



**ISOLASI KAPANG ENDOFIT PELAWAN (*Tristaniopsis merguensis* Griff.)  
YANG BERPOTENSI SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP  
*Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus***

**ISOLATION OF ENDOPHYTIC MOLDS IN PELAWAN (*Tristaniopsis merguensis* Griff.)  
WHICH HAVE POTENTIAL AS ANTIBACTERIAL AGENTS AGAINST  
*Escherichia coli* AND *Staphylococcus aureus***

**Devi<sup>1</sup>, Anggraeni<sup>1\*</sup>, Tri Wahyuni<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Biologi, Universitas Bangka Belitung, Kampus Terpadu UBB Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka 33172

<sup>2</sup>Badan Perencanaan Pembangunan dan Penelitian Pengembangan Daerah, Jl. Padang Mulia, Kecamatan Koba, Kabupaten Bangka Tengah 33681

\*Corresponding author: [anggieib@gmail.com](mailto:anggieib@gmail.com)

Naskah Diterima: 8 Januari 2020; Direvisi: 21 September 2021; Disetujui: 17 April 2021

**Abstrak**

Tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) merupakan salah satu tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Metabolit sekunder sebagai senyawa bioaktif pada tumbuhan dapat diperoleh melalui kapang endofit tanpa harus mengekstrak dari tumbuhan. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit dapat berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi kapang endofit pada tumbuhan pelawan (*T. merguensis* Griff.) yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah isolasi kapang endofit, pemurnian kapang endofit, uji aktivitas antibakteri kapang endofit, dan uji kandungan senyawa metabolit sekunder kapang endofit. Hasil isolasi didapatkan 10 isolat kapang endofit yang terdiri dari 1 isolat dari bagian akar, 7 isolat dari bagian ranting, dan 2 isolat dari bagian daun. Identifikasi kapang endofit dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis termasuk dalam genus *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*. Isolat kapang endofit yang memiliki respon hambat pertumbuhan terhadap bakteri uji tergolong sedang termasuk genus *Penicillium*. Hasil uji kandungan senyawa metabolit sekunder kapang endofit tergolong senyawa saponin dan alkaloid. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa senyawa bioaktif pada kapang endofit tumbuhan pelawan dapat dijadikan sebagai antibakteri.

**Kata kunci:** Antibakteri; Kapang endofit; Pelawan (*T. merguensis* Griff.)

**Abstract**

Pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) is a plant that is used as traditional medicine. Secondary metabolites as bioactive compounds in plants can be obtained through endophytic fungi without having to extract them from plants. The metabolites produced by endophytic fungi can function as antibacterial agents. This research aimed to isolate endophytic fungi in pelawan (*T. merguensis* Griff.) which have potential as antibacterial agents against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The method order used in this research was isolation endophytic fungi, purification of the isolates, antibacterial activity test, and determination of secondary metabolite compounds of endophytic fungi. Isolation results obtained 10 isolates of endophytic fungi consisting of 1 isolate from the root, 7 isolates from the branches and 2 isolates from the leaves. Identification through macroscopic and microscopic observations showed they belonged to the genera of *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus*, and *Penicillium*. The isolates that showed a moderate growth inhibition response included the genus of *Penicillium*. The secondary metabolites produced by the isolates are classified as saponins and alkaloids. In conclusion, the bioactive compounds in the endophytic fungi from pelawan have the potential to be used as antibacterial agents.

**Keywords:** Antibacterial; Endophytic fungi; Pelawan (*T. merguensis* Griff.)

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v14i2.14051>

## PENDAHULUAN

Tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) merupakan tumbuhan yang memiliki batang berwarna merah dengan kulit batang yang mudah mengelupas, dan termasuk dalam famili *Myrtaceae* (Permana, 2017). Daerah persebaran pelawan (*T. merguensis* Griff.) di Indonesia meliputi Jawa Barat, Kalimantan, Kepulauan Riau, Sumatera, dan Kepulauan Bangka Belitung (Yarli, 2011). Tumbuhan pelawan oleh masyarakat sering dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Tumbuhan pelawan sendiri oleh masyarakat Bangka Belitung dimanfaatkan untuk mengobati tekanan darah tinggi, demam (Asmaliyah, Hadi, Waluyo, & Muslimin, 2017) dan cacar (Ristoja, 2013). Berdasarkan penelitian Oktari, Tami, Fitmawati, Sofiyanti, dan Nery (2014), tumbuhan pelawan digunakan untuk mengobati kencing batu, sedangkan masyarakat Dayak menggunakan pelawan sebagai obat diare (Pertiwi, 2019).

