

POTENSI *Streptomyces* spp. ISOLAT MALANG UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Fusarium* sp. PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L) SECARA IN VITRO

POTENSI *Streptomyces* spp. ISOLAT MALANG UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Fusarium* sp. PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L) SECARA IN VITRO

Lukmanul Hakim^{1*}, Tri Mujoko¹ dan Wiludjeng Widajati¹

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

* Corresponding Author. E-mail address: trimujoko.agri@upnjatim.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 4-6-2024
Direvisi: 17-7-2024
Disetujui: 29-9-2024

KEYWORDS:

Fusarium sp, *In vitro*,
Streptomyces spp.

KATA KUNCI:

Fusarium sp, *In vitro*,
Streptomyces spp.

© 2025 The Author(s).
Published by Department of
Agronomy and Horticulture,
Faculty of Agriculture,
University of Lampung

ABSTRACT

Streptomyces spp is a group of actinomycetes bacteria that can be used as biological control agents producing antibiotics *Streptomyces* spp. proven by its ability to inhibit the pathogen *Fusarium* sp causing fusarium wilt disease in plants. This study aims to determine the potential of *Streptomyces* spp isolated from chili rhizosphere soil in Malang city, East Java in controlling *Fusarium* sp. This research was conducted in vitro at the Plant Health Laboratory 1, Faculty of Agriculture, National Development University “Veteran” East Java in November 2023 using a complete randomized design (CRD) with 10 treatments, namely *Streptomyces* spp isolates with 3 replications. The results of the study obtained 10 isolates of *Streptomyces* spp and conducted antagonistic tests with *Fusarium* sp. *Streptomyces* isolates 6 and 9 have a higher antagonistic ability compared to other *Streptomyces* isolates with a percentage of 48.3% and 41.9%.

ABSTRAK

Streptomyces spp merupakan bakteri kelompok actinomycetes yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati yang memproduksi antibiotik *Streptomyces* spp hal ini dibuktikan dengan kemampuannya dalam menghambat *Fusarium* sp yang merupakan patogen penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi *Streptomyces* spp yang diisolasi dari tanah rizosfer cabai di kota Malang, Jawa Timur dalam mengendalikan *Fusarium* sp. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* di Laboratorium Kesehatan Tanaman 1 Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur bulan November 2023 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan 10 perlakuan yaitu isolate *Streptomyces* spp dan 3 ulangan. Hasil penelitian didapatkan 10 isolat *Streptomyces* spp dan dilakukan uji antagonis dengan *Fusarium* sp. Isolat *Streptomyces* 6 dan 9 memiliki kemampuan penghambatan lebih tinggi dibandingkan isolat *Streptomyces* lainnya dengan presentase 48,3 % dan 41,9%.

1. PENDAHULUAN

Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Provinsi Jawa Timur yang terletak di kawasan pegunungan dengan suhu antara 18-22°C. Terletak pada dataran yang tinggi membuat Malang dikenal dengan produksi pertanian, terutama cabai rawit (*Capsicum frutescens* L). Cabai rawit memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena banyak digunakan sebagai bumbu dalam berbagai masakan Indonesia, makanan pedas menjadi populer di kalangan masyarakat, sehingga permintaan cabai rawit menjadi sangat tinggi di pasar. Namun, data dari BPS menunjukkan bahwa pada tahun 2020, produksi cabai rawit di Malang turun menjadi 217,00 kwintal daripada tahun sebelumnya yang produksinya mencapai 294,00 kwintal. Penyebab utama penurunan ini adalah adanya penyakit tanaman seperti layu fusarium yang disebabkan oleh jamur patogen

Fusarium sp. *Fusarium* sp. merupakan salah satu jenis patogen tular tanah yang sangat berbahaya, karena memiliki strain yang dapat berdormansi selama bertahun-tahun sebelum kembali aktif dan menginfeksi tanaman. Penyakit layu fusarium ditandai dengan adanya lesi berwarna cokelat pada batang (Syaifudin & Kasiamdari, 2022). Jamur patogen *Fusarium* sp mampu menyebar melalui tanah, air pengairan dan alat pertanian. Jamur ini juga dapat menginfeksi tanaman inang melalui luka pada akar. *Fusarium* sp dapat menginfeksi banyak tanaman inang, termasuk tomat, kubis, pisang, jahe, cabai, dan lain-lain. Selain menyerang tanaman budidaya, jamur patogen *F. oxysporum* juga dapat menginfeksi gulma sebagai inang alternatif ketika tidak ada tanaman inang utama yang tersedia.

