

## Kemampuan Antagonistik *Actinomycetes* dari Rhizosfer Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Gorontalo Terhadap Kapang Patogen

Danial Mohamad<sup>1\*</sup>, Yuliana Retnowati<sup>1</sup>, Novri Youla Kandowanko<sup>1</sup>, Abubakar Sidik Katili<sup>1</sup>, Wirnangsi Din Uno<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo, Jalan Prof. B.J. Habibie Gorontalo 96554, Indonesia.

Corresponding Email : [mohamaddanial2312@gmail.com](mailto:mohamaddanial2312@gmail.com)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

07 December 2024

Received in revised form

12 December 2024

Accepted 03 January 2025

Available online 03  
January 2025

#### Kata Kunci:

Antagonistik,  
*Actinomycetes*, Rhizosfer  
Jagung, Gorontalo,  
Kapang Patogen.

#### Keywords:

Antagonistic, *Actinomycetes*,  
Maize Rhizosphere,  
Gorontalo, Pathogenic Fungi

#### DOI

[https://doi.org/10.61579/  
mikhayla.v2i1.288](https://doi.org/10.61579/mikhayla.v2i1.288)

### ABSTRAK

*Actinomycetes* merupakan kelompok bakteri gram positif yang dapat ditemukan di berbagai ekosistem dengan variasi kondisi kelembaban, pH, dan suhu yang berbeda. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa *actinomycetes* yang berasal dari lingkungan terestrial, laut, lahan basah, dan sebagai endofit pada tanaman memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa bioaktif yang bersifat antimikroba. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan antagonistik isolat *actinomycetes* dari rhizosfer tanaman jagung terhadap kapang patogen. Penelitian ini berjenis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dengan tahap pertama pengambilan sampel tanah rhizosfer ditentukan berdasarkan 3 titik pengambilan di lahan jagung didesa Pahu, kecamatan Asparaga, kabupaten Gorontalo menggunakan metode *Purposive Sampling*, yakni dengan menentukan titik sampling berdasarkan kemiringan lahan (puncak, tengah, dan dasar), tahap kedua adalah isolasi dan purifikasi, dan tahap ketiga dimana pengujian antagonistik secara *in vitro* dilakukan menggunakan metode goresan silang (*cross 'y' method*). Berdasarkan hasil penelitian sebanyak 7 jenis isolat *actinomycetes* berhasil di isolasi dan diidentifikasi. Ketujuh isolat tersebut dilakukan uji kemampuan antagonistik dengan kapang patogen *Fusarium oxysporum*. Berdasarkan pengujian kemampuan antagonistik telah diidentifikasi isolat *actinomycetes* kode RFZm-Pg, RFZm-Pb, dan RFZm-Plg mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen *Fusarium oxysporum* sebesar 88,93%, 88,18%, dan 84,89%, yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Selanjutnya, isolat dengan kode RFZm-Pw juga menunjukkan aktivitas penghambatan yang signifikan, dengan persentase daya hambat sebesar 66,38%, yang dikategorikan dalam daya hambat tinggi, sedangkan isolat *actinomycetes* RFZm-Po, RFZm-Py, dan RFZm-Pr tidak menunjukkan adanya kemampuan daya hambat terhadap kapang patogen.

