum* Fo2010 sebesar 93 %. Mekanisme kerja filtrat *S. thermocarboxydus* dalam menghambat jamur patogen tersebut adalah dengan merusak dinding sel makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidiospora dari *F. oxysporum* Fo2010 yang dilihat dengan menggunakan TEM (*Transmission Electron Microscope*) dan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Andriani (2007) mengungkapkan *Streptomyces* sp. dapat menghambat *Streptococcus mutans* dengan zona hambat yang cukup besar yaitu $2,12 \pm 0.18$ mm. Penelitian

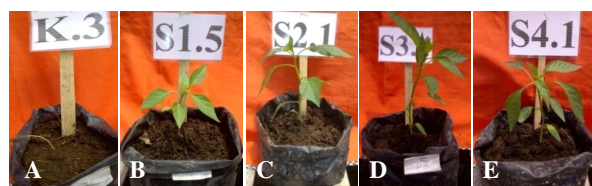
Papuangan (2009) melaporkan bahwa pengujian antagonis isolat *Streptomyces* sp. secara *in vitro* mampu menghambat beberapa patogen tular tanah seperti *R. solani* dengan persentase daya hambat 47,8 8,9 % dan pada *F.oxysporum* sebesar 48,8 - 57,8%.

Uji efektivitas empat kultur *Streptomyces* sp. dalam mencegah penyakit layu Fusarium didapatkan hasil persentase kematian tanaman yaitu *Streptomyces* sp.4 (8%), *Streptomyces* sp.1, *Streptomyces* sp.2, dan *Streptomyces* sp.3 secara berurutan sebesar 24%, 16%, dan 12% dibanding kontrol $p < 0,05$ (Tabel 2). Perkembangan patogen layu Fusarium disajikan pada Gambar 8

Tabel 2. Persentase kematian tanaman cabai merah oleh Fusarium yang diberi perlakuan *Streptomyces* sp.

No	Perlakuan	Persentase tanaman yang mati (%) ¹⁾
1	Kontrol	80,00b
2	S1	24,00a
3	S2	16,00a
4	S3	12,00a
5	S4	8,00a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada uji Duncan taraf 5 % Nilai diperoleh dari rata-rata 5 kali ulangan.

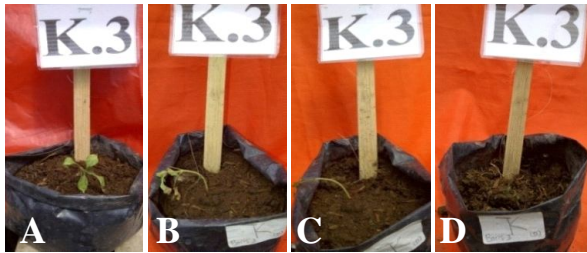


Gambar 7. Tanaman cabai dengan gejala penyakit layu setelah 4 minggu perlakuan.

A. Kontrol. B. Perlakuan S1 (*Streptomyces* sp.1). C. Perlakuan S2 (*Streptomyces* sp.2). D. Perlakuan S3 (*Streptomyces* sp.3). E. Perlakuan S4 (*Streptomyces* sp.4).

Kawuri (2012) melaporkan uji filtrat biakan *S. thermocarboxydus* dapat menekan pertumbuhan *F. oxysporum* pada lidah buaya dari 86,1 % menjadi 27,5% di rumah kaca. Penelitian El-Abyad *et al.* (1993) menyatakan aplikasi kultur *S. pulcher* lebih efektif dengan cara pelapisan benih dibanding dengan aplikasi penyiraman media tanam dalam mengendalikan penyakit layu Fusarium dan layu Verticillium pada kondisi rumah kaca. Selain itu Sabaratnam dan James (2002) menyatakan pelapisan bibit tomat dengan bubuk *Streptomyces* efektif menekan rebah kecambah yang disebabkan *Rhizoctonia solani* setelah 14 minggu penyimpanan sebesar 100% dibandingkan menggunakan alginat setelah 12 minggu penyimpanan sebesar 90%.

