

**EKSPLORASI DAN UJI ANTAGONIS BAKTERI ENDOFIT DARI DAUN
TANAMAN MANGROVE *Avicennia* sp. TERHADAP JAMUR PATOGEN
Alternaria sp. SECARA IN VITRO**

*Exploration and Antagonistic Assay of Endophytic Bacteria from
the Leaves of the Mangrove Plant *Avicennia* sp.
Against the Pathogenic Fungus *Alternaria* sp. in Vitro*

**Nirwana Septania Galih Perwira Moekti¹, Endang Triwahyu Prasetyawati^{1*},
Yenny Wuryandari¹**

**¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Kec. Gn. Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294
Telp. 0817599793**

***email korespondensi: endang_tp@upnjatim.ac.id**

ABSTRACT

Mangroves (*Avicennia* sp.) are one of the important ecosystems often found in coastal estuaries that have the ability to grow and develop in high salinity zones. One of the useful mangrove plant species and there are various types of endophytic bacteria is *Avicennia marina*. Therefore, this study aims to obtain endophytic bacterial isolates that have the potential as biological agents on the leaves of *Avicennia* sp. mangrove plants against the pathogenic fungus *Alternaria* sp. The isolation method used is direct planting. Antagonist testing is done by dual culture method through measuring the diameter of the inhibition zone. Samples taken are healthy and fresh leaves. Endophytic bacteria obtained are 24 bacterial isolates that have different morphologies. The diameter of the inhibition zone with a strong category is isolate D28 of 12.5 mm with a strong category and a medium category is isolate D13, D19 of 7.5 mm; 8.5 mm. The mechanism of action of endophytic bacteria is antibiosis and space competition. The results of this study can be concluded that there are endophytic bacteria from mangrove leaves *Avicennia* sp. potential as antifungal against pathogenic fungi *Alternaria* sp.

Keywords: *Alternaria* sp., Biological agents, Endophytic bacteria, Mangrove

PENDAHULUAN

Mangrove (*Avicennia* sp.) merupakan salah satu ekosistem penting yang sering didapatkan di muara pantai yang memiliki tanah rawa dan padat. Tanaman mangrove memiliki kemampuan untuk tumbuh

dan berkembang di zona pasang surut sesuai dengan kemampuannya dalam menghadapi salinitas, lama penggenangan, jenis tanah dan morfologi pantai (Nahlohy dan Masniar, 2020). Senyawa bioaktif yang ditemukan di berbagai bagian

mangrove berasal dari organisme lain yang memproduksinya daripada tanaman mangrove itu sendiri. Bakteri atau jamur endofit yang hidup di dalam tanaman mangrove mungkin menjadi sumber sebenarnya dari senyawa bioaktif (Behera *et al.*, 2016). Senyawa bioaktif yang terkandung dalam tanaman mangrove meliputi saponin, tannin, flavonoid, dan diterpen yang berperan sebagai agen antimikroba (Prabhu dan Guruvanyoorappan, 2012). Salah satu spesies tanaman mangrove yang bermanfaat yaitu *Avicennia marina*. Di dalam *A. marina*, terdapat berbagai jenis bakteri endofit yang dapat diisolasi (Savitri *et al.*, 2016). Bakteri endofit yang umumnya terdapat di tanaman mangrove yakni *Gammaproteobacteria*, *Firmicutes*, dan *Enterobacteria* (Rahman *et al.*, 2019).

Penelitian tentang eksplorasi bakteri endofit pada mangrove telah menjelaskan bahwa mangrove merupakan sumber yang melimpah akan berbagai jenis bakteri endofit. Beberapa bakteri yang berhasil diisolasi antara lain *Enterobacter* sp. UB-R (Nursyam dan Prihanto, 2018), *Pseudomonas aeruginosa* (Prihanto *et al.*, 2018), *Burkholderia*, *Bacillus*

dan *Azospirillum* (Reinhold-Hurek dan Hurek, 2011). Pada penelitian Hersanti *et al.* (2019), menjelaskan bahwa konsorsium bakteri *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. mampu mengurangi intensitas serangan jamur *Alternaria porri* sebesar 71,2%.

Alternaria sp. adalah salah satu jamur yang berperan penting dan bersifat *airborne* yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman bawang. Sebagai suatu patogen, spora yang dihasilkan oleh *Alternaria* sp. tersebar oleh angin yang memudahkan penyebarannya dari tanaman yang terinfeksi ke tanaman yang sehat. Jamur *Alternaria* sp. dapat menyerang daun atau batang tanaman melalui kutikula, dengan konidium yang terbentuk pada bercak-bercak dengan diameter tertentu. Tingkat kerusakan yang disebabkan oleh *Alternaria* sp. dapat mencapai 57% (Sopialena *et al.*, 2017).

