

**PENGARUH BEBERAPA KONSENTRASI *Streptomyces* sp.
TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN *Sclerotium rolfsii*
PENYEBAB PENYAKIT BUSUK BATANG TANAMAN
KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)**

Ihza Muhammad Ersyaf¹⁾, Tri Mujoko^{1*)}, dan Sri Wiyatiningsih¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, UPN “Veteran” Jawa Timur

^{*)}Email korespondensi: trimujoko.agri@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Sclerotium rolfsii adalah salah satu patogen yang tergolong penting pada tanaman kacang tanah. Upaya pengendalian penyakit ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan kandungan senyawa antibiotik *Streptomyces* sp. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penghambatan *Streptomyces* sp. terhadap *S. rolfsii*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) skala *in-vitro* dan *in-vivo* dengan perlakuan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh perlakuan konsentrasi *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan *S. rolfsii* pada skala *in-vitro* tetapi pada skala *in-vivo* aplikasi perlakuan belum sepenuhnya optimal. Aplikasi 25% menunjukkan hasil terbaik pada seluruh parameter dibanding konsentrasi lainnya pada skala *in-vitro* dan *in-vivo*.

Kata kunci: konsentrasi, pengendalian, *Sclerotium rolfsii*, kacang tanah, *Arachis*

ABSTRACT

Sclerotium rolfsii is a significant pathogen in peanut plants. Control of this disease can be achieved by utilizing the antibiotic compounds of *Streptomyces* sp. The purpose of this study was to determine the inhibitory effect of *Streptomyces* sp. on *S. rolfsii*. The study used a completely randomized design (CRD) *in vitro* and *in vivo* with treatment concentrations of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. The results showed an effect of *Streptomyces* sp. concentration on *S. rolfsii* growth *in vitro*, but *in vivo*, the treatment application was not fully optimal. The 25% application showed the best results for all parameters compared to other concentrations *in vitro* and *in vivo*.

Keywords: concentration, control, *Sclerotium rolfsii*, peanut, *Arachis*

PENDAHULUAN

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu tanaman jenis leguminosa yang memiliki peran penting pada kebutuhan pangan. Selain itu dari segi ekonomis tanaman ini memiliki nilai jual yang tinggi. Menurut data Kementerian Pertanian (2023), nilai jual kacang tanah tingkat

konsumen di Indonesia pada 2022 sebesar Rp25478/kg, mengalami pertumbuhan pada rentang tahun 2018-2022 sebesar 4.30%. Statistik dari Kementerian Pertanian (2023) menambahkan lebih dari 70% luas daerah budidaya tanaman kacang tanah paling banyak berada di Pulau Jawa yaitu seluas 216503 ha dari total keseluruhan luas di Indonesia seluas 283498 ha sedangkan pada urutan kedua berada di Kepulauan Nusa Tenggara dengan total luas lahan mencapai 29970 ha. Salah satu faktor hasil panen dan produksi kacang tanah mengalami penurunan karena adanya OPT yang menyerang tanaman kacang tanah. Agustin dkk, (2022) melaporkan bahwa serangan jamur *Sclerotium rolfsii* mampu meningkatkan persentase kehilangan hasil panen kacang tanah sebesar 25-50% serta mengakibatkan kerugian ekonomis dikarenakan rendahnya kualitas serta kuantitas hasil panen.

Menurut Mindarsusi, dkk (2015), tanda adanya serangan jamur *S. rolfsii* yaitu adanya benang-benang jamur seperti bulu berwarna putih. Benang-benang tersebut akan membentuk gumpalan (sklerotina) berwarna putih yang perlahan akan berubah menjadi warna coklat mirip seperti biji sawi. Gejala serangan jamur *S. rolfsii* pada tanaman kacang tanah adalah terjadinya pembusukan pada permukaan batang. Pembusukan tersebut diakibatkan adanya lesio yang perkembangannya semakin meluas pada bagian batang.

Agensia hayati yang dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan patogen salah satunya adalah bakteri *Streptomyces* sp. Pengaruh pemanfaatan *Streptomyces* sp. terbukti efektif dalam mengendalikan OPT jenis tertentu. Perlakuan dengan *Streptomyces* sp. dalam menghambat tingkat insiden penyakit rebah kacambah pada tanaman kacang tanah yang disebabkan jamur *S. rolfsii* dapat menurunkan persentase insiden penyakit rebah kacambah pada tanaman kacang tanah menggunakan metode perendaman benih dengan nilai 8% lebih rendah daripada perlakuan tanpa perendaman dengan *Streptomyces* sp. yaitu pada nilai tertinggi mencapai 60% (Wahyuni, dkk, 2018).

