

**ISOLASI DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI JAMUR ENDOFIT PADA
MANGROVE *Rhizophora apiculata* DARI KAWASAN MANGROVE
TANJUNG API-API KABUPATEN BANYUASIN SUMATERA SELATAN**

***ISOLATION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY ENDOPHYTIC FUNGI OF
MANGROVE RHIZOPHORA APICULATA FROM MANGROVE REGION
TANJUNG API-API DISTRICT BANYUASIN SOUTH SUMATERA***

Daratil Khoiri Mukhlis¹⁾, Rozirwan²⁾, dan Muhammad Hendri²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

²⁾Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

Email: rozirwan@gmail.com

Registrasi : 10 Mei 2018 ; Diterima setelah perbaikan : 27 Mei 2018

Disetujui terbit : 8 Juli 2018

ABSTRAK

Jamur endofit merupakan mikroba yang hidup di dalam jaringan tumbuhan yang mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder dan berpotensi sebagai antibakteri, antifungi dan antikanker. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, mengukur laju pertumbuhan diameter jamur endofit dan menguji aktivitas antibakteri dari setiap jamur endofit. Metode dari penelitian ini meliputi identifikasi jamur endofit, pengukuran laju pertumbuhan diameter dan uji aktivitas jamur endofit sebagai antibakteri dengan metode Cakram Kertas. Hasil penelitian didapatkan tiga genus jamur endofit yaitu *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. yang berhasil diisolasi dari mangrove (akar, batang dan daun). Pertambahan diameter masing-masing koloni jamur endofit berbeda setiap harinya. Pada ketiga jamur endofit ini fase lag terjadi hari pertama. Pada *Fusarium* sp. fase eksponensial terlihat pada hari kedua sampai hari kelima dengan pertambahan diameter dari 2,87 cm mencapai 7,62 cm. Fase eksponensial *Penicillium* sp. terlihat pada hari kedua hingga hari ketujuh dengan pertambahan diameter dari 2,52 cm sampai 5,68 cm dan pada jamur endofit *Aspergillus* sp. fase eksponensial terlihat pada hari kedua hingga hari keempat dengan pertambahan diameter 3,75 cm sampai 8,12 cm. Ketiga jenis jamur endofit ini memiliki daya hambat pada bakteri uji yaitu *E. coli* dan *S. aureus*. Jamur endofit *Penicillium* sp. memiliki daya hambat tertinggi sebesar 12,07 mm pada bakteri *E. coli*. Jamur endofit *Penicillium* sp. menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan daya hambat tertinggi 14,62 mm.

KATA KUNCI : Jamur endofit, metabolit sekunder, *Rhizophora apiculata*, antibakteri

ABSTRACT

*Endophytic fungi are microbes living inside plant system that are produce secondary metabolites and potential as an antibacterial, antifungal and anticancer. The purpose of this research to isolate, identify, measure the diameter of endophytic fungi growth rate and to test the antibacterial activity of fungal endophyte. The method of this research included the identification of endophytic fungi, measuring of diameter growth rate and test the antibacterial activity of endophytic fungi using paper disc method. The results of this study were found the three genera of endophytic fungus of *Fusarium* sp., *Penicillium**

sp. and Aspergillus sp. that can be isolated from mangroves (roots, stems and leaves). The growth of the diameter of each endophytic fungus is different every day. The lag phase occurs the first day for all endophytic fungi. Fusarium sp. the exponential phase on the second day until the fifth day with an increase in diameter from 2.87 cm to 7.62 cm. Exponential phase of Penicillium sp. was visible on the second day to the seventh day with diameter increase from 2.52 cm to 5.68 cm and in Aspergillus sp. Exponential phase been on the second day until the fourth day with the increase of diameter 3.75 cm to 8.12 cm These tree types of endophytic fungus are resistant to bacteria E. coli and S. aureus. Penicillium sp. has the highest inhibitor potency of 12,07 mm in E. coli bacteria. Penicillium sp. inhibits bacterial growth of S. aureus with the highest inhibitory potency of 14,62 mm.

