



POTENSI AKTIVITAS ANTAGONISTIK *Streptomyces* DARI RHIZOSFER POHON PULE (*Alstonia scholaris*) SEBAGAI BIOKONTROL

Pramita Laksitarahmi Isrianto^{1*}, Sukian Wilujeng², Marmi³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia

*Email: pramitasetiawan_fbs@uwks.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13163>

Submit: 27-10-2024; Revised: 20-11-2024; Accepted: 25-11-2024; Published: 30-12-2024

ABSTRAK: Tanaman Pule (*Alstonia scholaris*) merupakan salah satu tanaman yang sering dipilih untuk kepentingan penghijauan dan dapat digunakan sebagai tanaman obat. Kemampuan interaksi tanaman Pule dengan mikroba ditunjukkan dari potensinya sebagai sumber mikroba yang bermanfaat, baik yang berasal dari filosfer, rizosfer, dan endofit. Ekosistem mikroba Rhizosfer pohon memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan pohon dan berpotensi menghasilkan mikroorganisme dengan aktivitas biokontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antagonis *Streptomyces sp* yang diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) pada kemampuan penghambatan terhadap bakteri patogen. Metode penelitian dengan metode cakram uji antagonis untuk menentukan efektivitas *Streptomyces sp*. dalam menghambat pertumbuhan bakteri patoge, pengamatan karakterisasi makroskopis dan mikroskopis untuk mengidentifikasi isolat, serta uji KOH dan uji katalase. Sampel uji yaitu isolat *Streptomyces* terhadap *Bacillus sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Aspergillus sp.* dan data dianalisis secara deskriptif. Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *Streptomyces sp*. memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Bacillus sp.* dan *Fusarium sp.* Pada uji biokimia mengungkapkan bahwa isolat tersebut merupakan bakteri gram positif, berdasarkan hasil uji KOH menunjukkan bahwa *Streptomyces sp* tidak berlendir (+), sedangkan uji katalase menghasilkan negatif (-) menunjukkan tidak bergelembung berarti *Streptomyces sp.* tidak menghasilkan katalase atau aktivitas katalasanya sangat rendah, hal ini menunjukkan bahwa memiliki potensi sebagai agen biokontrol dalam mengendalikan patogen tanah.

Kata Kunci: antagonistik, *Streptomyces sp.*, rhizosfer pohon pule, biokontrol

ABSTRACT: Pule plant (*Alstonia scholaris*) is one of the plants that is often chosen for greening purposes and can be used as a medicinal plant. The ability of Pule plant interaction with microbes is shown from its potential as a source of beneficial microbes, both from the phyllosphere, rhizosphere, and endophytes. The tree rhizosphere microbial ecosystem plays an important role in maintaining tree health and has the potential to produce microorganisms with biocontrol activities. This study aims to evaluate the antagonistic activity of *Streptomyces sp* isolated from the rhizosphere of Pule trees (*Alstonia scholaris*) on the ability to inhibit pathogenic bacteria. The research method used disc antagonist test to determine the effectiveness of *Streptomyces sp.* in inhibiting the growth of pathogenic bacteria, macroscopic and microscopic characterization observations to identify isolates, as well as KOH test and catalase test. The test samples were *Streptomyces* isolates against *Bacillus sp.*, *Fusarium sp.*, and *Aspergillus sp.* and the data were analyzed descriptively. The results showed that the isolate *Streptomyces sp.* has the ability to inhibit the growth of *Bacillus sp.* and *Fusarium sp.* In biochemical tests revealed that the isolate is a gram-positive bacterium, based on the results of the KOH test showed that *Streptomyces sp.* is not slimy (+), while the catalase test produced negative (-) showed no bubbles, meaning *Streptomyces sp.* does not inhibit the growth of *Bacillus sp.* and *Aspergillus sp.*

Keywords: antagonistic, *Streptomyces sp.*, rhizosfer pule, biocontrol

How to Cite: Isrianto, P., Wilujeng, S., & Marmi, M. (2024). Potensi Aktivitas Antagonistik *Streptomyces* dari Rhizosfer Pohon Pule (*Alstonia scholaris*) sebagai Biokontrol. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 1957-1971. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13163>



PENDAHULUAN

Pohon pule (*Alstonia scholaris*) merupakan pohon yang dikenal memiliki berbagai manfaat ekologis. Pada rhizosfer pohon pule dapat menjadi sumber potensial untuk isolasi *Streptomyces*. Mikroorganisme ini sangat terkenal sebagai penghasil antibiotik dan senyawa bioaktif dan memiliki sumber daya yang sangat potensial sebagai bahan baku dalam pembuatan obat-obatan, perawatan medis maupun sebagai biokontrol (Mayor & Wattimena, 2022). Pohon pule memiliki aktivitas antioksidan, memiliki kandungan metabolit sekunder diantaranya yaitu flavonoid dan fenol dari batang pule (Halimah, Bone & Prasetya, 2021). Sumber mikroba yang bermanfaat dari filosfer, rizosfer, dan endofit menunjukkan kemampuan pohon pule untuk berinteraksi dengan mikroba. Mikroba endofit hidup di dalam jaringan pohon dan tidak membahayakan pohon inangnya (Handayani, 2017). Interaksi terus menerus antara mikrob dan pohon memengaruhi kesehatan pohon. Adapun beberapa interaksi yaitu simbiosis mutualisme, komensalisme, dan antagonisme. Mikroba di rhizosfer dan di perakaran dapat memanfaatkan eksudat akar. Daerah rhizosfer adalah mikrohabitat tanah dengan aktivitas mikroba yang paling tinggi dan paling beragam. Bakteri genus *Bacillus* banyak ditemukan di rizosfer. Bakteri endofit biasanya memiliki populasi yang lebih kecil daripada bakteri patogen atau bakteri Pule (*Alstonia scholaris*) yang hidup di rhizosfer (Tangapo *et al.*, 2019).

