

Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Proteolitik Bakteri Endofit yang Diisolasi dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center

Identification and Detection of Proteolytic Activity of Endophyte Bacterial Isolated from Avicennia Marina Leaves in Mempawah Mangrove Center

Evi Fania Fani, Rahmawati*, Rikhsan Kurniatuhadi

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura Pontianak

*e-mail: rahmawati@fmipa.untan.ac.id

Abstrak. Mikroba ataupun bakteri endofit merupakan mikroba yang terdapat pada bagian dalam tumbuhan terutama pada bagian jaringan yang sehat dan tidak merusak jaringan tumbuhan yang dijadikan inangnya. Penelitian ini memiliki tujuan menggambarkan dan menganalisis karakter morfologis, fisiologis, serta menganalisis aktivitas proteolitik genus mikroba yang ada di dalam daun mangrove *Avicennia marina*. Beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu dengan mengisolasi bakteri, karakterisasi morfologis, uji fisiologis yang meliputi uji biokimia, uji faktor lingkungan dan uji aktivitas proteolitik, serta identifikasi. Penelitian ini menggunakan metode sistematis sampling dengan menentukan terlebih dahulu titik pengambilan sampel di lokasi penelitian. Penelitian ini juga menggunakan metode uji proteolitik, isolat yang diperoleh digores pada media SMA dan dimasukkan ke dalam inkubator pada temperatur 37°C. Aktivitas enzim protease ditunjukkan terbentuknya tempat yang terlihat bening disekitar isolat. Bahan yang didapatkan dianalisis dalam bentuk gambar dan tabel. Karakteristik bakteri endofit yang diperoleh memiliki karakteristik morfologis dengan koloni berbentuk bulat, bagian tepi rata dan bergelombang, ketinggian ataupun elevasi berbentuk *convex*, koloni memiliki warna putih sampai kuning, gram positif dan negatif dengan bentuk sel kokus dan basil. Uji fisiologis pada uji salinitas, pH dan suhu semua isolat menghasilkan reaksi yang positif. Hasil penelitian diperoleh 6 isolat bakteri endofit dai daun *Avicennia marina* yang memiliki kemiripan dengan anggota genus *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Micrococcus*. Isolat yang diperoleh tidak memiliki aktivitas proteolitik karena tidak menghasilkan zona bening disekitar isolat yang digores pada media *Skim Milk Agar* (SMA).

Kata kunci : bakteri endofit; *Bacillus*; daun *Avicennia marina*; *Staphylococcus*; proteolitik

Abstract. Microbes or endophytic bacteria are microbes found inside of the plant, especially in healthy tissue parts and do not damage the plant tissues that are their hosts. The research was aimed to describe and analyze morphological and physiological characters, to analyze proteolytic activity of microbes in *Avicennia marina* mangrove leaves. Several stages in this research were isolating bacteria, morphological characterization, physiological test which included biochemical factor test and proteolytic activity test, as well as identification. This research used systematic sampling method by determining in advance the sampling point at the research location. This study also used a proteolytic test method, the isolates obtained were scratched on SMA medium and put in an incubator at 37°C. The activity of protease enzyme was indicated by the formation of a clear spot around the isolate. The material obtained was analyzed in the form of figures and tables. The characteristics of endophytic bacteria obtained have morphological characteristic with spherical colony, flat and wavy edge, convex elevation, white to yellow colony color, gram positive and negative with cocci and bacillary cell shapes. Physiological tests on the salinity, pH and temperature tests of all isolates produced a positive reaction. The results obtained 6 isolates of endophytic bacteria from *Avicennia marina* leaves which have similarities with members of the genus *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* and *Micrococcus*. The isolates obtained did not have proteolytic activity.

Keywords : Endophytic bacteria; *Bacillus*; *Avicennia marina* leaves; *Staphylococcus*; Proteolytic

PENDAHULUAN

Tumbuhan bakau ataupun tumbuhan mangrove memiliki banyak sumber komponen bioaktif. Komponen bioaktif yang terkandung pada jaringan tumbuhan tidak semua diperoleh dari tumbuhan tersebut, namun juga diperoleh dalam mikroorganisme yang menghasilkan komponen

aktif pada jaringan tumbuhan. Bakteri endoit merupakan organisme yang terdapat di dalam jaringan tumbuhan yang berperan sebagai penghasil senyawa bioaktif (Dwilestari *et al.*, 2015). Menurut Strobel (2003), organisme seperti mikroba endofit yang dapat membuat kombinasi yang mirip dengan tumbuhan yang ditempatinya dan memiliki peran penting dalam menghasilkan senyawa bioaktif. Menurut Zamroni dan Rohyani (2008), keberadaan bakteri di ekosistem mangrove mempunyai manfaat dalam memecah daun yang telah layu dan mati menjadi komponen yang bermanfaat sebagai bahan makanan untuk hewan maupun tumbuhan yang terdapat di kawasan bakau.