Berdasarkan penelitian mengenai keanekaragaman hayati yang melimpah pada tanaman mangrove, maka perlu dilakukan penelitian untuk isolasi mikroorganisme khususnya bakteri yang memiliki potensi sebagai agensia pengendali hayati pada daun

tanaman mangrove *Avicennia* sp. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari daun *Avicennia* sp. yang berpotensi sebagai agensia hayati terhadap *Alternaria* sp., sehingga diharapkan hasil penelitian ini mendapatkan informasi baru mengenai bakteri endofit yang ada dalam tanaman mangrove yang dapat digunakan sebagai agensia hayati terhadap jamur *Alternaria* sp. tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, UPN “Veteran” Jawa Timur pada bulan Juli 2024 sampai September 2024.

Penelitian ini menggunakan bahan daun tanaman mangrove, isolat *Alternaria* sp. koleksi Serlia, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Nutrient Agar* (NA), aquades steril, alkohol 70%, kertas saring whattman, kentang dan tanaman tembakau.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel daun dilaksanakan di Kebun Raya Mangrove Gunung Anyar, Surabaya. Bagian mangrove yang diambil adalah daun dalam kondisi sehat dan

segar. Jumlah sampel daun yang diambil yaitu 5 titik sampel. Setiap Bagian yang telah diambil kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan dalam *ice box*.

Isolasi dan Pemurnian Bakteri Endofit

Isolasi bakteri endofit dilakukan dengan mensterilkan sampel daun mangrove yang segar melalui pencucian menggunakan air mengalir. Daun-daun tersebut dipotong sepanjang 1 cm x 1 cm selanjutnya daun direndam ke dalam alkohol 70% selama 3 menit, lalu dibilas dengan aquades yang steril (Ramalashmi *et al.*, 2018). Setelah proses sterilisasi, sampel daun diberikan goresan agar kulit daun terbuka. Setiap cawan petri berisi tiga sampai empat potongan daun diletakkan pada media NA kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam (Suciatmih *et al.*, 2011).

Bakteri yang berkembang di media NA, akan dimurnikan pada media NA hingga didapatkan koloni murni. Koloni tunggal yang telah didapatkan selanjutnya dimurnikan pada media agar NA yang disiapkan dalam posisi miring kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Setiap isolat dari bakteri

endofit dibuat dua kali pada media agar miring (Prihanto *et al.*, 2011).

Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif dilakukan untuk membuktikan apakah isolat bakteri yang diujikan benar-benar spesifik bakteri patogen pada tanaman. Untuk uji hipersensitif, suspensi bakteri digunakan dengan konsentrasi 10^8 sel/ml dan diinfiltrasi ke dalam daun tanaman tembakau. Sebanyak 1 ml suspensi bakteri disuntikkan ke dalam daun tersebut. Setelah 48 jam pada suhu 27°C , pengamatan dilakukan dengan mengamati apakah terdapat gejala nekrosis pada daun yang telah mendapatkan injeksi. Jika tidak ada tanda-tanda nekrosis yang terlihat, maka dapat disimpulkan bahwa bakteri tersebut tidak bersifat patogen (Marsaoli *et al.*, 2020).

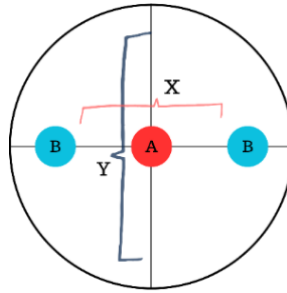
Uji Soft Rot

Uji *soft rot* dilakukan untuk menentukan apakah suatu bakteri bersifat patogen. Pengujian *soft rot* dilakukan dengan menggunakan kentang yang berukuran 5 cm x 3 cm

x 1 cm, pada bagian tengah kentang dibuat parit kecil dengan kedalaman 0,5 cm. Isolat bakteri dioleskan ke dalam parit kentang menggunakan jarum ose dan diinkubasi selama 48 jam. Kentang yang mengalami pembusukan setelah penambahan isolat bakteri, maka bakteri yang digunakan diduga bersifat parasit. Karakteristik pembusukan ini biasanya akan terlihat setelah kentang menerima isolat bakteri yang diuji (Sa'adah *et al.*, 2023).