### ABSTRACT

*Actinomycetes* are a group of gram-positive bacteria that can be found in various ecosystems with different conditions of humidity, pH, and temperature. A number of studies have shown that *actinomycetes* from terrestrial, marine, wetland, and as endophytes in plants have the ability to produce bioactive compounds that are antimicrobial. The purpose of this study was to determine the antagonistic ability of *actinomycetes* isolates from the rhizosphere of corn plants against pathogenic molds. This research is descriptive with a quantitative approach with the first stage of rhizosphere soil sampling determined based on 3 sampling points in corn fields in Pahu village, Asparaga sub-district, Gorontalo district using the *Purposive Sampling* method, namely by determining the sampling point based on the slope of the land (top, middle, and bottom), the second stage is isolation and purification, and the third stage where *in vitro* antagonistic testing is carried out using the *cross 'y' method*. Based on the results of the study, 7 types of *actinomycetes* isolates were successfully isolated and identified. The seven isolates were tested for antagonistic ability with the pathogenic mold *Fusarium oxysporum*. Based on the antagonistic ability test, it was identified that the *actinomycetes* isolates coded RFZm-Pg, RFZm-Pb, and RFZm-Plg were able to inhibit the growth of the pathogenic mold *Fusarium oxysporum* by 88.93%, 88.18%, and 84.89%, which is included in the very high category. Furthermore, isolates with the code RFZm-Pw also showed significant inhibitory activity, with a percentage inhibition of 66.38%, which is categorized in high inhibition, while *actinomycetes* isolates RFZm-Po, RFZm-Py, and RFZm-Pr did not show any inhibition ability against pathogenic molds.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## 1. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang berperan penting dalam produksi karbohidrat dan bahan baku industri pakan ternak (Chebotar *et al.*, 2023). Sebagai salah satu sentral produksi jagung, Gorontalo merupakan daerah dengan produksi jagung yang didominasi dengan sistem pertanian monokultur yang berkelanjutan (Lapolo & Iqbal, 2019). Aktivitas ini berkontribusi langsung dalam produktivitas hasil produksi jagung, namun penerapan yang berkelanjutan menyebabkan penurunan kualitas nutrisi tanah sehingga memicu tantangan serius yang berakibat pada serangan penyakit tanaman akibat kapang patogen (Widnyana, 2023).

Potensi serangan patogen di sistem perakaran tanaman jagung umumnya sebabkan oleh beberapa kelompok kapang patogen seperti *Phytium* spp., *Phytpthohora* spp dan, *Fusarium* spp. penyebab busuk akar dan busuk batang pada tanaman jagung (Xie *et al.*, 2022). Serangan kapang patogen pada tanaman jagung ini biasa terjadi pada fase vegetatif di usia 21 hari setelah tanam (Rampersad, 2020). Melimpahnya kapang patogen di sistem perakaran jagung didukung oleh respon suhu, kelembaban, serta pH yang mendukung hubungan mekanistik patogen di rhizosfer tanaman tersebut (Anderson *et al.*, 2020).

Keberadaan kapang patogen di rhizosfer tanaman memberi dampak buruk terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga mendorong kalangan petani menggunakan bahan fungisida sintetik sebagai upaya pengendaliannya (Muslim & Suwandi, 2023). Akan tetapi, aplikasi penggunaan fungisida sintetik ini justru memberi dampak buruk terhadap lingkungan, bahkan menurunkan tingkat kesuburan tanah, serta mengganggu aktivitas mikroba non target yang berperan penting dalam pemacu pertumbuhan tanaman (Tripathi *et al.*, 2020). Menurut Meena *et al.* (2020), akumulasi fungisida sintetik ditanah dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang berperan sebagai efek pemacu pertumbuhan, siklus pelarut fosfat dan, bersifat antagonis terhadap mikroba patogen sebesar 30-50%. Namun disisi lain, terdapat mikroba disistem perakaran tanaman memainkan peranannya sebagai kunci nutrisi tanah, serta toleransi terhadap stres abiotik dan, mampu menghambat patogen yang ditularkan melalui tanah, salah satunya *actinomyces* (Jie *et al.*, 2023).

*Actinomyces* merupakan golongan mikroba gram positif dengan kemampuan menghasilkan senyawa bioaktif yang berfungsi dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen tertentu (Retnowati *et al.*, 2018). Telah banyak laporan studi melaporkan bahwa *actinomyces* bersifat antagonistik terhadap mikroba patogen dan mampu menghasilkan senyawa bioaktif antimikroba. Potensi ini dibuktikan dengan ditemukannya *actinomyces* genera *Streptomyces* yang diisolasi dari lingkungan mampu menghambat pertumbuhan kapang patogen *Fusarium solani* dengan persentase daya hambat sebesar 69% (Ayed *et al.*, 2021). Selain itu, studi yang sama pernah dilaporkan oleh Uba *et al.* (2019), telah diisolasi *actinomyces* genera *Streptomyces* asal lingkungan laut memiliki potensi antagonistik terhadap kapang patogen seperti *Fusarium solani*, *Aspergillus niger* dan, *Penicillus digitatum* dengan daya hambat masing-masing sebesar 72, 73, dan 92%. Adanya senyawa bioaktif antimikroba yang di produksi oleh *actinomyces*, membuat mikroba ini memiliki potensi sebagai agen antagonis dalam menekan mikroba patogen yang sangat baik. Berdasarkan analisis masalah diatas, penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui kemampuan antagonistik isolat *actinomycetes* dari rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo terhadap kapang patogen.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode ini digunakan untuk melihat aktivitas antagonistik *actinomycetes* dari berbagai jenis isolat *actinomycetes* dari rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo terhadap kapang patogen.