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Oktober-Desember 2024. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jawa Timur untuk skala *in-vitro* dan *greenhouse* Kebun Bibit Wonorejo Kota Surabaya untuk skala *in-vivo*.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi tabung reaksi, cawan petri, gelas ukur, *laminar air flow* (LAF), autoklaf, labu erlenmeyer, *beaker glass*, *shaker*, alat centrifuge & tabung centrifuge ukuran 10 ml, fortex, syringe filter 25 mm 0.22µm, mikropipet & tip, jarum ose, cork borer, pengaduk kaca, bunsen, *triangle glass*, timbangan analitik, semprotan, penggaris, dan cetok. Bahan yang digunakan meliputi *Streptomyces* sp. isolat Malang, isolat jamur *S. rolfsii* hasil eksplorasi pada tanaman kacang tanah, media *glucose nutrient agar* (GNA), *potato dextrose agar* (PDA) instan, ekstrak kentang gula (EKG), polibag, spirtus, alkohol 70%, dan bibit kacang tanah.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial. Konsentrasi *Streptomyces* sp. yang digunakan sebagai parameter di antaranya 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengujian kemampuan *Streptomyces* sp. terhadap patogen jamur *S. rolfsii* secara *in vitro* dilakukan berdasarkan penelitian Agustin, dkk (2023) dengan metode pengujian *dual culture* dengan cara menyandingkan kertas saring yang telah dibentuk lingkaran sebesar 5 mm. Selanjutnya kertas direndam senyawa antibiotik *Streptomyces* sp. sesuai masing-masing perlakuan. Dalam proses perendaman ini waktu yang dibutuhkan yaitu 30 detik. Kertas yang telah direndam kemudian ditanam pada cawan petri yang telah berisi PDA dan telah ditanam *S. rolfsii*. Dalam pengujian terdapat 6 perlakuan yang diujikan yaitu perlakuan kontrol (konsentrasi 0%), 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan mengamati zona

hambat selama 7 hari menggunakan rumus menurut Arti, dkk., (2021) sebagai berikut:

$$P = \frac{K-A}{K} \times 100\%$$

Keterangan:

- P : Daya hambat uji antagonis *Streptomyces* sp.(%)
K : Diameter pertumbuhan koloni jamur patogen kontrol (cm)
A : Diameter pertumbuhan koloni jamur patogen perlakuan (cm)

Pengujian secara *in-vivo* diawali dengan mencampurkan inokulum *S. rolfsii* yang telah dibuat pada permukaan media tanam/polibag ukuran 30x30 cm kemudian diinkubasi selama 7 hari agar patogen dapat berkembang dalam tanah. Media tanam yang digunakan merupakan kombinasi tanah steril dengan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1. Inokulum *S. rolfsii* yang digunakan merupakan biakan jamur *S. rolfsii* yang telah ditumbuhkan pada media PDA kemudian inokulum diambil menggunakan *cork borer* berdiameter 1.5 cm sebanyak 10 kali. Setelah proses inkubasi melewati 7 hari, maka dilanjutkan dengan proses penanaman benih kacang tanah. Pengaplikasian *Streptomyces* sp. dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada 0 HST dan 14 HST. Kemudian menghitung pesentase keparahan penyakit menggunakan rumus menurut Amin, dkk (2023), sebagai berikut.

$$IS = \frac{n}{N} 100\%$$

Keterangan:

- IS : Intensitas serangan (mutlak)
n : Jumlah tanaman terserang
N : Jumlah total tanaman yang diamati (tiap ulangan)

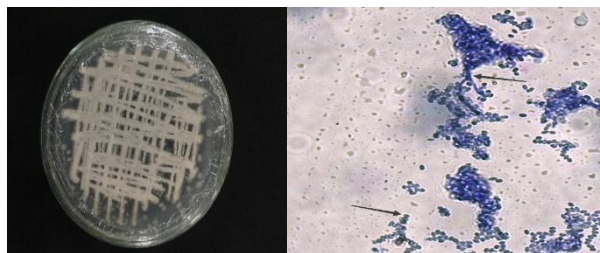
Data pengamatan *in-vitro* dan *in-vivo* yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan tahapan pengolahan data menggunakan metode *analysis of varians*

(Anova) dengan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) taraf 5% apabila terdapat pengaruh beda nyata terhadap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Bakteri *Streptomyces* sp.