Pengendalian yang umum dilakukan adalah menggunakan pestisida kimia, karena dianggap efektif dalam mengendalikan patogen. Namun, penggunaan pestisida kimia dapat menyebabkan dampak negatif, penggunaan pestisida berlebih dapat menyebabkan masalah lingkungan resistensi patogen, epidemi penyakit, dan pencemaran lingkungan. Teknik pengendalian penyakit layu fusarium dapat dilakukan dengan memanfaatkan agen hayati yang bersifat antagonis seperti *Streptomyces* spp.

Streptomyces spp. merupakan bakteri gram positif dari kelompok Actinomycetes yang bersifat kosmopolitan, *Streptomyces* dapat diisolasi dari beberapa jenis tanah dan dianggap sebagai bakteri dekomposer aktif (Hamid et al., 2020). *Streptomyces* sp. merupakan agensia hayati yang diketahui memiliki kemampuan memproduksi senyawa bioaktif metabolit yang mengandung antibiotik, antiparasit dan antifungi (Ekundayo et al., 2014) Menurut (Suryaminarsih et al., 2015) juga menyatakan bahwa *S. griseorubens* memiliki mekanisme antibiosis dan menghasilkan senyawa yang dapat menghambat diameter koloni dari *Fusarium oxysporum*. menjelaskan bahwa antibiotik yang dihasilkan oleh *Streptomyces* sp. memiliki mekanisme yang berbeda-beda seperti merusak dinding sel, mengganggu fungsi membran sel dan dapat mengganggu sintesis protein dan asam nukleat sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen (Purnomo, 2017). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan isolat *Streptomyces* spp terhadap patogen *Fusarium* sp hasil eksplorasi di kota Malang.

2. BAHAN DAN METODE

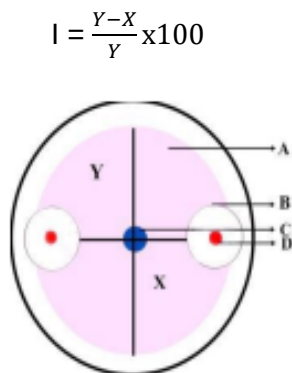
Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023 secara *in vitro* di Laboratorium kesehatan tanaman 1 fakultas pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Bahan yang dipakai Glukosa Nutrient Agar (GNA) dan Potato Dextrose Agar (PDA) merk 39 gram, tanah hasil ekplorasi rizosfer cabai dari Malang, batang cabai yang bergejala layu fusarium

Tanah hasil eksplorasi ditimbang 1 gram kemudian dimasukkan ke tabung reaksi dan ditambahkan akuades steril 10 ml kemudian di vortex dan dilakukan pengenceran bertingkat hingga pengenceran 10^6 selanjutnya pada pengenceran 10^4 , 10^5 dan 10^6 diinokulasi pada media Glukosa Nutrient Agar (GNA) isolasi menggunakan metode sebar kemudian diinkubasi selama 14 hari pengamatan dilakukan setiap hari selama masa inkubasi, isolat yang menunjukkan karakteristik *Streptomyces* spp dimurnikan ke media GNA yang baru untuk mendapatkan isolat murni.

Isolasi *Fusarium* dilakukan dengan cara mengambil batang tanaman cabai yang bergejala layu fusarium di lahan cabai kota Malang, kemudian memotong menjadi dua bagian dan membersihkan menggunakan alkohol dan akuades steril, setelah dibersihkan ditanam pada media PDA dan diinkubasi selama 7 hari, setelah tumbuh koloni jamur *Fusarium* sp. akan dilakukan pemurnian untuk mendapatkan isolat murni.

Uji patogenesis dilakukan dengan membuat suspensi jamur *Fusarium* sp. Kemudian membersihkan akar bibit tanaman cabai rawit. Bibit tersebut direndam ke dalam suspensi *Fusarium* sp. Setelah itu bibit ditanam. Pengamatan dilakukan setiap hari hingga muncul gejala kelayuan. Hasil uji patogenesis juga menunjukkan *Fusarium* sp bersifat patogenik jika tanaman mengalami gejala kelayuan. (Suharti et al., 2011).