Avicennia biasanya tumbuh bergerombol dan dapat hidup pada kadar salinitas yang tinggi. Mangrove api-api (*Avicennia marina*) dapat tumbuh dalam berbagai macam kondisi ekologi seperti kadar garam yang tinggi, temperatur dan daerah yang berlumpur dan bebatuan (Arif, 2003). mangrove api-api merupakan tumbuhan yang ditempati oleh bakteri endofit mampu tumbuh pada wilayah yang mempunyai kadar garam yang tinggi karena berbatasan langsung dengan air laut. Pengaruh wilayah yang mendukung keberadaan mikroba adalah faktor salinitas (Wibowo *et al.*, 2009). Selain faktor salinitas bakteri berperan besar dalam kehidupan wilayah mangrove, keberagaman mikroba tersebut disebabkan beberapa pengaruh lingkungan seperti kadar keasaman, materi, cuaca, flora, makanan, serta wilayah (Hrenovic *et al.*, 2003).

Mikroba merupakan sumber enzim yang sangat sering dimanfaatkan dari pada tumbuhan dan hewan. Salah satu enzim yang dihasilkan oleh mikroba endofit yaitu proteolitik. Enzim Protease selain bermanfaat dalam proses metabolisme, juga dimanfaatkan pada berbagai macam pabrik pangan (Rizaldi *et al.*, 2018).

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup didalam tumbuhan yang bermanfaat pada jaringan tanaman itu sendiri. Bakteri endofit dapat menghasilkan sumber daya yang dapat digunakan dalam mencari komponen aktif baru. Adiarti (2013) menemukan bakteri endofit anggota spesies *Paenibacillus amylolyticus* menghasilkan enzim protease yang diisolasi dari batang tanaman *Avicennia marina*. Priharta (2008) menemukan bakteri endofit pada tanaman *Artemisia annua* L. di dalam batang tumbuhan tersebut di antaranya adalah anggota genus *Amphibacillus* yang menghasilkan senyawa antibakteri. Nursyam dan Prihanto (2018) juga menemukan bakteri endofit anggota spesies *Enterobacter hormaechei* yang di dapatkan dari akar, batang, daun tanaman api-api hitam.

Penelitian ini dilaksanakan pada kawasan *Mempawah Mangrove Center* (MMC). Kawasan *Mempawah Mangrove Center* merupakan sebuah wilayah abrasi. Lokasi *Mempawah Mangrove Center* ini terletak pada satu daratan, akan tetapi karena abrasi hilang jalurnya. Kawasan ini dulu hanya pantai yang terdapat di sepanjang Desa Pasir. Sejak 2011, pesisir pantai ini dikonservasi oleh warga untuk menjaga lingkungan dengan hal yang positif, sedikit demi sedikit konservasi bakau mulai berjalan dengan baik. Hingga saat ini sebanyak 45 hektar wilayah pesisir Desa Pasir, telah berhasil dilakukan konservasi mangrove.

Hingga saat ini belum ada informasi bakteri endofit yang diperoleh dari daun api-api di *Mempawah Mangrove Center*, karena bagian daun mempunyai manfaat untuk mendapatkan komponen aktif. Bagian daun *Avicennia marina* juga banyak digunakan sebagai obat tradisional. Berdasarkan potensi yang terdapat pada bakteri endofit, maka perlu diisolasi dan dilakukan uji aktivitas proteolitik, serta diidentifikasi bakteri endofit dari daun *Avicennia marina* di *Mempawah Mangrove Center*, Desa Pasir, Kabupaten Mempawah dan bertujuan dalam menganalisis karakteristik bakteri endofit yang terkandung pada daun api-api di *Mempawah Mangrove Center*.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian berupa sampel daun *Avicennia marina*, akuades, alkohol 70%, alkohol 96%, BaCl₂, hidrogen peroksida, H₂SO₄, iodine, ketokonazol, kristal violet, media *Motility Indol Ornithin* (MIO), media *Oksidatif fermentatif* (OF), media SCA, media TSIA, media TSA, urea *Christensen*, minyak imersi, NaCl, NaOH, safranin, susu skim bubuk dan NaOCl 4%.