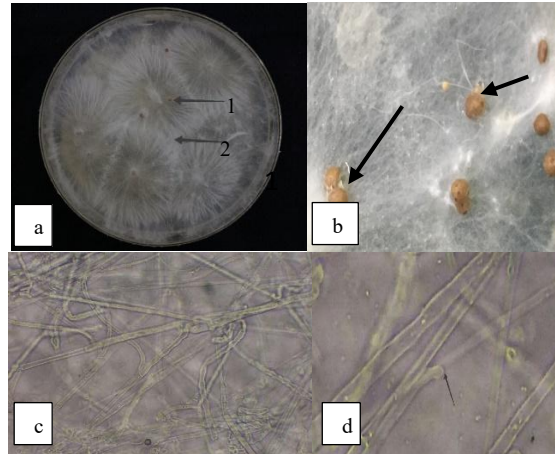
Morfologi *Streptomyces* sp. secara makroskopis berbentuk sirkuler dengan koloni berwarna abu-abu menyerupai tepung serta permukaan koloni rata sedangkan secara mikroskopis memiliki bentuk konidia bulat dan memiliki hifa berlekuk dan bercabang. Menurut Madigan, dkk., (2011), secara makroskopis *Streptomyces* sp. memiliki warna koloni yang timbul dan memiliki ciri khas. Hal ini karena konidia dan sporofor yang berpigmen sehingga koloni *Streptomyces* sp. yang terlihat berdebu dengan pewarnaan kelabu, putih, kekuningan atau hijau. Morfologi *Streptomyces* sp. secara mikroskopis memiliki hifa aerial atau hifa udara yang bercabang secara kompleks (Prasetya, 2022).



Gambar 1. Morfologi Makroskopis dan Mikroskopis *Streptomyces* sp.

Morfologi *Sclerotium rolfsii*

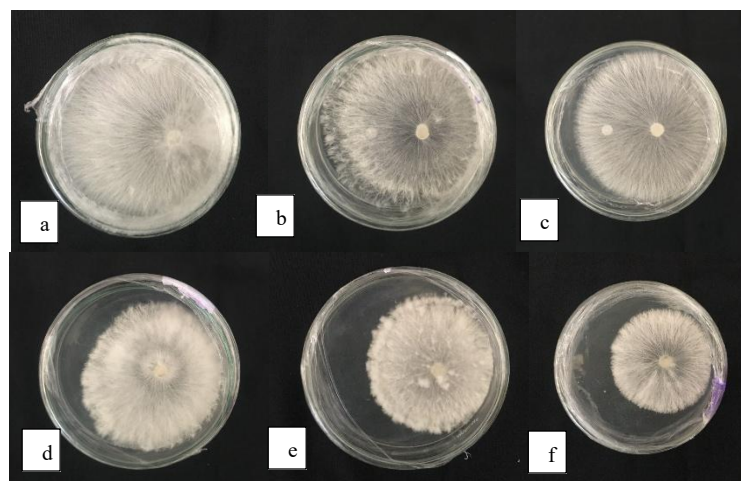
Isolat jamur *S. rolfsii* yang telah berumur 14 hari memiliki ciri makroskopis yaitu memiliki hifa berwarna putih menyerupai kipas serta memiliki sklerotia (Gambar 2) hal ini sesuai dengan penelitian Malinda dkk (2012) yaitu jamur *S. rolfsii* memiliki hifa berwarna putih, tidak membentuk spora, dan membentuk miselia steril dan sklerotia. Secara mikroskopis jamur *S. rolfsii* memiliki ciri hifa memanjang dan bercabang serta memiliki sekat. Menurut penelitian Amanupunyo, dkk (2021), sklerotia merupakan kumpulan miselium yang melekat dan memadat sehingga membentuk butiran keras. Pada pengamatan mikroskopik terlihat adanya gelembung-gelembung kecil yang menempel berwarna putih serta terlihat berminyak di sekitar sklerotia.