Uji Antagonis Bakteri terhadap Alternaria sp. secara in Vitro

Pengujian bakteri endofit dilakukan secara *in vitro* melalui metode antagonisme dengan cara menumbuhkan koloni bakteri endofit bersamaan dengan jamur *Alternaria* sp. pada media PDA dengan jarak 3 cm antara keduanya. Pengukuran zona hambat dilakukan dari usia 1 HSI sampai 8 hari dan dengan menggunakan rumus yang sesuai. Ukuran cawan petri yang dipakai adalah 9 cm.



Gambar 1. Pengukuran diameter zona hambat
Sumber: Suryanto *et al.*, 2016

Keterangan: Y = Diameter koloni normal jamur *Alternaria* sp.
X = Diameter koloni jamur yang terhambat pertumbuhannya

Aktivitas antagonis ditentukan dengan cara mengamati zona hambat yang terbentuk antara bakteri endofit dan jamur patogen. Perlakuan kontrol, koloni *Alternaria* sp. ditumbuhkan tanpa adanya inokulasi

koloni bakteri endofit pada cawan petri. Perhitungan diameter zona hambat menggunakan rumus (Suryanto *et al.*, 2016):

$$\text{Zona Hambat} = \frac{y-x}{2}$$

Tabel 1. Klasifikasi diameter zona hambat jamur (David dan Stout, 1971)

Diameter Zona Hambat	Interpretasi
0 mm	Tidak ada aktivitas antifungi
≤5 mm	Lemah
5-10 mm	Sedang
10-20 mm	Kuat
≥20 mm	Sangat Kuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

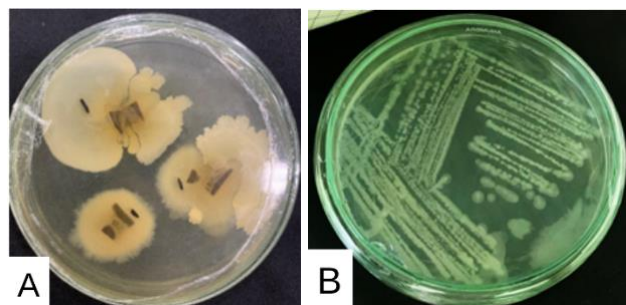
Isolasi dan Pemurnian Isolat Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan menggunakan metode penanaman langsung (*direct planting*), yaitu dengan menempatkan potongan daun di atas media NA. Hasil isolasi bakteri

endofit dari daun tanaman mangrove *Avicennia* sp. didapatkan 34 isolat bakteri. Dengan karakteristik morfologi koloni bakteri didapatkan koloni dengan bentuk bulat hingga tak beraturan, berwarna putih susu hingga putih bening, datar cembung, terdapat bakteri yang lengket serta

memiliki tepi bergerigi (Gambar 2). Isolat bakteri selanjutnya diperbanyak pada media NA untuk

dilakukan identifikasi dengan berbagai uji.



Gambar 2. Bakteri endofit: (A) hasil isolasi, (B) hasil pemurnian

Uji Sifat Patogenik

Hasil pengamatan sifat patogenik dilihat berdasarkan dari uji bakteri yang telah dilakukan. Pengujian sifat patogenik yang dilakukan menggunakan uji hipersensitif, dan uji *soft rot*.

Uji Hipersensitif

Pengujian hipersensitif ini dilakukan bertujuan untuk

mengetahui apakah isolat bakteri termasuk bakteri patogen tanaman atau bukan. Uji hipersensitif dilakukan pada 34 isolat bakteri. Pengamatan dilakukan pada umur 3 hari. Hasil pengujian hipersensitif dari isolat bakteri endofit menggunakan tanaman tembakau dapat dilihat pada (Tabel 2).

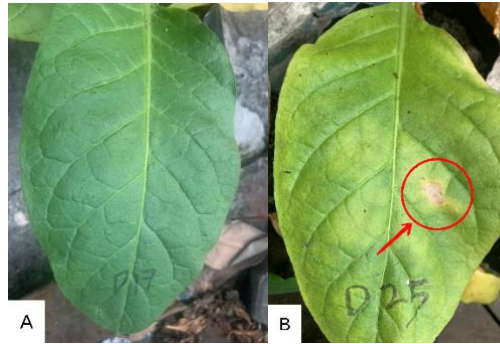
Tabel 2. Hasil uji hipersensitif

No.	Isolat reaksi negatif	Isolat reaksi positif
1.	D2	D1
2.	D4	D3
3.	D6	D5
4.	D7	D15
5.	D8	D20
6.	D9	D25
7.	D10	D26
8.	D11	D27