Actinomycetes yang berasosiasi dengan rhizosfer pohon pule (*Alstonia scholaris*) yaitu *Streptomyces sp.* menunjukkan potensi besar dalam aktivitas antimikroba dan antagonisme terhadap patogen. Actinomycetes tidak hanya berperan dalam mengendalikan patogen melalui produksi senyawa antimikroba, tetapi juga melalui mekanisme antagonisme lainnya. Actinomycetes dapat bersaing dengan patogen untuk mendapatkan nutrisi dan ruang hidup, sehingga mengurangi peluang patogen untuk berkembang biak. Selain itu, beberapa Actinomycetes dapat merangsang respon imun pohon, meningkatkan resistensi pohon terhadap serangan patogen. Kelompok Actinomycetes memiliki karakteristik fisiologis, biokimia, dan sitostruktur spesifik yang memungkinkan mereka beradaptasi terhadap tekanan lingkungan (tekanan, salinitas, suhu), dan ini memiliki sifat metabolisme sekunder yang aktif secara biologis (Retnowati *et al.*, 2017). Potensi Actinomycetes (*Streptomyces sp.*) sebagai agen pengendali hayati penyakit pohon mendorong upaya penelitian lebih lanjut. Selain tanah yang kaya bahan organik, actinomycetes juga terdapat di rhizosfer tumbuhan (Sektiono, Kajariyah & Djauhari, 2016).

Antibiotik merupakan antibakteri yang dihasilkan oleh organisme yang menghambat pertumbuhan organisme lain. Eksplorasi antibiotik dapat dilakukan dengan mikroba yang bersimbion dengan tanah disekitar rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*). Ekosistem mikroba kompleks yang mengelilingi akar pohon Pule dapat berperan penting dalam mendukung kesehatan pohon dan meningkatkan ketahanan terhadap patogen. Salah satu kelompok mikroorganisme yang banyak



ditemukan di rhizosfer adalah *Streptomyces*, sejenis bakteri tanah yang dikenal mampu menghasilkan senyawa antibiotik

Streptomyces pada berbagai ekosistem tumbuhan, termasuk tumbuhan Pule (*Alstonia Scholaris*), memberikan potensi untuk menemukan isolat yang efektif sebagai agen pengendali hayati (biokontrol). *Streptomyces* diketahui memiliki efek antagonis terhadap berbagai patogen pohon termasuk *Bacillus*, *Fusarium*, dan *Aspergillus*, sehingga menjadi patogen penting dalam pertanian. Aktivitas antagonisme antimikroba untuk beberapa strain Actinomycetes memiliki kemampuan antimikroba terhadap *Aspergillus niger* untuk melawan patogen yang resisten terhadap obat (Trenozhnikova & Azizan, 2018). Isolat Actinomycetes mampu menghambat bakteri *Bacillus cereus* dengan zona hambat terhadap *Bacillus cereus* besar zona hambat yang terbentuk adalah sebesar 13,5 mm, sebagai antibakteri (Kumala, Jayuska & Ardiningsi, 2016). Selain itu, penggunaan Actinomycetes dapat dijadikan sebagai agen hayati (biokontrol) menghambat pertumbuhan *Fusarium*. Untuk mengontrol jamur fitopatogenik, agen biokontrol menggunakan berbagai mekanisme aksi antagonis.

Untuk mengetahui potensi isolat *Streptomyces* dapat berfungsi sebagai agen biokontrol, sejumlah uji dilakukan. Salah satu metode yang paling umum adalah uji antagonis, yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat *Streptomyces* dalam menghambat pertumbuhan patogen melalui produksi senyawa antimikroba. Selain itu, karakterisasi makroskopis dan mikroskopis juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik mikroba uji. Isolat dapat diklasifikasikan dengan menggunakan uji biokimia, seperti uji KOH dan katalase. Uji KOH menunjukkan sifat gram isolat, sedangkan uji katalase menunjukkan kemampuan isolat untuk mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen, yang merupakan indikator penting dari aktivitas enzimatik *Streptomyces*. Dengan demikian, dilakukan studi untuk mengevaluasi aktivitas antagonis *Streptomyces* yang diisolasi dari rhizosfer pohon pule (*Alstonia scholaris*) terhadap *Bacillus*, *Fusarium*, dan *Aspergillus* serta mengidentifikasi dan mengklasifikasikan isolat melalui uji KOH, katalase, dan karakterisasi morfologi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan Laboratorium Proteksi Fakultas Pertanian UPN. Penelitian ini dilakukan bulan Maret 2024 sampai Juli 2024. Sampel dalam penelitian ini adalah isolat Actinomycetes yaitu *Streptomyces sp.* yang diisolasi dari perakaran pohon Pule (*Alstonia scholaris*) dengan mikroba uji yang digunakan adalah *Bacillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.* Metode yang digunakan adalah metode *streak* atau gores, sedangkan uji penegasan menggunakan metode cakram dengan proses fermentasi dan ekstraksi terlebih dahulu.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Autoclave, *laminar air flow*, cawan petri, tabung reaksi, spatula, pipet, dan spektrofotometer. Bahan penelitian yang digunakan, yaitu isolat Actinomycetes yang telah diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) di taman kampus Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, *Bacillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.* Medium pertumbuhan yang



digunakan yaitu: *Starch Casein Agar*, *Yeast Extract Malt Extract agar (ISP2)*, *Antifungi*, *Cyclohexamide*, *Nystatin*.

Tahapan uji yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Seleksi Isolat Actinomycetes

Biakan murni isolat-isolat Actinomycetes merupakan inventarisasi potensi lokal dari rhizosfer Pohon Pule (*Alstonia scholaris*). Biakan isolat terlebih dahulu diremajakan pada media PDA.

2. Karakterisasi Isolat Actinomycetes

Isolat jamur diamati lebih lanjut untuk mengetahui sifat makroskopis dan mikroskopisnya. Pengamatan visual meliputi pengamatan warna koloni, bentuk koloni, dan struktur permukaan koloni. Penentuan jenis jamur berdasarkan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species (Third Edition)* (Watanabe, 2010).

3. Uji Antagonis

Tahapan antagonis menggunakan metode *spread plate* atau *dual culture* dengan menggunakan inokulasi agen antagonis yaitu *Bacillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp* yang masing-masing ditanam di satu titik atau digores dibagian tepi cawan petri yang sama. Selanjutnya diinkubasi pada suhu yang sesuai (umumnya 28-30°C untuk bakteri dan jamur) selama 3-7 hari, tergantung pada mikroorganisme yang diuji. Setelah diinkubasi kemudian dapat diamati zona bening. Apabila hasil zona inhibisi positif artinya terdapat zona bening di sekitar koloni atagonis menunjukkan agen antagonis memiliki potensi emnghambat pertumbuhan patogen, sedangkan hasil zona inhibisi negatif artinya tida ada zona bening yang terbentuk sehingga agen antagonis tidak dapat menghambat pertumbuhan patogen.