Gambar 2. Morfologi makroskopis dan mikroskopis *S. rolf sii*. a). *S. rolf sii* secara makroskopis 1). Sklerotia, 2). Hifa, b). Sklerotia c). Inokulum *S. rolf sii* secara mikroskopis, d). klam koneksi *S. rolf sii* (Perbesaran 1000x)

Daya Hambat *Streptomyces* sp. Terhadap *S. rolf sii*

Berdasarkan pengamatan uji antagonis *Streptomyces* sp. terhadap *S. rolf sii* didapatkan hasil bahwa pada seluruh perlakuan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% memiliki perbedaan morfologi yang berbeda-beda dibanding perlakuan kontrol. Hal ini diduga karena adanya pengaruh pemberian *Streptomyces* sp. yang mengakibatkan laju pertumbuhan *S. rolf sii* dapat berbeda. Penelitian Hidayat (2017) menjelaskan bahwa adanya kandungan antibiotik pada *Streptomyces* sp. akan mengakibatkan peningkatan toksisitas dengan aktivitas yang selektif dan berbeda-beda pada tiap organisme.



Gambar 3. Uji antagonis umur 7 HSI. a). Konsentrasi 0% (Kontrol), b). Konsentrasi 5%, c.) Konsentrasi 10%, d). Konsentrasi 15%, e). Konsentrasi 20%, f). Konsentrasi 25%

Uji antagonis pada tiap perlakuan menunjukkan perbedaan ukuran diameter *S. rolfsii*. Tetapi berdasarkan gambar 4 terlihat tidak adanya zona bening yang terbentuk pada tiap perlakuan pada hari pengamatan 7 HHS. Hal ini diduga karena senyawa antibiotik *Streptomyces* sp. yang terkandung di dalam kertas saring mengalami pengeringan sehingga mengakibatkan jamur *S. rolfsii* mampu menembus area kertas cakram. Kejadian ini mengakibatkan kurang optimalnya senyawa antibiotik *Streptomyces* sp. dalam menghambat pertumbuhan *S. rolfsii*.

Tabel 1. Daya Hambat *Streptomyces* sp. Terhadap *S. rolfsii*

Perlakuan	Pengamatan Hari Ke-							Daya Hambat (%)
	1	2	3	4	5	6	7	
MS0 (Kontrol)	1.45	4.9	6.77	7.95	8.65 c	8.92	9.00	0.0%
MS1	1.75	4.37	6.25	6.92	8.05 c	8.32	8.57	4.7%
MS2	1.00	2.97	5.42	6.65	7.62 bc	7.77	7.85	12.7%
MS3	1.32	4.17	5.97	7.02	7.70 c	7.95	8.20	8.8%
MS4	1.25	3.40	5.22	5.55	6.10 b	6.40	6.57	27.0%
MS5	1.07	2.07	2.77	3.32	3.92 a	4.57	5.95	33.8%

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada BNTJ 5%

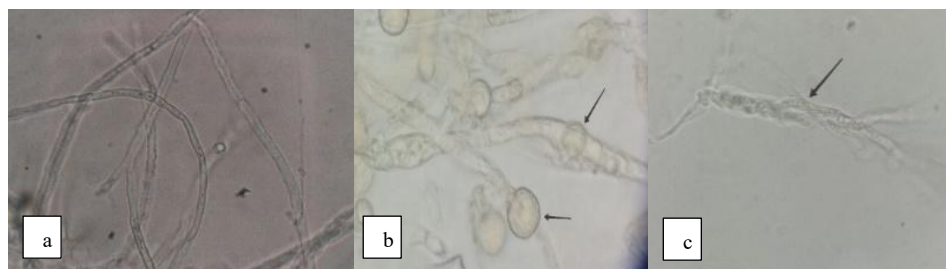
Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan bahwa pada pengamatan hari ke-7 daya hambat paling tinggi terjadi pada konsentrasi 25% sebesar 33.8%. Tetapi, besarnya nilai persentase daya hambat tersebut masih tergolong belum memenuhi standar uji daya hambat secara *in-vitro*. Menurut Wibisono, dkk (2014), suatu agensia hayati yang memenuhi standar kualitas terhadap pengujian daya hambat yang baik yaitu agensia hayati tersebut memiliki kemampuan persentase daya hambat >70% pada metode *in-vitro*.