Isolasi senyawa bioaktif pada tumbuhan dibutuhkan biomassa dalam jumlah yang banyak, hal ini akan dampak terhadap kelestarian tumbuhan. Pemanfaatan kapang endofit pada tumbuhan dapat menjadi alternatif dalam mengisolasi senyawa bioaktif tumbuhan tanpa mengekstrak langsung dari tumbuhan tersebut. Isolasi kapang endofit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat sehingga mengurangi penggunaan bahan alam yang dapat mengganggu kelestarian dari tumbuhan. Kapang endofit merupakan kapang yang hidup di dalam jaringan tumbuhan dan membentuk koloni pada jaringan tumbuhan tanpa membahayakan inangnya pada waktu tertentu (Widowati, Bustanussalam, Sukiman, & Simanjuntak, 2016).

Kapang endofit yang terdapat pada jaringan tumbuhan melakukan interaksi dan menjalin hubungan timbal balik yang saling menguntungkan antar keduanya. Keuntungan yang diperoleh kapang endofit dari tumbuhan yaitu mendapatkan nutrisi untuk melangsungkan hidupnya, sedangkan keuntungan yang diperoleh tumbuhan yaitu kapang endofit akan menghasilkan senyawa mikotoksin yang akan melindungi tumbuhan inangnya dari serangan patogen (Permana, 2017). Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit akan sama

dengan senyawa metabolit yang dihasilkan oleh tumbuhan inang. (Ramadhani, Samingan, & Iswadi, 2017). Hal itu disebabkan karena transfer genetik yang terjadi antara tumbuhan inang dari kapang endofit dengan kapang endofit itu sendiri (Kuncoro & Sugijanto, 2011). Metabolit sekunder yang dihasilkan kapang endofit salah satunya memiliki fungsi sebagai antibakteri.

*Escherichia coli* dan *Staphylococcus* salah satu bakteri patogen berbahaya. Menurut Astutiningsih, Setyani, dan Hindratna (2014), walaupun *E. coli* dan *Staphylococcus* merupakan bakteri patogen, kedua bakteri tersebut bersifat flora normal pada manusia, yaitu bakteri yang secara alami mendiami tubuh manusia. *S. aureus* sering ditemukan pada kulit dan selaput lendir pada manusia, sementara *E. coli* ditemukan pada saluran pencernaan manusia atau hewan (Katrin, Idiawati, & Sitorus, 2015). Bakteri *E. coli* dan *Staphylococcus* dapat menyebabkan penyakit infeksi pada manusia jika kondisi kekebalan tubuh menurun atau lemah. Data tentang kapang endofit dari tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) sebelumnya telah dilaporkan oleh Permana (2017) dan diujikan sebagai antioksidan. Namun kapang endofit pelawan sebagai antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus* belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengisolasi kapang endofit dari tumbuhan pelawan (*T. merguensis* Griff.) sebagai antibakteri terhadap *E. coli* dan *S. aureus*.

## MATERIAL DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ialah isolat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang berasal dari koleksi Laboratorium Mikrobiologi Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Sampel tumbuhan pelawan diambil dari Taman Keanekaragaman Hayati Hutan Pelawan Desa Namang. Bagian tumbuhan yang diambil berupa akar, daun, dan ranting. Sampel daun yang diambil yaitu daun pelawan yang berada pada urutan ke-4 atau ke-5 dari ujung ranting, dan tidak terdapat bercak-bercak. Ranting yang digunakan untuk sampel memiliki diameter kurang lebih 0,5 cm. Bagian akar yang

diambil, yaitu bagian cabang dari akar tumbuhan pelawan dengan diameter kurang lebih 0,5 cm. Sampel diambil pada 3 pohon yang berbeda dan masing-masing pohon dilakukan 3 kali ulangan.

### Isolasi Kapang Endofit

Isolasi kapang dilakukan dengan sterilisasi permukaan sampel. Tujuan dilakukannya sterilisasi permukaan ini untuk membunuh mikroba yang terdapat di permukaan sampel, sehingga isolat yang didapatkan benar isolat kapang endofit. Sampel pelawan dicuci dengan air mengalir selama  $\pm 10$  menit. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan cara sampel direndam dengan alkohol 70% selama  $\pm 1$  menit, selanjutnya direndam dengan NaOCl 5,25% selama  $\pm 5$  menit. Sampel kemudian direndam kembali dengan etanol 70% selama  $\pm 30$  detik, dan terakhir dibilas dengan akuades selama 3–5 detik. Kemudian dikeringkan dengan tisu steril. Sampel ranting dan akar dibelah menggunakan pisau steril dengan ukuran 1 cm, sedangkan sampel daun dipotong dengan ukuran  $1 \times 1$  cm. Potongan sampel kemudian diletakkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 2–7 hari dengan suhu ruang (Permana, 2017). Akuades yang digunakan pada bilasan terakhir diambil 1 mL dan diisolasi pada media PDA yang digunakan sebagai kontrol sterilisasi permukaan sampel (Praptiwi et al., 2016).