9.	D12	D30
10.	D13	D31
11.	D14	
12.	D16	
13.	D17	
14.	D18	
15.	D19	
16.	D21	
17.	D22	
18.	D23	
19.	D24	
20.	D28	
21.	D29	
22.	D32	
23.	D33	
24.	D34	

34 isolat pada Tabel 2 yang diuji hipersensitif menunjukkan bahwa 10 isolat bakteri menyebabkan gejala hipersensitif atau daun tembakau mengalami nekrosis (Gambar 3). Pada 10 isolat bakteri tersebut tidak dilakukan pengujian lanjutan yaitu uji *soft rot* dan uji antagonisme. Gejala hipersensitif ditandai dengan adanya nekrosis atau mengeringnya bagian daun tembakau yang diinfiltrasi dengan suspensi bakteri. Munculnya gejala nekrosis mengindikasikan bahwa 10 isolat bakteri yang diinokulasikan pada daun tembakau merupakan bakteri

yang bersifat patogen pada tanaman. Reaksi hipersensitif pada tanaman adalah sel yang mengalami kematian yang cepat dan terdapat pada satu bagian di daun tanaman. Respons ini timbul saat patogen bersentuhan dengan tumbuhan setelah terjadi luka. Tindakan ini juga merupakan cara tumbuhan untuk mencegah perkembangan patogen. Umumnya, respons hipersensitif terkait dengan bakteri gram negatif patogen tumbuhan yang dipengaruhi oleh gen *hrp* dan ditandai dengan gejala nekrosis pada daun tumbuhan (Wahyudi *et al.*, 2011).



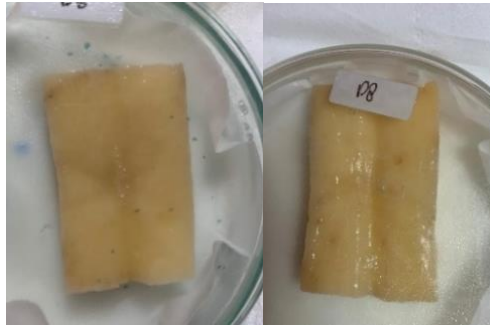
Gambar 3. Hasil uji hipersensitif isolat bakteri pada umur 72 jam pada daun tembakau: (A) tidak mengalami gejala nekrosis (D17), (B) mengalami gejala nekrosis (D25).

Gen *hrp* mengendalikan kemampuan bakteri fitopatogen untuk menyebabkan penyakit dan menimbulkan reaksi hipersensitif pada tanaman yang resisten. Wang *et al.* (2018) menjelaskan bahwa gen *hrp* mengkode sistem sekresi tipe III yang berperan dalam mentransfer protein efektor dari bakteri ke dalam sel tanaman. Protein ini membantu bakteri menginfeksi tanaman dengan mengganggu mekanisme pertahanan tanaman.

Uji Soft Rot

Pengujian dilanjutkan dengan uji *soft rot* pada 24 isolat bakteri yang menunjukkan reaksi negatif pada uji hipersensitif. Hasil uji *soft rot* isolat

bakteri selama 3 hari pengamatan tidak menunjukkan gejala patogen. Hal ini dibuktikan bahwa 24 isolat bakteri tidak menghasilkan busuk lunak dan warna umbi tetap berwarna kuning dan tidak mengeluarkan bau tidak sedap (Gambar 4). Sesuai dengan pendapat Maghfiroh *et al.* (2022) bahwa reaksi positif ditunjukkan melalui adanya gejala pembusukan pada bagian umbi. Hal tersebut berarti mekanisme penghambatan penyakit tersebut menunjukkan bahwa adanya metabolit sekunder yang dihasilkan dari isolat bakteri endofit yang dapat menghambat perkembangan patogen. Mikroba antagonis umumnya bersifat saprofit obligat yang hanya dapat bertahan hidup pada jaringan mati.



Gambar 4. Kentang yang telah diinokulasi bakteri endofit tidak menunjukkan gejala busuk lunak

Karakterisasi Jamur Patogen *Alternaria* sp.

Karakterisasi jamur dilakukan untuk memastikan bahwa jamur yang akan digunakan sesuai dengan yang diharapkan. Jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur patogen *Alternaria* sp. Karakterisasi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Berdasarkan pengamatan secara makroskopis menunjukkan bahwa jamur *Alternaria* sp. berwarna abu-abu kehijauan

menjadi hitam, bentuk koloni teratur dan koloni miselium menyebar ke seluruh permukaan cawan petri (Gambar 5). Hal ini sesuai dengan penelitian Rachmatunnisa *et al.* (2017) jamur *Alternaria porri* secara makroskopis yaitu memiliki ciri bahwa pada pertumbuhan awal jamur tersebut berwarna putih lalu setelah beberapa hari mulai berubah menjadi berwarna abu-abu kehitaman hingga hitam, koloni menyebar secara beraturan pada keseluruhan permukaan cawan petri.