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan November 2024. Kegiatan sampling tanah rhizosfer dilaksanakan di tiga titik lokasi di perbukitan lahan tanaman jagung di desa Pahu, kecamatan Asparaga, kabupaten Gorontalo, provinsi Gorontalo. Selanjutnya, kegiatan isolasi dan purifikasi sampel tanah rhizosfer, serta uji antagonistik isolat *actinomycetes* dilakukan di laboratorium Riset I dan laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi, jurusan Biologi, fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: soil tester, cetok, plastik klip, coolbox, kertas label, *Laminar Air Flow* (LAF), *waterbath*, lumpang dan alu, *vortex*, *Autoclave*, cawan petri, tabung reaksi, gelas beker, labu erlenmeyer, glass cell spreader triangle, gelas ukur, spatula, jarum inokulum/jarum ose, mikropipet dan tip, neraca analitik, lampu bunsen, aluminium-foil, plastik wrap dan selotip, serta kamera untuk dokumentasi. Selanjutnya, bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni, sampel tanah rhizosfer *actinomycetes* dari tanaman jagung di Gorontalo, inokulum patogen *Fusarium oxysporum*, akuades, alkohol 70%, medium tumbuh *Starch Casein Agar* (SCA), *Agar Powder Bacteriological Grade*, medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Cyclohexamide*, dan *ringer solution*.

### 2.3 Metode Pelaksanaan Penelitian

#### 2.3.1 Isolasi dan Purifikasi *Actinomycetes* Rhizosfer Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Isolasi *actinomycetes* dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat hingga  $10^{-5}$ . Sampel tanah dari tiap lokasi ditimbang sebanyak 2 gram, dikomposit berdasarkan titik pengambilan, lalu dihaluskan dengan mortar. Sebanyak 5 gram tanah dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi 45 mL larutan ringer steril dan disterilisasi menggunakan *waterbath* pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit untuk mengurangi mikroba patogen (Retnowati et al., 2024). Sebanyak 1 mL tanah yang telah disterilisasi diencerkan dengan 9 mL akuades steril, kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex*. Larutan ini diencerkan bertingkat hingga konsentrasi  $10^{-5}$ . Pada pengenceran terakhir, 200  $\mu\text{L}$  larutan diambil dan diisolasi pada medium SCA (*Starch Casein Agar*) yang telah diberi 25 ppm *cycloheximide*, lalu disebar di cawan petri menggunakan metode *spread plate*. Inkubasi dilakukan pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$  selama 7-14 hari. Koloni yang tumbuh dengan morfologi khas *actinomycetes* (tidak berlendir seperti bakteri atau menyerupai miselia/spora jamur) dipilih dan dimurnikan menggunakan medium SCA.

#### 2.3.2 Uji Kemampuan Antagonistik Isolat *Actinomycetes* Terhadap Kapang Patogen Secara *In Vitro*

Uji antagonisme *actinomycetes* terhadap kapang patogen dilakukan secara *in vitro* di laboratorium. Inokulum kapang patogen diperoleh dari IPB *Culture Collection*, Departemen Biologi, Fakultas MIPA, IPB University. Pengujian dilakukan menggunakan metode goresan

silang (*cross 'y' method*) sesuai prosedur Oskay (2009). Isolat *actinomyces* murni diinokulasikan pada medium PDA dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari. Setelah masa inkubasi, patogen kapang diinokulasikan dengan satu goresan membentuk sudut 90° pada medium yang sama, kemudian diinkubasi kembali pada suhu 30°C selama 2 hari (Pathalam *et al.*, 2017).