KEYWORDS: *Endophytic fungi, secondary metabolites, Rhizophora apiculata, antibacterial.*

1. PENDAHULUAN

Potensi yang dimiliki dari keanekaragaman sumberdaya alam, khususnya tumbuhan sampai saat ini masih perlu dipelajari. Ditinjau dari segi ilmu kimia tumbuhan memiliki sumber senyawa bioaktif yang sangat diperlukan. Menurut Prihatiningtias (2005) sumber senyawa bioaktif diperoleh dari tumbuhan, hewan, mikroba dan organisme laut yang terus menerus dilakukan eksplorasi seiring dengan semakin banyaknya penyakit-penyakit baru yang bermunculan.

Mikroba endofit ini pertama kali dilaporkan oleh Darnel et al., (1904). Sejak itu, defenisi mikroba endofit telah disepakati sebagai mikroorganisme yang hidup di dalam sistem jaringan tumbuhan dan bersimbiosis mutualisme atau saling menguntungkan satu sama lain (Stone et al., 2000). Organisme yang termasuk mikroba endofit salah satunya yaitu jamur endofit (Strobel, 2003). Pada jaringan tumbuhan yang terdapat jamur endofit dapat menghasilkan senyawa yang memiliki khasiat sama dengan tumbuhan inangnya, walaupun jenis senyawanya berbeda. Aktivitas senyawa yang dihasilkan jamur endofit biasanya lebih besar dibandingkan aktivitas senyawa tumbuhan inangnya (Strobel et al., 2004).

Salah satu tumbuhan yang banyak mengandung senyawa bioaktif yang

dihasilkan oleh jamur endofit yaitu tumbuhan mangrove.. Menurut beberapa peneliti dalam Noor et al. (2012) mangrove merupakan tumbuhan yang hidup antara laut dan darat, berbentuk semak dan pohon dan pada waktu pasang, akar-akar dari tumbuhan mangrove ini akan tergenang oleh air dan waktu surut akar-akarnya akan terlihat. Spesies dari mangrove tersebut salah satunya *Rhizophora apiculata* yang tumbuh pada tanah yang berlumpur, tergenang air saat pasang dan tidak menyukai substrat keras misalnya pasir (Noor et al., 2012).

Sejauh ini, telah banyak peneliti yang berhasil mengisolasi jamur endofit dan senyawa metabolit sekunder dari berbagai jenis tanaman. Namun, peneliti yang mengisolasi jenis jamur endofit dari mangrove *R. apiculata* serta informasi mengenai jamur endofit pada mangrove *R. apiculata* sebagai penghasil senyawa bahan alami masih terbatas di Indonesia terkhususnya di Kawasan Ekosistem Mangrove Sumatera Selatan. Terbatasnya informasi tersebut, maka penulis telah melakukan penelitian mengenai isolasi dan aktivitas antibakteri jamur endofit pada tumbuhan mangrove *R. Apiculata* yang diambil dari kawasan mangrove Tanjung Api-Api Sumatera Selatan.

2. BAHAN DAN METODE

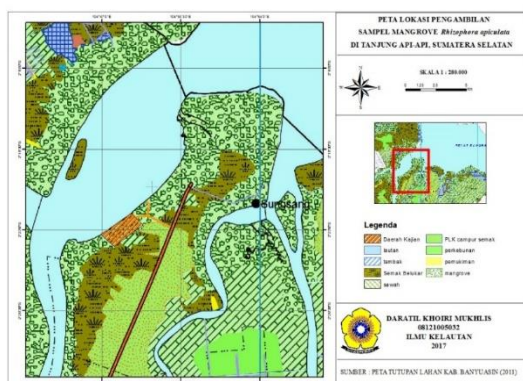
Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juni 2016 - Maret 2017. Sampel mangrove *R. apiculata* diambil secara acak dari Tanjung Api-Api, Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan (Gambar 1). Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioekologi Kelautan Program Studi Ilmu Kelautan, Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Indralaya dan Laboratorium Balai Karantina Ikan dan Pengendalian Mutu Hasil Perikanan Kelas II Palembang.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan dan Persiapan sampel *Avicennia marina*