4. Uji KOH dan Katalase

Sampel dilakukan uji KOH dengan diberi 1 tetes larutan KHO dan kemudian dilakukan pengambilan koloni tunggal. Jika pada preparat koloni Nampak berlendir artinya negative dan jika koloni tidak berlendir artinya positif. Pada uji katalase dilakukan dengan diberi 1 tetes larutan katalase dan dilakukan pengambilan koloni tunggal dan sampel diletakkan dipreparat untuk mengetahui sifat aerob/anaerob.

5. Pengamatan mikroskopis

Pengamatan mikroskopis mikroba uji dilakukan dengan pewarnaan gram untuk mengetahui bentuk sel dan gram pada isolat dan meihat konidia serta hifanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

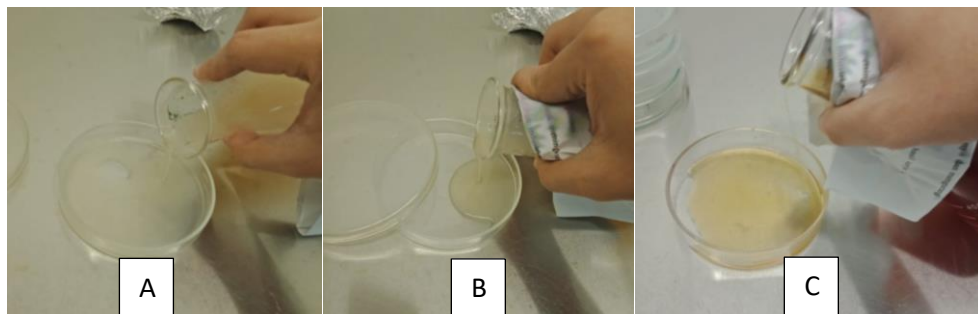
Actinomycetes yang diisolasi pada rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) diambil dengan cara digali sedalam 15-20 cm dari permukaan tanah sebanyak 10 gram dan kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik Kemampuan isolat Actinomycetes yang diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) diperoleh jumlah isolat yang berhasil adalah 3 isolat yaitu *Streptomyces sp1*, *Streptomyces sp2*, *Streptomyces sp3* sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



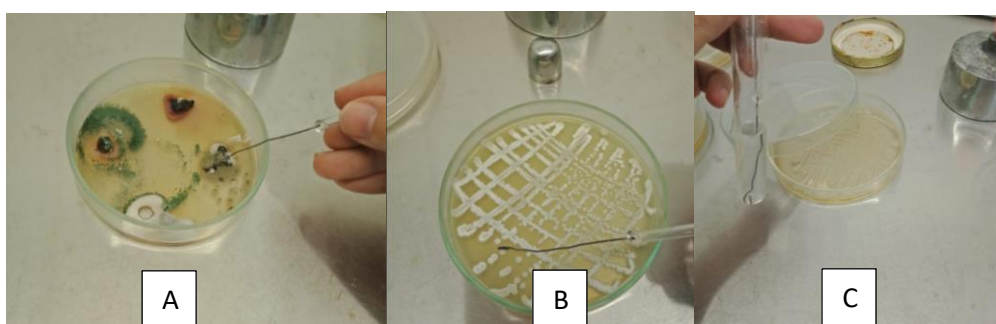
Gambar 1. Isolat *Streptomyces* sp.

Upaya teknik budidaya yang ramah lingkungan dapat dengan memanfaatkan agen pengendali hayati. Adapun salah satu mikroorganisme yang berpotensi sebagai agen pengendali hayati yaitu Actinomycetes seperti *Streptomyces* dikarenakan mampu menghasilkan antibiotik. Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang kemampuan antagonis *Streptomyces* sp. terhadap mikroorganisme lain yang berperan dalam pengendalian hayati, serta menegaskan peran *Streptomyces* sebagai sumber senyawa bioaktif yang berpotensi besar. *Streptomyces* adalah genus dengan aktivitas biokontrol yang diketahui, menghasilkan berbagai macam zat aktif biologis. Spesies *Streptomyces* dapat meningkatkan pertumbuhan pohon dan menekan patogen pohon dengan menghambat patogen jamur. Selain itu, *Streptomyces* dapat melindungi akar pohon melalui senyawa antijamur dan produksi enzim litik (Rehan *et al.*, 2021). *Streptomyces* sp. merupakan penghasil metabolit sekunder yang paling penting (39% dari total metabolit yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Selain itu, 60% antibiotik, insektisida, dan herbisida yang dikembangkan untuk keperluan pertanian diisolasi dari *Streptomyces* (Aouar, Boukelloul & Benadjila, 2020).