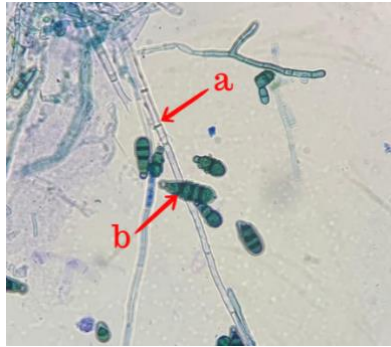
Gambar 5. Morfologi makroskopis koloni *Alternaria* sp.

Pengamatan secara mikroskopis memiliki ciri-ciri memiliki miselium, konidia berwarna coklat, hifa bersekat dan bercabang (Gambar 6). Sedangkan

morfologi jamur secara mikroskopis menurut penelitian Ruwandari *et al.* (2020) Jamur *Alternaria* sp. memiliki ciri-ciri morfologi yaitu memiliki jenis

hifa bersepta, hifa memanjang dan bercabang, konidiofor berwarna kecoklatan dengan konidia bersekat, berbentuk bulat telur (*Obclavate*) dan panjangnya 7-10 nm dengan lebar 4-6

nm. Menurut Ambika & Sujatha (2015) bahwa waktu inkubasi yang dibutuhkan jamur *Alternaria porri* di media PDA adalah 14 hari.



Gambar 6. Morfologi mikroskopis koloni *Alternaria* sp., (a) hifa bersekat dan (b) spora *Alternaria* sp. pada perbesaran 400x

Uji Antagonis Bakteri Endofit terhadap Alternaria sp.

Pengujian antagonis secara *in vitro* dilakukan pada 24 isolat bakteri yang menunjukkan reaksi negatif pada uji hipersensitif dan uji *soft rot*. Berdasarkan hasil pengujian antagonisme secara *in vitro* selama 8 hari didapatkan beberapa isolat bakteri endofit pada daun *Avicennia* sp. terhadap isolat jamur *Alternaria* sp. pada media PDA menunjukkan adanya zona penghambatan. Hasil pengujian

antagonis menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit pada daun *Avicennia* sp. kemampuan untuk menekan pertumbuhan jamur *Alternaria* sp. dengan diameter zona hambat kategori kuat yaitu isolat D28 sebesar 12,5 mm serta kategori sedang yaitu isolat D13, D19 sebesar 7,5 mm; 8,5 mm dan diameter zona hambat dengan kategori lemah yaitu isolat D4, D21, D23, D32, D33, D34 sebesar 1,0 mm; 2,5 mm; 5,0 mm; 1,5 mm; 2,5 mm; dan 1,0 mm (Tabel 3.).

Tabel 3. Rerata diameter zona hambat isolat bakteri terhadap jamur *Alternaria* sp. pada hari ke 8

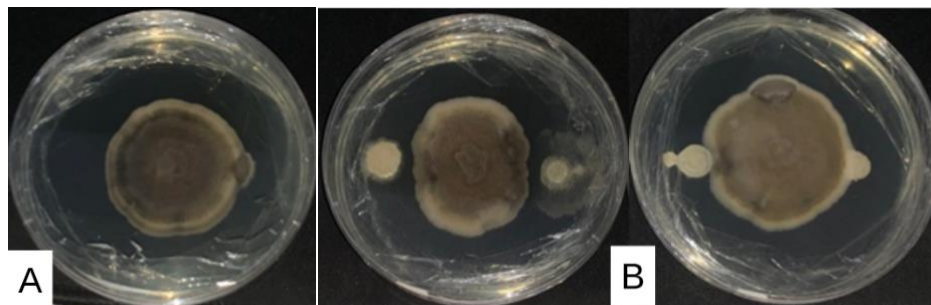
Kode Isolat	Rerata Diameter Zona Hambat (mm)	Kategori
D2	0,0	Tidak ada
D4	1,0	Lemah
D6	0,0	Tidak ada
D7	0,0	Tidak ada
D8	0,0	Tidak ada
D9	0,0	Tidak ada
D10	0,0	Tidak ada
D11	0,0	Tidak ada
D12	0,0	Tidak ada
D13	7,5	Sedang
D14	0,0	Tidak ada
D16	0,0	Tidak ada
D17	0,0	Tidak ada
D18	0,0	Tidak ada
D19	8,5	Sedang
D21	2,5	Lemah
D22	0,0	Tidak ada
D23	5,0	Lemah
D24	0,0	Tidak ada
D28	12,5	Kuat
D29	0,0	Tidak ada
D32	1,5	Lemah
D33	2,5	Lemah
D34	1,0	Lemah

