



**AKTIVITAS ANTIFUNGI ISOLAT AKTINOMISETES ARBORETUM
UNIVERSITAS RIAU TERHADAP
JAMUR *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* DAN *Ganoderma boninense*
ANTIFUNGAL ACTIVITY OF ACTINOMYCETES FROM ARBORETUM UNIVERSITY OF RIAU
AGAINST *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* AND *Ganoderma boninense***

Vista Queendy*, Rodesia Mustika Roza

*Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
Jl. Kampus Bina Widya Pekanbaru Riau, Indonesia
Corresponding author: vistaqueendy15@gmail.com

Naskah Diterima: 07 Agustus 2018; Direvisi: 01 November 2018; Disetujui: 28 Januari 2019

Abstrak

Rendahnya produktivitas lahan pertanian di Indonesia berkaitan dengan serangan penyakit tanaman, contohnya penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat dan busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense*. Penelitian sebelumnya telah berhasil mengisolasi aktinomisetes dari tanah Arboretum Universitas Riau, namun belum diketahui kemampuannya dalam menghambat jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. Penelitian ini bertujuan untuk menguji 32 isolat aktinomisetes terhadap jamur target dengan metode difusi agar. Aktinomisetes potensial yang terpilih, dilanjutkan untuk produksi senyawa antifungi dengan lama waktu fermentasi yang berbeda (4, 5, dan 6 hari) dan diuji dengan metode difusi kertas cakram. Hasil penelitian uji aktivitas antifungi dengan metode difusi agar menunjukkan 31 isolat aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan isolat A2.01 memiliki zona hambat tertinggi yaitu sebesar 36,10 mm. Sebanyak 28 isolat aktinomisetes mampu menghambat jamur *G. boninense* dan isolat D2.28 memiliki zona hambat tertinggi, yaitu sebesar 45,71 mm. Isolat aktinomisetes Arboretum Universitas Riau sebagian besar dapat menghambat pertumbuhan kedua jamur target dengan metode difusi agar, namun hasil uji senyawa antifungi isolat potensial dengan metode difusi kertas cakram belum mampu membentuk zona hambat. Isolat aktinomisetes potensial dapat diaplikasikan menggunakan kultur langsung secara *in vivo*.

Kata kunci: Aktinomisetes; Antifungi; *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*; *Ganoderma boninense*; Zona hambat

Abstract

The low productivity of agricultural land in Indonesia occurred because of plant diseases attack such as Wilt *Fusarium* in tomato plant and Basal Stem Rot disease in palm oil caused by *Ganoderma boninense*. Previous research had successfully isolated the actinomycetes from soil of Arboretum University of Riau. However, the antifungal potency of those isolates against *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* and *Ganoderma boninense* had not been known. This research aimed to screening 32 actinomycetes isolates against the fungal target by using agar diffusion method. The selected actinomycetes were continued to produce crude antifungal by different duration of fermentation (4, 5 and 6 days) using disc diffusion method. The result of the antifungal activity using agar diffusion method showed that there were 31 isolates that able to inhibit the *F. oxysporum* f. sp *lycopersici* and isolate A2.01 showed the highest inhibition zone by 36.10 mm. There were 28 isolates that able to inhibit the *G. boninense* and isolate D2.28 showed the highest inhibition zone by 45.71 mm. Almost all of the isolate was able to inhibit both of two fungals targets with diffusion agar method, but the crude antifungal compound of the potential isolate by disc diffusion method could not inhibit both of the fungal targets. The potential actinomycetes isolate was suggested to be applied as a culture directly *in vivo*.

Keywords: Actinomycetes; Antifungal; *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*; *Ganoderma boninense*; Inhibition zone

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v12i1.8793>

PENDAHULUAN

Aktinomisetes adalah bakteri Gram positif yang bersifat aerob. Bakteri ini memiliki morfologi yang mirip dengan fungi, yaitu memiliki miselium (Dilip *et al.*, 2013). Populasi aktinomisetes merupakan salah satu kelompok yang paling besar dalam populasi mikroorganisme tanah, dan dari berbagai jenis tanah (Vimal *et al.*, 2009). Aktinomisetes adalah penghasil yang baik dari produk bioteknologi, seperti antibiotik, enzim industri dan senyawa bioaktif lainnya. Sekitar 23.000 metabolit sekunder bioaktif yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang telah dilaporkan saat ini lebih dari 10.000 senyawa diproduksi oleh aktinomisetes. Metabolit sekunder yang dihasilkan dari kelas *Actinobacteria* ini merupakan hal yang menarik, karena aktivitas biologi yang beragam seperti antibakteri, antifungi, antioksidan, antitumor dan antivirus (Berdy, 2005).

Saat ini tanaman budidaya pertanian sering terkena penyakit tanaman. Penyakit dapat terjadi, bila ada interaksi antara tanaman, lingkungan serta patogen. Tanaman yang rentan apabila terinfeksi oleh patogen yang virulen, serta didukung oleh keadaan lingkungan yang lebih menguntungkan patogen, maka akan terjadi penyakit (Nurhayati, 2011). Salah satu mikroorganisme patogen adalah jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* yang menyerang tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*). Jamur ini menyebabkan penyakit layu *Fusarium* (Setiawati *et al.*, 2001). Mikroorganisme patogen lainnya yaitu jamur *Ganoderma boninense* yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Penyakit ini menyebabkan berkurangnya hasil panen secara drastis pada perkebunan kelapa sawit dan menyebabkan kematian kelapa sawit hingga 80% atau lebih dari populasi kelapa sawit (Susanto, 2011).

Pengendalian penyakit pada tanaman masih sering menggunakan senyawa kimia (pestisida atau fungisida). Penggunaan senyawa dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (baik petani maupun konsumen) dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan pengendalian penyakit tanaman secara bio-

logis, sehingga tidak membahayakan organisme hidup dan ekosistem (Afriyanto, 2008).

Penggunaan mikroorganisme sebagai pengendali hayati penyakit tanaman memiliki prospek yang sangat baik di masa yang akan datang. Hal ini dikarenakan mikroorganisme selain mudah dibiakkan dan diperbanyak juga dapat diperoleh di areal pertanian itu sendiri. Selain itu penggunaan agensia pengendali hayati dalam mengendalikan mikroorganisme patogen tanaman semakin berkembang karena cara ini lebih unggul dibanding pengendalian berbasis pestisida. Beberapa keunggulan tersebut yaitu penggunaannya aman bagi manusia dan musuh alami, dapat mencegah timbulnya ledakan mikroorganisme patogen sekunder, produk tanaman yang dihasilkan bebas dari residu pestisida, mudah didapat karena ada di sekitar pertanaman sehingga dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap pestisida sintesis, menghemat biaya produksi serta ramah terhadap lingkungan (Nurhayati, 2011).

Penelitian Umayah (2017), yang mengisolasi aktinomisetes dari rhizosfer tanaman jagung mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dengan senyawa bioaktif antifungi yang dihasilkannya. Penelitian Sari *et al.* (2012), menunjukkan bahwa isolat *Streptomyces* sp. dapat menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, sehingga dapat berperan sebagai biofungisida. Penelitian Anitha dan Rabeeth (2009), bioformulasi *Streptomyces griseus* dapat mengontrol penyakit layu *Fusarium* pada tanaman tomat dalam kondisi rumah kaca.

Penelitian Martin *et al.* (2015), menunjukkan isolat aktinomisetes lokal dari tanah gambut Rimbo Panjang Kampar, Riau selain memiliki aktivitas selulolitik dan lignolitik juga dapat menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense*. Penelitian Muzaimah *et al.* (2015), isolat aktinomisetes yang diisolasi dari rhizosfer tanaman kelapa sawit dapat menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* yang menyebabkan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit.

Tanah hutan Arboretum Universitas Riau masih kurang tereksplorasi. Penelitian Rahayu *et al.* (2016) telah diisolasi aktinomisetes dari Arboretum Universitas

Riau sebanyak 32 isolat, yang memiliki aktivitas biologis sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* sebanyak 17 isolat, serta sebagai antifungi terhadap *Colletotrichum capsici* sebanyak 13 isolat. Namun pengujian isolat ini terhadap jamur patogen *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *G. boninense* belum ada informasinya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antifungi dari isolat aktinomisetes Arboretum Universitas Riau terhadap jamur patogen (*F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *G. boninense*). Isolat aktinomisetes yang potensial dapat menjadi kandidat sebagai agen biokontrol dalam pertanian dan perkebunan. Isolat potensial tersebut dapat diproduksi senyawa antifunginya dengan metode fermentasi dengan lama waktu fermentasi yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk menentukan waktu yang optimal dalam fermentasi isolat potensial tersebut untuk menghasilkan senyawa antifungi.