Sampel mangrove *R. apiculata* dipilih secara acak dari salah satu perwakilan pohon pada zonasi mangrove kawasan Tanjung Api-Api, Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. Bagian sampel mangrove *R. apiculata* yang diambil yaitu akar, batang dan daun sebanyak



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

±500 g setiap bagiannya. Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam plastik sampel terlebih dahulu sebelum dipotong agar sampel tidak terkontaminasi. Sampel yang telah dipotong dimasukkan ke dalam *cool*

box. Pada penanganan di laboratorium, sampel yang telah diambil dicuci menggunakan air laut steril dicuci dengan air laut steril sebanyak 3 kali untuk menghilangkan kotoran, selanjutnya direndam menggunakan alkohol 70 % selama 1-2 menit. Setelah sampel direndam kemudian dibilas kembali menggunakan air laut steril (Kjer *et al.*, 2010).

2. Penumbuhan dan Isolasi Jamur pada Media PDB dan Media PDA

Sampel (akar, batang dan daun) yang telah dipotong dimasukkan ke dalam media dengan perbandingan 1 : 9 (g/v) yaitu 10 g sampel dan 90 ml PDB. Sampel diaduk menggunakan shaker selama 4-7 hari hingga airnya keruh kecoklatan dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruangan (Kjer *et al.*, 2010).

Sampel pada media PDB dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan prinsip pengenceran bertingkat 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} dan 10^{-6} . Sampel ketiga terakhir (10^4 , 10^5 dan 10^{-6}) diambil untuk dilakukan penanaman dengan cara dituangkan ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 1 ml. Media PDA yang telah dibuat diambil, dituangkan ke dalam cawan petri sambil dihomogenkan hingga media menjadi padat dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25°C (Benson, 2001).

3. Karakterisasi Jamur Endofit

Karakterisasi dilakukan pada masing-masing koloni jamur secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil dari pengamatan digunakan sebagai bahan identifikasi jamur endofit. Gandjar (1999) menyebutkan, pengamatan makroskopis meliputi warna dan permukaan koloni (granular

seperti tepung, menggunung, licin, ada atau tidaknya tetesan eksudat), garis- garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, dan lingkaran-lingkaran konsentris dalam cawan petri konsentris atau tidak konsentris dan pertumbuhan koloni (cm/hari). Pengamatan mikroskopis meliputi sekat hifa (bersekat atau tidak bersekat), pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa (hialin, transparan atau gelap), ada tidaknya konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai, atau tidak beraturan). Pengamatan mikroskopis dilakukan pada pengamatan hari terakhir (5-7 hari) dengan menggunakan mikroskop.

Pengamatan mikroskop ini dilakukan dengan menggunakan metode *slide culture*. Disediakan cawan petri steril, diletakan *ring* penyangga didalamnya dan teteskan 5 ml akuades untuk menjaga kelembaban. Bagian atas *ring* diletakkan kaca preparat /*object glass* dan potongan media PDA steril diatasnya. Biakan jamur diambil dan dioleskan diseluruh permukaan dan ditutup menggunakan *cover glass*. Biakan jamur diinkubasi selama 5-7 hari dengan suhu 25 °C. Biakan yang telah tumbuh pada *cover glass* diletakan dibagian atas kaca preparat yang ditetesi *Lactofenol Blue Cotton* untuk menambah efek transparan pada jamur agar lebih mudah diamati dengan mikroskop pada perbesaran 10 X dan 40 X (BKIPM, 2014).

4. Identifikasi Jamur Endofit

Hasil pengamatan yang didapat dari karakterisasi jamur akan digunakan Hasil pengamatan yang didapat dari karakterisasi akan

digunakan untuk tahap identifikasi berdasarkan panduan buku identifikasi *Introduction To Food Borne Fungi* (Samson *et al.*, 1995), Pengenalan Kapang Tropik Umum (Gandjar *et al.*, 1999) dan *Identifying Filamentous Fungi* (St-Germain dan Summerbell, 1996).