Pengambilan sampel daun *Avicennia marina* menggunakan metode sistematis dengan cara menentukan 5 titik area berkembangnya *Avicennia marina* (Adiarti, 2013). Setiap titik dipilih 5 pohon yang memiliki umur sekitar 1-2 tahun, pada setiap pohon diambil 3 ranting yang terdiri dari daun yang masih sehat. Masing-masing titik yang diambil terdapat 15 ranting, sehingga pada 5 titik diperoleh 75 ranting. Daun diambil dengan cara dipotong menggunakan pisau, daun yang diambil disimpan pada wadah yang telah disiapkan. Daun diambil dan disimpan pada *cooler box* dan selanjutnya dianalisis di laboratorium (Shivas dan Beasley, 2005).

Faktor lingkungan yang mempengaruhi bakteri endofit yaitu (suhu udara (°C), salinitas, pH dan kondisi area mangrove jenis *Avicennia marina*. Kelembapan dan suhu udara diukur menggunakan

alat *termohyrometer*, dan salinitas diukur menggunakan alat *salinometer*. Pengukuran kelembapan dan suhu udara dengan cara menggantung *termohyrometer* pada tempat yang akan diukur suhu dan kelembapannya, kemudian ditunggu 2 sampai 3 menit, skala bagian atas menunjukkan suhu dan skala bagian bawah menunjukkan kelembapan. Salinometer untuk mengukur salinitas (Sumarno dan Rudi, 2013).

Bakteri endofit diisolasi dari sampel daun *Avicennia marina* yang diambil dari lokasi *Mempawah Mangrove Center*, Desa Pasir, Kabupaten Mempawah. Eksplan daun yang masih sehat dari masing-masing titik dicuci dengan air kurang lebih selama 5-10 menit, selanjutnya daun dibersihkan dengan Natrium Hipoklorit 4% dan direndam selama 5 menit. Sampel dibersihkan menggunakan alkohol 70% kurang lebih 2 menit, dibilas menggunakan akuades sebanyak 3 kali ulangan kurang lebih 2 menit. Daun dikeringanginkan. Daun yang telah dikeringkan, kemudian dihaluskan dengan cara digerus menggunakan mortar. Sampel ditimbang sebanyak 1 g dan dilakukan duplo, selanjutnya sampel tersebut dituang pada erlenmeyer yang telah diisi akuades 90 ml, kemudian 1 mili liter sampel dituang pada 9 mili liter air yang steril (pengenceran 10^{-1}), pengenceran dilakukan hingga 10^{-3} , setiap pengenceran dihomogenisasi 12 menggunakan vorteks. Hasil pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3} masing-masing sebanyak 1 ml diinokulasi ke dalam medium TSA menggunakan metode tuang, kemudian disimpan kedalam inkubator pada temperatur 37°C selama 24 jam (Rismawati, 2018).

Bentuk isolat yang berbeda berdasarkan karakter morfologis dimurnikan dan diberi kode isolat, kemudian diinokulasikan dengan metode goresan (*streak plate*) pada medium TSA dan dimasukkan ke dalam inkubator pada temperatur 37°C (Pratiwi, 2015).

Pengamatan karakteristik morfologis dilihat dari warna isolat, struktur, elevasi, serta tepian isolat bakteri. Uji gram meliputi sifat gram dengan melakukan pewarnaan gram.

Karakteristik fisiologis dilakukan untuk menentukan genus dan spesies bakteri, meliputi uji biokimia (uji motilitas, indol, ornithin, katalase, katabolisme karbohidrat, sitrat, oksidatif fermentatif dan urease), uji faktor lingkungan dan uji aktivitas proteolitik.