MATERIAL DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah 32 isolat aktinomisetes Arboretum Universitas Riau dan jamur target (*Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*, *Ganoderma boninense*) koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Riau. Penelitian ini melakukan empat tahapan yaitu pertama, peremajaan isolat aktinomisetes dan jamur target. Kedua, skrining uji antifungi dari isolat aktinomisetes terhadap jamur target dengan metode *plug agar*. Ketiga, produksi senyawa metabolit sekunder dari isolat aktinomisetes potensial secara fermentasi dengan lama waktu yang berbeda. Keempat, uji senyawa metabolit sekunder terhadap jamur target dengan metode difusi kertas cakram.

Pembuatan Media

Medium *Starch Casein Agar* (SCA) & *Starch Casein Broth* (SCB)

Medium SCA terdiri dari: 10 g pati; 2 g KNO₃; 2 g NaCl; 2 g K₂HPO₄; 0,05 g MgSO₄.7H₂O; 0,02 g CaCO₃; 0,01 g FeSO₄.7H₂O; agar 15 g (tidak memakai agar

bila membuat medium SCB). Bahan-bahan tersebut dilarutkan dalam erlenmeyer dengan 750 mL akuades, lalu dipanaskan hingga homogen di atas *hot plate*. Selanjutnya disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C dan tekanan 15 psi selama 15 menit. Sebanyak 0,3 g kasein dilarutkan dalam 250 mL akuades, kemudian dipanaskan menggunakan *waterbath* pada suhu 70 °C selama 15 menit. Medium yang diautoklaf sebelumnya dicampurkan dengan 250 mL larutan kasein sehingga diperoleh medium *Starch Casein Agar* sebanyak 1000 mL (Prapagdee *et al.*, 2008).

Peremajaan Aktinomisetes dan Jamur Target

Peremajaan 32 aktinomisetes Arboretum Universitas Riau dengan cara menginokulasikan dalam medium miring SCA. Peremajaan jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *G. boninense* dilakukan dengan diinokulasikan miselium/spora dalam medium PDA, kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang (Martin *et al.*, 2015).

Perhitungan Populasi Jamur Target

Perhitungan jumlah koloni jamur target menggunakan metode *Plate Count* pada medium PDA. Biakan murni jamur yang telah tumbuh pada agar miring diambil 2 ose dan diinokulasikan pada 50 mL medium PDB, kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang (Amaria *et al.*, 2015). Sebanyak 1 mL inokulum jamur target pada kultur cair dimasukkan ke dalam 9 mL akuades steril, dilakukan pengenceran bertingkat 10⁻¹ hingga 10⁻⁴, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex*.

Suspensi inokulum jamur diambil sebanyak 0,1 mL dari pengenceran 10⁻⁴, lalu diinokulasi secara *spread plate* dalam medium PDA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 5 hari kemudian dihitung jumlah koloni jamur yang tumbuh (Wirawan *et al.*, 2014). Sehingga didapatkan jumlah inokulum jamur target sebanyak 10⁶ CFU/mL dengan menggunakan rumus (Harley & Prescott, 1993):

$$\text{Jumlah Populasi Koloni} = \text{Jumlah koloni (cawan petri)} \times \frac{1}{\text{faktor Pengenceran}}$$

Skrining Aktivitas Antifungi

Uji aktivitas antifungi dengan metode difusi agar (*Plug Agar*). Jamur target yang telah dipersiapkan sebelumnya diinokulasikan sebanyak 1 ml secara *pour plate* dalam medium *Potato Dextrose Agar*. Kultur aktinomisetes yang telah berumur 5 hari dipotong menggunakan pangkal *blue tip* dengan diameter 7 mm. Potongan agar tersebut lalu ditempatkan pada cawan petri yang sudah diinokulasikan jamur target sebelumnya, setelah itu diinkubasi selama 5 hari. Aktivitas antifungi ditandai dengan pembentukan zona hambat, dan diukur menggunakan jangka sorong (Martin *et al.*, 2015). Kontrol negatif sebagai pembanding menggunakan potongan medium SCA, kemudian ditempatkan pada cawan petri yang sudah diinokulasikan jamur target sebelumnya. Hasil positif dari uji ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat. Kriteria zona hambat terbagi 2, yaitu fungistatik dan fungisidal. Fungistatik adalah cara kerja senyawa antifungi yang dapat menghambat pertumbuhan jamur tanpa mematakannya, ditandai dengan zona hambat yang keruh. Sedangkan fungisidal adalah cara kerja suatu senyawa antifungi yang dapat membunuh jamur target, ditandai dengan zona hambat yang bening (zona bening) (Mutschler, 1999). Isolat aktinomisetes yang memiliki aktivitas antifungi, ditandai zona bening dengan zona terbesar terpilih sebagai isolat yang potensial, selanjutnya isolat tersebut dilakukan produksi metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antifungi.

Produksi Metabolit Sekunder yang Berpotensi sebagai Antifungi

Produksi senyawa metabolit sekunder dipilih dari dua isolat aktinomisetes yang menunjukkan zona bening tertinggi dari hasil uji (skrining aktivitas antifungi). Isolat aktinomisetes yang terpilih dibuat kultur *starter*, dengan cara diinokulasikan dua *plug* isolat aktinomisetes pada 50 mL medium *Starch Casein Broth*, kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang diatas *shaker orbital* dengan kecepatan 150 rpm (Sulistiyani & Akbar, 2013). Kultur Isolat tersebut selanjutnya diinokulasikan sebanyak 5 mL atau 10% dari kultur *starter* ke dalam 50 mL

medium *Starch Casein Broth*, selanjutnya diinkubasi pada *shaker orbital* masing-masing selama 4, 5 dan 6 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang. Setelah tumbuh, kultur aktinomisetes disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit (Alimuddin *et al.*, 2011). Supernatan selanjutnya digunakan untuk uji aktivitas antifungi dengan metode difusi kertas cakram.

Uji Aktivitas Metabolit Sekunder yang Berpotensi sebagai Antifungi

Uji aktivitasnya dengan metode difusi kertas cakram. Kertas cakram berdiameter 5,7 mm diteteskan 50 μ L supernatan, kemudian dibiarkan selama 20 menit. Kertas cakram tersebut di tempatkan pada cawan petri yang sudah diinokulasikan jamur target secara *pour plate* sebanyak 1 mL dalam 15 mL medium *Potato Dextrose Agar*. Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur zona hambat yang terbentuk dengan jangka sorong (Kumalasari *et al.*, 2012).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif berdasarkan pengamatan zona hambat yang terbentuk dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Isolat dikelompokkan ke dalam kategori aktivitas tinggi, sedang dan rendah berdasarkan uji nilai tengah dari zona hambat yang terbentuk (Sudjana, 2002). Perhitungan persentase kategori aktivitas diperoleh dari jumlah isolat per-kategori aktivitas dibagi dengan total isolat yang mampu menghambat jamur target tersebut kemudian dikali 100%.

HASIL

Skrining Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes

Rata-rata zona hambat yang dihasilkan dari 32 isolat aktinomisetes terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* berkisar antara 11,21–36,10 mm. Pengelompokan kategori zona hambat dalam tiga kategori aktivitas antifungi berdasarkan hasil uji nilai tengah dari rata-rata zona hambat. Kategori tinggi (>27,10 mm), sedang (22,06–27,10 mm), dan rendah (<22,06 mm). Rata-rata zona hambat yang dihasilkan terhadap *G. boninense* berkisar antara 11,27–45,71 mm.