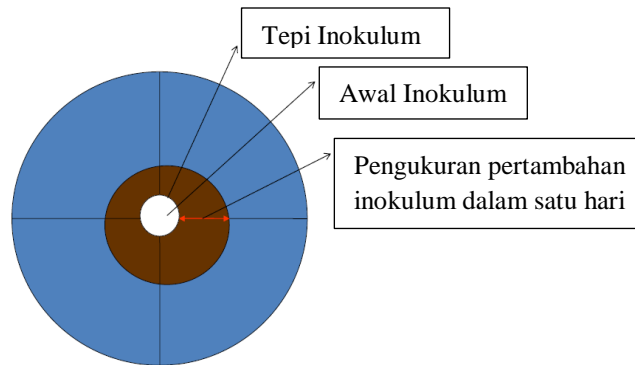
5. Laju Pertumbuhan Diameter Jamur Endofit

Pertambahan diameter jamur endofit diukur dan dihitung untuk menentukan fase pertumbuhan jamur endofit. Pengukuran diameter dilakukan pada beberapa titik, nilai dari diameter koloni adalah rata-rata dari pengukuran tersebut. Asumsi yang digunakan untuk penentuan kedua parameter tersebut adalah pertumbuhan jamur terjadi horizontal atau diameter meningkat tetapi tidak menebal (Risdianto *et al.*, 2007).

Modifikasi Miyashira *et al.* (2010) cara mengukur laju pertumbuhan diameter jamur tersebut dimulai dengan membuat dua garis tegak lurus yang ditarik dari bawah setiap cawan petri. Titik persimpangan bertepatan dengan pusat jamur awal ditumbuhkan. Pertumbuhan diukur dan dicatat setiap hari dari tepi inokulum awal hingga di bagian area pinggir pengembangan jamur. Pengembangan jamur ini mengikuti empat kuadran yang dibentuk oleh dua garis tegak lurus (Gambar 2).

Pengamatan tingkat laju pertumbuhan diameter jamur dapat digunakan persamaan (Sitanggung *et al.*, 2016)

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$



Gambar 2. Teknik pengukuran diameter jamur
(Sumber : Miyashira *et al.*, 2010)

dimana diameter horizontal jamur endofit (d_1) ditambahkan dengan diameter vertikal jamur endofit (d_2) dibagi dua :

6. Persiapan Kultur Jamur Endofit dan Ekstraksi

Isolat jamur endofit yang didapat dari mangrove *R. apiculata* yang telah ditanam selama ± 7 hari pada media PDA kemudian diambil miselium jamur endofit sebanyak 3 ose dan difermentasi dengan media PDB sebanyak 500 ml pada suhu ruangan selama ± 21 hari. Modifikasi Kjer (2010) Ekstraksi hasil fermentasi dilakukan dengan menggunakan pelarut *etil asetat* dengan perbandingan kultur dan pelarut 1:1 v/v. Ekstraksi dilakukan dengan memisahkan miselia dengan media fermentasi. Selanjutnya filtrat (fraksi air) diambil dan dicampurkan ke dalam pelarut kemudian dikocok selama ± 10 menit agar tercampur sempurna. Didiamkan beberapa saat hingga mendapatkan 2 fase dan lakukan penyaringan dengan menggunakan corong pemisah. Ini bertujuan untuk memisahkan etil asetat dengan media fermentasi. Hasil ekstraksi ini lalu dipekatkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu $\leq 40^\circ\text{C}$ untuk

dilakukan 3 kali pengulangan dan masing-masing jarak antar cakram

mendapatkan residu padat atau berminyak.

