

Potensi Metabolit Kapang Endofit Mangrove *Rhizophora apiculata* sebagai Anti-*Staphylococcus epidermidis*

Maria Fransiska Limbong, Wilis Ari Setyati*, Sri Sedjati, Mada Triandala Sibero

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email : wilisarisetiyati@yahoo.co.id

Abstract

Potential of Mangrove Endophytic Mold Metabolites of *Rhizophora apiculata* as Anti-*Staphylococcus epidermidis*

Mangrove association molds are known to produce secondary metabolite compounds that have antibacterial activity. The purpose of this study was to obtain *anti-Staphylococcus epidermidis* metabolites produced by the endophytic mold of mangrove *Rhizophora apiculata*. The screening process is carried out in exploratory descriptive research. The stages of this research are sampling, mold isolation and purification, and macroscopic characterization. Initial screening of antibacterial activity is carried out by the *agar plug* method. Isolates that produce antibacterial metabolites are molecularly identified. The isolate was then cultured with *Potato Dextrose Agar* (PDA) media. The producing antibacterial metabolites were extracted using two solvents of different polarities (ethyl acetate and methanol) by stratified maceration method. Antibacterial metabolites are then tested to determine the concentration of extracts required to inhibit (Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and kill bacterial growth (Minimum Bactericidal Concentration / MBC). The results of this study showed that there is one species of mangrove endophytic mold *Rhizophora apiculata* that can produce antibacterial metabolites against *S. epidermidis*, namely *Diaporthe sennae*. These antibacterial metabolites are present in ethyl acetate extract. The resulting bioactivity based on the ability to inhibit bacterial growth can be seen from the MIC value of 2.5 mg / mL and the ability to kill bacteria with an MBC value of 5 mg / mL. The mold metabolite *Diaporthe sennae* could potentially be developed as an anti-*Staphylococcus epidermidis*

Keywords : Antibacterial, *Staphylococcus epidermidis*, *Diaporthe sennae*, ethyl acetate extract

Abstrak

Kapang asosiasi mangrove diketahui menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antibakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan metabolit anti-*Staphylococcus epidermidis* yang dihasilkan oleh kapang endofit mangrove *Rhizophora apiculata*. Proses skrining dilakukan secara diskriptif eksploratif. Tahapan penelitian ini adalah pengambilan sampel, isolasi dan purifikasi kapang, serta karakterisasi makroskopis. Skrining awal aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode *agar plug*. Isolat yang menghasilkan metabolit antibakteri diidentifikasi secara molekuler. Isolat tersebut selanjutnya dikultur dengan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Metabolit antibakteri yang dihasilkan diekstraksi menggunakan dua pelarut yang berbeda polaritas (etil asetat dan metanol) dengan metode maserasi bertingkat. Metabolit antibakteri kemudian diuji untuk menentukan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat (Minimum Inhibitory Concentration /MIC) dan membunuh pertumbuhan bakteri (Minimum Bactericidal Concentration /MBC). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat satu spesies kapang endofit mangrove *Rhizophora apiculata* yang dapat menghasilkan metabolit antibakteri melawan *S. epidermidis*, yaitu *Diaporthe sennae*. Metabolit antibakteri tersebut terdapat dalam ekstrak etil asetat. Bioaktivitas yang dihasilkan berdasarkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri terlihat dari nilai MIC sebesar 2,5 mg/mL dan kemampuan membunuh bakteri dengan nilai MBC sebesar 5 mg/mL. Metabolit kapang *Diaporthe sennae* berpotensi dikembangkan sebagai anti-*Staphylococcus epidermidis*

Kata kunci : Antibakteri, *Staphylococcus epidermidis*, *Diaporthe sennae*, ekstrak etil asetat

PENDAHULUAN

Penyakit kulit merupakan penyakit non-fatal yang dapat mempengaruhi 30-7-% individu secara global tanpa memandang kelompok umur (Liu *et al.*, 2020). Penyakit kulit pada manusia dapat disebabkan oleh infeksi mikroba seperti bakteri *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, dan jamur seperti *Candida sp.* dan *Malassezia* (Hay, 2020). Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dalam beberapa kasus dapat menjadi patogen oportunistik yang menyebabkan infeksi pada kulit terhadap manusia yang sedang dalam kondisi kekebalan tubuh yang lemah. Cau *et al.* (2021) melaporkan bahwa *Staphylococcus epidermidis* merupakan salah satu penyebab infeksi penyakit

kulit dermatitis atopik. Bakteri *Staphylococcus epidermidis* tergolong patogen *multi-drug resistant* (MDR). Strain *Staphylococcus epidermidis* memiliki kemampuan resistensi terhadap beberapa jenis golongan antibiotik, seperti aminoglikosida, tetrasiklin, fluorokuinolon, sefalosporin, penisilin, dan makrolida (Chabi & Momtaz, 2019). Situasi ini menyebabkan penggunaan obat antibiotik dalam penyembuhan infeksi *S. epidermidis* menjadi tidak efektif.