Pengkategorian zona hambat dalam tiga kategori. Kategori tinggi (>26,13 mm), sedang (15,05–26,13 mm), dan rendah

(<15,05 mm). Hasil pengukuran zona hambat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Zona hambat dan kategori aktivitas aktinomisetes berdasarkan uji nilai tengah terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense* dengan metode potongan agar

Kode isolat	Rata-rata diameter zona hambat terhadap <i>F. oxysporum</i> f.sp <i>lycopersici</i> (mm)	Kategori	Rata-rata diameter zona hambat terhadap <i>G. boninense</i> (mm)	Kategori
A2.01	36,10±0,74	Tinggi	12,62±0,75	Rendah
B3.14	35,43±1,17	Tinggi	29,53±3,13	Tinggi
B1.02	32,76±1,25	Tinggi	26,29±3,30	Tinggi
D2.33	32,18±5,82	Tinggi	20,19±1,09	Sedang
C1.15	30,68±2,68	Tinggi	17,65±2,62	Sedang
B3.13	29,83±1,61	Tinggi	25,25±2,15	Sedang
B1.07	27,93±2,66	Tinggi	15,09±2,53	Sedang
D2.31	27,88±1,56	Tinggi	29,08±0,31	Tinggi
C2.27	27,91±0,25	Tinggi	18,88±3,40	Sedang
B2.09	27,00±1,98	Sedang	29,21±0,60	Tinggi
C2.24	26,78±2,96	Sedang	24,00±0,84	Sedang
C1.16	25,55±3,56	Sedang	-	-
C2.23	24,96±1,13	Sedang	13,08±0,83	Rendah
C2.22	24,86±2,62	Sedang	11,50±1,11	Rendah
C2.26	23,70±1,94	Sedang	-	-
D2.28	23,53±2,46	Sedang	45,71±1,31	Tinggi
B2.08	23,48±3,18	Sedang	21,76±5,74	Sedang
D2.30	21,92±1,31	Rendah	25,80±3,19	Sedang
B2.12	21,88±0,75	Rendah	15,56±1,04	Sedang
C2.20	21,37±1,95	Rendah	13,38±1,36	Rendah
C2.18	20,88±0,31	Rendah	25,98±0,87	Sedang
D2.32	20,86±0,54	Rendah	18,23±1,63	Sedang
D2.29	19,33±1,31	Rendah	11,82±1,06	Rendah
B2.11	19,12±2,01	Rendah	-	-
B2.10	18,43±0,42	Rendah	14,63±1,53	Rendah
C2.25	17,89±4,72	Rendah	16,19±1,21	Sedang
B1.06	17,42±1,70	Rendah	16,24±0,10	Sedang
C2.17	17,31±1,53	Rendah	19,58±1,54	Sedang
B1.05	15,40±2,96	Rendah	19,38±0,80	Sedang
C2.21	15,39±0,93	Rendah	30,86±2,18	Tinggi
C2.19	11,21±1,50	Rendah	11,27±0,53	Rendah
B1.04	-	-	-	-

Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat pada Tabel 1, maka diperoleh kategori aktivitas antifungi aktinomisetes dari rata-rata diameter zona hambat. Uji antifungi terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* terdapat satu isolat aktinomisetes yang tidak memiliki zona hambat, yaitu isolat B1.04. Uji antifungi terhadap *G. boninense* terdapat empat isolat aktinomisetes yang tidak memiliki zona

hambat, yaitu isolat B1.04, B2.11, C1.16 dan C2.26. Isolat B1.04 tidak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan kedua jamur target.

Sebanyak 32 isolat aktinomisetes Arboretum Universitas Riau berhasil diremajakan kembali untuk uji aktivitas antifungi terhadap jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *G. boninense*. Dua spesies

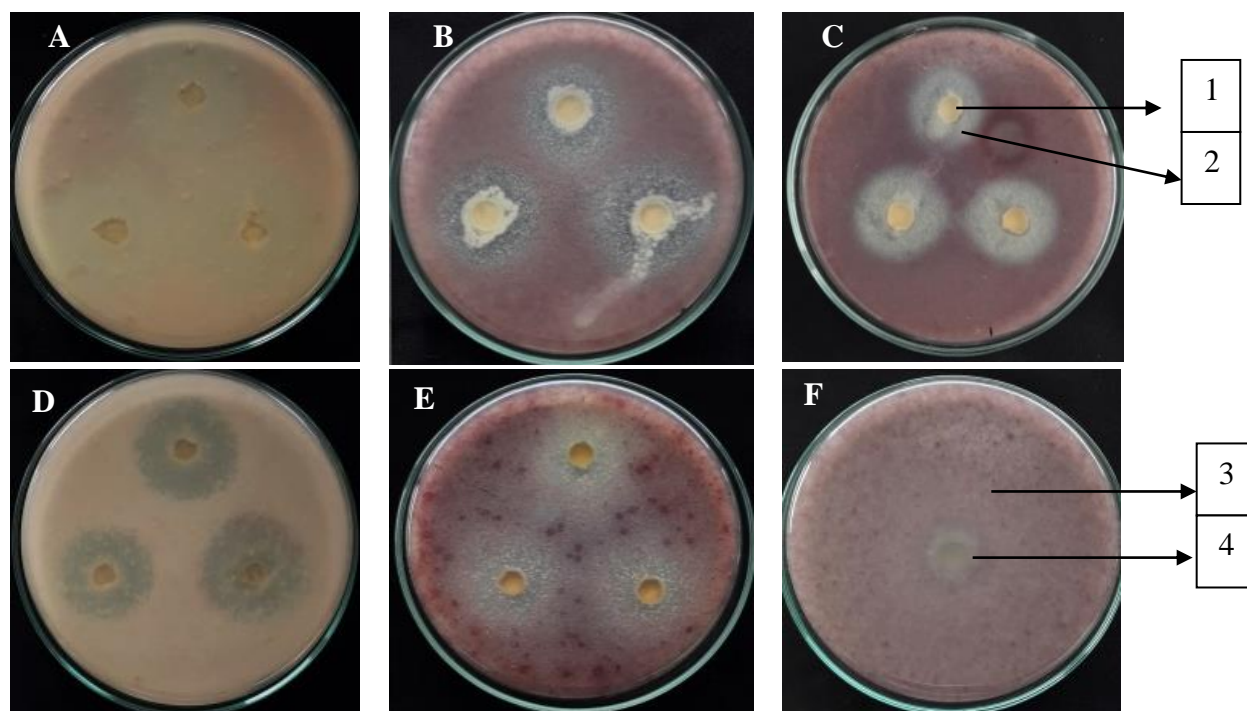
jamur target ini adalah koleksi dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Riau, yang telah berhasil diremajakan kembali. Total populasi koloni dari jamur target yang digunakan untuk uji aktivitas antifungi aktinomisetes yaitu $1,65 \times 10^6$ CFU/mL untuk jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan $1,30 \times 10^6$ CFU/mL untuk jamur *G. boninense*.

Isolat aktinomisetes yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil isolasi

dari tanah hutan Arboretum Universitas Riau. Tanah diketahui sebagai habitat paling umum dari mikroorganisme aktinomisetes. Skrining aktivitas antifungi menggunakan metode *plug agar* (potongan agar). Metode ini adalah metode sederhana untuk mengamati ada atau tidaknya pertumbuhan jamur. Selain cepat, metode ini tidak perlu dilakukan fermentasi pada antifungi yang akan diujikan. Persentase kategori aktivitas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase kategori aktivitas aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *Ganoderma boninense* berdasarkan uji nilai tengah

Kategori aktivitas	<i>F. oxysporum</i> f.sp <i>lycopersici</i> (%)	<i>G. boninense</i> (%)
Tinggi	29,03	21,42
Sedang	25,80	53,57
Rendah	45,16	25



Gambar 1. Uji aktivitas antifungi isolat aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* inkubasi 5 hari dalam medium PDA. (A) isolat A2.01, (B) isolat C1.15, (C) isolat B1.07, (D) isolat D2.31, (E) isolat C2.21, (F) kontrol negatif. (1) potongan agar isolat aktinomisetes, (2) zona hambat, (3) pertumbuhan jamur target, (4) potongan agar

Hasil Uji Aktivitas Antifungi Aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*

Sebanyak 31 isolat aktinomisetes memiliki zona hambat yang berbeda. Zona hambat ini dikategorikan dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang dan rendah. Kisaran zona hambat pada aktivitas tinggi, yaitu 27,91–