Pengujian aktivitas proteolitik dilakukan dengan cara melarutkan susu skim bubuk ke dalam 200 ml akuades steril, kemudian media TSA dibuat sebanyak 220 ml dan disterilkan. Larutan susu skim 5% dari larutan skim (20-30 ml), dicampurkan dimedia TSA 220 mili liter, didinginkan sampai padat. Setelah padat diambil isolat, digores pada *petri dish* yang berisi SMA, dimasukkan ke dalam inkubator pada temperatur 37°C . Terbentuknya enzim protease dilihat pada area bening yang terjadi karena adanya proses degradasi kasein pada media SMA. Terbentuknya area bening diukur yang terbentuk disekitar isolat (Isnansetyo dan Kamei, 2009).

Identifikasi mikrob disesuaikan pada buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt et al, 1994) berdasarkan karakteristik morfologis dan fisiologis bakteri yang meliputi bentuk, warna, elevasi dan tepian koloni, bentuk sel dan sifat gram, uji biokimia, serta uji fisiologis. Data yang didapatkan dianalisis berdasarkan hasil karakterisasi dan identifikasi.

HASIL

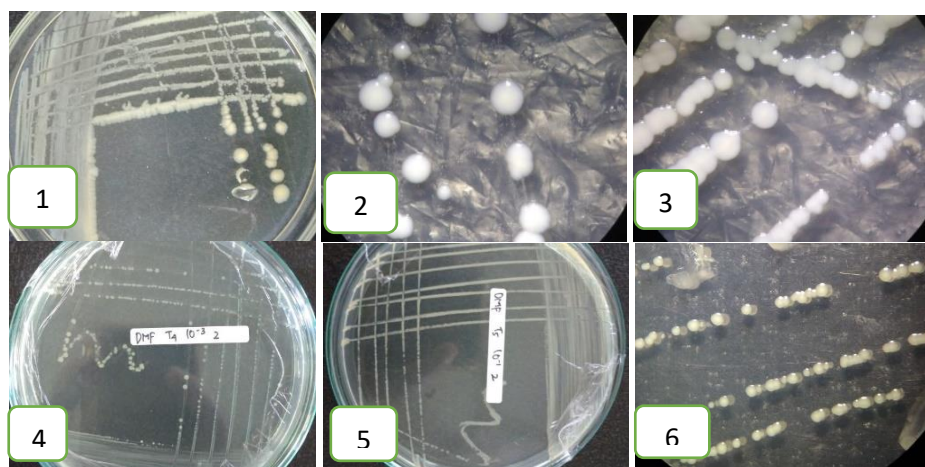
Berdasarkan hasil didapatkan 6 bakteri endofit yang terdapat pada daun api-api putih di *Mempawah Mangrove Center* dan yang diduga memiliki kemiripan dengan anggota genus *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Micrococcus* yang diamati berdasarkan karakteristik morfologis, fisiologis dan hasil uji biokimia (Tabel 1).

Tabel 1. Pengamatan karakteristik morfologis dan fisiologis bakteri endofit daun *avicennia marina*

Karakter	Kode					
	DMF 112	DMF 322	DMF 421	DMF 432	DMF 512	DMF 522
Morfologis						
Struktur	Sirkular	Sirkular	Sirkular	Sirkular	Sirkular	Sirkular
Tepi	Rata	Rata	Bergelombang	Rata	Bergelombang	Rata
Elevasi	Cembung	Cembung	Cembung	Cembung	Cembung	Cembung
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Kuning-Coklat	Kuning
Gram	Positif	Positif	Positif	Positif	Negatif	Positif
Sel	Kokus	Kokus	Kokus	Basil	Basil	Kokus
Uji Biokimia						
Motilitas	-	-	-	+	+	-
Indol	-	-	-	-	-	-

Ornithin	+	+	+	-	+	-
SCA	-	-	-	+	-	-
TSIA	+	+	+	+	+	+
Gas	-	-	-	+	+	-
H ₂ S	-	-	-	-	-	-
Oksidatif-fermentatif	OF	OF	OF	OF	O	OF
Katalase	+	+	+	+	+	+
Urease	+	+	+	-	+	-
Uji Faktor Lingkungan						
Uji Salinitas:						
0%	+	+	+	+	+	+
10%	+	+	+	+	+	+
20%	+	+	+	+	+	+
30%	+	+	+	+	+	+
Uji Suhu:						
28°C	+	+	+	+	+	+
30°C	+	+	+	+	+	+
36°C	+	+	+	+	+	+
Uji PH:						
5	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+
Proteolitik	-	-	-	-	-	-
Genus	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Micrococcus</i>

Keterangan: Uji TSIA warna media kuning bersifat asam (A/A), Positif (+), Negatif (-), Uji OF (Oksidatif Fermentatif), O (Oksidatif), *Circular* (Bulat), *Entire* (Rata), *Undulate* (Bergelombang), *Convex* (Cembung).