Perkembangan patogen layu Fusarium yang menginfeksi tanaman cabai merah pada minggu pertama tanaman cabai merah masih terlihat hijau tapi sudah menunjukkan gejala kelayuan dimana pangkal batang mulai berwarna kuning dan daun mulai merunduk. Minggu ke-2 pangkal batang warna kuning berubah kecokelatan, beberapa daun mulai berwarna kuning, dan tanaman semakin layu. Minggu ke-3 warna coklat merambat di seluruh bagian tanaman. Minggu ke-4 tanaman cabai layu dan mati (Gambar 8). Fakamizo *et al.* (1996) menyatakan *Fusarium oxysporum* yang menyerang tanaman menyebabkan busuk rimpang ditandai layu dan menguningnya daun serta berujung kematian tanaman sebelum panen. Menurut Gaumann (1957) dalam Yudiarti (2007) jamur *F. oxysporum* memproduksi enzim pektase pada jaringan xilem yang menyebabkan jaringan xilem diblokir dengan polisakarida dan pektat. Selain itu *F. oxysporum* memproduksi asam fusarat yang merusak metabolisme tanaman inang sehingga menyebabkan hilangnya air dan garam-garam yang ada di dalam tanaman yang berpengaruh terhadap permeabilitas membran sel sehingga berdampak negatif pada proses metabolisme tanaman yang menyebabkan layu pada tanaman.



Gambar 8. Perkembangan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman kontrol. A. Minggu ke-1, B. Minggu ke-2, C. Minggu ke-3, dan D. Minggu ke-4.

Tabel 3. Tinggi tanaman cabai merah umur 4 minggu setelah perlakuan

Rank	Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman Cabai (cm) ¹⁾
1	Kontrol	2,372 b
2	<i>Streptomyces</i> sp.1	4,74 a
3	<i>Streptomyces</i> sp.2	5,236 a
4	<i>Streptomyces</i> sp.3	5,876 a
5	<i>Streptomyces</i> sp.4	6,048 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada uji Duncan taraf 5 % Nilai diperoleh dari rata-rata 5 kali ulangan.

Tabel 4. Jumlah daun tanaman cabai merah umur 4 minggu setelah perlakuan

Rank	Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Cabai ¹⁾
1	Kontrol	2,4 b
2	<i>Streptomyces</i> sp.1	5,24 a
3	<i>Streptomyces</i> sp.2	5,6 a
4	<i>Streptomyces</i> sp.3	6,28 a
5	<i>Streptomyces</i> sp.4	6,84 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada uji Duncan taraf 5 % Nilai diperoleh dari rata-rata 5 kali ulangan.

Rata-rata tinggi tanaman cabai merah umur 4 minggu setelah perlakuan *Streptomyces* sp.1, *Streptomyces* sp.2, *Streptomyces* sp.3, dan *Streptomyces* sp.4 lebih tinggi dan berbeda nyata ($p < 0.05$) dibandingkan kontrol (Tabel 3). Hal ini menunjukkan *Streptomyces* sp. dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. Pengamatan rata-rata jumlah daun pada tanaman cabai merah umur 4 minggu setelah perlakuan didapatkan hasil seluruh perlakuan dengan *Streptomyces* sp.1, *Streptomyces* sp.2, *Streptomyces* sp.3, dan *Streptomyces* sp.4 memberikan perbedaan nyata ($p < 0.05$) dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Dalam hal ini menunjukkan *Streptomyces* sp. dapat memicu pertumbuhan jumlah daun tanaman cabai merah. Menurut Lehr et al. (2008) endophytic *Streptomyces* sp. dapat menghasilkan suatu senyawa yang bersifat sebagai pemacu pertumbuhan tanaman yaitu auksin, giberelin, dan sitokinin.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 5 isolat *Streptomyces* sp. dari Kawasan Bukit Jimbaran. *Streptomyces* sp.4 memiliki persentase daya hambat tertinggi yaitu (82%) dan mampu menekan penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai merah sebesar 80%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Unud yang telah menyediakan isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici*. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kelompok tani Pangan Sari Dusun Cengkilung, Peguyangan-Denpasar yang telah meminjamkan fasilitas rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

Aghighi, S., G. H Bonjar., S. Rawashdeh, R. Batayneh, S. I. Saadom.2004. First report of antifungal spectra of activity of