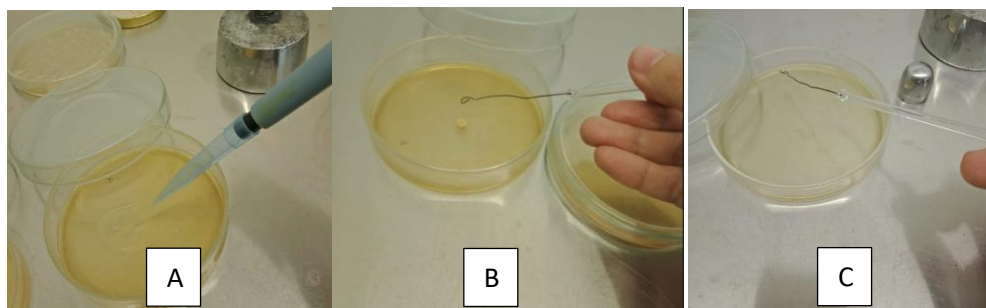
Streptomyces yang mampu diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholar*) memiliki kemampuan bertahan hidup di lingkungan ekstrim pada suhu rendah hingga suhu tinggi. Actinomycetes merupakan kelompok mikroba tanah yang tersebar luas 10-50% dari komunitas microflora tanah. Tahapan prosedurnya dalam uji antagonis antara lain penuangan media pertumbuhan *glucose Nutrient Agar*, *Nutrient Agar* dan *Potato Dextrose Agar* (Gambar 2), pengambilan isolat (Gambar 3), dan tahap inokulasi isolat (Gambar 4) yang dapat digunakan untuk membuktikan bahwa mikroorganisme yang bersifat antagonis dapat menghambat aktivitas mikroorganisme lain yang berada di tempat yang berdekatan. Isolat *Streptomyces* memiliki kemampuan dalam menghasilkan senyawa antijamur. Penggunaan agens hayati pada *Streptomyces* sp. berpotensi menghasilkan senyawa antibiotik. Karakterisasi fisiologis dan biokimia yang dilakukan meliputi pewarnaan Gram, katalase, oksidase, kebutuhan oksigen (oksidatif-fermentasi), hidrolisis gelatin, pati, pembentukan levan, uji *Voges Proskauer*, arginin dehidrolase, motilitas, toleransi pertumbuhan bakteri pada beberapa temperatur, pH dan konsentrasi HCl, penggunaan dan amandemen karbon, sitrat dan nitrogen.



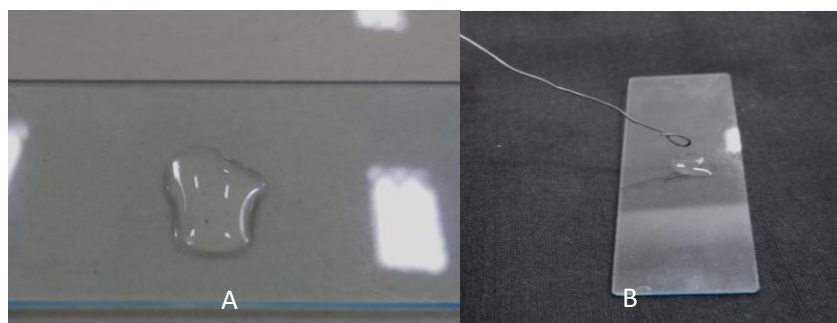
Gambar 2. Penuangan Media Pertumbuhan pada Capet (A) *Glucose Nutrient Agar* / GNA; (B) *Nutrient Agar*/NA; (C) *Potato Dextrose Agar* / PDA



Gambar 3. Pengambilan Isolat (A) *Aspergillus* sp.; (B) *Streptomyces* sp.; (C) *Bacillus* sp.



Gambar 4. Inokulasi isolat (A) *Bacillus* sp.; (B) *Aspergillus* sp.; (C) *Streptomyces* sp.



Gambar 5. Uji Katalase dan KOH *Streptomyces* sp. (A) Katalase: Tidak Bergelembung (-); (B) KOH: Tidak Berlendir (+)

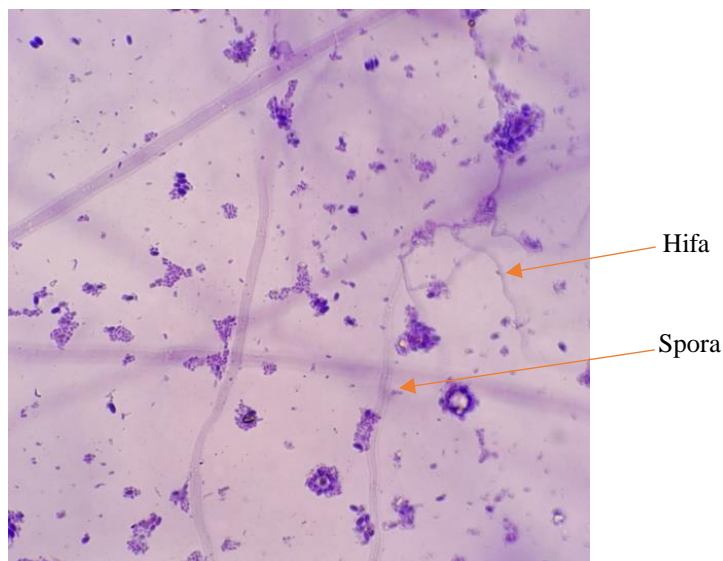
Uji Katalase dilakukan dengan menambahkan hidrogen peroksida (H_2O_2) ke kultur *Streptomyces* sp. Katalase adalah enzim yang menguraikan H_2O_2 menjadi air



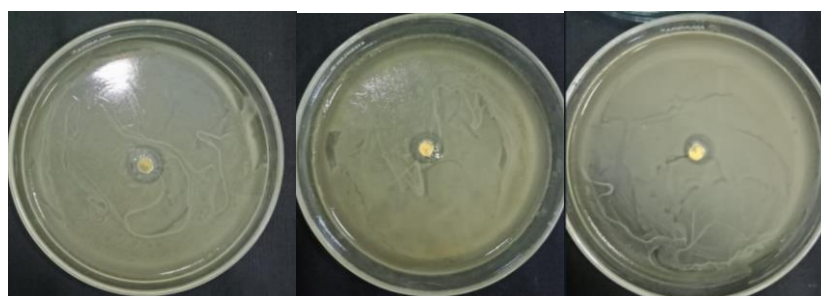
dan oksigen. Jika terdapat gelembung setelah penambahan H_2O_2 , itu menunjukkan aktivitas katalase positif. Hasil yang menunjukkan tidak bergelembung (-) berarti *Streptomyces sp.* tidak menghasilkan katalase atau aktivitas katalase-nya sangat rendah (gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa enzim katalase tidak terdeteksi dalam kultur tersebut. Sebagian besar spesies *Streptomyces* adalah bakteri gram positif dan umumnya tidak menghasilkan katalase. Hasil ini sesuai dengan karakteristik umum dari beberapa spesies *Streptomyces* yang mungkin tidak memiliki aktivitas katalase yang signifikan.