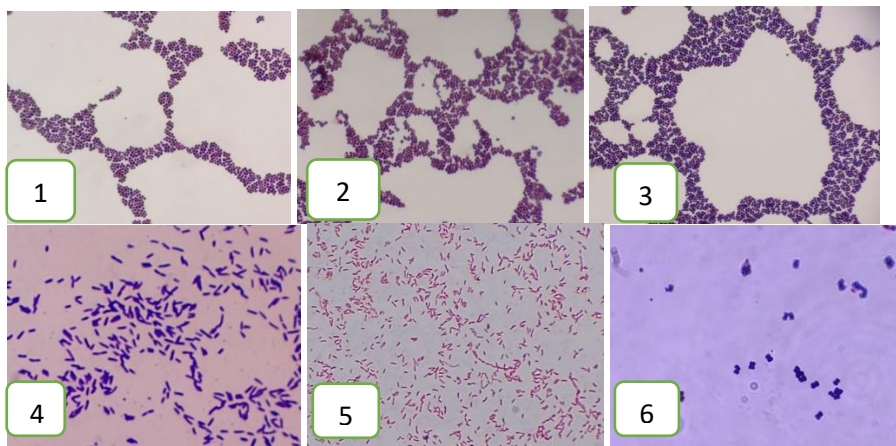


Gambar 1. Koloni mikroba endofit: (1) Dmf 112, (2) Dmf 322, (3) Dmf 421, (4) Dmf 432, (5) Dmf 512, (6) Dmf 522.

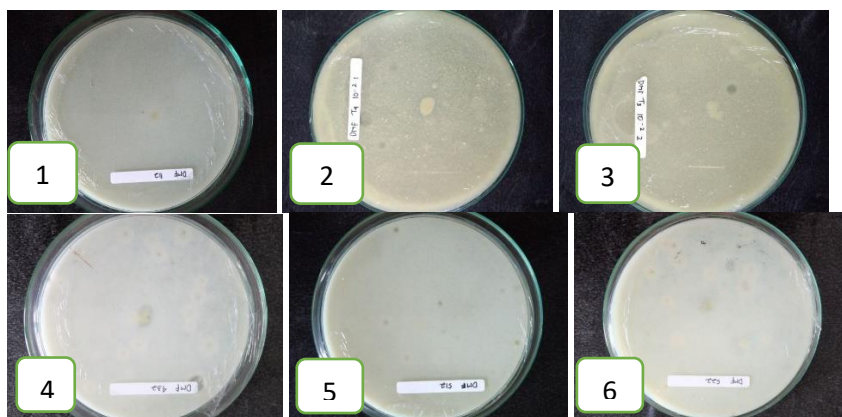
PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilaksanakan di wilayah Mempawah *Mangrove Center*, diperoleh 6 isolat bakteri endofit dan didapatkan 4 genus mempunyai kemiripan dengan anggota genus *Staphylococcus* (Dmf 112, 322 dan 421), *Bacillus* (Dmf 432), *Pseudomonas* (Dmf 512) dan *Micrococcus* (Dmf 522) masing-masing memiliki karakteristik morfologis dan fisiologis yang berbeda.

Masing-masing bakteri endofit yang ditemukan memiliki bentuk koloni keseluruhan *circular* (bulat). Pigmentasinya berwarna putih dan kuning, untuk tepiannya *entire* (rata) dan *undulate* (bergelombang). Bentuk elevasinya *convex* (cembung) (Gambar 1). Masing-masing genus bersifat gram negatif dan positif dan memiliki bentuk sel kokus dan basil (Gambar 2). Penelitian Eldeen (2014) juga memperoleh bakteri endofit dari anggota genus *Staphylococcus* dan *Bacillus* yang diisolasi dari tanaman mangrove *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora* dan *Xylocarpus* pada daun dan akar yang diambil



Gambar 2. Sel bakteri endofit: (1) Dmf 112, (2) Dmf 322, (3) Dmf 421, (4) Dmf 432, (5) Dmf 512, (6) Dmf 522 (perbesaran 1000).