- Iranian Actinomycetes strains against *Alternaria solani*, *Alternaria alternate*, *Fusarium solani*, *Phytophthora megasperma*, *Verticillium dahliae* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (4): 463-471.
- Agrios G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed. Academic Press. New York. 332 – 334.
- Andriani A. 2007. Penapisan *Streptomyces* spp. penghasil senyawa penghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* yang diisolasi dari plak gigi. Skripsi Sarjana. IPB. Bogor
- Cross, T. 1982. Actinomycetes: A Continuing sources of new metabolites. *Dev Ind Microbiol.* 23: 1-18.
- El-Abyad M.S, M.A El-Sayed, A.R El-Shanshour, M.S El-Sabbagh. 1993. Towards the biological control of fungal and bacterial diseases of tomato using antagonistic *Streptomyces* spp. *Journal Plant of Soil* 149:185-195
- Endah, H.J. 2002. *Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Fakamizo, T., Y. Honda, H. Toyoda, S. Ouchi, S. Goto. 1996. Chitinous component of cell wall of *Fusarium oxysporum*, its structure deduced from chitosanase digestion. *Biosci Biotech Biochem.* 60: 1705-1708.
- Ferniah R.S, S. Pujiyanto, S. Purwantisari., Supriyadi. 2011. Interaksi kapang patogen *Fusarium oxysporum* dengan bakteri kitinolitik rizosfer tanaman jahe dan pisang. Universitas Diponegoro Semarang. *Jurnal Nature Indonesia*, 14 (1): 56-60.
- Goodfellow M., S.T. Wiliam. 1983. Ecology of Actinomycetes. *Ann. Rev. Microbiology* 37:189-216.
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* 9th Edition. Lippincott Williams and Wilkins. New York.
- Kawuri R. 2012. Pemanfaatan *Streptomyces thermocarboxydus* untuk mengendalikan penyebab penyakit busuk daun pada lidah buaya (*Aloe barbadensis* Mill) di Bali. Disertasi Doktor. Program Studi Ilmu Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- Kopperl, M.L.S., T.E. Hewlett, L.P. Norris. 2002. *Streptomyces* for biological control of pathogenic fungi and nematodes. <http://www.bssp.org.uk/icpp98/5.2/76.html>.
- Lehr, N.A., S.D. Schrey., R. Hamp., and M.T. Tarkka. 2008. Root inoculation with a forest soil Streptomyces leads to locally and systemically increase resistance against phytopathogen in Norway spruce. *New Phytol.* 177: 965-976.
- Madigan M.T, J.M. Martinko, J. Parker. 2006. Brock: *Biology of Microorganisms*. New Jersey American: Prentice Hall.
- Montoc, H.S. 2011. Uji antagonisme *Saccharomyces* sp. dan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap sembilan jamur patogen tanaman. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Skripsi Sarjana. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- Murdiyah S. 2008. Daya hambat *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan jamur patogen tumbuhan *Fusarium* sp. dan *Rhizoctonia* sp. <http://www.digilib.unej.ac.id>
- Papuangan N. 2009. Aktivitas penghambatan senyawa antimikroba *Streptomyces* terhadap mikroba patogen tular tanah secara *in vitro* dan *in planta*. Tesis Magister. IPB. Bogor
- Pelczar Jr., M.J., E.C.S. Chan and N.R. Krieg. 1993. *Microbiology Concepts and Applications*. McGraw-Hill Higher Education. New York.
- Pratnanto, F. 2002. *Kiat Sukses Bertanam Cabai di Musim Hujan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- <http://caplumbungmas.com/pencegahan-pembenahan-layu-tanaman-cabe/>
- Prepagdee B., C. Kuekulvong, and S. Mongkolsuk. 2008. Antifungal potential of extracellular metabolites produced by *Streptomyces hygroscopicus* against Phytopathogenic fungi. *International Journal of Biological Sciences* 4:330-337.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI-Press. Jakarta.
- Sabaratnam S, A.T. James. 2002. Formulation of a *Streptomyces* biocontrol agent for the suppression of Rhizoctonia damping-off in tomato transplants. *Biology Control* 23:245-253.
- Singh, P.P., Y.C. Shin, C.S Park, Y.R Chung. 1999. Biological control of Fusarium wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. *Phytopathology* 89: 92-99.
- Vauzia, M.Chatri, R., Eldisa. 2012. Pengaruh *Trichoderma harzianum* terhadap serangan penyakit layu pada tanaman cabai merah (*Capsicum annuum*)
<http://fmipa.unp.ac.id/artikel-133-pengaruh-trichoderma-harzianum-terhadap-serangan-penyakit-layu-fusarium-oxysporum-fsp-capsici-pada.html>
- Yudiarti, T. 2007. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 53 – 54.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 106, 203 – 208.