Penghambatan yang terjadi berupa perbedaan ukuran koloni pertumbuhan *S. rolfsii* akibat perlakuan *Streptomyces* sp. diduga karena adanya mekanisme antibiosis yang terjadi akibat aktivitas antibiotik yang terkandung di dalam senyawa antibiotik *Streptomyces* sp. Mekanisme antibiosis merupakan suatu proses antagonisme agensia hayati meliputi penghambatan pertumbuhan atau perkembangan serta penghancuran suatu organisme oleh hasil metabolisme organisme lainnya (Campbell, *et al.*, 1989). Menurut Weber, dkk (2015),

metabolisme sekunder yang dihasilkan bakteri golongan Actinomycetes seperti *Streptomyces* sp. menjadi potensial untuk dikomersialkan, beberapa di antaranya yaitu: tetrasiklin, eritromisin, vancomisin, dan streptomycin. Ulum (2018) menambahkan bahwa zat antibiotik yang terkandung dalam *Streptomyces* sp. di antaranya Adalah senyawa polifenol, alkohol, dan aldehid. Kandungan lain dari *Streptomyces* sp menurut Gu, dkk (2020) memiliki potensi untuk mengganggu hifa suatu patogen dengan mekanisme mematahkan hifa dan menghambat perkecambahan. Senyawa tersebut di antaranya Adalah sangivamycin dan asam antranilat.

Bentuk Hifa Abnormal *Sclerotium rolfsii* Setelah Perlakuan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat pertumbuhan hifa yang abnormal pada tiap perlakuan. Apabila dibandingkan dengan hifa normal pada perlakuan kontrol, hifa *S. rolfsii* yang terpengaruh perlakuan aplikasi *Streptomyces* sp. memiliki kondisi yang bermacam-macam seperti hifa keriting, bengkak, lisis, melengkung, melilit, mengecil, menggulung, dan patah. Hal ini diduga terjadi akibat interaksi antibiotik yang terkandung dalam *Streptomyces* sp.. Menurut Andani, dkk. (2023) kandungan *Streptomyces* sp berupa flavonoid memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen dengan mekanisme kerja yaitu merusak dinding sel patogen, menonaktifkan kerja enzim, berikatan dengan adhesin, dan merusak membran sel pada bakteri.



Gambar 4. Bentuk hifa abnormal *S. rolfsii* terdampak *Streptomyces* sp. perbesaran 1000x. a). Hifa normal, b). Hifa bengkak, c). Hifa melilit

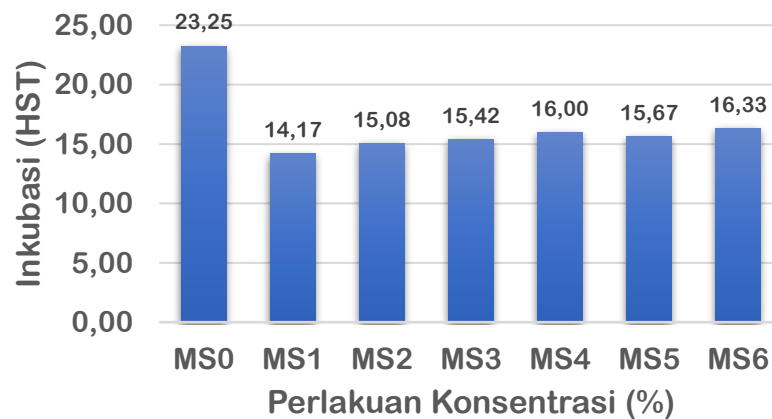
Periode Masa Inkubasi Penyakit Busuk Batang Kacang Tanah

Waktu tercepat yang dibutuhkan *S. rolfsii* untuk menginfeksi tanaman kacang tanah adalah 13 HST. Pada usia tanaman 13 HST tersebut salah satu unit pada beberapa perlakuan baik kontrol positif dan negatif maupun perlakuan dengan pemberian konsentrasi *Streptomyces* sp. yaitu 5%, dan 20% terdapat unit yang memperlihatkan gejala awal infeksi penyakit. Sedangkan periode inkubasi terlama adalah pada waktu tanaman berusia 22 HST pada perlakuan 25%. Gejala tanaman kacang tanah yang terinfeksi patogen *S. rolfsii* diawali dengan adanya ruam (lesio) pada bagian pangkal batang dan ditandai dengan munculnya hifa *S. rolfsii* seperti benang tipis yang menempel pada bagian batang kacang tanah serta pada permukaan tanah di sekitar tanaman kacang tanah.