## 2.4 Analisis Data

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan fokus pada pengamatan zona hambat yang dihasilkan. Persentase kemampuan hambat *actinomyces* terhadap kapang patogen dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Nurul (2012) sebagai berikut:

$$P = \frac{(\text{diameter kapang pada kontrol} - \text{diameter kapang perlakuan})}{\text{diameter kapang pada kontrol}} \times 100\%$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penelitian

#### 3.1.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Proses pengambilan sampel tanah rhizosfer dilakukan di tiga lokasi berbeda yang terletak di kawasan perbukitan tanaman jagung di desa Pahu, kecamatan Asparaga, kabupaten Gorontalo. Pengambilan sampel tanah rhizosfer pada tanaman jagung dilakukan dengan mengambil tiga plot sampel di setiap titik lokasi, dengan jarak antar plot sekitar ±10 meter. Lokasi pengambilan sampel berada di lahan miring yang terletak di perbukitan lahan budidaya tanaman jagung. Pada titik A (0°48'26.7"N, 122°26'12.6"E), sampel diambil dari tiga area berbeda, yaitu bagian atas (A1), tengah (A2), dan bawah (A3) lahan tersebut. Prosedur yang sama diterapkan pada titik B (0°48'27.4"N, 122°26'12.2"E), dengan pengambilan sampel di bagian atas (B1), tengah (B2), dan bawah (B3). Sementara itu, pada titik C (0°48'26.1"N, 122°26'11.9"E), sampel diambil dari tiga bagian yang serupa, yakni atas (C1), tengah (C2), dan bawah (C3). Pendekatan ini memastikan representasi yang baik dari kondisi tanah rhizosfer di berbagai bagian lahan jagung yang berbeda.

#### 3.1.2 Isolat *Actinomyces* pada Rhizosfer Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Gorontalo

Berdasarkan hasil proses isolasi dan purifikasi *actinomyces* yang diperoleh dari rhizosfer tanaman jagung, berhasil diidentifikasi tujuh jenis isolat *actinomyces* murni (Gambar 1). Setiap isolat diberi kode berdasarkan lokasi pengambilan sampel dan warna koloni yang ditemukan, dengan kode RFZm-P (Rhizosfer *Zea mays* Pahu) yang diikuti oleh singkatan warna, yaitu RFZm-Pg (*gray*), RFZm-Plg (*light gray*), RFZm-Pw (*white*), RFZm-Pb (*black*), RFZm-Pr (*red*), RFZm-Py (*yellow*), dan RFZm-Po (*orange*).

*Actinomyces* yang berhasil dipurifikasi dari rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo menunjukkan keragaman yang signifikan berdasarkan lokasi pengambilan sampel (Tabel 1). Isolat dengan kode RFZm-Pw dan RFZm-Po ditemukan pada rhizosfer tanaman jagung di Lokasi A. Selanjutnya, isolat dengan kode RFZm-Pg, RFZm-Plg, dan RFZm-Pb teridentifikasi pada rhizosfer tanaman jagung di Lokasi B. Sementara itu, isolat RFZm-Pr dan RFZm-Py ditemukan pada rhizosfer tanaman jagung di Lokasi C. Keberagaman ini menunjukkan adanya perbedaan komposisi *actinomyces* yang dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan di masing-masing lokasi.



**Gambar 1.** Morfologi Isolat *actinomycetes* dari rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo

**Tabel 1.** Isolat *Actinomycetes* pada Rhizosfer Tanaman Jagung di Gorontalo



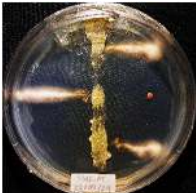


Titik Lokasi Sampling	Jenis Sampel	Kode Isolat	<i>Actinomycetes</i>	
			+	-
Titik A	Akar dan Tanah	RFZm-Pw	✓	
	Akar dan Tanah	RFZm-Po		✓
	Akar dan Tanah	RFZm-Pg	✓	
Titik B	Akar dan Tanah	RFZm-Plg	✓	
	Akar dan Tanah	RFZm-Pb	✓	
Titik C	Akar dan Tanah	RFZm-Pr		✓
	Akar dan Tanah	RFZm-Py		✓




### 3.1.3 Kemampuan Antagonistik isolat *Actinomycetes* dari Rhizosfer Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Kapang Patogen