Alternatif yang dapat dilakukan dalam mengatasi kasus infeksi kulit akibat bakteri MDR adalah dengan menemukan obat antibiotik baru. Sumber antibiotik baru dapat ditemukan dari sumber daya alam, salah satunya dengan memanfaatkan bahan hayati laut. Mangrove memiliki metabolit sekunder yang memiliki banyak potensi, salah satunya adalah sebagai antimikroba. Penelitian terdahulu menemukan bahwa mangrove *Rhizophora apiculata* menghasilkan metabolit sekunder yaitu tanin, flavonoid, steroid, saponin, dan terpenoid yang berpotensi efektif dalam menghambat dan membunuh pertumbuhan jamur dan bakteri dari spesies *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, dan *Pseudomonas aeruginosa* (Syawal *et al.*, 2020). Penelitian lain menemukan ekstrak etil asetat dari daun *R. apiculata* mampu menghambat pertumbuhan patogen *E. coli* yang lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan antibiotik seperti amoxicillin (Sormin *et al.*, 2021). Seiring dengan berjalannya waktu, pemanfaatan tumbuhan mangrove sebagai alternatif obat antibiotik alami untuk melawan bakteri penyebab infeksi penyakit kulit menjadi tidak efektif karena bertentangan dengan prinsip konservasi. Hal ini mendorong penelitian baru untuk menemukan kapang endofit mangrove sebagai sumber antibiotik untuk menghindari eksploitasi berlebihan dan menjaga kelimpahan tumbuhan mangrove. Kapang endofit mangrove menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang serupa dengan metabolit sekunder inangnya (Shara *et al.*, 2023). Penelitian terdahulu menemukan bahwa kapang endofit mangrove memiliki kemampuan aktivitas antibakteri terhadap patogen *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, dan *Bacillus subtilis* (Handayani *et al.*, 2020). Penelitian lain menemukan bahwa kapang endofit mangrove *Ceriops tagal* memiliki potensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. epidermidis* dengan hasil MIC senilai 250 µg/mL (Putra *et al.*, 2023). Saat ini, belum banyak referensi yang mempublikasikan kapang endofit mangrove sebagai penghasil antibakteri. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mencari dan mendapatkan metabolit yang dihasilkan oleh kapang endofit mangrove *Rhizophora apiculata* sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Selanjutnya, spesies kapang yang menghasilkan metabolit antibakteri diidentifikasi secara molekuler.

MATERI DAN METODE

Sampel kapang diisolasi dari mangrove *Rhizophora apiculata* yang diambil dari Pantai Legon Lele, Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. Bakteri *S. epidermidis* yang menjadi patogen uji merupakan koleksi dari Laboratorium *Natural Product*, Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang. Sampel *R. apiculata* diambil dari Pantai Legon Lele, Taman Nasional Karimunjawa, Jepara dengan titik koordinat (S 5°51'48,95" ; E 110°26'47,64"). Bagian tumbuhan mangrove yang diambil adalah daun dan tangkai. Sampel mangrove dimasukkan ke plastik *ziplock* dan disimpan di dalam *cool box* (Mamangkey *et al.*, 2021). Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

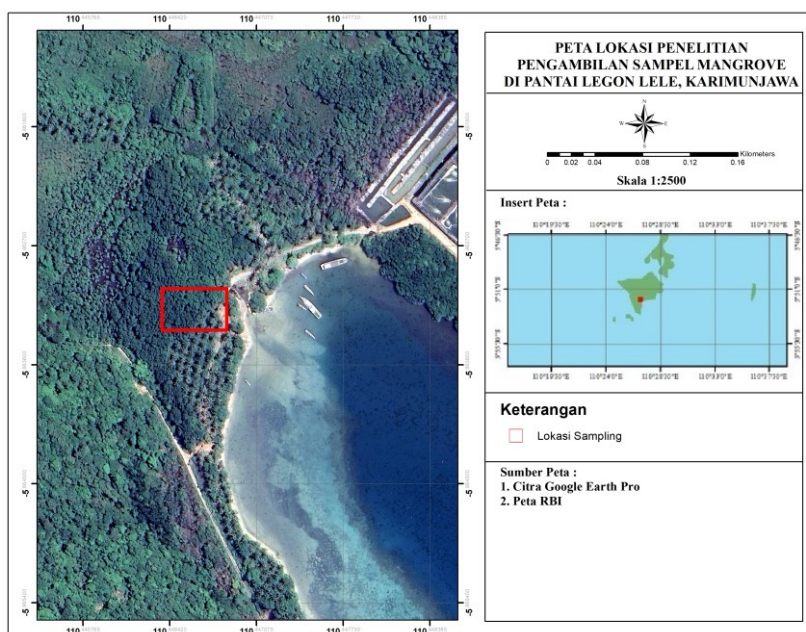
Bagian daun dan tangkai mangrove dilakukan sterilisasi permukaan dengan dibilas menggunakan larutan akuades steril selama 1 menit, lalu direndam larutan alkohol 70% selama 30 detik, kemudian dibilas dengan akuades steril selama 1 menit. Daun dan tangkai selanjutnya disterilkan dengan larutan NaOCl 5% selama 30 detik, kemudian dibilas untuk terakhir dengan akuades selama 3 menit. Daun dan tangkai yang sudah steril dikeringkan dengan tisu steril, kemudian dipotong dengan ukuran 1x1 cm. Bagian daun dan tangkai mangrove yang sudah terpotong ditanamkan pada dua jenis media agar, yaitu media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Malt Extract Agar* (MEA) dan diinkubasi pada suhu ruangan 27°C. Cawan petri dengan media PDA disiapkan sebagai media kontrol lingkungan untuk menumbuhkan kapang. Kapang yang tumbuh pada media kontrol lingkungan bertujuan sebagai pembeda antara kapang kontaminan lingkungan dengan kapang endofit sampel mangrove. Pertumbuhan kapang pada media PDA dan MEA diamati secara berkala setiap hari selama 5-7 hari. Kapang yang tumbuh pada media isolasi

dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan kapang yang tumbuh pada media kontrol lingkungan dapat dilakukan purifikasi (Apurillo *et al.*, 2019).

Identifikasi makroskopis kapang dilakukan melalui pengamatan morfologi kapang dari koloni murni dengan mengamati warna koloni, bentuk dan tekstur koloni, keberadaan *exudates* dan *sclerotia* pada koloni kapang. Warna koloni kapang yang diamati yaitu warna pada miselia kapang dan warna *reverse* yaitu bagian bawah kapang pada media agar (Sibero *et al.*, 2021).

Isolat murni kapang yang diuji skrining dikultur terlebih dahulu dalam media PDA selama 7 hari pada suhu ruangan 27°C. Suspensi patogen uji *S. epidermidis* disiapkan pada media MHB dengan standar larutan McFarland 0,5. Suspensi patogen di-swab pada media MHA secara merata menggunakan *cotton swab* steril. Isolat kapang murni yang sudah dikultur selama 7 hari dipotong menggunakan *cork-borer* steril dengan ukuran 1x1 cm², kemudian diinokulasikan pada media MHA yang sudah di-swab dengan patogen uji. Media tersebut diinkubasi selama 24 jam dengan suhu ruangan 37°C. Hasil skrining diamati setelah diinkubasi selama 24 jam dengan memperhatikan keberadaan zona bening di sekitar area *agar plug* sebagai pertanda adanya aktivitas antibakteri pada isolat kapang dalam melawan patogen *S. epidermidis* (Sibero *et al.*, 2017).

Ekstraksi DNA isolat kapang dilakukan menggunakan metode Chelex. Amplifikasi DNA kapang dilakukan dengan metode *polymerase chain reaction* (PCR). PCR DNA menggunakan primer *Internal Transcribed Spacer* (ITS) sebagai *barcoding* DNA kapang, dengan ITS 1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') sebagai primer *forward* dan ITS 4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') sebagai primer *reverse*. Campuran PCR yang digunakan dalam amplifikasi DNA yaitu DNA template 1 µL, ITS 1 sebagai primer *forward* 1 µL, ITS 4 sebagai primer *reverse* 1 µL, ddH₂O 9,5 µL, dan GoTaq Green Master Mix 12,5 µL. Kondisi PCR diatur sebagai berikut: *preheat* pada suhu 95°C selama 3 menit, *denaturasi* pada suhu 95°C selama 1 menit, *annealing* pada suhu 55°C selama 1 menit, *extention* pada suhu 72°C selama 1 menit, *extention* akhir pada suhu 72°C selama 7 menit, dan *holding* pada suhu 16°C. Tahapan *denaturasi*, *annealing*, dan *extention* diatur dalam 34 siklus sebelum tahapan *extention* akhir (Sibero *et al.*, 2017). Hasil PCR DNA divisualisasikan melalui tahapan elektroforesis dengan buffer yang digunakan yaitu larutan *Tris Borate Ethylenediamintetraacetate* (TBE). Hasil elektroforesis PCR DNA kemudian dilanjutkan proses sekuensing DNA yang dilakukan di PT. Genetika Science, Jakarta.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Mangrove di Pantai Legon Lele

Ekstraksi isolat dilakukan dengan metode maserasi secara bertingkat menggunakan pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Pelarut yang digunakan yaitu etil asetat dan metanol. Isolat kapang yang sudah dikultivasi selama 7 hari dalam media PDA dimaserasi menggunakan pelarut etil asetat, lalu disaring menggunakan kertas *Whatman* untuk menghasilkan maseratnya. Residu dari hasil maserasi pertama dilanjutkan proses maserasi berikutnya dengan pelarut metanol. Masing-masing maserat diuapkan dengan suhu 40°C menggunakan *rotary evaporator* dengan tujuan mendapatkan ekstrak kasar dari masing-masing pelarut tersebut. Ekstrak kasar disimpan di dalam wadah botol vial dan disimpan dalam *freezer* pada suhu -15 sampai -20°. Ekstrak kasar disimpan dan digunakan untuk uji-uji lanjutan (Listyorini *et al.*, 2021).