Pengujian Antagonis *In Vitro* mengacu (Devi et al., 2022) yaitu dengan metode kultur ganda (*dual culture*). uji antagonis dilakukan untuk mengetahui isolat *Streptomyces* spp yang terbaik dalam menghambat jamur patogen *Fusarium* sp. Media yang digunakan dalam yaitu media PDA, Biakan jamur *Fusarium* sp. berumur 7 hari di potong menggunakan bor gabus berdiameter 0,5cm dan diletakkan bersebrangan dengan isolat *Streptomyces* spp. berumur 14 hari (Kawicha et al., 2023) Kemudian diinkubasi dan diamati pertumbuhan jamurnya selama 7 hari dengan rumus daya hambat, Persentase daya hambat dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu 1 (rendah) = 1–25%, 2 (sedang) = 26–50%, 3 (tinggi) = 51–75% dan 4 (sangat tinggi) = 76–100% (Živković et al., 2010).



Gambar 1 Metode *Dual Culture*
(Devi et al., 2022)

- A. koloni cendawan
- B. zona hambat bakteri terhadap koloni cendawan
- C. titik tengah cendawan diletakkan
- D. koloni bakteri
- X. diameter cendawan yang terhambat pertumbuhannya
- Y. diameter koloni cendawan normal

Rumus Efektifitas Penghambatan

$$EP = \frac{KONTROL - PERLAKUAN}{KONTROL} \times 100\%$$

Uji kitin dilakukan menggunakan media kitin dengan cara mengambil isolat *Streptomyces* spp menggunakan bor gabus kemudian ditaruh pada media kitin yang sudah ada di cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang (28°C) selama 14 hari (Purkan et al., 2014). Isolat yang menghasilkan zona bening merupakan isolat yang menghasilkan enzim kitinase. Indeks kitinase yaitu perbandingan antara diameter zona bening dengan diameter koloni untuk memperoleh isolat potensial (Dewi, 2008). Menurut Suryadi et al., (2013), rumus indeks kitinolitik adalah $IK = \frac{D. \text{ Zona Bening}}{D. \text{ Koloni}}$.

Pengamatan Hifa Abnormal Pengamatan hifa abnormal dilakukan secara mikroskopis dengan mengamati ujung miselium pada daerah zona hambat jamur patogen. Ujung miselium jamur patogen yang tumbuh pada permukaan media PDA. Abnormalitas pertumbuhan miselium jamur patogen dapat berupa pembengkokan ujung miselium, miselium pecah, miselium berbelah, miselium bercabang, miselium lisis, dan miselium tumbuh kerdil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

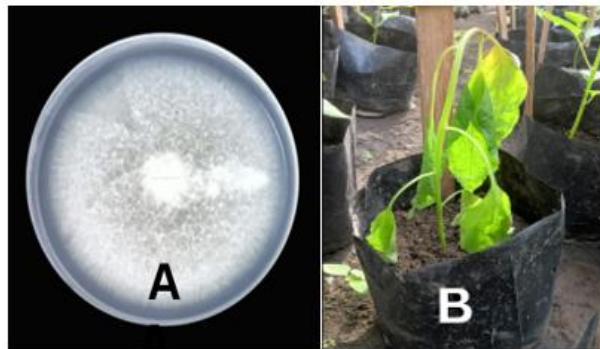
3.1 Isolasi Patogen *Fusarium* sp.

Hasil Isolasi bagian batang tanaman cabai bergejala layu di Malang didapatkan jamur *Fusarium* sp Berdasarkan pengamatan secara makroskopis (gambar 2a) menunjukkan bahwa jamur memiliki struktur hifa berbentuk seperti kapas dan miselium berwarna putih krem hingga orange. hal ini sesuai Berdasarkan hasil karakterisasi dan identifikasi *Fusarium* sp memiliki ciri

morfologi, seperti koloninya berwarna putih dan bentuk miseliumnya seperti kapas dengan diameter koloni 9 cm pada media Potato Dextrose Agar (PDA) pada umur 7 hari kekuningan hal ini sesuai dengan deskripsi (Walida et al., 2019) bahwa jamur *Fusarium* sp. memiliki bentuk koloni putih kapas tetapi juga terdapat beberapa koloni yang memiliki warna koloni putih dengan pusatnya berwarna ungu atau orange., dengan diameter koloni 9 cm pada media Potato Dextrose Agar (PDA) pada umur 7 hari kekuningan hal ini sesuai dengan deskripsi (Walida et al., 2019) bahwa jamur *Fusarium* sp. memiliki bentuk, sedangkan pengamatan secara mikroskopis perbesaran 400x (gambar 3) menunjukkan konidiofor yang bersekat, berwarna hialin, dan memiliki Makrokonidia menyerupai bulan sabit dengan 3 buah sekat Menurut (Biologi et al., 2015) *Fusarium* memiliki makrokonidia berbentuk sabit, sementara mikrokonidia bisa memiliki bentuk ellipsoidal, ovoid, globose, atau pyriform, sering kali menunjukkan karakteristik campuran dari berbagai bentuk tersebut. Klamidiospora biasanya berbentuk tunggal, berantai, atau berpasangan.