7. Uji Aktivitas Antibakteri

Konsentrasi larutan uji yang digunakan pada pengujian aktivitas antibakteri yaitu 10.000 ppm. Masing-masing hasil ekstrak jamur endofit ditimbang sebanyak 0,01 g ditambahkan pelarut etil asetat sebanyak 1 ml dan dihomogenkan menggunakan *vortex*. Biakan bakteri pada media NB diambil menggunakan mikropipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan pada cawan petri yang ditambahkan media NA sebanyak 10 ml. Suspensi dari bakteri yang telah diberi media NA digoyangkan perlahan sebanyak 10 kali ke kanan dan 10 kali ke kiri (Rachmayani, 2008).

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode cakram kertas. Modifikasi Zakiyah *et al.* (2015) kertas cakram yang telah steril lalu diambil menggunakan pinset dan diletakkan pada permukaan medium yang telah berisi bakteri uji, selanjutnya larutan uji diteteskan dibagian atas permukaan kertas cakram yang telah dibuat. Jumlah cakram kertas yang diletakkan dalam satu cawan petri adalah 4 buah dimana terdapat 3 sampel jamur dan 1 kontrol, ini diatur supaya tidak terlalu dekat. Sebagai kontrol negatif digunakan

pelarut etil asetat dan untuk bakteri uji yang digunakan yaitu *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Isolat jamur yang memiliki aktivitas antibakteri dilihat dengan terbentuknya daerah bening di sekitar cakram selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong digital (Rachmayani, 2008).

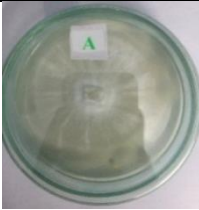
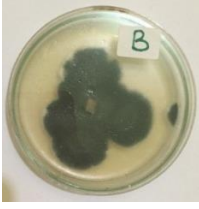
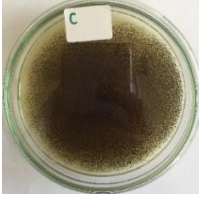
8. Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian isolasi jamur endofit ini yaitu analisa secara deskriptis, yang dapat memberikan gambaran maupun uraian mengenai penelitian isolasi, identifikasi dan uji aktivitas antibakteri dari jamur endofit pada mangrove *R. apiculata*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN Koloni Murni Jamur Endofit dari Mangrove *Rhizophora apiculata*

Pada penumbuhan jamur di media PDA selama 7 hari pada suhu 25°C ditemukan tujuh jenis isolat murni pada mangrove *R. Apiculata*. Dari ketujuh jenis tersebut terdapat tiga jenis isolat yang berbeda pada bentuk, warna dan teksturnya. Berdasarkan buku identifikasi yang digunakan ketiga jenis jamur tersebut termasuk kedalam genus *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. Hasil pemurnian jamur endofit dari setiap sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pemurnian jamur endofit mangrove *R. apiculata*

| Kode Isolat | Organ | Isolat Jamur Endofit | Keterangan |
|-------------|-----------------------|---|--|
| A | Batang dan daun |  | Warna permukaan jamur putih dan seperti kapas |
| B | Batang dan daun |  | Warna jamur hijau dan dibagian luar putih, tekstur seperti beludru |
| C | Akar, Batang dan daun |  | Warna Jamur coklat kehitaman, tekstur halus serbuk. |

Laju Pertumbuhan Diameter Jamur Endofit

Hasil laju pertumbuhan diameter jamur endofit yang dilakukan selama 7 hari didapatkan jamur *Aspergillus* sp. relatif lebih cepat tumbuh dibandingkan jamur *Fusarium* sp. dan *Penicillium* sp (Gambar 3)