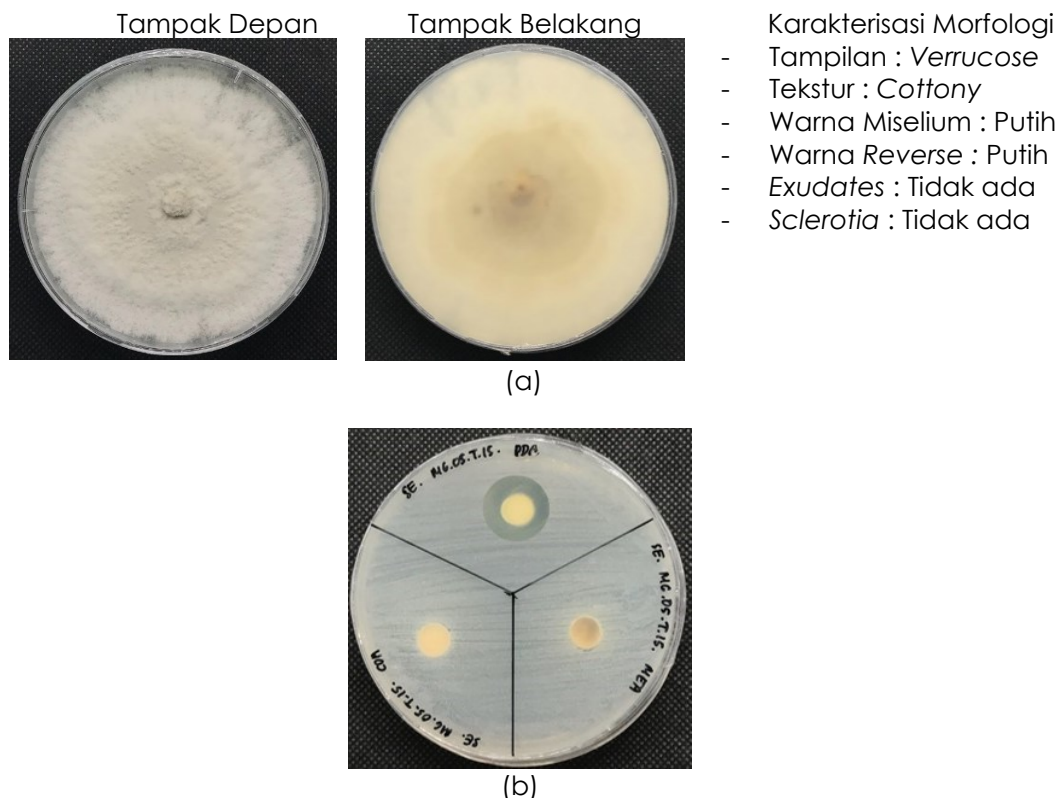
Uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi terendah ekstrak kapang dalam menghambat pertumbuhan patogen. Nilai MIC dari ekstrak kapang potensial ditentukan dengan metode mikrodilusi pada *microplate* 96-well. Larutan *dimethyl sulfoxide* (DMSO) diperlukan sebagai kontrol negatif dan untuk melarutkan ekstrak kapang dan kloramfenikol sebagai kontrol positif. Sumur di baris 1 pada kolom A hingga D diisi dengan 80 µL media MHB dan 20 µL larutan uji masing-masing kontrol negatif, ekstrak etil asetat, dan ekstrak metanol. Seri konsentrasi dibuat mulai yang terbesar 5; 2,5; 1,25; 0,625; 0,313; 0,156; 0,078; 0,039; 0,020; 0,010 mg/mL. Setiap well pada *microplate* ditambahkan media basal (MHB) sebanyak 100 µL. Patogen uji *S. epidermidis* yang sudah diinkubasi 24 jam sebelumnya diinokulasi pada media MHB, kemudian kepadatannya disesuaikan dengan standar larutan McFarland 0,5. Suspensi patogen tersebut ditambahkan 100 µL ke dalam setiap sumur *microplate*. *Microplate* diinkubasi dalam kurun waktu 24 jam pada suhu ruangan 37°C untuk waktu pertumbuhan patogen pada *microplate*. Tahap terakhir adalah penambahan resazurin sebanyak 20 µL sebagai indikator pertumbuhan patogen yang dilihat dari perubahan warna resazurin dari biru menjadi merah muda pada sumur *microplate*. Nilai MIC adalah nilai konsentrasi dari sumur *microplate* terakhir yang tidak terjadi perubahan warna resazurin yaitu tetap berwarna biru. Hal ini mengartikan bahwa pada konsentrasi tersebut konsentrasi terendah yang dapat menghambat pertumbuhan patogen uji. Perubahan warna resazurin menjadi merah muda pada sumur *microplate* menunjukkan masih adanya pertumbuhan patogen pada konsentrasi tersebut (Sibero *et al.*, 2020).