Kemampuan antagonistik *actinomycetes* terhadap pertumbuhan kapang patogen *Fusarium oxysporum* dapat dikelompokkan berdasarkan persentase yang menunjukkan kemampuan tingkat daya hambatnya. Menurut Živković *et al.* (2010), kategori kemampuan daya hambat tersebut dibagi menjadi empat kelompok: kategori rendah dengan persentase daya hambat antara 1%–25%, kategori sedang 26%–50%, kategori tinggi 51%–75%, dan kategori sangat tinggi antara 76%–100%. Pengelompokan ini memberikan gambaran yang jelas tentang sejauh mana suatu sampel mampu menghambat pertumbuhan mikroba atau organisme lain yang diuji. Berdasarkan hasil uji kemampuan antagonistik isolat *actinomycetes* dengan kapang patogen *Fusarium oxysporum*, beberapa isolat *actinomycetes* menunjukkan kemampuan signifikan dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen dengan tingkat efektivitas yang bervariasi. Isolat dengan kode RFZm-Pg, RFZm-Pb, dan RFZm-Plg memiliki persentase daya hambat masing-masing sebesar 88,93%, 88,18%, dan 84,89%, yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Selanjutnya, isolat dengan kode RFZm-Pw juga menunjukkan aktivitas

penghambatan yang signifikan, dengan persentase daya hambat sebesar 66,38%, yang dikategorikan dalam daya hambat tinggi. Aktivitas ini mencerminkan efektivitas yang cukup kuat, meskipun tidak setinggi isolat sebelumnya. Sementara itu, pada isolat *actinomycetes* kode RFZm-Po, RFZm-Py, dan RFZm-Pr tidak menunjukkan adanya daya hambat terhadap kapang patogen. Variasi daya hambat ini mencerminkan diversitas kemampuan metabolisme dan aktivitas antimikroba di antara tujuh isolat *actinomycetes* yang diuji (Tabel 2).

**Tabel 2.** Uji Kemampuan Antagonistik *actinomycetes* terhadap kapang *Fusarium oxysporum*

Isolat Uji	Gambar	Rata-rata Daya Hambat (mm)	Persentase Daya Hambat (%)	Kategori Kemampuan Daya Hambat
Kontrol		26,47	0	-
RFZm-Pg		2,93	88,93	Sangat Tinggi
RFZm-Plg		4,00	84,89	Sangat Tinggi
RFZm-Pw		8,90	66,38	Tinggi
RFZm-Pb		3,13	88,18	Sangat Tinggi

Isolat Uji	Gambar	Rata-rata Daya Hambat (mm)	Persentase Daya Hambat (%)	Kategori Kemampuan Daya Hambat
RFZm-Po		0	0	Tidak Terbentuk Daya Hambat
RFZm-Py		0	0	Tidak Terbentuk Daya Hambat
RFZm-Pr		0	0	Tidak Terbentuk Daya Hambat

### 3.2 Pembahasan

*Actinomycetes* merupakan mikroba bakteri yang membentuk spora berfilamen seperti miselium yang mirip dengan anggota jamur, tetapi memiliki perbedaan morfologi yang cukup besar terutama dalam pembentukan genom dan klasifikasi ordonya (Dede *et al.*, 2020). Sebagian besar *actinomycetes* memiliki keragaman yang luas dan dapat ditemukan hidup secara bebas di berbagai habitat tanah, terutama di wilayah rhizosfer (Oyedoh *et al.*, 2023). Pada penelitian ini, sebanyak tujuh isolat *actinomycetes* asal rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo telah berhasil diisolasi dan dipurifikasi. Ketujuh isolat *actinomycetes* yang diperoleh meliputi: RFZm-Pg (*gray*), RFZm-Plg (*light gray*), RFZm-Pw (*white*), RFZm-Pb (*black*), RFZm-Pr (*red*), RFZm-Py (*yellow*), dan RFZm-Po (*orange*). Diversitas isolat *actinomycetes* yang berhasil diisolasi ini memberikan indikasi bahwa rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo merupakan habitat yang mendukung keberadaan berbagai jenis *actinomycetes*. Menurut Omotayo *et al.* (2021), melimpahnya *actinomycetes* di rhizosfer tanaman jagung dipengaruhi adanya interaksi tanaman yang melepaskan eksudat akar seperti asam amino, gula, asam karboksilat dan berbagai macam produksi metabolit sekunder. Aktivitas eksudat ini dimanfaatkan oleh *actinomycetes* sebagai sumber energi sebagai upaya keberlanjutan tanaman agar *actinomycetes* memproduksi berbagai zat pemacu pertumbuhan tanaman tersebut. Selain itu, laporan studi lain menyebutkan, bahwa interaksi *actinomycetes* pada tanaman jagung (melalui akar) mampu menghasilkan bioaktif antimikroba yang berpotensi sebagai agen antagonis terhadap kapang patogen (Vurukonda *et al.*, 2018). Menurut Vurukonda *et al.* (2018), di rhizosfer sebagian *actinomycetes* genera *Streptomyces* mampu memproduksi metabolit antimikroba serta memiliki sifat pemacu