Gambar 5. Gejala awal penyakit busuk batang *S. rolfsii* pada tanaman kacang tanah

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 masa inkubasi penyakit busuk batang tanaman kacang tanah tidak signifikan. Nilai periode inkubasi keseluruhan pada perlakuan tertinggi diperoleh pada perlakuan kontrol positif tanpa pemberian patogen *S. rolfsii*, yaitu 23.3 HST. Pada perlakuan dengan pemberian konsentrasi *Streptomyces* sp. dengan patogen *S. rolfsii*, periode inkubasi penyakit terlama yaitu pada perlakuan konsentrasi 25% yaitu 16.3 HST yang menempatkan konsentrasi 25% dengan masa periode inkubasi terlama kedua setelah perlakuan kontrol positif. Sedangkan periode inkubasi terendah pada perlakuan kontrol negatif tanpa pemberian *Streptomyces* sp. yaitu 14.2 HST. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa kemampuan *Streptomyces* sp konsentrasi 25% memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada tanaman kacang tanah karena memiliki masa inkubasi yang relatif lama.



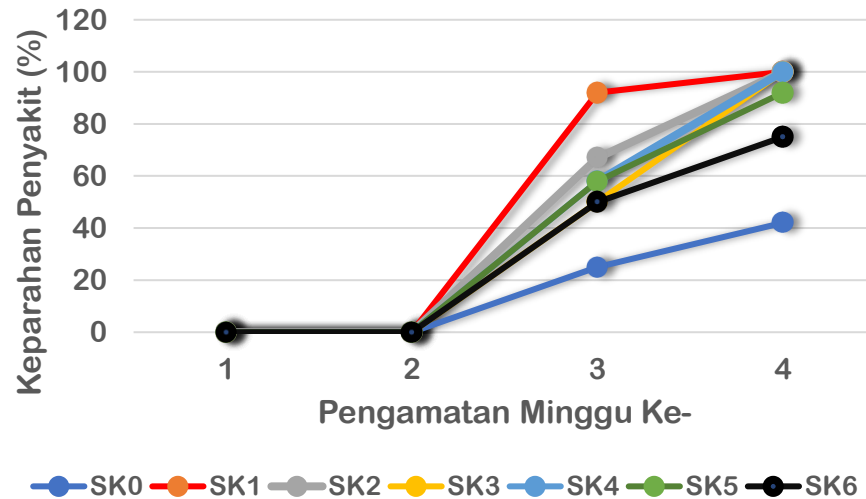
Gambar 6. Masa Inkubasi Penyakit Busuk Batang Kacang Tanah Kontrol + (SK0), kontrol – (SK1), konsentrasi MS 5% (SK2), konsentrasi MS 10% (SK3), konsentrasi MS 15% (SK4), konsentrasi MS 20% (SK5), konsentrasi MS 25% (SK6).

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan bahwa perlakuan kontrol positif yang berguna sebagai kontrol pengamatan tanpa patogen mengalami infeksi penyakit busuk batang yang disebabkan *S. rolfsii* pada beberapa unit pengamatan. Kejadian ini diduga karena unit tanaman pada perlakuan kontrol positif tertular patogen *S. rolfsii* yang sebelumnya telah menginfeksi unit lain pada petak pengamatan. Menurut Zirrazaq, dkk., (2022), *S. rolfsii* merupakan jamur patogen kontaminan yang memiliki faktor penularan yang dipengaruhi berbagai mekanisme penyebaran di antaranya partikel tanah, propagul, terbawa dipermukaan atau bersama-sama benih atau terbawa oleh bagian tanaman lain yang telah terinfeksi *S. rolfsii* sebelumnya.