3.2 Uji Patogensitas

Hasil uji patogensitas (gambar 2b) menunjukkan tanaman cabai rawit mengalami gejala kelayuan yaitu layu pada pagi dan sore hari, dan terdapat gejala penghambatan pertumbuhan tanaman cabai merah Gejala yang terlihat ialah seluruh daun tanaman cabai layu dan tangkai daun cabai merunduk ke bawah. Akan tetapi, daun yang layu masih berwarna hijau dan tanaman tersebut mengalami menurut (Suharti et al., 2011) Hasil uji patogenesis menunjukkan jamur bersifat patogen jika tanaman mengalami gejala kelayuan.

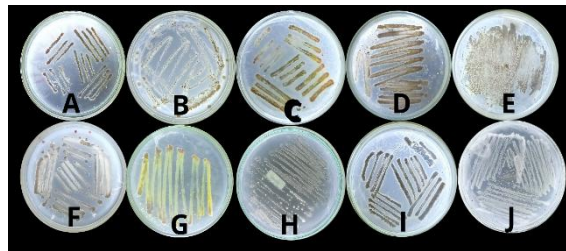


Gambar 2 Koloni *Fusarium* sp. berumur 7 hari (A) dan uji patogensitas pada cabai rawit (B)

3.3 Isolasi *Streptomyces* spp

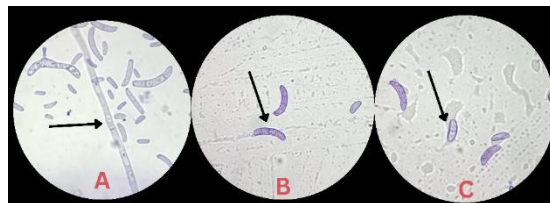
Dari hasil isolasi pengenceran 10^4 , 10^5 , dan, 10^6 ditemukan sebanyak 10 Isolat *Streptomyces* (gambar 4) 1(A) memiliki ciri koloni berwarna abu-abu kemerahan dengan tekstur koloni bertepung dengan serabut-serabut halus, Isolat *Streptomyces*, 2(B) memiliki ciri koloni berwarna putih kekuning-kuningan. Pertumbuhan koloni simetris dan menyebar, Isolat *Streptomyces* 3(C) memiliki ciri koloni ber-warna kuning kemerahan. Pertumbuhan koloni simetris dan menyebar, Isolat *Streptomyces* 4(D) memiliki bentuk koloni sirkuler, berwarna kuning. Permukaan koloni rata, Isolat *Streptomyces* 5(E) memiliki bentuk sirkuler koloni bertepung berwarna abu- abu koloni permukaan koloni rata, Isolat *Streptomyces* 6(F) memiliki ciri koloni tebal bertepung dan pink kemerahan pertumbuhan koloni rata, Isolat *Streptomyces* 7(G) memiliki ciri koloni bertepung permukaan koloni rata bertepung dan berwarna kuning kemerahan. Isolat *Streptomyces* 8(H) memiliki ciri koloni bertepung permukaan rata dan berwarna abu-abu gelap, *Streptomyces* 9(I)

memiliki ciri koloni bertepung permukaan rata dan berwarna abu-abu gelap, *Streptomyces* 10(J) memiliki ciri koloni bertepung permukaan rata dan berwarna putih.



Gambar 4. *Streptomyces* spp.