Gambar 3. Aktivitas proteolitik: (1) Dmf 112, (2) Dmf 322, (3) Dmf 421, (4) Dmf 432, (5) Dmf 512, (6) Dmf 522.

dari negara bagian Terengganu di pantai timur semenanjung Malaysia. Rismawati (2018) juga menemukan bakteri endofit dari anggota genus *Klebsiella*, *Routella* dan *Pseudomonas* yang diisolasi dari daun mangrove api-api.

Berdasarkan hasil pengamatan Isolat Dmf 112, 322 dan 421 secara karakteristik morfologis dan fisiologisnya memiliki kemiripan dengan anggota genus *Staphylococcus*, memiliki bentuk koloni *circular* (bulat), berwarna putih, tepiannya *entire* (rata) dan *undulate* (bergelombang), elevasinya *convex* (cembung) (Gambar 1, bagian a,b dan c). Genus *Staphylococcus* memiliki bentuk sel bulat (kokus), bentuk tidak beraturan berkelompok dan bergerombol seperti anggur. Ramadhanty *et al* (2021) menemukan bakteri endofit dari genus *Staphylococcus* yang diisolasi dari tanaman bakau api-api diperoleh dari akar, batang dan daun yang diambil dari wilayah bakau, memiliki karakteristik morfologis secara makroskopis dengan bentuk koloni bulat, elevasi cembung dan tepiannya rata. Eldeen (2014) juga menemukan genus *Staphylococcus* yang diisolasi dari daun dan akar mangrove *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora* dan *Xylocarpus* pada daun dan akar yang diambil dari negara bagian Terengganu di pantai timur semenanjung Malaysia.

Isolat Dmf 432 memiliki kemiripan dengan anggota genus *Bacillus* yang diidentifikasi berdasarkan karakteristik morfologis dan fisiologis. Berdasarkan karakteristik morfologis secara makroskopis memiliki bentuk koloni *circular*, bagian tepi *entire*, ketinggian *convex* dan berwarna putih (Gambar 1, bagian d). Savitri *et al* (2016) menemukan genus *Bacillus* pada daun *Avicennia marina* yang memiliki karakteristik morfologis secara makroskopis dengan bentuk koloni yang sama.

Isolat Dmf 512 memiliki kemiripan dengan anggota genus *Pseudomonas* yang memiliki karakteristik morfologis secara makroskopis dengan bentuk koloni bulat, tepian rata, elevasinya cembung dan berwarna kuning kecoklatan (Gambar 1, bagian e). Ramadhanty *et al* (2021) juga menemukan mikroba endofit *Pseudomonas* pada daun mangrove *Avicennia marina* yang memiliki karakteristik morfologis secara makroskopis berbentuk *circular*, ketinggian cembung, tepian *entire*, berwarna putih sampai kuning.

Isolat Dmf 522 memiliki kemiripan dengan anggota genus *Micrococcus* memiliki karakteristik morfologis secara makroskopis dengan bentuk koloni *circular*, bagian tepi *entire*, ketinggian *convex* dan memiliki warna kuning (Gambar 1, bagian f). Salah satu bakteri gram positif dan berbentuk kokus dengan bentuk yang tidak beraturan (Gambar 2, bagian f). Bakteri memiliki sifat gram positif dan tidak dapat bergerak dan bersifat oksidatif fermentatif, koloni berwarna kuning dan katalase positif. Jiang *et al* (2018) menemukan anggota genus *Micrococcus* pada jaringan tanaman mangrove *Avicennia marina* yang memiliki karakter yang sama dengan bentuk koloni bulat, tepian rata, elevasinya berbentuk cembung dan berwarna kuning. Ratrinia *et al* (2020) juga menemukan bakteri *Micrococcus* pada tanaman mangrove *Avicennia*. Yahya *et al* (2014) menemukan genus *Micrococcus* pada tanaman mangrove *Avicennia marina*.

Kondisi faktor lingkungan pada daerah perairan mangrove di Mempawah *Mangrove Center* menunjukkan salinitas berkisar antara 28-41%. Akbar *et al* (2008) menyatakan bahwa salinitas air laut saat pasang dan surut dipermukaan perairan bervariasi nilainya yang berkisar antara 0-30%. Patty (2013) menyatakan salinitas perairan Indonesia berkisar antara 30-35%. Hal ini juga didukung oleh Nontji (2002) yang menyatakan kadar garam kawasan laut di Indonesia umumnya berkisar antara 28-33%. Suhu lingkungan pada penelitian ini berkisar antara 30-31°C. Nontji (2002) mengatakan suhu air permukaan Indonesia 28-31°C. Nilai pH lingkungan pada penelitian ini memiliki kisaran 7-8. Marini *et al* (2018) menyatakan bahwa pH pada air laut wilayah mangrove 7,3-7,4.