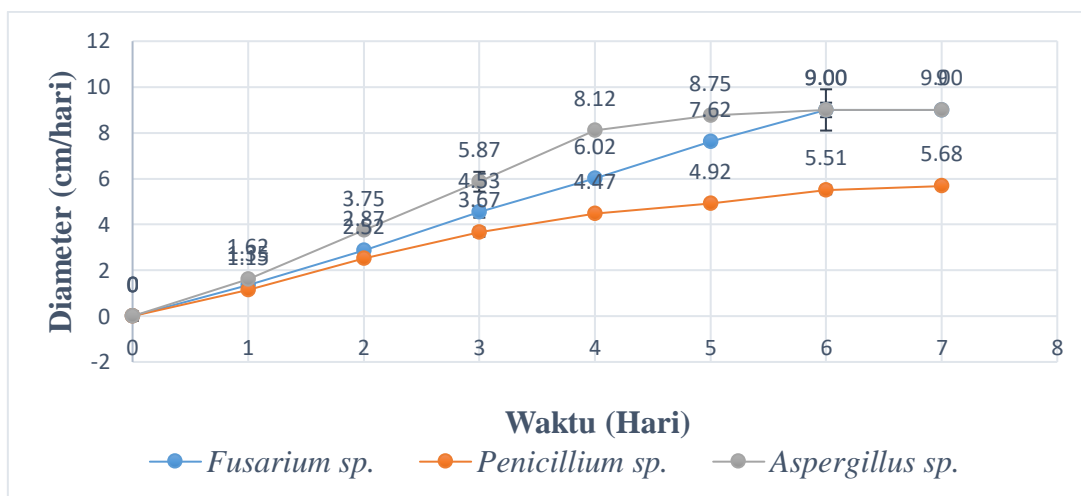
Pada ketiga jamur ini fase lag terjadi pada hari pertama. Fase Log atau fase eksponensial merupakan fase pertumbuhan optimum dan terjadinya peningkatan jumlah sel secara cepat. Pada jamur *Fusarium* sp. fase ini terjadi pada hari kedua hingga hari kelima selama empat hari dengan penambahan diameter koloni dari 2,87 cm menjadi 7,62 cm, sementara pada jamur *Penicillium* sp. fase eksponensialnya terjadi pada hari kedua hingga hari ketujuh selama enam hari dengan penambahan diameter koloninya dari 2,52 cm menjadi 5,68 cm, sedangkan fase log dari jamur *Aspergillus* sp. terjadi pada hari kedua hingga hari keempat selama tiga hari dengan penambahan diameter koloni dari 3,75 cm menjadi 8,12 cm.

Berakhirnya fase ini kemudian diikuti pada fase stasioner. Pada fase ini

sel mulai melambat, sehingga jumlah sel yang hidup hampir sama dengan sel yang mati karena dipengaruhi oleh nutrisi yang mulai habis. Pada fase stasioner merupakan saat metabolit sekunder mulai dihasilkan. Fase stasioner yang terjadi pada jamur *Fusarium* sp. hari ke-6, sedangkan jamur *Aspergillus* sp. lebih cepat yaitu pada hari ke-5, sementara jamur *Penicillium* sp. belum terlihat mengalami fase stasioner hingga hari ke-7.

Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit

Hasil pengukuran diameter zona hambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa isolat jamur *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dengan diameter zona hambat tertinggi pada jamur *Penicillium* sp. sebesar 13.83 mm sedangkan pada bakteri *S. aureus* zona hambat yang paling besar juga didapat dari jamur *Penicillium* sp. sebesar 14.62 mm.



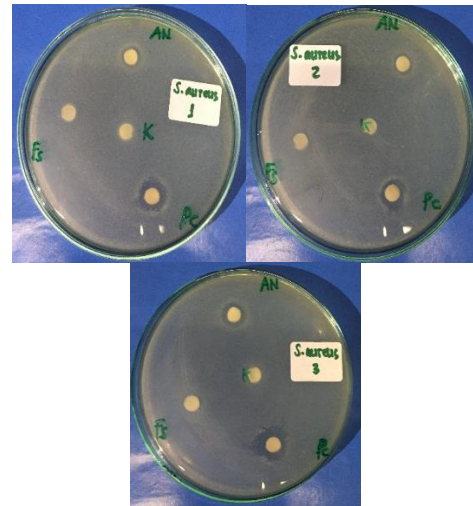
Gambar 3. Kurva laju pertumbuhan diameter jamur endofit