### Pemurnian Kapang Endofit

Kapang endofit yang tumbuh pada medium isolasi dimurnikan ke medium PDA baru. Hifa kapang endofit yang berbeda secara makroskopis dipindahkan ke dalam medium PDA yang baru menggunakan ose steril. Setelah itu diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari.

### Karakterisasi Kapang Endofit

Karakterisasi kapang endofit meliputi pengamatan makroskopis dan mikroskopis (Ngittu, Mantiri, Tallei, & Kandou, 2014). Parameter pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, warna bagian bawah koloni, bentuk permukaan, dan tepi dari koloni (Kumala & Pratiwi, 2014). Pengamatan mikroskopis dapat dilihat konidium, ada

tidaknya septat pada hifa, dan konidiofor. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan membuat *slide culture* pada masing-masing isolat kapang endofit. *Slide culture* diinkubasi pada suhu ruang selama 2–7 hari, kemudian diamati dibawah mikroskop. Identifikasi kapang endofit mengacu pada buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnett & Hunter, 1972), *Fungi and Food Spoilage* (Pitt & Hocking, 2009), *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species* (Watanabe, 2002). Identifikasi kapang endofit dilakukan sampai taraf genus.

### Fermentasi Kapang Endofit

Isolat kapang endofit yang menghasilkan zona hambat akan difermentasi untuk mendapatkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri, kemudian akan diuji kandungan senyawa metabolit sekundernya. Koloni kapang endofit diambil dan diinokulasi pada media *Potato Dextrose Yeast* (PDY) sebanyak 200 mL. Kemudian diinkubasi dalam *shaker* dengan kecepatan 120 rpm pada suhu ruang selama 14 hari. Suspensi kapang endofit yang diperoleh dari proses fermentasi disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3.000 rpm. Supernatan hasil sentrifugasi diambil untuk digunakan sebagai larutan uji.

### Uji Aktivitas Antibakteri

Sebanyak 5 supernatan hasil fermentasi kapang endofit digunakan untuk larutan uji. Kertas cakram (diameter 6 mm) dimasukkan ke dalam larutan uji, sehingga larutan uji akan terserap oleh kertas cakram. Kertas cakram yang telah mengandung larutan uji kemudian didiamkan selama 15 menit. Biakan bakteri uji dipipet sebanyak 1 mL, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri dan dituangkan media NA. Cawan petri yang berisi suspensi bakteri uji dan media NA digoyangkan dan ditunggu hingga beku, kemudian kertas cakram yang telah direndam larutan uji diletakkan secara aseptik pada permukaan media NA yang telah berisi bakteri uji *E. coli* dan *S. aureus*. Kemudian diinkubasi selama 1 hari pada suhu 37 °C, setelah itu diamati zona hambat yang terbentuk dan diukur menggunakan jangka sorong. Kontrol positif menggunakan

antibiotik ampisilin, sedangkan kontrol negatif menggunakan akuades steril. Diameter zona hambat dapat dihitung dengan cara diameter zona hambat dengan kertas cakram dikurangi dengan diameter kertas cakram. Menurut Rastina, Sudarwanti, dan Wientarsih (2015), zona hambat dapat diklasifikasikan menjadi 4 kategori yaitu sangat kuat (>20 mm), kuat (10–20 mm), sedang (5–10 mm), dan lemah (<5 mm).

### Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Kapang Endofit

Hasil metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) yang berpotensi sebagai antibakteri dilakukan uji kandungan senyawa kimia. Uji kandungan senyawa kimia pada penelitian ini terdiri dari uji flavonoid, uji alkaloid, uji steroid, uji saponin, dan uji fenol.

Uji Flavonoid: Sebanyak 1 mL sampel melabolit sekunder kapang endofit dicampur dengan etanol 70% sebanyak 1 mL dan dipanaskan selama 5 menit, kemudian ditambahkan serbuk Mg sebanyak 0,1 g dan ditambahkan 5 tetes HCL pekat. Hasil positif pengujian flavonoid ditunjukkan dengan terdapatnya warna merah, kuning, atau jingga (Shiddiqi, 2018).