Hasil uji aktivitas proteolitik semua isolat menunjukkan reaksi yang negatif (Gambar 3). Bakteri endofit pada daun api-api di Mempawah *Mangrove Center* tidak mampu menghasilkan enzim proteolitik. Beberapa faktor yang diduga dapat mempengaruhi tidak terdapat aktivitas proteolitik pada bakteri yaitu berkurangnya jumlah substrat dalam media SMA sebagai sumber nutrisi untuk proses metabolisme bakteri, umur dari bakteri yang sudah lama atau berada pada fase kematian. Yuniati *et al* (2015) menyatakan penurunan enzim protease disebabkan berkurangnya nutrisi yang mengakibatkan pembentukan enzim substrat terhambat dan mengubah bentuk enzim, menyebabkan penurunan katalik. Bentuk enzim yang berubah menyebabkan bagian sisi aktif enzim menjadi tidak dapat digunakan untuk mengikat substrat dengan baik.

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini didapatkan 6 isolat dari daun mangrove *Avicennia marina* di Mempawah *Mangrove Center* yang telah diidentifikasi berdasarkan karakteristik morfologis dan fisiologis memiliki kemiripan dengan anggota genus *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Micrococcus*. Semua isolat bakteri endofit dalam penelitian ini tidak menghasilkan proteolitik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiarti R, 2013. Aktivitas Bakteri Endofit Batang Mangrove *Avicennia marina* Sebagai Penghasil Antibiotik. *Skripsi: UNPAD*.
- Akbar AA, Djohan TS, Sartohadi J, 2008. Ekosistem Mangrove dan Abrasi di Pesisir Kalimantan Barat, *Jurnal Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 22(1): 60-71.
- Arif A, 2003. *Hutan Mangrove*. Kanisius: Yogyakarta.
- Dwilestari Awaloei, H, Posangi, J, Bara, R, 2015. Uji Antibakteri Jamur Endofit pada Daun Mangrove *Sonneratia alba* Terhadap Bakteri Uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal e-Biomedik (Ebm)*, 3(1): 394-398.
- Eldeen IMS, 2014. Isolation of 12 Bacterial Endophytes from Some Mangrove Plants and Determination of Antimicrobial Properties of the Isolates and the Plant Extracts. *International Journal of Phytomedicine*. 6(3): 425-432.
- Fatchiyah F, Prihanto, AA, Kartikaningsih, H, 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove Api-api Putih (*Avicennia marina*) Penghasil Enzim L-Asparaginase. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 10(2): 33-39.
- Hrenovic J, Damir, V & Bozidar, S, 2003. Influence of Nutrients and Salinity on Heterotrophic and Coliform Bacteria in The Shallow Karstic Zrmanja Estuary (Eastern Adriatic Sea). *Ceove Dergisi*. 29-37.
- Holt JG, Krig NR, Sneath P, Staley J, & Williams S, 1994. *Bergeys Manual of Determinative Bacteriology* 9th Edition, Lipincott Williams and Wilkins Company. 546 Pp. Philadelphia Usa.
- Isnansetyo A, & Kamei, Y, 2009. Anti-Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Activity of MC21-B, an Antibacterial Compound Produced by Marine Bacterium *Pseudoalteromonas Phenolica* O-BC30T. *International Jurnal Antimicrobial Agents*. 34(2): 131-135.
- Jiang ZK, Tuo L, Huang DL, Osterman IA, Tyurin AP, Liu SW, Lukyanov DA, Sergief PV, Dontsolva OA, Korshun VA, Li F, Sun, C, 2018. Diversity, Novelty, and Antimicrobial Activity of Endophytic Actinobacteria from Mangrove Plants in Beilun Estuary National Nature Reserve of Guangxi, China. *Frontiers in Microbiology*. 9: 868.