Keterangan: Kategori lemah (≤ 5 mm), kategori sedang (6-10 mm), kategori kuat (11-19 mm) dan kategori sangat kuat (> 20 mm).

Keragaman pada pembentukan zona penghambat yang dihasilkan oleh bakteri endofit dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu kecepatan penyebaran senyawa antibakteri ke dalam media, interaksi dengan bakteri penyebab penyakit, laju pertumbuhan bakteri endofit, serta respons bakteri patogen terhadap senyawa antibakteri (Setyati *et al.*, 2016). Perbedaan dalam zona hambat yang diobservasi mungkin juga berasal dari variasi jenis dan kuantitas metabolit yang dihasilkan oleh setiap isolat bakteri endofit berperan sebagai agen antifungi terhadap *Alternaria* sp. Sesuai dengan pendapat Arios *et al.* (2014) bahwa jenis dan stabilitas metabolit yang

dihasilkan setiap bakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen merupakan faktor yang dapat

mempengaruhi keragaman ukuran diameter zona hambat yang terbentuk.

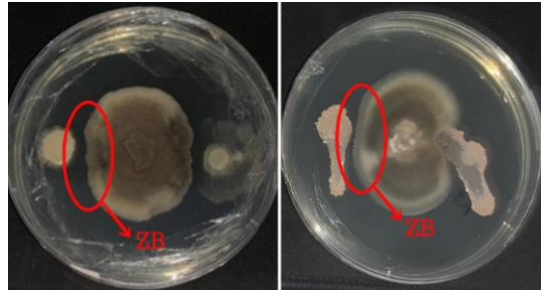


Gambar 7. Uji antagonis bakteri endofit pada daun *Avicennia* sp. terhadap jamur *Alternaria* sp. (A) control (B) zona hambat uji antagonis bakteri endofit terhadap *Alternaria* sp.

Pengamatan mekanisme antagonis antara bakteri endofit dan jamur patogen dapat dilihat dari mekanisme yang ditunjukkan secara mikroskopis pada media *dual culture* dan secara mikroskopis. Berdasarkan pengamatan pada hasil antagonis bakteri endofit yang mampu menghambat jamur *Alternaria* sp. diduga adanya aktivitas antibiosis dan kompetisi ruang terhadap koloni jamur patogen yang menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *Alternaria* sp.

Adanya aktivitas mekanisme antibiosis pada bakteri dengan terbentuknya zona bening di antara bakteri endofit dan *Alternaria* sp. hal

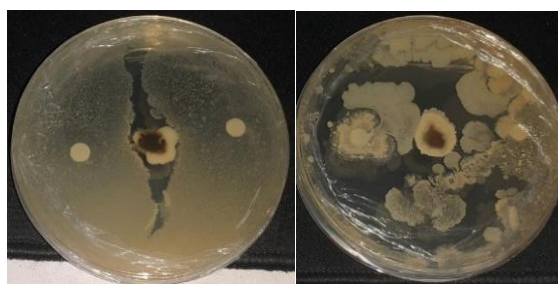
ini dapat dibuktikan dengan adanya jarak pada daerah kontak antara bakteri endofit dan jamur patogen yang membentuk zona bening sehingga *Alternaria* sp (Gambar 8). tidak dapat tumbuh lebih luas. Strobel dan Daisy (2003) menyatakan bahwa terbentuknya zona hambat menunjukkan bakteri endofit mampu memproduksi senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Antibiosis merupakan mekanisme umum yang terjadi pada jamur antagonis akibat senyawa antibiotik yang dihasilkannya, sehingga mampu menghambat zona tumbuh jamur patogen (Sriyanti *et al.*, 2015).