Keparahan Penyakit Busuk Batang Kacang Tanah

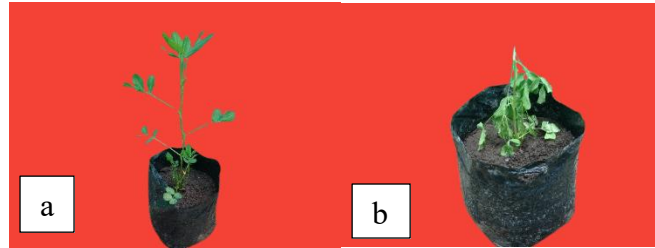
Perlakuan konsentrasi aplikasi *Streptomyces* sp. memiliki nilai persentase keparahan tinggi yaitu diatas 50%. Indeks keparahan penyakit terendah pada beberapa aplikasi konsentrasi didapatkan pada konsentrasi 25% yaitu sebesar 75%. Hal ini membuat konsentrasi 25% merupakan perlakuan terbaik dari beberapa konsentrasi yang diujikan. Perbedaan tingkat keparahan penyakit pada masing-masing konsentrasi diduga dipengaruhi oleh adanya pengaruh antibiotik yang terkandung dalam *Streptomyces* sp. yang menyebabkan adanya mekanisme

berupa antibiosis terhadap *S. rolfsii*. Menurut Krismawati (2015), antibiotik yang dihasilkan dari ekstraksi *Streptomyces* sp di antaranya berjenis tetracycline, rimfampicyn, erythromycin, chlorampenicol, dan polymyxin.



Gambar 7. Grafik Keparahan Penyakit Busuk Batang Tanaman pada Kacang Tanah

Nilai keparahan penyakit busuk batang masih tergolong tinggi sehingga belum optimal dalam mengendalikan laju penyakit busuk batang kacang *S. rolfsii* disebabkan banyak faktor. Berpengaruhnya kondisi lingkungan seperti cuaca, rendahnya suhu, dan kelembaban udara juga mengakibatkan tingginya keparahan penyakit busuk batang pada tanaman kacang tanah yang disebabkan *S. rolfsii* pada semua perlakuan pemberian konsentrasi *Streptomyces* sp. Selain itu munculnya sklerotia yang tumbuh setelah perlakuan aplikasi *Streptomyces* sp. juga mempengaruhi. Hal ini diduga dikarenakan struktur sklerotia yang terbentuk memiliki kandungan kompleks sehingga *Streptomyces* sp. masih kurang optimal untuk mereduksi jumlah sklerotia yang berkecambah. Menurut Hapsari (2008) di dalam sklerotia berumur tua memiliki kandungan asam amino, gula, asam lemak dan lemak, sedangkan pada lapisan dinding sklerotia terbentuk dari senyawa-senyawa diantaranya kitin, laminarin, gula, lemak dan β 1,3 glukosa serta menghasilkan asam oksalat yang bersifat fitotoksik pada inang.



Gambar 8. Perbandingan Keparahan Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Kacang Tanah. a). Tanaman Kacang Tanah Sehat pada Kontrol +, b). Tanaman Kacang Tanah Terinfeksi Penyakit Busuk Batang *Sclerotium rolfsii* pada Perlakuan Konsentrasi 25%.

KESIMPULAN

Perlakuan konsentrasi *Streptomyces* sp. pada skala *in-vitro* dan *in-vivo* masih belum optimal dalam mengendalikan pertumbuhan patogen *S. rolfsii*. Tetapi, perlakuan konsentrasi 25% menunjukkan hasil paling baik dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi lainnya yaitu persentase daya hambat pada uji antagonis mencapai 33.8%, masa inkubasi penyakit busuk batang terlalu lama yaitu 22 HST dan persentase keparahan penyakit 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, D. A., A.L. Abadi, & L.Q. Aini. 2022. Uji Mekanisme Antagonis Rizobakteri Terhadap *Sclerotium rolfsii* Penyebab Rebah Semai pada Tanaman Kacang Tanah. *In Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*. (pp. 296-307).
- Agustin, I.S.D., P. Suryaminarsih, & S. Wiyatiningsih. 2023. Potensi Metabolit Sekunder *Streptomyces* sp. Sebagai Biopestisida pada Berbagai Konsentrasi Terhadap Penyakit Moler Bawang Merah. *Jurnal Pertanian Agros*. 25 (1): 1043-1050.
- Amanupunyo, H.R., N.E. Tahitu, & G.N., Tuhumury. 2021. Efektivitas Limbah Cengkih dalam Menekan Perkembangan *In Vitro Sclerotium rolfsii*, Jamur Penyebab *Damping Off* Kacang Tanah. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 17 (1): 36-42.
- Amin, M., D. Darmawan & J. Junaedi. 2023. Estimasi Intensitas Serangan Hama Penyakit dan Produksi Tanaman Kakao pada Berbagai Sistem Pengendalian di Kabupaten Mamuju. *Agrokompleks*. 23 (2): 109-116.
- Andani, R.P.A., Oedjijono, & D. Ryandini. 2023. Karakterisasi dan Pengaruh Senyawa Antibakteri *Streptomyces* spp. dalam Menghambat

Pertumbuhan *Vibrio cholerae*. BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed. 5 (4): 235-244.