Uji Alkaloid: Sebanyak 1 mL sampel melabolit sekunder kapang endofit ditambahkan 1,5 mL HCL, kemudian larutan dipanaskan selama 5 menit, setelah itu larutan disaring. Hasil saringan ditambahkan 5 tetes pereaksi dragendorff. Hasil uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna jingga (Mainawati, Brahmana, & Mubarak, 2017).

Uji Steroid: Sebanyak 1 mL sampel melabolit sekunder kapang endofit ditambahkan 3 tetes HCL dan 1 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuk warna hijau (Hirmarizqi, 2019).

Uji Saponin: Sebanyak 1 mL sampel melabolit sekunder kapang endofit ditambahkan 1 mL akuades, kemudian sampel dikocok selama 5 menit. Sampel kemudian diteteskan dengan HCl untuk melihat kestabilan busa yang terbentuk. Hasil positif pengujian ini ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil tidak kurang dari 1 cm (Mainawati et al., 2017).

Uji Fenol: Sebanyak 1 mL sampel melabolit sekunder kapang endofit ditambahkan beberapa tetes FeCl<sub>3</sub>. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuk warna merah, hijau, ungu, biru, atau hitam pekat (Hirmarizqi, 2019).

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar hasil penelitian.

## HASIL

### Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit Pelawan

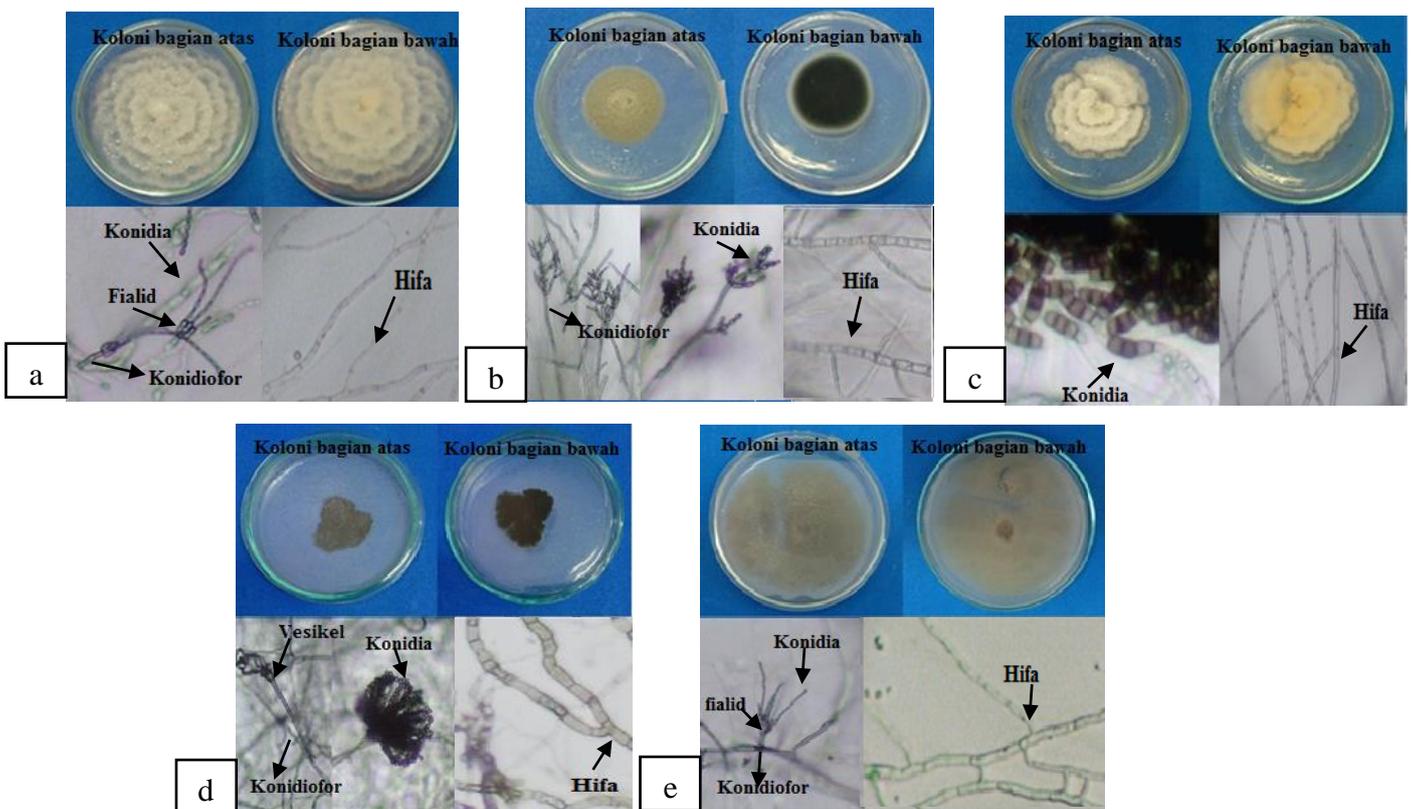
Berdasarkan hasil isolasi kapang endofit dari pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) diperoleh 10 isolat kapang endofit yang berbeda secara makroskopis. Jumlah kapang endofit berbeda-beda antar bagian tumbuhan pelawan yang digunakan sebagai sampel. Bagian akar diperoleh 1 kapang endofit, bagian ranting didapatkan 7 kapang endofit, serta bagian daun didapatkan 2 isolat kapang endofit. Sebanyak 10 isolat kapang endofit diidentifikasi, meliputi pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Berdasarkan hasil identifikasi dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis dari 10 isolat kapang endofit diperoleh 5 genus kapang endofit yaitu *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* seperti yang telah tersaji pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik isolat kapang endofit pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) hari ke 5