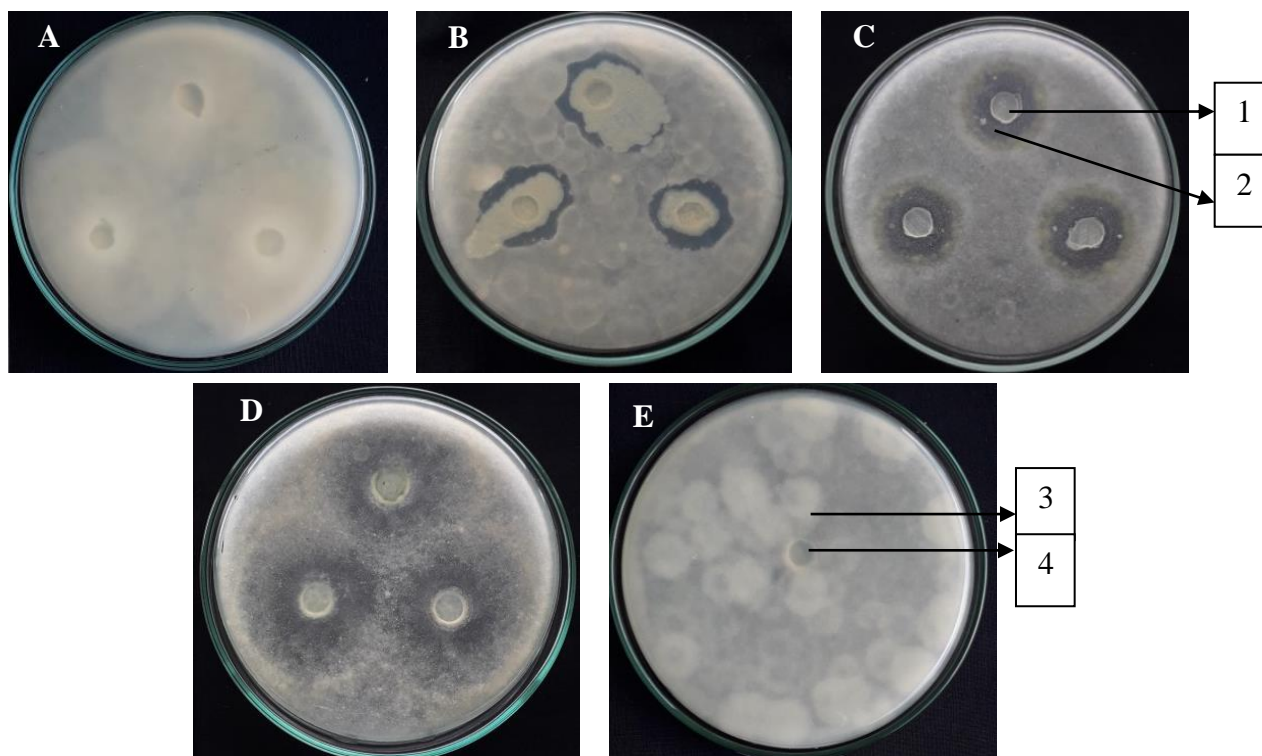
36,10 mm, aktivitas sedang antara 23,48–27 mm dan aktivitas rendah antara 11,21–21,92 mm. Secara keseluruhan terdapat empat isolat aktinomisetes yang mampu membentuk zona bening, yaitu C1.15, B1.07, D2.31 dan C2.21. Selebihnya menghasilkan zona hambat yang keruh. Hasil uji aktivitas antifungi

aktinomisetes terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* disajikan pada Gambar 1.

Hasil Uji Aktivitas Antifungi Aktinomisetes terhadap *Ganoderma boninense*

Sebanyak 28 isolat aktinomisetes menghasilkan zona hambat yang berbeda. Kisaran zona hambat pada aktivitas tinggi yaitu 26,29–45,71 mm, aktivitas sedang antara 15,09–25,98 mm dan aktivitas rendah

antara 11,27–14,63 mm. Tiga isolat aktinomisetes mampu membentuk zona bening yaitu B1.02, C2.24 dan B3.14, namun isolat B3.14 tidak seluruhnya menghasilkan zona bening, masih terdapat pertumbuhan jamur target disekitaran zona bening tersebut. Selebihnya isolat aktinomisetes menghasilkan zona hambat yang keruh. Hasil uji aktivitas antifungi aktinomisetes terhadap *G. boninense* disajikan pada Gambar 2.



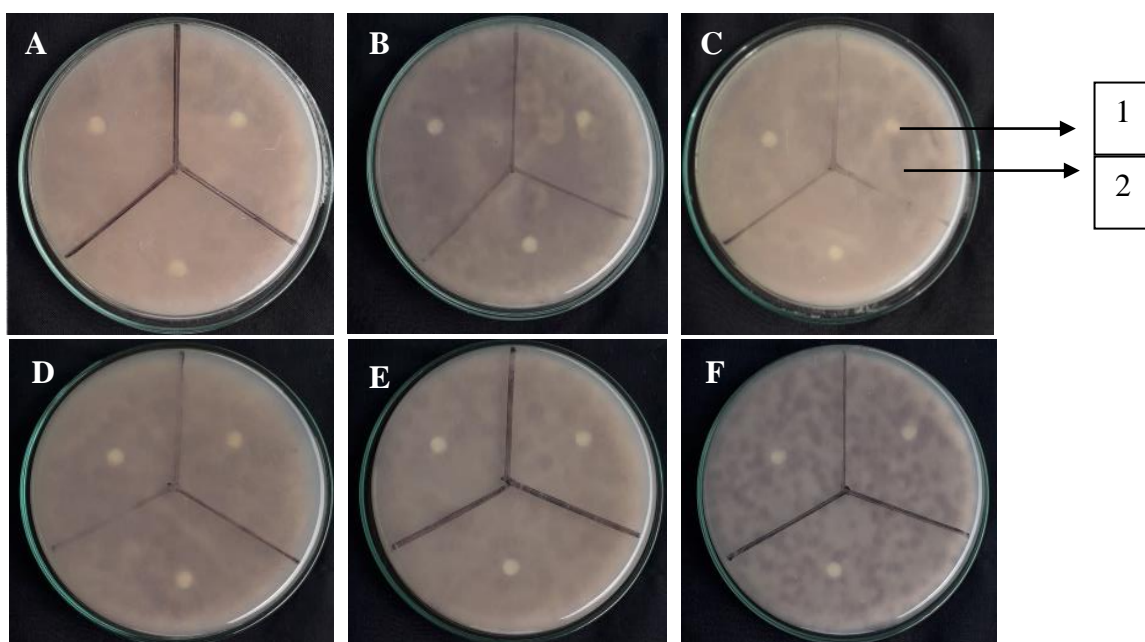
Gambar 2. Uji aktivitas antifungi isolat aktinomisetes terhadap jamur *Ganoderma boninense* inkubasi 5 hari dalam medium PDA. (A) isolat D2.28, (B) isolat B1.02, (C) isolat C2.24, (D) isolat B3.14, (E) kontrol negatif. (1) potongan agar isolat aktinomisetes, (2) zona hambat, (3) pertumbuhan jamur target, (4) potongan agar

Hasil Uji Aktivitas Senyawa Metabolit Sekunder yang Berpotensi sebagai Antifungi dari Aktinomisetes Potensial terhadap Jamur Target

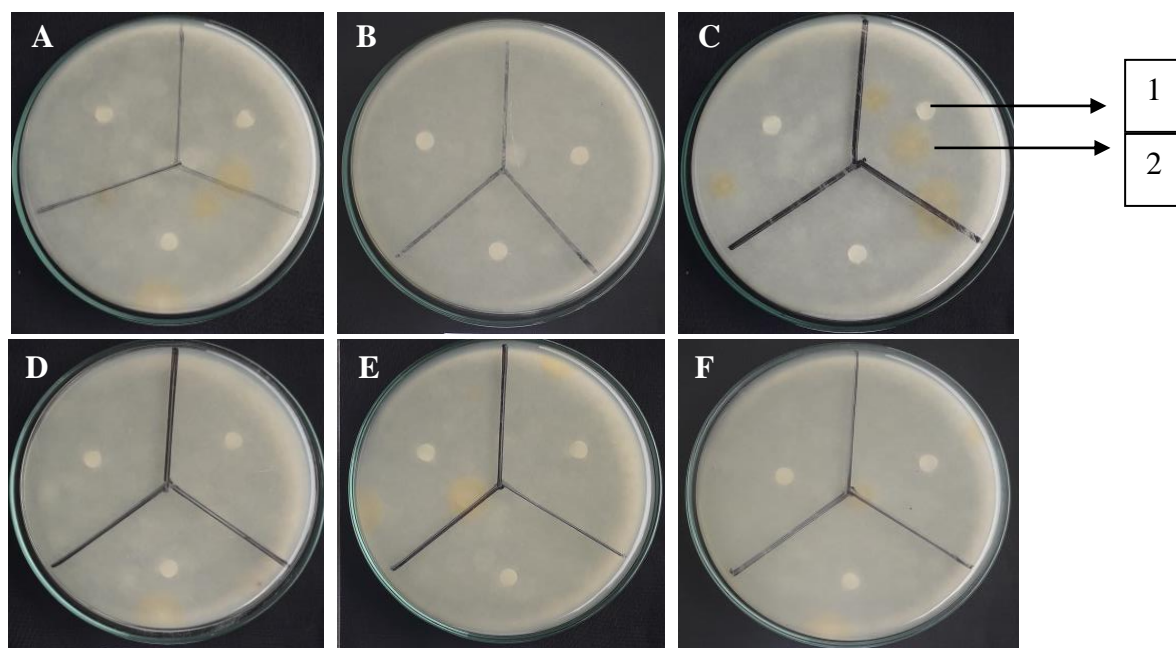
Produksi metabolit sekunder dari isolat aktinomisetes terpilih dilakukan dengan metode fermentasi. Isolat C1.15 dan B1.07 potensial terhadap jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*, isolat B1.02 dan C2.24 potensial terhadap jamur *G. boninense* diinokulasi dalam medium *Starch Casein Broth* untuk pembuatan kultur *starter*. Pembuatan kultur *starter* bertujuan untuk menyiapkan sel-sel aktinomisetes aktif dalam proses fermentasi.