- Marini Kushadiwijayanto, AA, Nurrahman, YA, 2018. Struktur Komunitas Hutan Mangrove di Desa Sungai Bakau Kecil Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 1(3): 73-80.
- Nontji A, 2002. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan: Jakarta.
- Nursyam H, dan Prihanto AA, 2018. Identifikasi Molekuler Bakteri Endofit Mangrove *Rhizopora mucronata* Penghasil Gelatinase (MMP₂). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 143-147.
- Patty SI, 2013. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax* 1(3): 150-152.
- Pratiwi EB, 2015. Isolasi dan Skrining Fitokimia Bakteri dari Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) yang Berpotensi Sebagai Antibakteri. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Priharta AAYD, 2008. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Dalam Batang Tanaman *Artemisia annua* L., yang di Uji Potensi Antibakterinya Terhadap *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma: Yogyakarta.
- Ramadhanty MA, Lunggani AT & Nurhayati, 2021. Isolasi Bakteri Endofit Asal Tumbuhan Mangrove *Avicennia marina* dan Kemampuannya Sebagai Antimikroba Patogen *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhi* Secara *in Vitro*. *Niche Journal of Tropical Biology*. 4(1): 16-22.
- Ratrinia PW, Hasibuan, NE, Azka, A, Sumartini, Mujiyanti, A, Harahap, KS, Suryono, M, 2020. Identifikasi Bakteri pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Bandar Bakau Kota Dumai. *Jurnal Perikanan Tropis*. 7(2): 170-171.
- Rismawati, 2018. Identifikasi Bakteri Endofit Daun Mangrove Api-Api Putih (*Avicennia marina*) dan Potensinya Menghasilkan Senyawa Anti Mikroba. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin: Makassar.
- Rizaldi R, 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Proteolitik yang Berasosiasi dengan Lamun *Enhalus acoroides* di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Airlangga Surabaya.
- Savitri WD, Wirjaputra MV, Hardjo PH, 2016. Isolation and Characterization of Endophytic Bacteria From The Leaf Explants of *Avicennia marina* (Forsk.). *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas VI*.
- Shivas R, dan Beasley D, 2005. Pengelolaan Koleksi Patogen Tanaman. Departemen Pertanian, Perikanan Dan Kehutanan Pemerintah Australia (Department Of Agriculture, Fisheries And Forestry, DAFF).
- Strobel GA & Daisy B, 2003. Bioprocessing for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 67(4): 495-497.
- Sumarno D, & Rudi A, 2013. Kadar Salinitas di Beberapa Sungai yang Bermuara di Teluk Cempi, Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Jatiluhur*.
- Wibowo C, Kusmana C, Suryani A, Hartaty Y, & Oktadiyan, P, 2009. Pemanfaatan Pohon Mangrove Api-Api (*Avicennia* spp.) Sebagai Bahan Pangan dan Obat, di dalam: *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB, Buku I: Bidang Pangan Dan Energi*, Bogor: LPPB-ITB.
- Yahya, Nursyam H, Risjanni Y, Soemarno, 2014. Karakteristik Bakteri di Perairan Mangrove Pesisir Kraton Pasuruan. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 19(1): 36-40.
- Yulma, Ihsan, B, Sunarti, Malasari, E, Wahyuni, N, Mursyban, 2017. Identifikasi Bakteri pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, Vol. 2: 28-33.
- Yuniati R, Nugroho TT & Puspita F, 2015. Uji Aktivitas Enzim Protease dari Isolat *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA* 1(2): 119-121.
- Zamroni Y, & Rohyani IS, 2008. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. *Biodiversitas*. 9(4): 284- 287.

Article History:

Received: 7 Desember 2021

Revised: 2 Februari 2022

Available online: 22 Februari 2022

Published: 31 Mei 2022

Authors:

Evi Fania Fani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi/ Jendral Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat, kode pos 78124, Indonesia, e-mail: evifaniafani24@gmail.com

Rahmawati, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi/ Jendral Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat, kode pos 78124, Indonesia, e-mail: rahmawati@fmipa.untan.ac.id

Rikhsan Kurniatuhadi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura Pontianak, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi/ Jendral Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat, kode pos 78124, Indonesia, e-mail: rikhsan.kurniatuhadi@fmipa.untan.ac.id

How to cite this article:

Fani EF, Rahmawati, Kurniatuhadi R, 2022. Identifikasi dan deteksi aktivitas proteolitik bakteri endofit yang diisolasi dari daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center. *LenteraBio*; 11(2): 293-299.