Kode Isolat	Genus	Karakteristik makroskopis dan mikroskopis
R1, R2, R3, R7, A1	<i>Paecilomyces</i>	Warna koloni putih, bentuk koloni bulat, bagian tepi koloni bergelombang, pola pertumbuhan menyebar, permukaan koloni kasar, memiliki garis radial dan lingkaran kosentris dengan diameter 78,1–85,1 mm. Memiliki hifa bersekat dengan pertumbuhan hifa yang bercabang. Bentuk konidia bulat telur dan tersusun secara berkelompok membentuk rantai yang panjang

Kode Isolat	Genus	Karakteristik makroskopis dan mikroskopis (Gambar 1A).
R4	<i>Cladosporium</i>	Warna koloni abu-abu, bentuk koloni bulat, bagian tepi koloni rata, memiliki diameter 44,9 mm, pola pertumbuhan menyebar, permukaan koloni kasar, memiliki garis radial. Konidia bentuk bulat telur yang membentuk rantai pendek, konidiofor membentuk cabang pada bagian tengah, memiliki hifa yang bersekat, dan pertumbuhan hifanya bercabang (Gambar 1B).
R5	<i>Pestalotiopsis</i>	Warna koloni hijau tua bagian tepi putih, bentuk koloni bulat, tepi koloni rata, pertumbuhan menyebar, permukaan koloni kasar, memiliki garis radial dan memiliki diameter koloni 58,6 mm. Hifa dari bersekat dan memiliki cabang. Konidia isolat berbentuk elips serta memiliki sekat-sekat (Gambar 1C).
R6, D1	<i>Aspergillus</i>	Warna koloni hijau tua, bentuk koloni tidak beraturan, tepi koloni bergelombang, memiliki diameter koloni 30,7–32,8, pertumbuhan menyebar, permukaan koloni kasar, memiliki garis radial. Bentuk konidia bulat membentuk rantai, serta hifa yang bersekat dan pertumbuhan hifa bercabang, dan memiliki vesikel (Gambar 1D).
D2	<i>Penicillium</i>	Warna koloni hijau, bentuk koloni tidak beraturan, tepi koloni bergelombang dengan diameter koloni 72,6 mm, pola pertumbuhan menyebar, permukaan koloni halus seperti serbuk. Memiliki hifa yang bersekat, dan konidia yang berbentuk bulat yang tersusun secara mengelompok membentuk rantai (Gambar 1E).

Keterangan: R= ranting; A= akar; D= daun



**Gambar 1.** Karakteristik isolat kapang endofit pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) secara makroskopis dan mikroskopis, yaitu *Paecilomyces* spp (a), *Cladosporium* sp. (b), *Pestalotiopsis* sp. (c), *Aspergillus* sp. (d), dan *Penicillium* sp. (e)

### Uji Aktivitas Antibakteri

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri terdapat 2 genus kapang endofit yang tidak menghasilkan zona hambat pada bakteri *E. coli* dan 3 genus kapang endofit dapat berpotensi

sebagai antibakteri. Sementara hasil yang berbeda didapatkan pada bakteri *S. aureus* yaitu 5 genus kapang endofit dapat berpotensi sebagai antibakteri (Tabel 2).