Isolat tersebut diinkubasi dengan lama waktu berbeda yaitu 4, 5, dan 6 hari.

Hasil uji aktivitas antifungi dari metabolit sekunder ini menunjukkan tidak adanya zona hambat yang terbentuk terhadap kedua jamur target. Hal ini menunjukkan metabolit sekunder yang diperoleh dari proses fermentasi belum mampu menghambat pertumbuhan jamur target. Diduga kandungan senyawa antifungi belum maksimal dalam metabolit sekunder yang diperoleh. Hasil uji aktivitas antifungi dari metabolit sekunder terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* disajikan pada Gambar 3 dan terhadap *G. boninense* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Uji aktivitas senyawa antifungi kasar aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* inkubasi 5 hari dalam medium PDA. (A) isolat C1.15 (4 hari), (B) isolat C1.15 (5 hari), (C) isolat C1.15 (6 hari), (D) isolat B1.07 (4 hari), (E) isolat B1.07 (5 hari), (F) isolat B1.07 (6 hari). (1) kertas cakram, (2) pertumbuhan jamur target



Gambar 4. Uji aktivitas senyawa antifungi kasar aktinomisetes terhadap *Ganoderma boninense* inkubasi 5 hari dalam medium PDA. (A) isolat B1.02 (4 hari), (B) isolat B1.02 (5 hari), (C) isolat B1.02 (6 hari), (D) isolat C2.24 (4 hari), (e) isolat C2.24 (5 hari), (f) isolat C2.24 (6 hari). (1) kertas cakram, (2) pertumbuhan jamur target

PEMBAHASAN

Penghitungan Total Populasi Jamur Target dan Skrining Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes

Hasil skrining 32 isolat aktinomisetes terhadap jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan *G. boninense* menunjukkan adanya zona

hambat yang terbentuk. Sebanyak 31 isolat aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan sebanyak 28 isolat aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense*. Persentase dari kategori aktivitas antifungi aktinomisetes

terhadap kedua jamur target, menunjukkan bahwa terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* kategori aktivitas yang rendah memiliki persentase tertinggi dibandingkan dengan kategori aktivitas lainnya. Berbeda terhadap *G. boninense* kategori aktivitas yang sedang, memiliki persentase tertinggi dibandingkan dengan kategori aktivitas lainnya.

Berdasarkan Tabel 1, uji antifungi terhadap *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* terdapat satu isolat aktinomisetes yang tidak memiliki zona hambat yaitu isolat B1.04. Uji antifungi terhadap *G. boninense* terdapat empat isolat aktinomisetes yang tidak memiliki zona hambat, yaitu isolat B1.04, B2.11, C1.16 dan C2.26. Isolat B1.04 tidak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan kedua jamur target. Hal ini diduga isolat tersebut tidak menghasilkan senyawa metabolit sekunder atau antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan kedua jamur target (Uno *et al.*, 2012). Kemampuan suatu mikroorganisme dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder khususnya dipengaruhi oleh kemampuan fisiologi masing-masing jenis mikroorganisme. Hal lain yang juga memengaruhi yaitu umur isolat yang digunakan dan lama waktu inkubasinya.

Hasil zona hambat terhadap kedua jamur target, terdapat tiga isolat aktinomisetes yang hanya mampu menghambat jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*, yaitu isolat B2.11, C1.16 dan C2.26. Isolat tersebut tidak menghasilkan zona hambat terhadap jamur *G. boninense*. Hal ini diduga, karena perbedaan morfologi dari kedua jamur target tersebut, dimana jamur *G. boninense* memiliki pertumbuhan hifa yang lebih cepat dan banyak daripada jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*. Hal lain yaitu perbedaan jenis antimikroba yang dihasilkan masing-masing isolat.

Berdasarkan Tabel 2, persentase dari kategori aktivitas antifungi aktinomisetes kedua jamur target, menunjukkan bahwa *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* kategori aktivitas yang rendah memiliki persentase tertinggi, dibandingkan dengan kategori aktivitas lainnya. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rizk *et al.* (2007), menguji 29 isolat aktinomisetes yang diisolasi dari tanah di Mesir terhadap jamur *F. oxysporum*, sebanyak

15 isolat diantaranya menghambat jamur target dengan kategori aktivitas rendah/lemah (persentase tertinggi). Berbeda *G. boninense* kategori aktivitas sedang memiliki persentase tertinggi, dibandingkan dengan kategori aktivitas lainnya. Hasil ini sesuai dengan penelitian Roza *et al.* (2011) memperoleh 11 isolat aktinomisetes isolasi dari tanah gambur Cagar Giam-Siak kecil mampu menghambat jamur *G. boninense*, sebanyak 8 isolat diantaranya menghambat jamur target dengan kategori aktivitas sedang (persentase tertinggi).

Skrining Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*

Kategori tinggi dalam aktivitas antifungi dimiliki oleh sembilan isolat aktinomisetes, yaitu A2.01, B3.14, B1.02, D2.33, C1.15, B1.07, D2.31, dan C2.27. Berdasarkan Gambar 1, isolat A2.01 adalah isolat yang memiliki zona hambat tertinggi, namun dari zona hambat yang terbentuk merupakan zona keruh yang berarti hanya menghambat pertumbuhan jamur target, begitu juga dengan isolat B3.14, B1.02, D2.33 dan C2.27. Mekanisme penghambatan ini disebut fungistatik. Fungistatik adalah cara kerja senyawa antifungi yang dapat menghambat pertumbuhan jamur tanpa mematikannya (Mutschler, 1999). Isolat C1.15 dan B1.07 menghasilkan zona bening terhadap pertumbuhan jamur target. Mekanisme penghambatan disebut fungisidal, yaitu suatu senyawa yang dapat membunuh jamur target (Mutschler, 1999).

Hasil penelitian ini lebih tinggi zona hambatnya dibandingkan dengan penelitian Janaki (2016) yang mengisolasi aktinomisetes dari sampel tanah berasal dari perakaran tumbuhan *Rhizophora apiculata*. Hasil pengujian antifungi menunjukkan dua isolat potensial aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dengan masing-masing diameter zona hambat, yaitu 6 mm dan 12 mm.

Genus *Streptomyces* dewasa ini banyak diketahui sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder, seperti antibiotik. Radji (2010) mendefinisikan, antibiotik adalah metabolit yang dihasilkan dari berbagai

mikroorganisme dalam konsentrasi rendah mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Pengertian dapat diartikan bahwa antifungi adalah antibiotik yang mampu menghambat hingga mematikan pertumbuhan jamur. Hal merujuk pada hasil penelitian bahwa kemungkinan besar isolat aktinomisetes tersebut berasal dari genus *Streptomyces*.

Murdiyah (2008) menyatakan salah satu anggota aktinomisetes yang dapat digunakan sebagai bakteri antagonis yaitu *Streptomyces*, karena banyak menghasilkan substansi antibiotik yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen, seperti *Fusarium* sp. Hal ini didukung oleh Prapagdee *et al.* (2008) bahwa *Streptomyces* juga menghasilkan senyawa hidrolitik, seperti kitinase yang mampu mendegradasi dinding sel jamur. Penelitian Yurnaliza *et al.* (2011) menunjukkan produksi enzim kitinase *Streptomyces* RKt5 bersifat antifungi dan mampu melisiskan dinding sel dari potongan miselium jamur *F. oxysporum*.

Penelitian Roza *et al.* (2012) mengisolasi sebanyak 15 isolat aktinomisetes asal tanah rizosfer Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Riau. Sebanyak tujuh dari 15 isolat aktinomisetes tersebut mampu membentuk zona bening terhadap jamur *F. oxysporum*, hasil lebih banyak dibandingkan dengan penelitian yaitu hanya empat isolat aktinomisetes saja. Kisaran zona bening yang terbentuk antara 4,9–18 mm. Nilai zona bening tersebut lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan yaitu antara 15,78–30,68 mm.