Uji *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi terendah ekstrak kapang untuk membunuh bakteri uji. Pengujian MBC dilanjutkan dengan mengambil 10 µL dari sumur yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan patogen, kemudian ditumbuhkan pada media MHA dan diinkubasi dalam kurun waktu 24 jam pada suhu ruangan 37°C. Hasil uji MBC kemudian diamati dengan tidak adanya bakteri yang tumbuh di media MHA (Belmehti *et al.*, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel mangrove yang diambil dari lokasi sampling dilakukan pengamatan morfologi untuk mengidentifikasi spesies dari mangrove tersebut. Hasil pengamatan morfologi daun mangrove didapatkan karakteristik berupa daun berwarna hijau tua dan pangkal daun berwarna kemerahan. Bentuk daunnya yaitu elip dan ujungnya meruncing, memiliki ukuran panjang 14 cm dan lebar 5 cm, serta tangkai pohonnya berwarna coklat tua. Sampel mangrove ditemukan pada wilayah pesisir pantai dengan kondisi substrat pasir berlumpur. Hasil pengamatan morfologi sampel mangrove kemudian diidentifikasi jenis mangrove tersebut dengan mengacu pada (Noor *et al.*, 2006) dalam buku panduan pengenalan mangrove, sehingga dapat diketahui bahwa spesies sampel mangrove yang diambil merupakan mangrove jenis *Rhizophora apiculata*.

Kapang endofit merupakan kapang yang hidup di dalam jaringan inangnya tanpa menyebabkan penyakit pada inangnya (Rana *et al.*, 2019). Kapang endofit mangrove *Rhizophora apiculata* berhasil diisolasi pada media *Potato dextrose agar* (PDA). Hasil isolasi kapang dari sampel mangrove dilakukan pengamatan, penampakan morfologis berbeda dipisahkan di media baru sampai diperoleh isolat murni dalam proses purifikasi. Hasil purifikasi kapang didapatkan isolat dengan penamaan kode MG.05.T.15 dapat dilihat pada Gambar 2a.



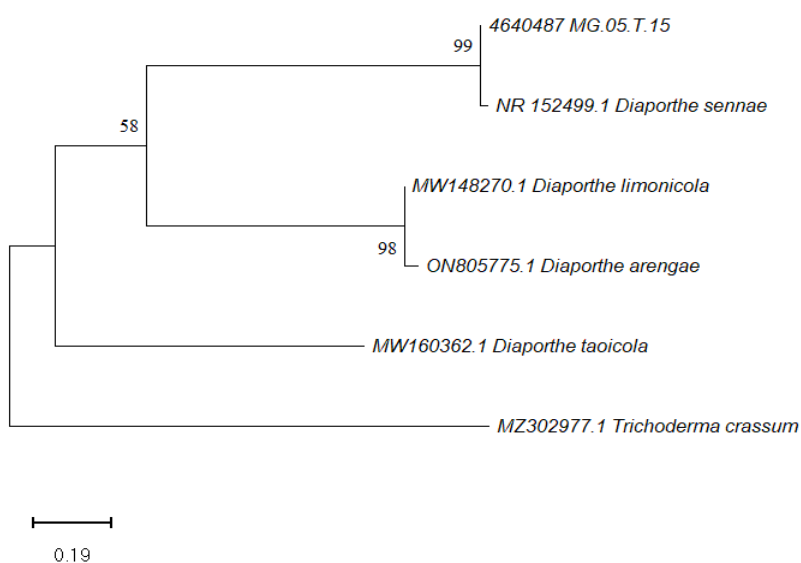
Gambar 2. Hasil Skrining Metabolit Antibakteri: (a) Karakteristik Makroskopis Kapang MG.05.T.15, (b)Skrining Aktivitas Antibakteri Kapang MG.05.T.15 terhadap Patogen *S. epidermidis*

Hasil skrining menunjukkan isolat kapang asosiasi mangrove *R. apiculata* dengan kode MG.05.T.15 yang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap patogen uji dapat dilihat pada Gambar 2b. Hal ini dibuktikan melalui zona bening yang terbentuk pada agar *plug* isolat tersebut. Hal ini diperkuat oleh Taufiq & Darah (2019) bahwa metabolit sekunder dari jamur endofit disekresikan secara ekstraseluler pada media uji sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji. Skrining aktivitas antibakteri pada isolat kapang ini dilakukan dengan menumbuhkan isolat kapang terlebih dahulu pada tiga media yang berbeda, yaitu PDA, MEA, dan CDA. Hasil skrining dari isolat kapang MG.05.T.15 hanya didapatkan zona bening dari hasil kultur menggunakan media PDA yang berpotensi menghasilkan antibakteri terhadap *S. epidermidis*. Hasil skrining yang tidak aktif ditunjukkan oleh isolat kapang yang dikultur pada media MEA dan CDA. Hal ini diduga karena pada kedua media tersebut isolat kapang MG.05.T.15 tidak mensekresikan senyawa metabolit sekunder yang terkhusus untuk antibakteri terhadap *S. epidermidis*.