**Tabel 2.** Hasil uji aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Kode isolat	Genus	Diameter zona hambat (mm)		Respon hambat pertumbuhan
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	
R1, R2, R3, R7, A1	<i>Paecilomyces</i> spp.	3,93	3,31	Lemah
R4	<i>Cladosporium</i> sp.	-	2,61	Lemah
R5	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	2,37	2,75	Lemah
R6, D1	<i>Aspergillus</i> spp.	-	3,42	Lemah
D2	<i>Penicillium</i> sp.	5,13	5,25	Sedang
Kontrol + (ampisilin)		11,36	16,05	Kuat
Kontrol - (akuades)		-	-	-

### Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Kapang Endofit

Berdasarkan hasil uji kandungan senyawa metabolit sekunder kapang endofit terdapat 4 genus kapang endofit positif mengandung senyawa alkaloid, yaitu isolat

*Paecilomyces* (R1, R2, R3, R7, A1), *Cladosporium* (R4), *Pestalotiopsis* (R5), dan *Aspergillus* (R6, D1), sedangkan kapang endofit *Penicillium* (D2), positif mengandung saponin (Tabel 3).

**Tabel 3.** Hasil uji kandungan senyawa kimia

Kode isolat	Genus	Senyawa kimia				
		Flavonoid	Alkaloid	Saponin	Fenol	Steroid
R1, R2, R3, R7, A1	<i>Paecilomyces</i> spp.	-	+	-	-	-
R4	<i>Cladosporium</i> sp.	-	+	-	-	-
R5	<i>Pestalotiopsis</i> sp.	-	+	-	-	-
R6, D1	<i>Aspergillus</i> sp.	-	+	-	-	-
D2	<i>Penicillium</i> sp.	-	-	+	-	-

## PEMBAHASAN

### Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit Pelawan

Berdasarkan hasil isolasi kapang endofit pelawan didapatkan jumlah kapang endofit yang berbeda-beda, yaitu 1 isolat pada bagian akar, 7 isolat didapatkan pada bagian ranting, dan 2 isolat pada daun. Jumlah kapang endofit pada setiap bagian memiliki jumlah yang berbeda-beda, hal ini diduga dipengaruhi oleh adaptasi antara kapang endofit dengan inangnya. Kemampuan adaptasi dari kapang endofit berbeda-beda, hal ini disebabkan adanya faktor fisiologis tumbuhan inang sehingga membuat jumlah kapang endofit yang ditemukan dari tiap bagian tumbuhan berbeda-beda. Menurut Khairiah dan Nintasari (2017) interaksi yang terjadi antara kapang endofit

dengan inangnya memengaruhi variasi jenis kapang endofit yang diperoleh.

Beberapa penelitian tentang isolasi kapang endofit dari akar, ranting, dan daun yang telah dilaporkan diantaranya kayu jawa, pelawan, kayu manis, dan jambang. Permana (2017) melaporkan kapang endofit yang diperoleh dari akar pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) sebanyak 1 isolat juga, dan 5 isolat kapang endofit dari daun pelawan. Jumlah kapang endofit yang diperoleh dari ranting kayu manis (*Cinnamomum burmanni*) sebanyak 9 isolat (Rachman, Mubarik, & Simanjuntak, 2018). Berdasarkan hasil penelitian Ramadhani et al. (2017) didapatkan 3 isolat kapang endofit dari daun tanaman jambang (*Syzygium cumini* L).

Hasil identifikasi kapang endofit pelawan (*T.merguensis* Griff.) dari 10 isolat didapatkan 5 genus kapang endofit, yaitu *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus* dan *Penicillium*.

Genus *Paecilomyces* memiliki hifa bersekat, pertumbuhan hifa bercabang. Konidium dari genus *Paecilomyces* berbentuk bulat telur atau bulat yang tumbuh secara mengelompok membentuk rantai yang panjang, memiliki ujung yang runcing pada fialidnya dan memiliki konidiofor yang pendek. Menurut Watanabe (2002) *Paecilomyces* memiliki hifa yang bersekat, konidiofor hialin dan tegak, memiliki konidia yang bulat atau bulat telur. Genus *Paecilomyces* memiliki fialid yang panjang dan runcing pada bagian ujungnya (Pitt & Hocking, 2009). Hapsari, Djauhari, dan Cholil (2014) melaporkan kapang endofit *Paecilomyces* sp. dari tanaman kangkung darat dan Ramadhani et al. (2017) juga melaporkan kapang endofit *Paecilomyces* diisolasi dari tanaman jambang.