Secara umum jamur *F. oxysporum* hidup sebagai saprofit dalam bentuk miselium. Selain itu jamur ini dapat hidup di dalam tanah dalam keadaan dorman, yakni dalam struktur yang sangat resisten terhadap pengaruh lingkungan ekstrim yang disebut sebagai klamidospora (Pranata, 1993). Dinding sel *Fusarium* tersusun atas 39% kitin, 29% glukukan (Webster & Weber, 2007). Kandungan kitin dan glukukan pada dinding sel jamur *F. oxysporum* ini akan memicu pembentukan enzim degradatif oleh antagonismenya.

Isolat aktinomisetes mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder.

Metabolit sekunder yang mampu menghasilkan senyawa antifungi memiliki mekanisme kerja merusak sel dengan menghambat biosintesis kitin dan glukukan, dapat merusak membran sel dengan merusak fungsi mannoprotein dan berinteraksi dengan ergosterol dan sebagai antifungi polien (Goodfellow & Williams, 1986). Aktinomisetes dapat menghasilkan zat-zat antimikroba dan asam amino. Antibiotik dimiliki aktinomisetes dapat menghambat bahkan mematikan patogen, sehingga pertumbuhan diameter koloni jamur patogen terhambat, karena adanya zat-zat dimiliki aktinomisetes mampu merusak dinding sel dan sitoplasma dari patogen (Yurnaliza, 2002).

Hasil zona hambat aktinomisetes bervariasi. Beberapa faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat yaitu umur isolat aktinomisetes, asal isolat aktinomisetes, jenis senyawa antifungi yang dihasilkan aktinomisetes, lama inkubasi saat pengujian, kondisi lingkungan saat pengujian aktivitas antifungi, morfologi dari jamur target. Dilihat dari metode yang digunakan yaitu metode difusi agar, faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat, yaitu kepadatan medium uji, kecepatan senyawa antifungi berdifusi, konsentrasi senyawa antifungi yang dihasilkan, sensitivitas dari jamur target, dan interaksi senyawa antifungi dengan medium uji. Isolat C1.15 dan B1.07 merupakan isolat potensial yang terpilih dari hasil skrining awal aktivitas antifungi, karena mampu menghasilkan zona bening tertinggi. Isolat ini selanjutnya digunakan untuk produksi metabolit sekunder dengan metode fermentasi.

Skrining Aktivitas Antifungi Isolat Aktinomisetes terhadap *Ganoderma boninense*

Kategori tinggi dalam aktivitas antifungi dimiliki enam isolat aktinomisetes, yaitu D2.28, C2.21, B3.14, B2.09, D2.31, dan B1.02. Berdasarkan Gambar 2, isolat D2.28 merupakan isolat yang memiliki zona hambat tertinggi, namun dari zona hambat yang terbentuk merupakan zona keruh yang berarti hanya menghambat pertumbuhan jamur target, begitu juga dengan isolat C2.21,

B3.14, B2.09, dan D2.31 dari kategori tinggi. Mekanisme penghambatan ini disebut fungistatik. Isolat B1.02 dan C2.24 mampu membentuk zona bening terhadap pertumbuhan jamur target. Mekanisme penghambatan disebut fungisidal, yaitu suatu senyawa yang dapat membunuh jamur target (Mutschler, 1999). Hasil ini sesuai dengan penelitian Istiana *et al.* (2015) yang mengatakan daya hambat aktinomisetes ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni aktinomisetes. Hal ini disebabkan adanya senyawa metabolit sekunder yang mampu menghambat hingga mematikan pertumbuhan jamur target.

Hasil skrining ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Martin *et al.* (2015) yang menguji isolat aktinomisetes lokal Riau terhadap *G. boninense* dengan metode potongan agar. Isolat aktinomisetes yang digunakan, dipotong dengan diameter 6 mm. Hasil pengamatan menunjukkan ada enam isolat yang berpotensi menghambat pertumbuhan jamur target. Zona hambat tertinggi yaitu sebesar 29,15 mm yang dihasilkan oleh isolat RB1S4.

Kemampuan aktinomisetes berasal dari tanah dalam menghasilkan metabolit sekunder dipengaruhi banyak faktor, salah satunya yaitu jenis tumbuhan yang menaungi tanah tersebut. Penelitian Roza *et al.* (2012) mengisolasi sebanyak 15 isolat aktinomisetes asal tanah rizosfer cagar biosfer Giam Siak kecil-Bukit Batu Riau. Jamur target yaitu *Ganoderma* sp. BTA 1 dengan metode potongan agar. Sebanyak 11 dari 15 isolat aktinomisetes mampu membentuk zona bening terhadap jamur target. Hasil tersebut lebih banyak dibandingkan dengan penelitian ini, yaitu hanya tiga isolat. Kisaran zona bening yang terbentuk antara 6–18 mm. Nilai zona bening tersebut lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan yaitu berkisar antara 24–29,53 mm.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh isolat aktinomisetes berpotensi sebagai antifungi. Senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan hifa dari jamur target. Hal ini sesuai dengan penelitian Muzaimah *et al.* (2015) yang mengisolasi aktinomisetes dari sampel tanah perakaran tanaman kelapa sawit, 600 isolat yang diperoleh, 21 isolat

diantaranya mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dengan metode *dual culture*. Metode tersebut memperlihatkan pertumbuhan hifa dari jamur target terhambat, karena keberadaan isolat aktinomisetes yang berumur 5 hari. Hal ini sama dengan penelitian Tan *et al.* (2002) dengan metode modifikasi *streak-cross*, memperlihatkan terhentinya pertumbuhan hifa jamur target yang berhadapan langsung dengan potongan isolat aktinomisetes yang berumur 5–12 hari. Isolat B1.02 dan C2.24 merupakan isolat potensial dari hasil skrining antifungi yang mampu membentuk zona bening tertinggi. Isolat ini selanjutnya digunakan untuk produksi metabolit sekunder dengan metode fermentasi.

Aktivitas Senyawa Antifungi Kasar Aktinomisetes terhadap Jamur Target

Produksi metabolit sekunder dari isolat aktinomisetes yang terpilih dilakukan dengan metode fermentasi. Isolat C1.15 dan B1.07 yang potensial terhadap jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici*, isolat B1.02 dan C2.24 yang potensial terhadap jamur *G. boninense*. Isolat tersebut difermentasi dengan lama waktu yang berbeda yaitu 4, 5 dan 6 hari. Hasil uji aktivitas antifungi dari metabolit sekunder ini menunjukkan tidak adanya zona hambat yang terbentuk terhadap kedua jamur target. Hasil fermentasi menunjukkan perubahan warna pada medium, dan terbentuknya berupa endapan di dalam medium, yang menandakan pertumbuhan aktinomisetes dan menghasilkan metabolit sekunder.

Hal ini menunjukkan metabolit sekunder yang diperoleh dari proses fermentasi belum mampu menghambat pertumbuhan jamur target. Diduga kandungan senyawa antifungi belum maksimal dalam metabolit sekunder yang diperoleh. Kemungkinan besar dalam metabolit sekunder masih banyak terdapat kandungan medium. Hal lain yang diduga memengaruhi kurang maksimalnya hasil senyawa antifungi aktinomisetes yaitu dari morfologi jamur target yang kompleks. Jamur memiliki susunan dinding sel yang lebih kompleks dibandingkan bakteri, serta pertumbuhan hifa yang relatif cepat.

Secara umum susunan dinding sel jamur menurut Franklin dan Snow (2005) memiliki

struktur multilayer yang sebagian besar komponen makromolekul, yaitu kitin, glukukan dan mannoprotein. Komponen inilah yang memacu mikroorganisme antagonis untuk menghasilkan senyawa yang dapat mendegradasinya. Agen antifungi yang mengganggu fungsi dan biosintesis sterol membran, yaitu antibiotik *polyene* dan *non-polyene*. Hal ini diduga penyebab mikroorganisme aktinomisetes mampu menghasilkan senyawa antifungi yang menghambat pertumbuhan jamur patogen.