Identifikasi molekuler dilakukan terhadap isolat potensial MG.05.T.15 untuk menentukan spesies dari isolat tersebut. Identifikasi molekuler isolat kapang MG.05.T.15 dilakukan dengan tahapan ekstraksi DNA, amplifikasi DNA, elektroforesis, hingga sekuensing DNA. Metode chelex digunakan sebagai metode dalam tahapan ekstraksi DNA. Metode buffer chelex diketahui tidak menggunakan pelarut organik dan tidak melakukan transfer sampel antara beberapa tabung, sehingga dapat meminimalkan hilangnya DNA selama proses ekstraksi (Yarimizu *et al.*, 2021). Hasil sekuensing DNA didapatkan bahwa isolat MG.05.T.15 memiliki kemiripan sekuen dengan spesies *Diaporthe sennae* dengan nilai *percent identify* (homologi) sebesar 96,52% yang merupakan persentase tertinggi dibandingkan spesies dari genus *Diaporthe* lainnya (Tabel 1). Penelitian sebelumnya oleh Yang *et al.* (2017) berhasil mengisolasi kapang *Diaporthe sennae* dari tumbuhan *Senna bicapsularis*. Penelitian oleh Handayani *et al.* (2020) melaporkan kapang *Diaporthe amygdali* yang diisolasi dari kulit pohon mangrove *Sonneratia griffithii* Kurz memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. epidermidis*. Pohon filogenetik dibuat berdasarkan homologi dari hasil BLAST sekuensing DNA. Isolat MG.05.T.15 memiliki kesamaan dengan *Diaporthe sennae* dengan nilai *bootstrap* sebesar

99 yang mengartikan hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan spesies *D. sennae* dibandingkan dengan spesies *Diaporthe* lainnya. Konstruksi pohon filogenetik dari isolat MG.05.T.15 dapat dilihat pada Gambar 3.

Konsentrasi tertinggi yang digunakan untuk uji *minimum inhibitory concentration* (MIC) ekstrak kasar isolat potensial adalah sebesar 5 mg/mL. Hasil uji MIC didapatkan bahwa ekstrak etil asetat memiliki konsentrasi minimum untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen *S. epidermidis* secara efektif pada konsentrasi 2,5 mg/mL. Ekstrak metanol tidak menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap patogen uji pada semua seri konsentrasi yang diuji coba, dibuktikan dari adanya perubahan warna resazurin pada ekstrak metanol dari warna biru menjadi warna pink. Berdasarkan hasil uji MIC, selanjutnya dilakukan uji MBC terhadap ekstrak etil asetat. Hasil uji MBC dari ekstrak etil asetat kapang MG.05.T.15 menghasilkan kemampuan bakteriasidal terhadap *S. epidermidis* pada konsentrasi ekstrak sebesar 5 mg/mL. Hasil uji MIC dan MBC dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Pohon Filogenetik Isolat Kapang MG.05.T.15

Tabel 1. Hasil identifikasi spesies isolat melalui DNA

No	Kode Isolat	Closets Similarity*	Percent Identify	Query Cover	Accession
1	MG.05.T.15	<i>Diaporthe sennae</i>	96.52%	92%	NR_152499.1

Tabel 2. Hasil MIC dan MBC ekstrak kapang MG.05.T.15 terhadap patogen *S. Epidermidis*

Kode Isolat	Jenis Ekstrak	Nilai Konsentrasi (mg/mL)	
		MIC*	MBC
MG.05.T.15	Etil asetat	2,5	5
	Metanol	> 5	-

Keterangan:

- MIC= *Minimum Inhibitory Concentration*; MBC= *Minimum Bactericidal Concentration*
- *Seri konsentrasi MIC=5; 2,5; 1,25; 0,625; 0,313; 0,156; 0,078; 0,039; 0,020; 0,010 mg/mL

Hasil skrining antibakteri dari kapang endofit mangrove *Rhizophora apiculata* didapatkan satu isolat potensial dengan kode MG.05.T.15 yang mampu melawan patogen *Staphylococcus epidermidis*. Isolat MG.05.T.15 dimaserasi pertama kali dengan menggunakan pelarut etil asetat, kemudian residunya dimaserasi lagi menggunakan pelarut metanol. Metabolit yang positif mengandung senyawa antibakteri hanya berasal dari ekstrak etil asetat saja, sementara ekstrak etanolnya negatif. Hal ini diduga berkaitan dengan polaritas senyawa antibakteri yang tergolong non-polar sampai semi-polar, sehingga terekstrak oleh etil asetat yang mirip polaritasnya. Hal ini diperkuat oleh Hamzah *et al.* (2021), bahwa pelarut etil asetat memiliki rentang polaritas yang luas yang mampu mengikat baik senyawa non-polar maupun semi-polar.