Genus *Cladosporium* memiliki konidia dengan bentuk bulat telur yang tumbuh secara mengelompok sehingga membentuk rantai pendek, memiliki konidiofor yang panjang dan konidiofor membentuk cabang pada bagian ujung. Menurut Barnett dan Hunter (1972), *Cladosporium* memiliki konidiofor yang panjang, pertumbuhannya tegak, dan memiliki cabang pada bagian ujungnya. Berdasarkan Watanabe (2002) *Cladosporium* memiliki konidiofor berwarna coklat pucat, bercabang 2–3 kali pada bagian apikal, dan pada setiap cabang terdapat konidia. Konidia berbentuk elips dan dapat membentuk rantai, memiliki 0–3 septa. Berdasarkan Suciati, Yuliar, dan Supriyati (2011) *Cladosporium* ditemukan di endofit pada tanaman cabe keriting, cantel, jeruk bali, dan terong.

Genus *Pestalotiopsis* memiliki hifa yang bersekat, memiliki konidia yang berbentuk elips, dan memiliki sekat-sekat yang berjumlah 4–5. Menurut Barnett dan Hunter (1972) *Pestalotiopsis* memiliki konidiofor yang pendek, memiliki konidia multiseptat, serta bagian ujung konidia runcing. Watanabe (2002) menyebutkan konidia *Pestalotiopsis* berbentuk bulat dan memiliki 4–5 sel dengan 2–3 sel sentral, dan 2 sel yang lebih gelap. Kapang endofit dari genus *Pestalotiopsis*

pernah dilaporkan endofit pada tanaman kunyit (Widowati et al., 2016), jambu bol, dan tanaman nanas (Suciati et al., 2011).

Genus *Aspergillus* memiliki hifa bercabang serta bersekat. Bentuk konidia dari *Aspergillus* bulat yang tersusun secara mengelompok membentuk untaian rantai. Genus *Aspergillus* memiliki vesikel dan di atas vesikel terdapat fialid. Menurut Watanabe (2002), genus *Aspergillus* memiliki konidiofor hialin dan tegak, konidiofor mengalami pembengkakan pada bagian ujungnya membentuk vesikel. Berdasarkan Akmalasari, Purwati, dan Dewi (2013), *Aspergillus* memiliki hifa bersekat, mempunyai vesikel, bentuk konidia bulat. Permana (2017) melaporkan *Aspergillus* endofit pada pelawan, *Aspergillus* juga pernah dilaporkan endofit pada tanaman kunyit oleh Widowati et al. (2016).

Genus *Penicillium* memiliki hifa yang bersekat, memiliki konidia yang berbentuk bulat, dan memiliki pialid. Konidia pada genus *Penicillium* tersusun secara mengelompok membentuk rantai dengan pertumbuhan yang lurus. Menurut Watanabe (2002) genus *Penicillium* memiliki konidiofor hialin, konidiofor bercabang, dan memiliki hifa bersekat. Konidia yang dihasilkan berbentuk bulat atau elips, tersusun secara mengelompok membentuk rantai Barnett dan Hunter (1972). Berdasarkan hasil penelitian Hartanti (2015) *Penicillium* mempunyai konidia yang bergerombol seperti rantai di sekitar fialid.

### Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri kapang endofit dapat dilihat dari terbentuknya zona hambat pada media agar. Terbentuknya zona hambat dikarenakan kapang endofit yang telah difermentasi menghasilkan senyawa kimia yang bersifat antibakteri. Berdasarkan hasil pengujian aktivitas kapang endofit semua isolat dapat menghambat bakteri uji yaitu *E. coli* dan *S. aureus*. Menurut Queendy dan Roza (2019), kapang endofit menghasilkan metabolit sekunder secara ekstraselular melalui hifa berupa senyawa antimikroba yang berdifusi ke dalam medium pada saat fermentasi dan menghambat pertumbuhan bakteri uji. Djamaan, Agustien, dan Yuni (2012) menyatakan bahwa terdapat pengaruh