Gambar 8. Mekanisme antagonis pada media *dual culture* (ZB: Zona Bening)

Adanya aktivitas mekanisme kompetisi pada bakteri dengan terbentuknya zona hambat di antara bakteri endofit dan *Alternaria* sp. serta terhentinya pertumbuhan miselium *Alternaria* sp. saat terjadi kontak dengan bakteri endofit. Pada Gambar 9 dapat dilihat mekanisme antagonis yaitu mekanisme ruang dan nutrisi antara bakteri endofit dengan jamur *Alternaria* sp. Pertumbuhan bakteri endofit mengalami *overgrowth* yaitu bakteri mengalami pertumbuhan yang sangat cepat pada pengamatan hari ke-

2 sehingga menyebabkan *Alternaria* sp. tidak dapat tumbuh luas dikarenakan pertumbuhan bakteri endofit sudah memenuhi cawan petri. Mikroba juga dapat berkompetisi dengan patogen melalui mekanisme antibiosis. Mekanisme antibiosis dapat terjadi karena mikroba menghasilkan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan mikroba untuk bertahan hidup atau berkompetisi sehingga patogen tidak dapat tumbuh di area tersebut (Widiantini *et al.*, 2022).



Gambar 9. Mekanisme antagonis kompetisi ruang

SIMPULAN

Eksplorasi terhadap bakteri endofit pada daun mangrove *Avicennia* sp. menghasilkan 34 isolat bakteri setelah proses isolasi. Selanjutnya,

setelah dilakukan pengujian 24 isolat teridentifikasi bakteri positif melalui pengujian hipersensitif dan uji *soft rot*. Dari hasil pengujian antagonis secara *in vitro*, ditemukan bakteri endofit

yang dapat menghambat pertumbuhan *Alternaria* sp., yaitu isolat D28 sebesar 12,5 mm dengan kategori kuat dan kategori sedang yaitu isolat D13, D19 sebesar 7,5 mm; 8,5 mm. Berdasarkan pengamatan hasil uji antagonis bakteri endofit terhadap *Alternaria* sp, diduga adanya aktivitas mekanisme antibiosis dan kompetisi ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambika, S. & Sujatha, K. 2015. Antifungal Activity and Antagonistic Effect of Seaweed Extracts Against *Alternaria* Porri in Onion.
- Arios, L.N., D. Suryanto, K. Nurtjahja dan E. Munir. 2014. Asai Kemampuan Bakteri Endofit dari Kacang Tanah dalam Menghambat Pertumbuhan *Sclerotium* sp. pada Kecambah Kacang Tanah. *Jurnal HPT Tropika*, 14(2): 178-186.
- Behera, B.C., Singdevsachan, S.K., Mishra, R.R., Sethi, B.K., Dutta, S.K. & Thatoi, H.N. 2016. Phosphate Solubilising Bacteria from Mangrove Soils of Mahanadi River Delta, Odisha, India. *World Journal of Agricultural Research*, 4(1): 18-23.
- David & Stout. 1971. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Essay. *Journal of Microbiology*, 22 (4): 659-665.
- Hersanti, H., S. Sudarjat & A. Damayanti. 2019. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. dalam Silika Nano dan Serat Karbon untuk Menginduksi Ketahanan Bawang Merah terhadap Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri* (Ell.) Cif). *Agrikultura*, 30(1): 8.
- Maghfiroh, E.L., Abdul, M., Abdjad, A.N. dan Alina, A. 2022. Karakterisasi Bakteri Penyebab Busuk Lunak pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) Menggunakan Primer PCR Spesifik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3): 463-471.
- Marsaoli, F., Matinahoru, J.M. & Leiwakabessy, C. 2020. Isolasi, Seleksi, dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Diisolasi dari Salawaku (*Falcataria mollucana*) dalam Menekan Pertumbuhan Cendawan Patogen *Cercospora* spp. *Agrologia*, 8(2): 44-54.
- Nahlohy, L.H. & Masniar, M. 2020. Manfaat Ekosistem Mangrove dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan Masyarakat Pesisir. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 2(1): 1-4.
- Nursyam, H. & Prihanto, A.A. 2018. Identifikasi Molekuler Bakteri Endofit Mangrove *Rizhopora mucronata* Penghasil Gelatinase (MMP2). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1): 143.
- Prabhu, V.V. & Guruvanyoorappan, C. 2012. Phytochemical Screening of Methanolic Extract of Mangrove *avicennia* Pelagia Research Library
- Phytochemical Screening of Methanolic Extract of Mangrove *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Pelagia Research Library*, 3: 64-70.
- Prihanto, A.A., Firdaus, M. & Nurdiani, R. 2011. Endophytic Fungi Isolated from Mangrove