KESIMPULAN

Kapang endofit *Rhizophora apiculata* yang dapat menghasilkan metabolit antibakteri melawan *S. epidermidis* yaitu *Diaporthe sennae*. Ekstrak etil asetat dari hasil kultur *D. sennae* menggunakan media PDA memiliki bioaktivitas menghambat pertumbuhan bakteri dengan nilai MIC sebesar 2,5 mg/mL, sedangkan kemampuan membunuh bakteri dengan nilai MBC sebesar 5 mg/mL. Metabolit kapang *D. sennae* berpotensi dikembangkan sebagai anti-*Staphylococcus epidermidis*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan sumber dana dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi sesuai dengan skema Penelitian Dasar Kompetitif Nasional nomor 345-05/UN7.6.1/PP/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B.A. & Saadullah, A.M. (2018). Effect Types of Culture Media on Isolation of Fungi from Indoor Swimming Pools. *International Conference on Pure and Applied Sciences*, 1(1), 23-27.
- Apurillo, C.C.S., Cai, L. & dela Cruz, T.E.E. (2019). Diversity and Bioactivities of Mangrove Fungal Endophytes from Leyte and Samar, Philippines. *Philippine Science Letters*, 12, 33-48.
- Belmehti, O., Bouyahya, A., Jeko, J., Cziaky, Z., Zengin, G., Sotko, G., El baaboua, A., Senhaji, N.S. & Abrini, J. (2021). Chemical Analysis, Antibacterial, and Antioxidant Activities of Flavonoid-Rich Extracts from Four Moroccan Propolis. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), 1-19. doi: 10.1111/jfpp.15816.
- Cau, L., Williams, M.R., Butcher, A.M., Nakatsuji, T., Kavanaugh, J.S., Cheng, J.Y., Shafiq, F., Higbee, K., Hata, T.R., Horswill, A.R. & Gallo, R.L. (2021). *Staphylococcus epidermidis* Protease EcpA Can Be a Deleterious Component of the Skin Microbiome in Atopic Dermatitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 147(3), 955-966.
- Chabi, R. & Momtaz, H. (2019). Virulence Factors and Antibiotic Resistance Properties of the *Staphylococcus epidermidis* Strains Isolated from Hospital Infections in Ahvaz, Iran. *Tropical Medicine and Health*, 47(1), 1-9. doi: 10.1186/s41182-019-0180-7.
- Ellena, V., Bucchieri, D., Arcalis, E., Sauer, M. & Steiger, M.G. (2021). Sclerotia Formed by Citric Acid Producing Strains of *Aspergillus niger*: Induction and Morphological Analysis. *Fungal Biology*, 125, 485-494. doi: 10.1016/j.funbio.2021.01.008.
- Hamzah, N.A., Fatiah, R. & Jamsari, J. (2021). Fractionation of Secondary Metabolites from *Serratia plymuthica* UBCF_13 Based on Polarity Properties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 741, 1-5. doi: 10.1088/1755-1315/741/1/012005.
- Handayani, D., Wahyuningsih, T., Rustini, Artasasta, M.A., Putra, A.E. & Proksch, P. (2020). Bioactive Compound from The Mangrove Plant Endophytic Fungus *Diaporthe amygdali* SgKB4. *Rasayan Journal Chemistry*, 13(1), 327-332. doi: 10.31788/RJC.2020.1315589.
- Hay, R.J. (2020). Skin Disease in the Tropics and the Lessons that can be Learned from Leprosy and Other Neglected Diseases. *Acta dermato-venereologica*, 100(9), 235-241.