Tabel 2. Hasil uji efek antibakteri jamur endofit terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

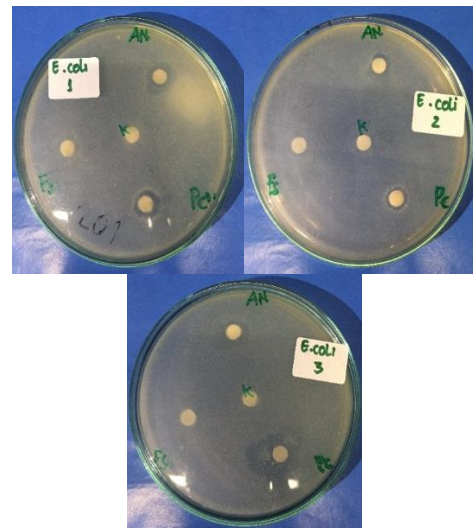
| Jenis Jamur | Zona Hambat (mm) | | Keterangan |
|------------------------|------------------|------------------|------------|
| | <i>E. coli</i> | <i>S. aureus</i> | |
| <i>Fusarium</i> sp. | 8.46 ± 0.22 | 8.75 ± 0.71 | Menghambat |
| <i>Penicillium</i> sp. | 12.07 ± 2.87 | 14.62 ± 2.28 | Menghambat |
| <i>Aspergillus</i> sp. | 11.34 ± 2.03 | 9.59 ± 1.34 | Menghambat |
| Kontrol (-) | | - | |

Ketidaksamaan nilai zona hambat yang dihasilkan disebabkan karena jenis jamur yang memiliki metabolit antimikroba yang dihasilkan juga berbeda - beda. Hal ini dipertegas oleh Siswandono (1995) dalam Miftahul (2008) bahwa antibiotik memiliki spesifikasi dalam efektifitasnya. Selain itu menurut Elfina *et al.* (2014) dalam Ayunda (2015) banyaknya metabolit sekunder yang dihasilkan disebabkan oleh penyerapan nutrisi pada saat fermentasi oleh jamur endofit. Pada penelitian ini kontrol negatif yang digunakan yaitu pelarut etil asetat, dimana pelarut tersebut digunakan sebagai pembawa fraksi tunggal ke *paper disc*. Gambar 4-5 menunjukkan bahwa pelarut *etil asetat* terhadap semua bakteri uji tidak menghasilkan zona hambat.

Potensi jamur endofit yang ditemukan pada mangrove *R. apiculata* menghasilkan metabolit sekunder berupa antibakteri. Kemampuan dari jamur *Penicillium* untuk menghambat kedua bakteri ini dikarenakan jamur endofit *Penicillium* sp. menghasilkan senyawa antibiotik berupa penisilin (Rossiana *et al.*, 2016). *Penicillium* sp. merupakan penghasil senyawa antibakteri dan memiliki zona hambat yang besar. Hal ini dipertegas oleh Pavitra *et al.*(2012) dalam Rossiana *et al.* (2016) bahwa *Penicillium* sp. menghasilkan senyawa antimikroba yang menghambat pertumbuhan



Gambar 4. Zona hambat bakteri *S. aureus* dari jamur endofit



Gambar 5. Zona hambat bakteri *E. coli* dari jamur endofit

bakteri. Sedangkan pada jamur *Aspergillus* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji dikarenakan

jamur *Aspergillus* menghasilkan senyawa antibakteri berupa aflatoksin.