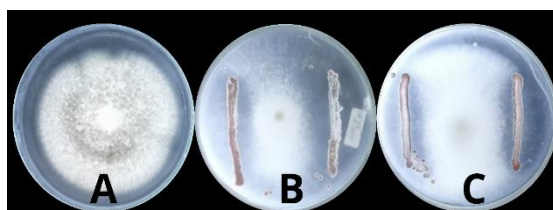
Secara keseluruhan *Streptomyces* spp memiliki warna koloni yang berbeda-beda hal ini disebabkan kemampuan koloni *Streptomyces* spp yang menghasilkan pigmentasi dari miselium aerial isolat dan menjadi warna karakteristik dari *Streptomyces* sp. dewasa serta adanya perbedaan kemampuan dalam mencerna komponen-komponen media, Selain itu disebabkan keanekaragaman warna bakteri Actinomycetes disebabkan adanya pigmen rantai spora yang dimiliki bakteri Actinomycetes, hifa akan berubah menjadi warna tertentu apabila terjadi pembentukan spora, sehingga diperoleh warna yang berbeda. Pigmen yang dihasilkan tersebut memiliki kemampuan biologis seperti antibiotik, anti tumor dan vitamin (Buedenbender *et al.*, 2017). Salah satu ciri khas genus *Streptomyces* yaitu permukaan koloni tidak licin, ukuran diameter koloni antara 1-10 mm, memiliki miselium aerial yang mengarah dari permukaan koloni ke udara. Miselium pada awalnya berwarna putih sampai coklat namun seiring berjalannya waktu berubah menjadi berwarna tertentu. Miselium aerial bakteri *Streptomyces* sp. memiliki warna yang berbeda-beda seperti putih, abu-abu, kuning, oranye, lavender, biru, hijau, sampai hitam (Lestari & Kurniatuhadi, 2019).



Gambar 3 Morfologi *Fusarium* sp. secara Mikroskopis, (A) Hifa; (B) Makrokonidia; (C) Mikrokonidia

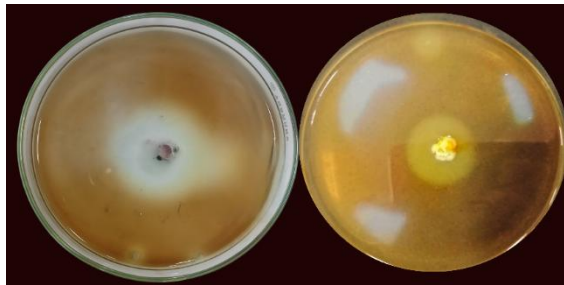
3.4 Antagonis

Hasil uji antagonis secara *in vitro* (gambar 5) menunjukkan adanya penghambatan pada perlakuan *Streptomyces* spp 6 dan 9 yaitu terhambatnya pertumbuhan



Gambar 5 Uji antagonis (A) Kontrol, (B) *Streptomyces* spp 6, (C) *Streptomyces* spp 9.

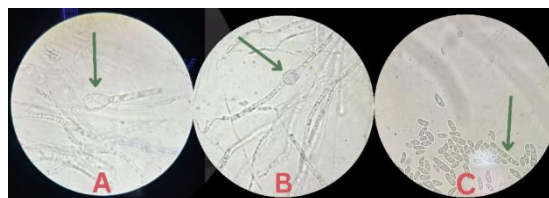
Pada uji antagonis munculnya zona bening disebabkan *Streptomyces* spp 6. Dapat Menghasilkan kitinase sebesar 1% dan *Streptomyces* spp 0,9 hasil tersebut didapatkan dari perhitungan uji kitinase, menurut (Khikmah et al., 2016) Indeks kitinolitik bernilai tinggi apabila lebih dari (>2) sedangkan dinyatakan bernilai rendah apabila kurang dari 2 (<2), Indeks kitinolitik yang tinggi menunjukkan bahwa isolat memiliki kemampuan dalam mendegradasi kitin yang tinggi. Sesuai dengan Sembiring et al., (2021) menyatakan bahwa semakin banyak enzim yang dihasilkan maka zona bening juga akan semakin luas karena kitin yang terdegradasi semakin banyak.



Gambar 6 Uji kitinase

Hasil uji kitinase pada *Streptomyces* spp. didapatkan munculnya zona bening hal tersebut menandakan adanya produksi enzim kitinase pada isolat *Streptomyces* spp Zona bening yang membuat warna media transparan disebabkan oleh enzim kitinase yang dikeluarkan kedalam media sebagai metabolit bakteri. Kitinase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan bakteri kitinolitik yang berperan penting dalam menghidrolisis kitin. Enzim ekstraseluler adalah enzim yang dihasilkan didalam sel, tetapi dikeluarkan ke media tumbuhnya (Tsujibo, et al., 1999).