pertumbuhan tanaman. Bahkan, lebih dari 60% senyawa bioaktif *actinomycetes* diketahui berefek sebagai antimikroba dan dimanfaatkan sebagai agen antagonistik mikroba patogen.

Berdasarkan hasil uji antagonistik *actinomycetes* terhadap isolat kapang patogen *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*, isolat *actinomycetes* dengan kode RFZm-Po, RFZm-Py, dan RFZm-Pr tidak menunjukkan kemampuan penghambatan terhadap kapang patogen. Ketiadaan daya hambat ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti tidak adanya senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh isolat tersebut, atau senyawa yang dihasilkan tidak memiliki aktivitas spesifik terhadap kapang patogen yang diuji. Sementara itu, isolat *actinomycetes* dengan kode RFZm-Pg, RFZm-Pb, dan RFZm-Plg menunjukkan kemampuan penghambatan terhadap kapang patogen *Fusarium oxysporum* dengan kategori sangat tinggi, dengan persentase masing-masing 88,93%, 88,18%, dan 84,89%. Selain itu, isolat *actinomycetes* RFZm-Pw juga menunjukkan kemampuan penghambatan yang signifikan dengan persentase daya hambat sebesar 66,38%, yang termasuk dalam kategori daya hambat tinggi. Meskipun tidak sekuat isolat RFZm-Pg, RFZm-Pb, dan RFZm-Plg.

Kemampuan ini mengindikasikan bahwa keempat isolat *actinomycetes* dengan kode isolat RFZm-Pg, RFZm-Pb, RFZm-Plg, dan RFZm-Pw mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang efektif dalam menghambat pertumbuhan kapang patogen. Menurut [Cabrera et al. \(2020\)](#), potensi ini didukung oleh produksi enzim litik yang dihasilkan *actinomycetes*, seperti kitinase,  $\beta$ -1,3-glukanase, dan protease. Selanjutnya, penemuan serupa dilaporkan [Boukaew et al. \(2016\)](#), bahwa enzim litik yang diproduksi *actinomycetes* berperan dalam merusak dinding sel kapang patogen dengan persentase 20% hingga 50–60%, yang pada akhirnya menyebabkan terganggunya integritas membran sel mikroba targetnya. Fenomena antagonis *actinomycetes* ini disebabkan oleh kemampuannya dalam memproduksi siderofor dan berbagai enzim, seperti selulase, kitinase,  $\beta$ -1,4-N-acetyl glucosamine, protease, dan  $\beta$ -1,3-glukanase. Senyawa enzim ini berperan dalam proses hidrolisis komponen sel kapang patogen, sehingga mampu merusak dan memecah dinding selnya ([Carmona-Hernandez et al., 2019](#)). [Wawrik et al \(2007\)](#), menyatakan bahwa produksi senyawa bioaktif antimikroba oleh *actinomycetes* dipengaruhi oleh aktivitas gen PKS dan NRPS, yang berperan dalam sintesis senyawa poliketida dan peptida non-ribosom sebagai senyawa bioaktif. Selain itu, [Riyanti dkk \(2012\)](#), mengidentifikasi isolat *actinomycetes* memiliki potensi terhadap sistem biosintesis senyawa poliketida dan peptida non-ribosom. Hasil identifikasi tersebut menemukan bahwa pada *actinomycetes*, kedua gen ini berkontribusi dalam proses biosintesis berbagai senyawa metabolit sekunder dalam menghasilkan bioaktif antimikroba.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rhizosfer tanaman jagung di Gorontalo merupakan habitat yang kaya akan keanekaragaman *actinomycetes*, yang memiliki potensi sebagai agen biokontrol terhadap kapang patogen. Sebanyak tujuh isolat *actinomycetes* berhasil diisolasi dan dipurifikasi, dengan empat isolat di antaranya (RFZm-Pg, RFZm-Pb, RFZm-Plg, dan RFZm-Pw) menunjukkan kemampuan antagonistik terhadap kapang patogen *Fusarium oxysporum*. Isolat RFZm-Pg, RFZm-Pb, dan RFZm-Plg memiliki daya hambat sangat tinggi, dengan persentase masing-masing 88,93%, 88,18%, dan 84,89%, sedangkan isolat RFZm-Pw memiliki daya hambat tinggi dengan persentase 66,38%. Namun, isolat RFZm-Po, RFZm-Py, dan RFZm-Pr tidak menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap kapang patogen, yang kemungkinan disebabkan oleh ketiadaan senyawa bioaktif yang relevan atau kurangnya