Uji KOH digunakan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan keberadaan atau ketiadaan lendir pada kultur. Penambahan larutan KOH pada kultur bakteri dapat menyebabkan lendir jika bakteri tersebut adalah gram negatif. Bakteri gram positif umumnya tidak menghasilkan lendir atau bergetah pada uji ini. Hasil menunjukkan bahwa tidak berlendir (+) menunjukkan bahwa *Streptomyces sp.* adalah bakteri gram positif (gambar 6 B). Larutan KOH tidak menyebabkan lendir, yang konsisten dengan karakteristik umum bakteri gram positif. *Streptomyces sp.* sebagai bakteri gram positif. *Streptomyces* biasanya memiliki dinding sel yang tebal dan kaku, yang tidak larut dalam larutan KOH, sehingga tidak menghasilkan lendir. Uji KOH adalah salah satu metode yang digunakan untuk memverifikasi gram positif atau negatifnya suatu mikroorganisme dan membantu dalam pengklasifikasian serta identifikasi mikroba. Hasil uji KOH (+) menunjukkan bahwa *Streptomyces sp.* adalah bakteri gram positif, yang sesuai dengan karakteristik umum dari genus *Streptomyces*. Genus *Streptomyces* dari bakteri gram positif adalah alternatif alami yang berpotensi layak yang telah diteliti secara ekstensif karena kemampuannya untuk menghasilkan beragam senyawa antimikroba, seperti metabolit dan senyawa organik (Khan & Malik, 2023).

Koloni *Streptomyces sp.* berbentuk bulat dengan permukaan bertepung dan tepi rata. Bagian tengah dan pinggir koloni berwarna putih loni dapat memiliki fitur khas seperti *radial furrow* (alur radial) yang muncul sebagai lekukan atau garis yang menjalar dari pusat koloni ke tepi berkerut atau berbentuk jaring. *Streptomyces* dapat menghasilkan aroma yang khas saat tumbuh, yang terkadang dihasilkan oleh senyawa yang diproduksi selama metabolisme. Secara mikroskopis memiliki hifa tidak bersepta dan konidia berbentuk rantai secara mikroskopis. *Streptomyces sp.* menunjukkan hasil pewarnaan gram positif, yang berarti memiliki dinding sel tebal yang kaya akan peptidoglikan. Saat diwarnai dengan kristal violet, sel-sel ini akan tampak berwarna ungu, dan setelah perlakuan dengan safranin, mereka tetap mempertahankan warna ungu (gambar 6) serta *Streptomyces* menunjukkan reaksi positif, di mana gelembung oksigen akan terbentuk (Prasetya, Didik & Abadi, 2022). Secara *in vitro*, spesies *Streptomyces* yang dikaji menunjukkan kemampuan untuk menghasilkan asam giberelat, asam asetat indol, asam absisat, kinetin, dan benziladenin (Rashad *et al.*, 2015).



Gambar 6. Pengamatan Mikroskopis *Streptomyces sp.*



Gambar 7. Hasil Antagonis *Bacillus sp.*; *Streptomyces sp.*

Tabel 1. Pengamatan Zona Inhibisi/Zona Bening Terhadap Isolat *Bacillus sp.*

Isolat	Diameter zona bening (cm)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
<i>Bacillus sp.</i>	1,2	1,1	1,2	1,17

Pada penelitian ini menggunakan bakteri uji yaitu *Bacillus sp.* yang tergolong sebagai APH (Agensi Pengendali Hayati) dan *Streptomyces sp.* dengan metode *Spread plate*. Hasil yang ditemukan berupa *Streptomyces sp.* mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus sp.* dengan menghasilkan zona bening di sekitarnya (Gambar 7) yang dihasilkan berukuran secara rerata 1 cm (Tabel 1). Adanya zona bening menunjukkan indikasi bahwa *Streptomyces sp.* mampu menghasilkan senyawa bioaktif (misalnya antibiotik dan antifungal) yang efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu. *Bacillus sp.* merupakan bakteri gram positif sehingga *Streptomces sp.* mampu menghambat pertumbuhannya. Zona tersebut menandakan bahwa terdapat senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh *Streptomyces* efektif terhadap bakteri ini. Semakin besar zona bening, semakin kuat kemampuan *Streptomyces sp.* dalam menghambat mikroorganisme target. Sebagai contoh, jika zona bening berukuran lebih dari 1 cm menunjukkan potensi

antagonis yang sangat baik (Tabel 1). Zona bening yang terlihat di sekitar *Streptomyces sp.* merupakan bukti bahwa mikroorganisme ini mampu memproduksi senyawa antimikroba yang efektif dalam menghambat *Bacillus sp.* Hasil ini menunjukkan potensi *Streptomyces sp.* sebagai agen biokontrol yang bisa dimanfaatkan dalam pengendalian mikroorganisme patogen lain di lingkungan, khususnya dalam bidang pertanian untuk melindungi pohon dari penyakit. Perbedaan zona hambatan pada isolat-isolat *Bacillus sp.* diduga dikarenakan kondisi dan kandungan nutrisi pada media yang digunakan. Hal tersebut memungkinkan bakteri tidak dapat menghasilkan senyawa antibiosis. *Bacillus sp.* telah diketahui sebagai bakteri-bakteri yang mampu menghasilkan senyawa antibiosis yang beragam.

Penggunaan jamur pathogen *Fusarium sp.* yang berasal dari bawang merah yang telah berusia 2 tahun dengan metode *Dual culture*. Hasil yang ditemukan berupa *Streptomyces sp.* mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium sp.* dengan diduga menghasilkan sebuah senyawa antifungal sehingga pertumbuhan koloni *Fusarium sp.* lebih kecil daripada perlakuan tanpa *Streptomyces sp.* (gambar 8). *Fusarium sp.* merupakan patogen yang sering menyebabkan penyakit pada pohon. Jika terdapat zona bening di sekitar *Streptomyces sp.*, ini menunjukkan bahwa senyawa antifungal yang dihasilkan oleh *Streptomyces sp.* efektif menghambat pertumbuhan *Fusarium* (Tabel 2)