- Listyorini, K.I., Kusumaningrum, H.D. & Lioe, H.N. (2021). Antifungal Activity and Major Bioactive Compounds of Water Extract of *Pangium edule* Seed against *Aspergillus flavus*. *International Journal of Food Science.*, 2021. doi: 10.1155/2021/3028067.
- Liu, Y., Jain, A., Eng, C., Way, D.H., Lee, K., Bui, P., Kanada, K., Marinho, G.D.O., Gallegos, J., Gabriela, S., Gupta, V., Singh, N., Natarajan, V., Wellenhof, R.H., Corrado, G.S., Peng, L.H., Webster, D.R., Ai, D., Huang, S.J., Liu, Y., Dunn, R.C. & Coz, D. (2020). A Deep Learning System for Differential Diagnosis of Skin Diseases. *Nature Medicine*, 26(6), 900-908. doi: 10.1038/s41591-020-0842-3.
- Mamangkey, J., Suryanto, D., Munir, E., Mustopa, A.Z., Sibero, M.T., Mendes, L.W., Hartanto, A., Taniwan, S., Ek-Ramos, M.J., Harahap, A., Verma, A., Trihatmoko, E., Putranto, W.S., Pardosi, L. & Rudia, L.O.A.P. (2021). Isolation and Enzyme Bioprospection of Bacteria Associated to *Bruguiera cylindrica*, A Mangrove Plant of North Sumatra, Indonesia. *Biotechnology Reports*, 30 : 1-12.
- Noor, Y.R., Khazali, M. & Suryadiputra, I.N.N. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*, PHKA/WI-IP, Bogor.
- Permadi, M.A., Mukhlis, Samosir, B.S., Siregar, D.Y. & Wayni, M. (2020). Physiology Characterization of Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metharhizium anisopliae* on Different Carbohydrate Sources. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(7) : 1-6.
- Putra, I.P.Y.A., Utami, K.S., Hardini, J., Wirasuta, I.M.A.G., Ujam, N.T. & Ariantari, N.P. (2023). Fermentation, Bioactivity and Molecular Identification of Endophytic Fungi Isolated from Mangrove *Ceriops tagal*. *Biodiversitas*, 24(5), 3091-3098. doi: 10.13057/biodiv/d240565.
- Sartika, R.D., Rahma, A., Amelano, S. & Handayani, D. (2021). Antibacterial Activity of Ethyl Acetate Extracts from Mangrove Plants *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba* – Associated Fungi. *Advances in Health Sciences Research*, 40. 336-342.
- Sedjati, S., Ambariyanto, A., Trianto, A., Supriyantini, E., Ridlo, A., Bahry, M.S., Wismayanti, G., Radjasa, O.K. & McCauley, E. (2020). Antibacterial Activities of the Extracts of Sponge-Associated Fungus *Trichoderma longibrachiatum* Against Pathogenic Bacteria. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 15(2), 81-90.
- Shara, M., Basyuni, M. & Hasanuddin. (2023). Potential of Phylloplane Fungi from Mangrove Plant (*Rhizophora apiculata* Blume) as Biological Control Agents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Banana Plant (*Musa acuminata* L.). *Forests*, 14(2), 1-16.
- Sibero, M.T., Sabdaningsih, A., Cristianawati, O., Nuryadi, H., Radjasa, O.K., Sabdono, A. & Trianto, A. (2017). Isolation, Identification And Screening Antibacterial Activity from Marine Sponge-Associated Fungi Against Multidrug-Resistant (MDR) *Escherichia coli*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 55(1), 1-13. doi: 10.1088/1755-1315/55/1/012028.
- Sibero, M.T., Siswanto, A.P., Pribadi, R., Sabdono, A., Radjasa, O.K., Trianto, A., Frederick, E.H., Wijaya, A.P., Haryanti, D., Triningsih, D.W., Hayuningrat, S.J. & Igarashi, Y. (2020). The Effect of Drying Treatment to Metabolite Profile and Cytotoxic Potential of *Rhizophora apiculata* Leaves. *Biodiversitas*, 21(5), 2180-2187.
- Sibero, M.T., Pribadi, R., Larasati, S.J.H., Calabon, M.S., Sabdono, A., Subagiyo, S. & Frederick, E.H. (2021). Diversity of Sponge-Associated Fungi from A Mangrove Forest in Kemujan Island, Karimunjawa National Park, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(12), 5695–5705.
- Sibero, M.T., Sahara, R., Syafiqoh, N. & Tarman, K. (2017). Antibacterial Activity of Red Pigment Isolated from Coastal Endophytic Fungi Against Multi-Drug Resistant Bacteria. *Biotropia*, 24(2), 161-172. doi: 10.11598/btb.2017.24.2.725.
- Sibero, M.T., Zhou, T., Igarashi, Y., Radjasa, O.K., Sabdono, A., Trianto, A., Bachtiarini, T.U. & Bahry, M.S. (2020). Chromanone-Type Compounds from Marine Sponge-Derived *Daldinia eschscholtzii* KJMT FP 4.1. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 10(1), 1-7.
- Smith, H., Doyle, S. & Murphy, R. (2023). Target Directed Identification of Natural Bioactive Compounds from Filamentous Fungi. *Food Chemistry*, 405, 1-8.
- Sormin, R.B.D., Nendissa, D.M., Mailoa, M.N., Rieuwpassa, F., & Wenno, M.R. (2021). Antibacterial Activity of *Rhizophora apiculata* Extract Originated from Inner Ambon Bay Against Selected Pathogen Bacteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 797(1), 1-8.
- Syawal, H., Hakim, L. & Effendi, I. (2020). Phytochemical Analysis of *Rhizophora apiculata* Leaf Extract and Its Inhibitory Action Against *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, and

Pseudomonas aeruginosa. *Aquaculture, Aquarium, Conservation and Legislation*, 13(4), 2242-2249.

- Taufiq, M.M.J. & Darah, I. (2019). Antibacterial Activity of an Endophytic Fungus *Lasiodiplodia pseudotheobromae* IBRL OS-64 Residing in Leaves of a Medicinal Herb, *Ocimum sanctum* Linn. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 7(2), 35-41.
- Xu, T.C., Lu, Y.H., Wang, J.F., Song, Z.Q., Hou, Y.G., Liu, S.S., Liu, C.S., & Wu, S.H. (2021). Bioactive Secondary Metabolites of the Genus *Diaporthe* and Anamorph *Phomopsis* from Terrestrial and Marine Habitats and Endophytes: 2010-2019. *Microorganisms*, 9(217), 1-49.
- Yang, Q., Fan, X.L., Du, Z. & Tian, C.M. (2017). *Diaporthe* Species Occurring on *Senna bicapsularis* in Southern China, with Descriptions of Two New Species. *Phytotaxa*, 302(2), 145-155.
- Yarimizu, K., Sildever, S., Hamamoto, Y., Tazawa, S., Oikawa, H., Yamaguchi, H., Basti, L., Mardones, J.I., Mella, J.P. & Nagai, S. (2021). Development of An Absolute Quantification Method for Ribosomal RNA Gene Copy Numbers per Eukaryotic Single Cell by Digital PCR. *Harmful Algae*, 103,1-13. doi: 10.1016/j.hal.2021.102008.