aktivitas spesifik terhadap kapang target. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi lebih jauh potensi metabolit sekunder dari *actinomycetes* yang telah diisolasi dan aplikasinya dalam pengendalian hayati.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R., Bayer, P. E., & Edwards, D. (2020). Climate change and the need for agricultural adaptation. *Current opinion in plant biology*, 56, 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.12.006>
- Ayed, A., Kalai-Grami, L., Ben Slimene, I., Chaouachi, M., Mankai, H., Karkouch, I., ... & Limam, F. (2021). Antifungal activity of volatile organic compounds from *Streptomyces* sp. strain S97 against *Botrytis cinerea*. *Biocontrol Science and Technology*, 31(12), 1330-1348. <https://doi.org/10.1080/09583157.2021.1947982>
- Boukaew, S., Petlamul, W., Suyotha, W., & Prasertsan, P. (2016). Simultaneous fermentative chitinase and  $\beta$ -1, 3 glucanase production from *Streptomyces philanthi* RM-1-1-38 and their antifungal activity against rice sheath blight disease. *BioTechnologia*, 97(4). <https://doi.org/10.5114/bta.2016.64544>
- Cabrera, R., García-López, H., Aguirre-von-Wobeser, E., Orozco-Avitia, J. A., & Gutiérrez-Saldaña, A. H. (2020). Amycolatopsis BX17: An actinobacterial strain isolated from soil of a traditional milpa agroecosystem with potential biocontrol against *Fusarium graminearum*. *Biological Control*, 147, 104285. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104285>
- Carmona-Hernandez, S., Reyes-Pérez, J. J., Chiquito-Contreras, R. G., Rincon-Enriquez, G., Cerdan-Cabrera, C. R., & Hernandez-Montiel, L. G. (2019). Biocontrol of postharvest fruit fungal diseases by bacterial antagonists: A review. *Agronomy*, 9(3), 121. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030121>
- Chebotar, V. K., Chizhevskaya, E. P., Andronov, E. E., Vorobyov, N. I., Keleinikova, O. V., Baganova, M. E., ... & Pishchik, V. N. (2023). Assessment of the rhizosphere bacterial community under maize growth using various agricultural technologies with biomodified mineral fertilizers. *Agronomy*, 13(7), 1855. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071855>
- Dede, A., Güven, K., & Şahin, N. (2020). Isolation, plant growth-promoting traits, antagonistic effects on clinical and plant pathogenic organisms and identification of actinomycetes from olive rhizosphere. *Microbial pathogenesis*, 143, 104134. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104134>
- Ji, L., Xu, X., Zhang, F., Si, H., Li, L., & Mao, G. (2023). The preliminary research on shifts in maize rhizosphere soil microbial communities and symbiotic networks under different fertilizer sources. *Agronomy*, 13(8), 2111. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082111>
- Lapolo, N., & Iqbal, M. (2019). Agroforestri untuk Perbaikan Kondisi Lingkungan di Ayumolingo, Gorontalo. *World Agroforesti*, 9.