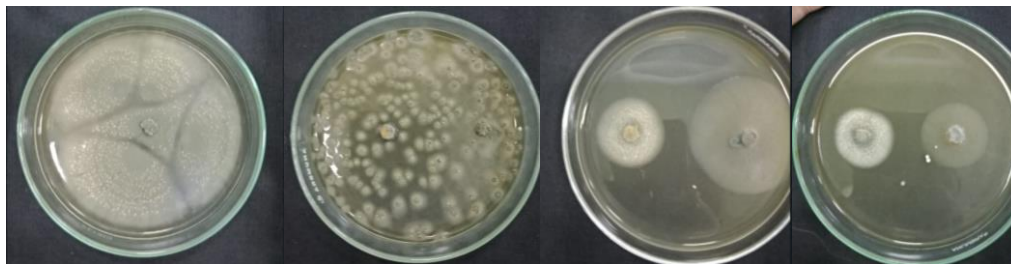
Gambar 8. Hasil antagonis *Fusarium sp.* dengan *Streptomyces sp.*

Tabel 2. Hasil Pengamatan Daya Hambat *Fusarium sp.* dengan *Streptomyces sp.*

Keterangan	Pengamatan hari ke -							Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Fusarium sp.</i> Diameter Colony	0,5	1,73	3	3,5	4	4	4	2,96
Daya Hambat	0%	13%	14%	30%	33%	47%	56%	64,3%

Streptomyces sp. mengeluarkan senyawa bioaktif yang menghambat atau membunuh *Fusarium sp.*, sehingga jamur tersebut tidak dapat tumbuh di area tersebut. *Streptomyces sp.* Zona bening berukuran lebih dari 1 cm, ini menunjukkan bahwa senyawa antifungal yang dihasilkan sangat efektif. Ukuran zona bening yang dihasilkan menunjukkan rata-rata 2,96 dan untuk daya hambat yang diperoleh rata-rata 64,3% (Tabel 2). Besar kecilnya zona bening dapat memberikan informasi tentang seberapa kuat kemampuan antifungal *Streptomyces sp.* terhadap *Fusarium sp.* Hal ini menandakan bahwa mikroba uji memiliki kemampuan antifungal, yang

diduga dihasilkan dari metabolit sekunder seperti antibiotik atau enzim yang merusak struktur sel *Fusarium sp.* Beberapa jenis *Streptomyces* diketahui menghasilkan senyawa antifungal seperti streptomycin, yang berfungsi untuk mengganggu dinding sel atau membran sel jamur. Hal ini mengaskan bahwa pada isolat *Streptomyces sp.* terhadap *Fusarium* memiliki potensi yang kuat sebagai agen pengendali hayati (biocontrol) terhadap patogen pohon (Wijayanti & Tondok, 2024).



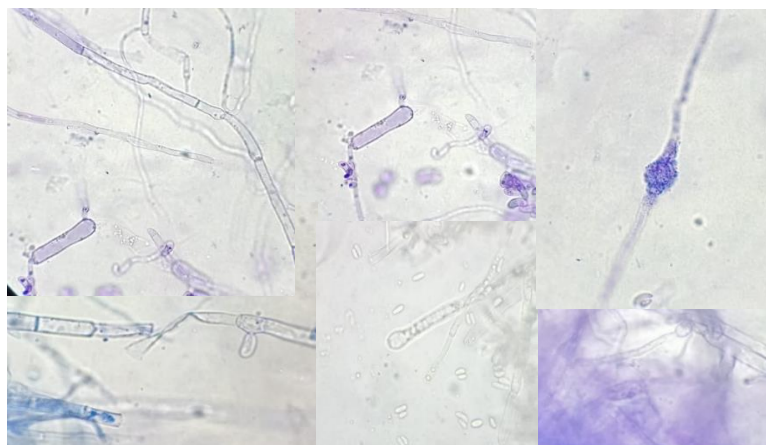
Gambar 9. Hasil antagonis *Aspergillus sp.*; *Streptomyces sp.*

Penelitian ini juga menggunakan jamur *Aspergillus sp.* yang diperoleh dari udara lepas dan di antagoniskan dengan *Streptomyces sp.* dengan menggunakan metode *Dual culture*. Hasil yang didapatkan bahwa *Streptomyces sp.* tidak mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus sp.* dikarenakan jamur tersebut mampu menyebar lewat udara dan tingkat pertumbuhan cepat (Gambar 9). Bawasannya jika tidak ada zona bening yang terbentuk, ini menunjukkan bahwa *Streptomyces sp.* tidak menghasilkan senyawa yang cukup kuat untuk menghambat mikroorganisme target. Ketidakmampuan *Streptomyces sp.* untuk menghambat *Aspergillus sp.* dalam uji antagonis kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor berikut: kemampuan *Aspergillus sp.* menyebar dengan cepat melalui spora udara, tingkat pertumbuhan yang tinggi, dan potensi resistensi terhadap senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh *Streptomyces sp.* Selain itu pada *Aspergillus sp.* memiliki keunggulan adaptif yang membuatnya lebih sulit dihambat oleh mikroorganisme antagonis, seperti *Streptomyces sp.*, yang memerlukan waktu lebih lama untuk menghasilkan senyawa penghambat yang efektif.

Hasil isolat uji yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Bacillus sp.* dan *Fusarium sp.* Isolat-isolat uji yang memiliki daya hambat tinggi merupakan isolat antagonis yang memiliki pertumbuhan koloni lebih cepat dibandingkan dengan koloni patogen dan perkembangan koloni antagonis dapat menutupi serta menekan perkembangan koloni patogen. Zona inhibisi yang terbentuk menunjukkan aktivitas penghambatan, yang bisa digunakan untuk menilai potensi agen pengendali hayati atau produksi antibiotik. Isolat *Streptomyces sp.* yang telah diujikan kemungkinan dapat menghasilkan senyawa tertentu sehingga dapat menghambat *Bacillus sp.* dan *Fusarium sp.* dengan mekanisme antibiosis. Antibiosis adalah senyawa kimia hasil metabolisme yang mempunyai sifat sebagai antibiotik. Mekanisme antibiosis ditunjukkan dengan terbentuknya zona penghambatan pada pertemuan miselium jamur antagonis dan jamur patogen. Beberapa golongan jamur kelas Ascomycetes ada yang menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik bersifat toksik terhadap patogen.