Arti, N.W.E.S., N.W. Suniti, & I.D.P. Singarsa. 2021. Uji Daya Hambat Jamur Antagonis terhadap Jamur Penyebab Penyakit Utama pada Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* (L.)) Secara *In Vitro*. Jurnal Agroekoteknologi Tropika.

Campbell, N.A., B. Jane, Reece and G. Lawrence. Mitchell. 1989. Biologi. Erlangga: Jakarta.

Gu, L., K. Zhang, N. Zhang, X. Li, dan Z. Liu. 2020. *Control of the Rubber Anthracnose Fungus Colletotrichum gloeosporioides Using Culture Filtrat Extract from Streptomyces deccanensis*. QY-3. 113(11): 1573-1585.

Hapsari, I. 2008. Perbanyakkan *Streptomyces* Melalui Berbagai Macam Medium Semi Alami dan Pemanfaatannya dalam Mengendalikan Penyakit Rebah Semai (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max*) di Rumah Kaca. Skripsi. Universitas Brawijaya.

Hidayat, A.F. 2017. Respon Pemberian Pupuk Ponska dan Uji Teknik Aplikasi Agen Hayati *Streptomyces sp.* dalam Mengendalikan Layu Fusarium Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Cabai. [Skripsi]. Mataram. Program Studi Agroekoteknologi Universitas Mataram.

Krismawati, L. Hana, Sembiring & S. Wahyuono. 2015. *Streptomyces* Penghasil Antibiotik yang Berasosiasi dengan Rhizosfer Beberapa Spesies Mangrove. Plasma. 1 (2): 59-70.

Madigan, M.T., J.M. Martinko, D.A. Stahl, D.P. Clark. 2011. *Brock Biology of Microorganisms*. San Fransisco: Benjamin Cummings, Pearson.

Malinda, N., D. Suryanto, & K. Nurtjahja. 2012. Penghambatan Serangan *Sclerotium rolfsii* Penyebab Rebah Kecambah pada Kedelai dengan Bakteri Kitinolitik. Sainia Biologi. 1 (1): 52-58.

Mindarsusi, V.A.P., S. Djauhari, & A. Cholil. 2015. Eksplorasi Jamur Endofit Daun Kacang Tanah *Arachis hypogaea* L. dan Uji Antagonis Terhadap Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan). 3 (3): 9-15.

Pertanian, K. (2018). Statistik Pertanian 2023. Kementerian Pertanian. Jakarta.

Ulum, M. 2018. Mekanisme Penghambatan Metabolit Sekunder *Pseudomonad fluorescent*, *Bacillus sp.* dan *Streptomyces sp.* Terhadap Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Surabaya.

- Wahyuni, A.R., S. Sudirman, & I. Muthahanas. 2018. Pengendalian *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah-Semai Kacang Tanah dengan Pemanfaatan *Streptomyces* sp. Sebagai Agen Pengendalian Hayati. *Crop Agro, Scientific Journal of Agronomy*. 10 (2): 92-96.
- Weber, T., P. Charusanti, E.M. Musiol-Kroll, X. Jiang, Y. Tong, H.U. Kim and S.Y. Lee. 2015., *Metabolic Engineering of Antibiotic Factories: New Tools for Antibiotic Production in Actinomycetes*. *Trends in Biotechnology*. 33 (1):15-26.
- Wibisono, A., A. Majid, & P.A. Mihardjo. 2014. Efektivitas Beberapa Isolat *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Patogen Jamur *Rhizoctonia solani* pada Tanaman Kedelai. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1 (1): 1-6.
- Zirrazaq, F.H., & L. Advinda. 2022. Isolasi Jamur *Sclerotium Rolfsii* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai. *dalam* Prosiding Seminar Nasional Biologi. 2 (2): 595-600.