Pada pengamatan abnormalitas patogen *Fusarium* sp setelah uji antagonis ditemukan hifa *Fusarium* sp membengkak hal ini dikarenakan *Streptomyces* spp dapat menghasilkan senyawa anti jamur yang dapat mendegradasi dinding sel jamur *Fusarium* sp. menurut (Fróes et al. 2012) *Streptomyces* mampu memproduksi enzim hidrolisis yang dapat mendegradasi dinding sel patogen, seperti kitinase, glukonase, dan peptidase. Pembentukan kladidiospora merupakan bentuk pertahanan dari jamur *Fusarium* sp karena kondisi yang buruk, menurut Penelitian Setiawati et al., (2020) melaporkan bahwa pembentukan kladidiospora disebabkan kondisi hidupnya tercekam, kladidiospora merupakan bentuk pertahanan jamur yang menghasilkan spora aseksual bersel satu berdinding tebal dan sangat resisten terhadap keadaan lingkungan yang buruk.



Gambar 7 Morfologi *Fusarium* sp setelah perlakuan (A) Hifa membengkak, (B) Kladidiospora (C) Spora Abnormal

Antibiotik yang dihasilkan *Streptomyces* memiliki mekanisme kerja yang berbeda-beda, yaitu dengan merusak dinding sel, mengganggu fungsi membran sel, serta mengganggu sintesis

protein dan asam nukleat Menurut Waluyo (2007) antibiotik *sefalosporin*, *sikloserin* dan *vankomisin* dapat merusak atau menghambat sintesis dinding sel. Antibiotik nistatin dan kloramfenikol dapat menghambat sintesis protein,

Penelitian mengenai penggunaan antibiotik yang dihasilkan oleh bakteri anggota genus *Streptomyces* sebagai biokontrol terhadap mikroorganisme patogen telah banyak dilaporkan. *Streptomyces* spp. dilaporkan dalam mengendalikan berbagai penyakit tular tanah oleh *Athelia rolfsii*, *F. oxysporum*, *Plectosphaerella ramiseptata*, *Sclerotinia sclerotiorum*, dan *Verticillium dahlia* (Carlucci et al., 2022). Selain itu *Streptomyces* spp. dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat anticendawan. *Albocycline*, senyawa bioaktif utama yang dihasilkan oleh *Streptomyces* sp. dapat menekan cendawan *Verticillium dahlia* (Calvo-Pena et al., 2023).

Tabel 1 Pengamatan daya hambat *Streptomyces* spp dengan *Fusarium* sp selama 7 hari

Perlakuan	Hari pengamatan							Efektifitas Penghambatan (%)
	1	2	3	4	5	6	7	
S1	0	2.1bcd	2.3bc	3.0bc	3.4c	3.8bc	4.0bc	35,4
S2	0	2.0ab	2.3ab	2.9b	3.4cde	3.8bc	4.4cd	29
S3	0	2.0abc	2.3bc	3.1b	3.6cde	3.9c	4.3cd	30,6
S4	0	2.0ab	2.4bcd	3.2cd	3.7ef	4.0c	4.7d	24,1
S5	0	2.0a	2.4bcd	2.9b	3.7def	3.8bc	4.2cd	32,2
S6	0	2.0a	2.2a	2.5a	2.7a	3.0a	3.2a	48,3
S7	0	2.1cd	2.4cd	3.1bc	3.6cdef	3.9c	4.4cd	29
S8	0	2.1abcd	2.5d	3.1bc	3.8f	4.1c	4.6d	24,6
S9	0	2.0a	2.2a	2.5a	3.1b	3.5b	3.6b	41,9
S10	0	2.1cd	2.4cd	3.0bc	3.4cd	3.8bc	4.3cd	30,6
Kontrol	0	2.2e	2.9e	3.5d	4.4f	5.1d	6.2e	0

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji DMRT taraf 5%.

Hasil pengamatan uji antagonis selama 7 hari pada semua perlakuan menunjukkan semua isolat *Streptomyces* spp memiliki efektifitas penghambatan terhadap patogen *Fusarium* sp tergolong ke dalam kategori sedang.