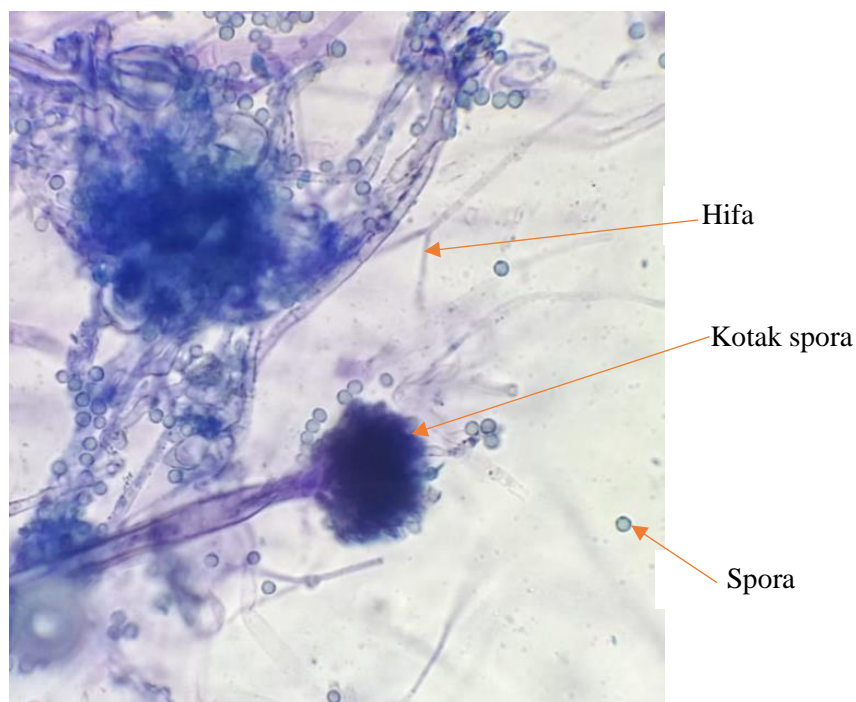


Gambar 10. Pengamatan Mikroskopis *Fusarium sp.*, (A) Kotak Spora; (B) Makrokonidia; (C) Kotak Spora + hifa



Gambar 11. Hasil Pengamatan Mikroskopis *Fusarium sp.*

Hifa *Fusarium sp.* adalah struktur berfilamen yang tipis dan panjang. Hifa ini dapat menunjukkan pembagian yang tidak teratur dan bercabang, serta sering kali berwarna putih atau transparan. Hifa *Fusarium* biasanya bersegm dengan dinding sel yang dapat terputus-putus, dan sering tampak bersekat. Konidia pada *Fusarium sp.* membentuk spora asexual yang dikenal sebagai konidia. Konidia ini seringkali berbentuk bulat, oval, atau seperti sabit, dan bisa disusun dalam rangkaian atau kelompok pada ujung hifa. Konidia dapat dilihat dengan mikroskop cahaya menggunakan preparat yang diwarnai seperti dengan *Lactophenol Cotton Blue*. Konidia dapat terlihat dalam bentuk yang berselang-seling, seringkali dengan dinding yang tipis dan permukaan yang halus. Mycelium aerial yang membentuk massa hifa yang menonjol di atas permukaan dan hifa *Fusarium sp.* sering menunjukkan septasi atau pembagian di dalam hifa (gambar 10,11). *Streptomyces* dari Rhizosfer menghasilkan senyawa antijamur yang menghambat pertumbuhan seperti pada *F. oxysporum* secara *in vitro*, menstimulasi pertumbuhan pohon dengan memproduksi hormon IAA, melarutkan fosfat, memfiksasi nitrogen, dan meningkatkan pertumbuhan kecambah kedelai secara *in vitro*. *Streptomyces* dari Rhizosfer juga dapat menghasilkan siderofor, hidrogen sianida, dan berbagai enzim untuk mendegradasi dinding sel jamur (Sari & Wahyudi, 2021).



Gambar 12. Pengamatan Mikroskopis *Aspergillus* sp.

Hifa *Aspergillus* sp. adalah struktur berfilamen yang tipis, panjang, dan sering kali tidak bersekat (aseptat) (gambar 12). Konidia adalah spora asexual yang terbentuk pada ujung hifa yang disebut sebagai konidiofor. Konidia ini biasanya berbentuk bulat atau oval dan dapat dikelompokkan dalam rak atau tangkai. *Aspergillus* sp. sering membentuk konidia dalam rangkaian berbentuk payung atau tandan yang terletak pada bagian terminal dari hifa atau konidiofor. Konidia biasanya diwarnai dengan menggunakan teknik seperti *Lactophenol Cotton Blue* (Gambar 11). Selain itu, memiliki konidiofor dengan struktur tangkai yang menonjol di atas permukaan agar, tempat konidia terbentuk dan tampak seperti tangkai dengan konidia yang menempel di ujungnya. Hifa *Aspergillus* sp. tampak panjang, tipis, dan bercabang, dengan dinding sel yang jelas terlihat. Konidia berbentuk bulat atau oval, disusun dalam kelompok pada ujung konidiofor. Struktur ini sering tampak seperti tandan atau payung. Jamur *A. niger* diketahui menghasilkan senyawa aspergiline dan zat yang menghambat perkembangan jamur patogen (Sarah & Lakani, 2018).

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan, bawasannya kemampuan *Streptomyces* dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji dapat dijelaskan dengan produksi metabolit sekunder seperti antibiotik dan enzim hidrolitik. *Streptomyces* dikenal sebagai penghasil utama berbagai senyawa bioaktif seperti streptomisin, tetrasiklin, dan nistatin, yang menunjukkan berbagai aktivitas antimikroba. Faktor lingkungan pada Rhizosfer pohon Pule dapat berkontribusi terhadap keanekaragaman dan potensi aktivitas biologis *Streptomyces*. Rhizosfer merupakan ekosistem mikroba yang kaya dan oleh karena itu sering menjadi sumber mikroorganisme antagonis yang efektif. Beberapa organisme tanah dapat digunakan sebagai agen biologis dalam pengendalian biologis. Oleh karena itu,