Pertumbuhan hifa jamur yang relatif cepat, salah satu contohnya yaitu jamur *G. boninense* patogen pada tanaman kelapa sawit, yang memiliki pertumbuhan yang sangat cepat. Pertumbuhan hifa yang cepat untuk menghasilkan tubuh buah, jamur ini termasuk dalam jenis jamur makroskopis. Hal ini yang diduga penyebab aktivitas antifungi aktinomisetes kurang maksimal. Jamur *G. boninense* termasuk ke dalam filum Basidiomycota. Jamur multiseluler yang memiliki hifa bersekat. Hifa vegetatif berada pada substratnya, dan hifa generatif berfungsi untuk membentuk tubuh buah. Tubuh buahnya berukuran makroskopik (Nadiah, 2013).

Perbedaan isolat aktinomisetes memengaruhi susunan antibiotik yang dihasilkannya, hal ini akan memengaruhi aktivitas antifunginya. Fermentasi aktinomisetes membutuhkan proses yang kompleks, dimana tidak hanya pada kemampuan isolat aktinomisetes dan medium fermentasi, tetapi faktor lain yang memengaruhi diantaranya volume inokulum aktinomisetes, kapasitas medium, waktu fermentasi, suhu, laju agitasi dan pH (Istiana *et al.*, 2015). Menurut Wang dan Ma (2011) ada 3 fase fermentasi, yaitu fase pra fermentasi dimana terjadi pertumbuhan sel, pengambilan nutrisi untuk konsumsi dan mulai diproduksi antibiotik. Fase kedua dimana terjadi peningkatan produksi antibiotik secara cepat dan fase akhir fermentasi dimana terjadi penurunan senyawa metabolit.

Ketidakmampuan atau kurang maksimalnya senyawa antifungi kasar dari aktinomisetes dalam menghambat jamur target diduga karena senyawa metabolit

sekunder pada isolat tersebut diproduksi dalam intraseluler atau dalam ikatan membran sel (Vikineswary *et al.*, 1998). Pengekstrasian dengan pelarut organik mampu memaksimalkan senyawa antifungi yang diperoleh. Penelitian Tan *et al.* (2002) menunjukkan produksi metabolit sekunder aktinomisetes yang diekstraksi dengan pelarut metanol dapat menghambat 27,27–80% dari pertumbuhan jamur *G. boninense* dengan metode *disc diffusion*. Hal ini merujuk pada senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan belum mampu menghambat pertumbuhan jamur target, karena tidak dilakukan pengekstrasian.

Beberapa penelitian menunjukkan pengekstrasian senyawa antifungi dari hasil fermentasi dengan pelarut organik dapat memaksimalkan aktivitas senyawa antifungi dari isolat aktinomisetes. Pengekstraksian filtrat hasil fermentasi dengan pelarut organik bertujuan untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder dari aktinomisetes, disamping kandungan senyawa-senyawa lainnya. Penelitian Taechowisan *et al.* (2005) mengisolasi *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 dari sampel tanah perakaran *Zingiber officinale*. Isolat tersebut dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* dengan metode *dual culture*. Selanjutnya, dilakukan produksi senyawa antifungi dengan metode fermentasi dan diekstraksi dengan pelarut organik etil asetat. Senyawa yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan jamur target dengan metode *Disc Difusion*. Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan, hanya sampai fermentasi saja. Supernatan langsung digunakan untuk uji aktivitas antifungi, hal ini menunjukkan hasil yang berbeda.

Fermentasi adalah langkah awal untuk menghasilkan senyawa antifungi aktinomisetes. Penelitian Istiana *et al.* (2015) menunjukkan dari 40 isolat aktinomisetes lahan gambut Rimbo Panjang Kampar Riau yang difermentasi untuk produksi metabolit sekunder dengan lama waktu fermentasi 3, 5 dan 7 hari. Isolat KN 5.19 membentuk zona bening tertinggi yaitu 21,1 mm dari metabolit sekunder yang difermentasi selama 5 hari. Zona bening yang dihasilkan berbeda/kurang maksimal, diduga karena filtratnya tidak

diekstraksi terlebih dahulu. Berbeda dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, senyawa metabolit sekunder yang difermentasi selama 5 hari tidak dapat membentuk zona hambat terhadap jamur target. Hal ini diduga karena perbedaan isolat aktinomisetes yang digunakan, dan juga asal isolat tersebut.

Faktor lama fermentasi juga memengaruhi aktivitas dari senyawa antifungi kasar yang dihasilkan aktinomisetes. Hasil penelitian Ali (2009) menunjukkan bahwa 30 isolat aktinomisetes diisolasi dari limbah padat sagu terdekomposisi difermentasi dalam medium yang berbeda selama 12 hari memiliki daya hambat terhadap jamur *F. oxysporum*, menggunakan metode *disc diffusion* dengan nilai zona hambat tertinggi >12 mm. Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan hanya memfermentasi selama 6 hari saja.

Faktor lain juga memengaruhi dari aktivitas senyawa antifungi kasar ini yaitu volume inokulum kultur *starter* digunakan masih sedikit. Volume kultur *starter* biasanya digunakan berkisar 10–20% atau lebih, pada penelitian ini digunakan masih 10%. Penelitian Muzaimah *et al.* (2015) menunjukkan bahwa 21 isolat aktinomisetes yang diisolasi dari tanah perakaran tanaman kelapa sawit, isolat tersebut kemudian dilakukan produksi metabolit sekunder dengan metode fermentasi. Pembuatan kultur *starter* dilakukan dalam medium ISP2 selama 2 hari kemudian difermentasi dalam 20 mL medium ISP2. Sebanyak 10 mL (50%) dari kultur *starter* diinokulasi ke dalam medium *Molasses Starch Broth* dan difermentasi selama 7 hari. Filtrat digunakan untuk uji aktivitas antifungi, dengan metode *Disk and Plate* yang dimodifikasi. Hasilnya menunjukkan 5 dari 21 isolat mampu menghambat pertumbuhan jamur target, dengan kisaran zona hambat 12,5–23,5 mm.

Metabolit sekunder adalah senyawa kimia yang dihasilkan mikroorganisme, tumbuhan, atau hewan yang tidak secara langsung terlibat dalam pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi. Metabolit sekunder merupakan produk spesifik dari setiap spesies (atau hanya ditemukan dalam bagian kecil dari spesies dalam grup

filogenik). Tanpa senyawa ini maka organisme kurang dapat mempertahankan diri, meskipun tidak menyebabkan kematian secara langsung. Fungsi utama dari metabolit sekunder dalam organisme adalah sebagai fungsi ekologi, yaitu sebagai alat pertahanan melawan predator, parasit, dan kompetisi antar spesies, contoh senyawa ini adalah antifungi, antibakteri, antikolesterol, enzim inhibitor, dan lain-lain (Prescot *et al.*, 2002)

Faktor lain yang memengaruhinya yaitu komposisi medium dan kondisi kultur seperti aerasi, agitasi, pH dan temperatur. Media produksi yang tidak memiliki nutrisi lengkap dan tidak cocok akan memengaruhi kinerja mikroorganisme dalam menghasilkan metabolit sekunder (Augustine *et al.*, 2005).

SIMPULAN DAN SARAN

Sebanyak 31 isolat aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan 28 isolat aktinomisetes mampu menghambat pertumbuhan jamur *G. boninense* dengan metode potongan agar. Isolat A2.01 mampu menghasilkan zona hambat tertinggi, yaitu 36,10 mm terhadap jamur *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* dan isolat D2.28 mampu menghasilkan zona hambat tertinggi yaitu 45,71 mm terhadap jamur *G. boninense* dengan metode potongan agar. Hasil uji aktivitas senyawa antifungi kasar aktinomisetes potensial belum mampu menghambat pertumbuhan jamur target.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu perlu dilakukan pengekstraksian senyawa metabolit sekunder dari aktinomisetes potensial menggunakan pelarut organik, agar dapat menghambat pertumbuhan kedua jamur target dengan maksimal. Serta perlu juga untuk melakukan identifikasi dari isolat aktinomisetes potensial.

REFERENSI

Augustine, S. K., Bhavsar, S. P., & Kapadnis, B. P. (2005). Production of a growth dependent metabolite active against dermatophytes by *Streptomyces rochei* AK 39. *Indian Journal Medical Research*, 121(3), 164-170.