Berdasarkan hasil analisis Anova satu arah (Tabel 1), diperoleh nilai signifikansinya sebesar 0,01 (<0,05). Nilai signifikansi tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pada uji *in vitro* *Streptomyces* spp. Berpengaruh nyata terhadap daya hambat patogen *Fusarium* sp Hal ini sejalan dengan penelitian Martínez et al. (2020), bahwa pertumbuhan kapang patogen berkurang secara signifikan oleh beberapa jenis *Streptomyces* spp. Hasil lanjut Duncan dengan taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa hanya perlakuan *Streptomyces* spp. S6 DAN S9 yang memiliki perbedaan nyata dengan perlakuan *Streptomyces* lainnya

4. KESIMPULAN

Hasil isolasi tanah rizosfer cabai kota malang didapatkan *Streptomyces* spp sebanyak 10 isolat dengan warna koloni yang berbeda-beda, hasil uji kitin isolat *Streptomyces* spp 6 didapat 1% sedangkan isolat *Streptomyces* spp 9 didapatkan 0,9% Hasil uji antagonisme menunjukkan *Streptomyces* spp mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp dengan penekanan rata - rata di bawah 60%, yaitu isolat S6 (48,3%), S9 (41,9%,) dan S1 (35,4%).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Amaresan, N., Kumar, K., Naik, J. H., Bapatla, K. G., & Mishra, R. K. (2018). *Streptomyces* in plant growth promotion: mechanisms and role. in *new and future developments in microbial biotechnology and bioengineering: actinobacteria: diversity and biotechnological Applications* (pp. 125–135). Elsevier.
- Antido, J. W. A., & Climacosa, F. M. M. (2022). Enhanced Isolation of *Streptomyces* from Different Soil habitats in Calamba City, Laguna, Philippines using a modified integrated approach. *International Journal Of Microbiology*
- Bañez, A., & Coque, J. J. R. (2023). Albocycline is the main bioactive antifungal compound produced by *Streptomyces* sp. OR6 against *Verticillium dahliae*. *Journal Plants*, 12(20), 3612
- Buedenbender, L., Carroll, A. R., Ekins, M., & Kurtböke, D. I. (2017). Taxonomic and metabolite diversity of actinomycetes associated with three Australian ascidians. *Diversity*, 9(4), 53. <https://doi.org/10.3390/d9040053>
- Calvo-Peña, C., Cobos, R., Sánchez-López, J. M., Ibañez, A., & Coque, J. J. R. (2023). *Albocycline Is the Main Bioactive Antifungal Compound Produced by Streptomyces sp. OR6 against Verticillium dahliae*. *Plants*, 12(20), 1-19.
- Carlucci, A., Raimondo, M. L., Colucci, D., & Lops, F. (2022). *Streptomyces albidoflavus* Strain CARA17 as a Biocontrol Agent Against Fungal Soil-Borne Pathogens of Fennel Plants. *Plants*, 11(11), 14-20.
- Cazal-Martínez, C. C., Reyes-Caballero, Y. M., Pérez-Estigarribia, P. E., Arrúa-Alvarenga, A. A., Mendes, J. M., & Kohli, M. M. (2020). Evaluation of wheat genotypes resistance to fusarium head blight in paraguay. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, 50, 1–10.
- Dewi, I. M. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji aktivitas kitinase termofilik kasar dari sumber air panas tinggi raja, Simalungun, Sumatera_Utara. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara. Medan
- Devi, N. O., Tombisana Devi, R. K., Debbarma, M., Hajong, M., & Thokchom, S. (2022). Effect of endophytic *Bacillus* and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) against *Fusarium* wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1-14.
- Ekundayo, F. O., Oyeniran, K. A., & Adedokun, A. D. (2014). *Antimicrobial activities of some Streptomyces isolated from garden soil samples and fish pond water in futa*. *Journal of Bio-Science*, 22, 21–29.
- Fróes A, Macrae A, Rosa J. 2012. Selectio of a *Streptomyces* strain able to produce cell wall degrading enzymes and active against *sclerotinia sclerotiorum*. *Journal Of_Microbiology*. 50, 798–806. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12275-012-2060-2>.
- Hamid, M. E., Reitz, T., Joseph, M. R. P., Hommel, K., Mahgoub, A., Elhassan, M. M., Buscot, F., & Tarkka, M. (2020). Diversity and geographic distribution of soil streptomycetes with antagonistic potential against actinomycetoma-causing *Streptomyces sudanensis* in Sudan and South Sudan. *Journal Microbiology*, 20(1), 20-33
- Hasani, A., Kariminik, A., & Issazadeh, K. (2014). *Streptomycetes*: characteristics and their antimicrobial activities. in *International Journal Of Advanced Biological And Biomedical Research* 2(1), 63-75
- Kawicha, P., Nitayaros, J., Saman, P., Thaporn, S., Thanyasiriwat, T., Somtrakoon, K., Sangdee, K., & Sangdee, A. (2023). Evaluation of soil *Streptomyces* spp. for the biological control of *Fusarium* wilt disease and growth promotion in tomato and banana. *Plant Pathology Journal*, 39(1), 108–122.