untuk memperoleh mikroorganisme antagonis tersebut perlu dilakukan eksplorasi pada rhizosfer berbagai jenis pohon (Widiyanti & Tuhumury, 2022). Mikroorganisme yang hidup di rhizosfer pohon Pule telah mengembangkan kemampuannya untuk bersaing dengan mikroorganisme lain melalui produksi senyawa penghambat. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa strain *Streptomyces sp.* yang diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) berpotensi sebagai agen biokontrol yang efektif terhadap beberapa patogen pohon. Potensi ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi praktis dalam melindungi pohon dari infeksi bakteri dan jamur patogen sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (1) Isolat *Streptomyces* yang diisolasi dari rhizosfer pohon Pule (*Alstonia scholaris*) memiliki potensi sebagai agen antagonis terhadap bakteri patogen; (2) Terbentuknya zona bening *Streptomyces sp.* terhadap *Bacillus sp.*, dan *Fusarium sp.* menunjukkan potensi penghambatan kemampuan *Streptomyces sp.* dalam menghasilkan senyawa antimikroba yang efektif. dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan patogen; (3) Karakterisasi makroskopis dan mikroskopis, serta hasil uji KOH dan katalase, mendukung identifikasi yang akurat dari isolat sebagai *Streptomyces sp.* merupakan gram positif. Hasil penelitian ini membuka peluang lebih lanjut untuk eksplorasi Actinomycetes sebagai sebagai agen biokontrol dalam mengendalikan patogen tanah maupun pengembang antimikroba.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, makan peneliti menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan analisis lanjutan terkait molekuler, seperti teknik PCR untuk mendeteksi gen penghasil antibiotik atau enzim penghambat patogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UWKS atas segala bantuan yang telah diberikan, baik secara moril maupun materiil, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aouar, L., Boukelloul, I. & Benadjila, A. (2020) 'Identification of antagonistic *Streptomyces* Strains Isolated From Algerian Saharan Soils And Their Plant Growth Promoting Properties', 21(12), 5672–5683. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211212>.
- Halimah, N., Bone, M. & Prasetya, F. (2021) 'Uji Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Pule (*Alstonia scholaris*) khas Kalimantan dengan Metode DPPH', *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 90–95. Available at: <https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.576>.
- Handayani, P.N. (2017) 'Isolasi, Seleksi, dan Uji Aktivitas Antimikroba kapang



- Endofit Dari Daun Tanman Jamlang (*Syzygium cumini* L.) TERHADAP *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, dan *Aspergillus niger*', (95), 1–28. http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/33026/1/NITA_FITRIANI-FKIK.pdf.
- Khan, S. and Malik, S.S.A.K. & T. (2023) 'Streptomyces as a promising biological control agents for plant pathogens', (November). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1285543>.
- Kumala, T., Jayuska, A. & Ardiningsi, P. (2016) 'Uji Awal Aktivitas Antimikroba dari Actinomycetes 9ISP1 dari Spons Asal Perairan Pulau Randayan', *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1(1), pp. 1–7. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416003-3.00024-X><http://digitalcommons.uri.edu/theses/262%0Ahttp://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/17530/pdf%0Ahttps://media.neliti.com/media/publications/171148-ID-peran-monosit-makrofag-pada-proses-angio.pdf>.
- Mayor, J. & Wattimena, L. (2022) 'Pemanfaatan Pohon Pulau (*Alstonia Scholaris*) Oleh Masyarakat Kampung Puper Distrik Waigeo Timur Kabupaten Raja Ampat', *J-MACE Jurnal Penelitian*, 2(1), 68–81. <https://doi.org/10.34124/jmace.v2i1.18>.
- Prasetya, Didik & Abadi, M.F. (2022) 'Isolasi dan Identifikasi Streptomyces sp. Pada Kolam Tanha Di Desa Tenggur TULungagung Jawa Timur', *Meditory*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/https://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/M/article/view/1902/755>.
- Rashad, F.M. *et al.* (2015) 'Isolation and characterization of multifunctional Streptomyces species with antimicrobial, nematicidal and phytohormone activities from marine environments in Egypt', *Microbiological Research*, 175, 34–47. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.03.002>.
- Rehan, M. *et al.* (2021) 'Isolation, Identification, Biocontrol Activity, and Plant Growth Promoting Capability of a Superior Streptomyces tricolor Strain HM10', 70(2), 245–256.
- Retnowati, Y. *et al.* (2017) 'Isolasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Actinomycetes', *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek*, pp. 1–10.
- Sarah, A. & Lakani, I. (2018) 'Uji Antagonis Jamur *Aspergillus niger* Terhadap Perkembangan Jamur Patogenik *Fusarium oxysporum* pada Bawang Merah (*Allium cepa aggregatum* L. *aggregatum* group) Secara In vitro', 6(April), pp. 266–273.
- Sari, M., Nawangsih, A.A. & Wahyudi, A.T.R.I. (2021) 'Rhizosphere Streptomyces formulas As The Biological Control Agent of Phytopathogenic Fungi *Fusarium Oxysporum* And Plant Growth Promoter of Soybean', 22(6), pp. 3015–3023. Available at: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220602>.
- Sektiono, A.W., Kajariyah, S.N. & Djauhari, S. (2016) 'Uji Antagonisme Actinomycetes Rhizosfer Dan Endofit Akar Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) Terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby', 4, 17–23.
- Tangapo, A.M., Kandou, F.E.F. & Pience Veralyn Maabuat (2019) 'Laporan akhir riset dasar unggulan unsrat', 0008028005(November).



- Trenozhnikova, L. & Azizan, A. (2018) 'Discovery of Actinomycetes from Extreme Environments with Potential to Produce Novel Antibiotics', *Central Asian Journal of Global Health*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.5195/cajgh.2018.337>.
- Widiyanti, A., Patty, J. & Tuhumury, G.N.C. (2022) 'Eksplorasi Dan Identifikasi Jamur Antagonis Pada Rhizosfer Tanaman Cengkih (*Syzygium aromaticum* L.) di Pulau Ambon Exploration And Identification Of Antagonic Fungi On The Rhizosphere Of Clove Plants (*Syzygium aromaticum* L.) In Ambon Island'.
- Wijayanti, E., Nawangsih, A.A. & Tondok, E.T. (2024) 'Streptomyces spp . sebagai Pengendali Hayati Busuk Fusarium pada Bawang Merah Streptomyces spp . as Biocontrol Agents of Fusarium Basal Rot on Shallots', 20, 57–65. Available at: <https://doi.org/10.14692/jfi.20.2.57>.