- Meena, R. S., Kumar, S., Datta, R., Lal, R., Vijayakumar, V., Brtnicky, M., ... & Marfo, T. D. (2020). Impact of agrochemicals on soil microbiota and management: A review. *Land*, 9(2), 34. <https://doi.org/10.3390/land9020034>
- Nurul, W. 2012. *Kajian Aktinomisetes Sebagai Agens Hayati Untuk Pengendalian Sclerotium rolfsii dan Pembiakannya Pada Media Limbah Organik Padat*. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Omotayo, O. P., Igiehon, O. N., & Babalola, O. O. (2021). Metagenomic study of the community structure and functional potentials in maize rhizosphere microbiome: elucidation of mechanisms behind the improvement in plants under normal and stress conditions. *Sustainability*, 13(14), 8079. <https://doi.org/10.3390/su13148079>
- Oyedoh, O. P., Yang, W., Dhanasekaran, D., Santoyo, G., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2023). Rare rhizo-Actinomycetes: A new source of agroactive metabolites. *Biotechnology advances*, 108205. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108205>
- Pathalam, G., Rajendran, H. A. D., Appadurai, D. R., Gandhi, M. R., Michael, G. P., Savarimuthu, I., & Naif, A. A. D. (2017). Isolation and molecular characterization of actinomycetes with antimicrobial and mosquito larvicidal properties. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(2), 209-217. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2017.04.002>
- Retnowati, Y., Kandowangko, N. Y., Katili, A. S., & Pembengo, W. (2024). Diversity of actinomycetes on plant rhizosphere of karst ecosystem of Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(3). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250301>
- Retnowati, Y., Moeljopawiro, S., Djohan, T. S., & Soetarto, E. S. (2018). Antimicrobial activities of actinomycete isolates from rhizospheric soils in different mangrove forests of Torosiaje, Gorontalo, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(6), 2196-2203. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190627>
- Riyanti, R., Aziz, S., Sabdono, A., & Radjasa, O. K. (2012). Deteksi Gen Nrps Aktinomisetes Symbion Rumput Laut Dan Karang Lunak. In *Seminar Nasional "Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II"*. Jenderal Soedirman University.
- Tripathi, S., Srivastava, P., Devi, R. S., & Bhadouria, R. (2020). Influence of synthetic fertilizers and pesticides on soil health and soil microbiology. In *Agrochemicals detection, treatment and remediation* (pp. 25-54). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00002-7>
- Uba, B. O., Okoye, E. B., Anyaeji, O. J., & Ogbonnaya, O. C. (2019). Antagonistic potentials of actinomycetes isolated from coastal area of Niger Delta against *Citrus sinensis* (Sweet Orange) and *Lycopersicum esculentum* (Tomato) fungal pathogens. *Res. Rev. A J. Biotech*, 9, 4-15.
- Vurukonda, S. S. K. P., Giovanardi, D., & Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. *International journal of molecular sciences*, 19(4), 952. <https://doi.org/10.3390/ijms19040952>

- Wawrik, B., Kutliev, D., Abdivasievna, U. A., Kukor, J. J., Zylstra, G. J., & Kerkhof, L. (2007). Biogeography of actinomycete communities and type II polyketide synthase genes in soils collected in New Jersey and Central Asia. *Applied and environmental microbiology*, 73(9), 2982-2989. <https://doi.org/10.1128/AEM.02611-06>
- Widnyana, I. K. (2023). *Pengantar Ilmu Penyakit Tanaman*. Denpasar: Universitas Mahasaraswati Press.
- Xie, S., Jiang, L., Wu, Q., Wan, W., Gan, Y., Zhao, L., & Wen, J. (2022). Maize root exudates recruit *Bacillus amyloliquefaciens* OR2-30 to inhibit *Fusarium graminearum* infection. *Phytopathology*®, 112(9), 1886-1893. <https://doi.org/10.1094/PHTO-01-22-0028-R>
- Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Ž., Gavrilović, V., Popović, T., & Balaž, J. (2010). Screening of antagonistic activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of Biological Sciences*, 62(3), 611-623. <https://doi.org/10.2298/ABS1003611Z>