- Khikmah, N., S. Margino dan R. S. Kasiandari. (2016). Isolasi, seleksi dan identifikasi kapang kitinolitik yang diisolasi dari tanah pembuangan limbah udang dan rizosfer solanaceae. *Jurnal Biota*. 1(1), 1-8
- Lestari, S., & Kurniatuhadi, R. (2019). Identifikasi dan deteksi aktivitas daya hambat bakteri Actinomycetes yang diisolasi dari tanah gambut di desa Tajok Kayong Kalimantan Barat, 8(1), 13-19
- Mahendra Sutejo, A., Priyatmojo, A., & Arif wibowo, dan. (2008). Identifikasi morfologi beberapa spesies jamur *Fusarium* morphological identification of several *Fusarium* species. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 14, 7-13.
- Pratama, S. W., Sri-Sukanto, Asyiah, I. N., & Ervina, Y. V. (2013). Penghambatan pertumbuhan jamur patogen kakao *Phytophthora palmivora* oleh *Pseudomonas fluorescence* dan *Bacillus subtilis*. *Pelita Perkebunan*, 29(2), 120-127.
- Purkan, B., Azizah, A. Baktir dan S. Sumarsih. 2014. Eksplorasi bakteri kitinolitik dari sampah organik: isolasi dan karakterisasi enzim kitinase. *Jurnal Molekul*, 9(2), 128-135.
- Purnomo, E. (2017). Uji antagonis bakteri *Streptomyces* spp. terhadap Jamur *Phytophthora palmivora* penyebab busuk buah pada tanaman kakao. *Jurnal Protobiont* Vol. 6 (3), 1 – 7.
- Suryaminarsih, P., Kusriiningrum, Ni'matuzaroh, & Surtiningsih, T. (2015). Antagonistic compatibility of *Streptomyces griseorubens*, *Gliocladium virens*, and *Trichoderma harzianum* Against *Fusarium oxysporum* cause of tomato wilt diseases. *International Journal of Plant & Soil Science*, 5(2), 82–89.
- Sembiring, S. C., Warouw, V., Wullur, S., Bara, R. A., Salaki, M. S., & Ginting, E. L. (2021). Isolation and screening the symbiont bacteria of the sponge dragmaidion sp from Manado bay, north sulawesi that producing chitinase and protease. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(1), 123-131.
- Setiawati, R. A., Rahmawati, & P.W, E. R. (2020). isolasi dan identifikasi jamur pascapanen penyebab busuk buah pisang ambon (*Musa Paradisiaca* L .). *Jurnal Protobiont*, 9(2), 125-131
- Suharti, N., Habazar, T., Nasir, N., & Dachryanus, J. (2011). ketahanan tanaman jahe terhadap penyakit layu bakteri (*Ralstonia Solanacearum*) ras 4 menggunakan fungi mikoriza arbuskular (fma) indigenus. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 11(1), 102–111
- Suryadi, Y., Susilowati, D. N., Riana, E., & Mubarik, N. R. (2013). Management of rice blast disease (*Pyricularia oryzae*) using formulated bacterial consortium. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(5), 349–357.
- Syaifudin, A., & Kasiandari, R. S. (2022). *The inhibition of Fusarium wilt in chili by endophytic fungi isolated from green betel (Piper betle L.) Leaf*. *J. Nat. Scien. & Math. Res*, 8(2), 84–93.
- Walida, H., Permadi, A., & Syawal Harahap dan Badrul Ainy Dalimunthe Prodi Agroteknologi, F. (2019). Isolasi dan uji antagonis mikroorganisme lokal (mol) rebung bambu terhadap cendawan *Fusarium* sp. In *Jurnal Agroplasma*, 6(1).
- Waluyo, L, 2007, *Mikrobiologi Umum Universitas Muhammadiyah Malang Press*, Malang
- Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Ž., Gavrilović, V., Popović, T., & Balaž, J. (2010). Serbian Source *Colletotrichum acutatum* *Colletotrichum gloeosporioides*. *Archives Of Biological Sciences*, 62(3), 611–623. <https://doi.org/10.2298/ABS1003611Z>