4. KESIMPULAN

1. Jenis jamur endofit yang diisolasi dari mangrove *R. apiculata* diperoleh tiga jenis jamur yaitu *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. dan *Penicillium* sp.
2. Laju pertumbuhan rata-rata dari ketiga jenis jamur adalah berkisar 1,45 cm/hari untuk *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. berkisar 1,18 cm/hari dan *Penicillium* sp. berkisar 0,52 cm/hari. Perbandingan laju pertumbuhan pada masing-masing isolat dapat diketahui pada fase log selama satu hari untuk ketiga jenis jamur, fase eksponensial terjadi selama tiga hari untuk *Aspergillus* sp., empat hari untuk *Fusarium* sp. dan enam hari untuk *Penicillium* sp. dan fase stasioner terjadi selama tiga hari untuk *Aspergillus* sp., dua hari untuk *Fusarium* sp. dan untuk *Penicillium* sp. belum terlihat jelas fase stasionernya. Total pengukuran laju pertumbuhan ini selama tujuh hari.
3. Aktivitas antibakteri dari ketiga ekstrak isolat jamur endofit pada mangrove *R. apiculata* menunjukkan kemampuan zona hambat yang terbentuk bervariasi. Zona hambat tertinggi ditunjukkan pada *Penicillium* sp.

DAFTAR PUSTAKA

Ayunda R. 2015. Isolasi, seleksi, dan uji aktivitas antibakteri dari kapang endofit daun Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, dan *Shigella dysenteriae* [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah

Benson HJ. 2002. Microbiological Applications a Laboratory Manual in General Microbiology. Boston: McGraw Hill.

BKIPM. 2014. Instruksi Kerja Teknis Jamur. Palembang: Balai Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas II Palembang.

Gandjar I, Samson RA, Tweel-Vermeulen Kvd, Oetari A, Santoso I. 1999. Pengenalan kapang tropik umum: Yayasan Obor Indonesia.

Kjer J, Debbab A, Aly AH, Proksch P. 2010. Methods for isolation of marine-derived endophytic fungi and their bioactive secondary products. *Nature protocols*. 5(3): 479-490.

Miyashira CH, Tanigushi DG, Gugliotta AM, Santos DYAC. 2010. Comparison of radial growth rate of the mutualistic fungus of *Atta sexdens rubropilosa* forel in two culture media. *Brazilian Journal of Microbiology* 41: 506-511.

Noor YR, Khazali M, I NN S. 2012. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia: PKA/WI-IP (Wetlands International-Indonesia Programme).

Pratiwi ST. 2008. Mikrobiologi Farmasi. Jakarta: Erlangga.

Prihatiningtias W. 2005. Senyawa bioaktif fungi endofit akar kuning (*Fibraurea Hloroleucac Miers*) sebagai senyawa antimikroba. [Thesis]. Yogyakarta: Pascasarjana Universitas Gajah Mada.

Risdianto H, Setiadi2 T, Suhardi SH, Niloperbowo W. 2007. Pemilihan Spesies Jamur Dan Media Imobilisasi Untuk Produksi Enzim Ligninolitik. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*.

Daratil Khoiri Mukhlis et al.
Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit
Pada Mangrove *Rhizophora apiculata* dari Kawasan
Mangrove Tanjung Api-Api Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan

- Rossiana N, Miranti M, Rahmawati R, Setyobudi RH, Nuringtyas TR, Adinurani PG, 2016. Antibacterial activities of endophytic fungi from mangrove plants *Rhizophora apiculata* L. and *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk. on *Salmonella typhi*. In: editor. *AIP Conference Proceedings*; 1, AIP Publishing. p 020040.
- Samson RA, Hoekstra ES. 1995. Introduction To Food-Borne Fungi: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Sitanggang JM, Siregar EBM, Batubara R. 2016. Respon *Phaeophleospora* sp. terhadap fungisida berbahan aktif metiram secara in vitro. *Peronema Forestry Science Journal*. 5(3): 147-152.
- Stone JK, Bacon CW, White J. 2000. An overview of endophytic microbes: endophytism defined.
- Strobel GA. 2003. Endophytes as sources of bioactive products *Microbes and Infection*. 5: 535-544.
- Summerbell R. 1996. *Identifying filamentous fungi: a clinical laboratory handbook*: Star Publishing Company.
- Zakiah A, Radiastuti N, Sumarlin LO. 2015. Aktivitas antibakteri kapang endofit dari tanaman kina (*cinchona calisaya* wedd.). *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*. 8(2): 51-58.