- (*Rhizopora mucronata*) and its Antibacterial Activity on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Food Science and Engineering*, 1: 386-389.
- Prihanto, Asep, A., Timur, H.D.L., Jaziri, A.A., Nurdiani, R. & Pradarameswari, K.A. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove *Sonneratia Alba* Penghasil Enzim Gelatinase dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indonesia Journal of Halal*, 1(1): 31.
- Rachmatunnisa, R., Rukmi, I. & Pujiyanto, S. 2017. Aktivitas Antagonistik Kapang Endofit Duwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) terhadap *Alternaria porri* Penyebab Bercak Ungu pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) secara *in Vitro*. *Jurnal Biologi*, 6(1): 71-78.
- Rahman, S.A., Sukenda, S., Widanarni, W., Alimuddin, A. & Ekasari, J. 2019. Isolation and Identification of Endophytic Bacteria from the Mangrove Leaves of *Avicennia marina* and Evaluation of Inhibition to Bacterium Causing Ice-Ice Disease. *AACL Bioflux*, 12(3): 941-952.
- Ramalashmi, K., Prasanna, V.K., Magesh, K., Sanjana, R., Siril, J.S. & Ravibalan, K. 2018. A Potential Surface Sterilization Technique and Culture Media for the Isolation of Endophytic Bacteria from *Acalypha indica* and its Antibacterial Activity. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 6(1): 181-184.
- Reinhold-Hurek, B., & Hurek, T. 2011. Living Inside Plants: Bacterial Endophytes. *Current Opinion in Plant Biology*, 14(4): 435-443.
- Ruswandari, V.R., Syauqi, A. & Rahayu, T. 2020. Uji antagonis jamur *Trichoderma viride* dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(2): 84-90.
- Saadah, F.L., Rahmadhini, N. & Suharto. 2023. Eksplorasi dan Identifikasi *Bacillus* sp. dari Tanah Rizosfer Bambu dan Tomat di Kelurahan Made, Sambikerep, Surabaya. *Agrocentrum*, 1(1): 1-6.
- Savitri, W.N., Maria, V.W. & Popy, H.H. 2016. Isolation and Characterization of Endophytic Bacteria from the Leaf Explants of *Avicennia marina* (Forsk.). *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas VI*. 702-714.
- Setyati, W.A., Habibi, A.S., Subagiyo, S., Ridlo, A., Soenardjo, N. & Pramesti, R. 2016. Skrining dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik dan Biokontrol Vibriosis pada Budidaya Udang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1): 11-20. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.595>
- Sopialena, A., Sofyan & A.R. Alfansuri. 2017. Potensi Penggunaan Jamur *Gliocladium virens* M. untuk Mengendalikan Penyakit Bercak Coklat pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Prosiding*

- Seminar Nasional Pertanian, Samarinda*, 75-82.
- Sriyanti, N.L.G., Suprpta, D.N. & Suada, I.K. 2015. Uji Keefektifan Rizobakteri dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* spp. penyebab Antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1): 53-65.
- Strobel, G.D.B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Product. *Microbiology and Molecular Biology Review*, 67(4): 491-502.
- Suciatmih. 2010. Pengaruh Konsentrasi Antimikroorganisme, Media Fermentasi, dan Waktu Inkubasi terhadap *Absidia corymbifera* (Cohn.) Sacc. & Trotter dari Jamur Endofit *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. *Media Litbang Kesehatan*, 20(10): 17-25.
- Suryanto, D., Yeldi., N. & Munir E, 2016. Antifungal Activity of Endophyte Bacterial Isolates From Torch Ginger (*Etlingera elicitator* (Jack.) RM Smith) Root to Some Pathogenic Fungal Isolate. *International Journal of Pharm Tech Research*, 9 (8): 340-347.
- Wahyudi, A.T., Meliah, S. & Nawangsih, A.A. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Bakteri Penyebab Hawar Daun pada Padi: Isolasi, Karakterisasi, dan Telaah Mutagenesis dengan Transposon. *Makara Journal of Science*, 15(1): 35.
- Widiantini. F., Yulia. E. & Fiko. S.D. 2022. Penghambatan pertumbuhan *Rhizoctonia solani* dan Penekanan Serangannya pada Perkecambahan Tanaman Padi oleh Bakteri Endofit Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(2): 75-84.
- Wang. J., Shao. X., Zhang. Y., Zhu. Y., Yang. P., Yuan. J., Wang. T., Yin. C., Wang. W., Chen. S, Liang. H. & Deng. X. 2018. HrpS Is a Global Regulator on Type III Secretion System (T3SS) and Non-T3SS Genes in *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*. *Molecular Plant-Microbe Interactions Journal*, 31(12): 1232-1243