- Afriyanto. (2008). Kajian keracunan pestisida pada petani penyemprot cabe di Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang (Pascasarjana Tesis). Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ali, A. (2009). Skrining dan karakterisasi parsial senyawa antifungi dari actinomycetes asal limbah padat sagu terdekomposisi. *Berkala Penelitian Hayati*, 14(1), 219-225.
- Alimuddin., Widada, J., Asmara W., & Mustofa.(2011). Antifungal production of a strain of *Actinomycetes* spp. isolated from the rhizosphere of cajuput plant: selection and detection of exhibiting activity against tested fungi. *Indonesian Journal of Biotechnology*, 16(1), 1-10.
- Amaria, W., Soesanthy, F., & Ferry Y. (2015). Keefektifan biofungisida *Trichoderma* sp. dengan tiga jenis bahan pembawa terhadap jamur akar putih *Rigidoporus microporus*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 3(1), 37-44.
- Anitha, A., & Rabeeth, M. (2009). Control of *Fusarium* wilt of tomato by bioformulation of *Streptomyces griseus* in green house condition. *African Journal of Basic & Applied Sciences* 1(1-2), 9-14.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites. *Journal of Antibiotics*, 58(1), 1-26.
- Dilip, C. V., Mulaje, S., & Mohalkar, R. (2013). A review on actinomycetes and their biotechnological application. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4(5), 1730-1742.
- Franklin, T. J., & Snow, G. A. (2005). *Biochemistry and molecular biology of antimicrobial drug action*. England: Springer.
- Goodfellow, M., & Williams, E. (1986). New strategies for the selective isolation of industrially important bacteria. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 4(1), 213-262.
- Harley, J. P., & Prescott, L. M. (1993). *Laboratory exercise in microbiology edition*. USA: Wm.C. Brown.
- Istiana, N., Roza, R. M., & Martina, A. (2015). Uji aktivitas Aktinomisetes lahan gambut Rimbo Panjang Kampar Riau sebagai agen biokontrol terhadap *Ganoderma boninense* (pat.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 1-8.
- Janaki, T. (2016). Antimicrobial activity of mangrove actinomycetes from soil sample of *Rhizophora apiculata*. *Journal of Biotechnological Research*, 1(1), 44-52.
- Kumalasari, A. M., Fathurahman, N., & Nur, M. (2012). Potensi actinomycetes sebagai sumber senyawa bioaktif antibiotik dari kawasan karst Bantimurung, Sulawesi Selatan. *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, 7(1), 59-72.
- Martin, D., Martina, A., & Roza, R. M. (2015). Uji potensi antifungi Aktinomisetes selulolitik dan ligninolitik dan bakteri lignoselulolitik isolat lokal terhadap pertumbuhan jamur *Ganoderma boninense* dan *Colletotrichum capsici*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(1), 161-169.
- Murdiyah, S. (2008). Daya hambat *Streptomyces* sp. terhadap pertumbuhan jamur patogen tumbuhan *Fusarium* sp. dan *Rhizoctonia* sp.. (2018, May 20). Retrieved from <http://www.digilib.unej.ac.id>
- Mutschler, E. (1999). *Dinamika obat: buku ajar farmakologi dan toksikologi edisi kelima*. Diterjemahkan oleh Widiyanto M B dan Ranti A S. Bandung: Penerbit ITB.
- Muzaimah, S. S. A., Idris, A. S., Madihah, A. Z., Dzolkhifli, O., Kamaruzzaman, S., & Cheong, P. C. H. (2015). Isolation of actinomycetes from rhizosphere of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) for antagonism against *Ganoderma boninense*. *Journal of Oil Palm Research*, 27(1), 19-29.

- Nadiah, A. (2013). *Jamur Ganoderma sp.: peran ganda yang bertentangan*. Surabaya: BBPPTP Surabaya.
- Nurhayati. (2011). Penggunaan jamur dan bakteri dalam pengendalian penyakit tanaman secara hayati yang ramah lingkungan. In (Ed.). *Prosiding Semirata Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat* (pp. 316-321). Sumatera Selatan, Indonesia.
- Pranata, T. (1993). *Resistensi beberapa varietas tomat terhadap Fusarium oxysporum*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Prapagdee, B., Kuekulvong, C., & Mongkolsuk, S. (2008). Antifungal potential of extracellular metabolites produced by *Streptomyces hygroscopicus* against phytopathogenic fungi. *International Journal of Biological Science*, 4(5), 330-337.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2002). *Microbiology edisi ke-5*. New York (US): McGraw-Hill Publisher.
- Radji, M. (2010). *Buku ajar mikrobiologi: panduan mahasiswa farmasi dan kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Rahayu, F., Roza, R. M., & Pratiwi, N. W. (2016). Isolasi dan uji aktivitas antibakteri aktinomisetes dari Arboretum Universitas Riau (Skripsi). Jurusan Biologi, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Rizk, M., Rahman, T. A., & Metwally, H. (2007). Screening of antagonistic activity in different *Streptomyces* species against some pathogenic microorganisms. *Journal of Biological Science*, 7(8), 1418-1423.
- Roza, R. M., Linda, T.M., Martina, A., Fahrizawati. (2011). Eksplorasi dan uji daya hambat aktinomisetes asal tanah gambut cagar biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Riau. In (Ed.), *Prosiding SEMIRATA BKS-PTN B MIPA* (pp. 48-57). Banjarmasin, Indonesia.
- Roza, R. M., Linda, T. M. Martina, A., & Haloho, L. (2012). Isolasi dan aktivitas antimikroba aktinomisetes asal tanah rizosfer cagar biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Riau. In (Ed.). *Prosiding SEMIRATA BKS-PTN B MIPA* (pp.339-343). Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia.
- Sari, N. M., Kawuri, R., & Khalimi, K. (2012). *Streptomyces* sp. sebagai biofungisida patogen *Fusarium oxysporum* (schlecht.) f.sp. *lycopersici* (sacc.) snyd. et hans. penyebab penyakit layu pada tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 2(2), 161-169.
- Setiawati, W., Sulastrini, I., & Gunaeni, N. (2001). *Penerapan teknologi PHT pada tanaman tomat*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Sudjana. (2002). *Metode statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sulistiyani, N., & Akbar, A. N. (2013). Aktivitas isolat actinomycetes dari rumput laut (*Eucheima cottonii*) sebagai penghasil antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherchia coli*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 12(1), 4-12.
- Susanto, A. (2011). Penyakit busuk pangkal batang *Ganoderma boninense* pat. *Informasi Organisme Pengganggu Tanaman Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, P(0001), 1-4.
- Taechowisan, T., Lu, C., Shen, Y., & Lumyong, S. (2005). Secondary metabolites from endophytic *Streptomyces aureofaciens* CMUAc130 and their antifungal activity. *Microbiology*, 151(10), 1691-1695.
- Tan, C. J., How, K. C., Loh-Mia, P. P., Ismet, A., Getha, K., Seki, T., & Vikineswary, S. (2002). Bioactivity of selected actinomycetes against *Ganoderma boninense*. *Asia Pasific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 10(2), 119-125.
- Umayah, A. (2017). Penapisan aktinomiset asal rizosfer jagung penghasil senyawa bioaktif antifungi penyebab busuk akar tanaman (Skripsi). Departement Biologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Uno, W. D., Retnowati, Y., & Kandowangko, N. (2012). Biodiversitas actinomycetes pada kawasan mangrove Desa Bulalo Kecamatan Kwandang dan uji potensi sebagai penghasil antibiotika (Laporan Penelitian). Universitas Gorontalo, Gorontalo.
- Vikineswary, S., Getha, K., Ismet, A., Wong, W.H., Seki, T., & Yoshida, T. (1998). Indigenous madne-derived actinomycetes and their potential as sources of antifungal compounds. *International Research Annual Reports of Biotechnology*, 21(1), 947-951.
- Vimal, V., Rajan, B. M., & Kannabiran, K. (2009). Antimicrobial activity of marine actinomycete, *Nocardiopsis* sp. VITSVK 5 (FJ973467). *Asian Journal of Medical Sciences*, 1(2), 57-63.
- Wang, M., & Ma, Q. (2011). Antagonistic actinomycetes XN-1 from phylloshopere microorganisms of cucumber to control *Corynespora cassiicola*. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 33-34(1), 17-21.
- Webster, J., & Weber, R. W. S. (2007). *Introduction to fungi third edition*. New York: Cambridge University Press.
- Wirawan, A. E., Djauhari, S., & Sulistyowati, L. (2014). Analisis perbedaan pengaruh penerapan sistem PHT dan konvensional terhadap keanekaragaman *Trichoderma* sp. pada lahan padi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 2(3), 66-73.
- Yurnaliza. (2002). *Potensi agensi hayati Actinomycetes sp. sebagai agens pengendali hayati*. Yogyakarta: UGM.
- Yurnaliza., Margino, S., & Sembiring, L. (2011). Kemampuan kitinase *Streptomyces* RKt5 sebagai antijamur terhadap patogen *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 42-46.