fermentasi terhadap aktivitas antimikroba dan kemampuan memecah substrat pada media. Kontrol positif dalam pengujian antibakteri pada penelitian menggunakan ampisilin, sedangkan kontrol negatif menggunakan akuades steril. Ampisilin merupakan salah satu antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri isolat kapang endofit, didapatkan 3 isolat yang berpotensi sebagai antibakteri terhadap bakteri *E. coli* yaitu genus *Paecilomyces*, *Pestalotiopsis*, dan *Penicillium*. Berdasarkan hasil uji terdapat 2 isolat yang tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*, hal ini diduga senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit tidak memiliki antibakteri. Sedangkan pada bakteri *S. aureus* semua isolat kapang endofit dapat berpotensi sebagai antibakteri. Produksi senyawa metabolit sekunder suatu mikroba dipengaruhi oleh kemampuan fisiologi masing-masing jenis mikroba itu sendiri. Adapun faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat yaitu asal isolat, umur isolat, jenis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan, lama inkubasi saat pengujian, serta kondisi lingkungan saat pengujian. Menurut Queendy dan Roza (2019), faktor yang memengaruhi perbedaan zona hambat, yaitu kepadatan media yang digunakan pada saat uji, konsentrasi senyawa antibakteri yang dihasilkan, kecepatan senyawa antibakteri berdifusi, sensitivitas bakteri uji, dan interaksi senyawa antibakteri dengan media uji.

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antibakteri yang telah dilakukan, jumlah kapang endofit yang berpotensi sebagai antibakteri pada bakteri *E. coli* lebih sedikit dibandingkan bakteri *S. aureus*. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan penyusun struktur dinding sel antar kedua bakteri. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks dibandingkan dengan bakteri *S. aureus* yang merupakan bakteri Gram positif. Menurut Septiani, Dewi, dan Wijayanti (2017) dinding sel yang dimiliki bakteri Gram negatif terdiri dari 3 lapisan, yaitu lapisan luar lipoprotein, lapisan tengah lipopolisakarida, dan lapisan dalam berupa

bilayer (mempunyai ketahanan lebih baik terhadap senyawa-senyawa yang keluar atau masuk sel), sementara bakteri Gram positif hanya memiliki lapisan tunggal pada dinding selnya (Lestari, Ardiningsih, & Nurlina, 2016). Dinding sel Gram positif lebih banyak mengandung peptidoglikan dan polisakarida serta sedikit lipid, selain itu Helmiyati dan Nurrahman (2010) menambahkan dinding sel yang tersusun atas polisakarida lebih mudah mengalami denaturasi, dibandingkan dinding sel yang tersusun oleh fosfolipid. Lestari, Ardiningsih, dan Nurlina (2016) menambahkan senyawa antibakteri lebih sukar masuk ke dalam sel bakteri Gram negatif dibandingkan bakteri Gram positif.

Berdasarkan respon penghambatan antibakteri, hanya ada satu isolat yang respon penghambatannya tergolong sedang ialah genus *Penicillium* (D2), hal ini disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang endofit *Penicillium* mampu merusak dinding sel bakteri sehingga pertumbuhannya terhambat. Sementara isolat dari genus *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus* dengan respon penghambatannya rendah. Zona hambat pada genus *Penicillium* tergolong sedang dengan diameter 5,13 mm untuk bakteri *E. coli* dan 5,72 mm untuk bakteri *S. aureus*. Diameter zona hambat bakteri *E. coli* lebih kecil dibandingkan dengan diameter zona hambat *S. aureus*. Hal ini dikarenakan perbedaan struktur penyusun dinding sel antara kedua bakteri. Prihanto (2015) menambahkan bakteri Gram negatif kurang sensitif terhadap antibiotik daripada bakteri Gram positif.

Berdasarkan penelitian Mukhlis, Rozirwan, dan Hendri (2018) kapang endofit *Penicillium* yang diisolasi dari mangrove *Rhizophora apiculata* dapat menghambat bakteri *E. coli* dan *S. aureus* dengan zona hambat yang tergolong kuat. Prihanto (2015) juga melaporkan kapang endofit *Penicillium* sp. dan *Penicillium notatum* juga dapat menghambat bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. *Penicillium* menghasilkan senyawa antibiotik yang berupa penisilin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Mukhlis et al., 2018).

### Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Kapang Endofit

Berdasarkan Tabel 3 hasil uji kandungan senyawa metabolit sekunder senyawa yang dihasilkan oleh kapang endofit ialah senyawa alkaloid dan saponin. Senyawa alkaloid dan saponin ini merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antibakteri. Menurut Keyce, Sarikahya, dan Kirmizigul (2014) saponin merupakan senyawa glukosida yang mempunyai peranan sebagai antibakteri, antibiotik, dan antifungi. Heni, Arreneuz, dan Zaharah (2015) juga menyatakan saponin merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat sebagai antimikrob. Senyawa alkaloid memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Pfoze, Kumar, Myrboh, Bhagobaty, & Joshi, 2011; Mawan, Indriwati, & Suhadi, 2018).

Saponin dapat menjadi antibakteri karena zat aktif permukaannya mirip seperti detergen, akibatnya saponin akan menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri dan merusak permeabilitas membran. Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa saponin dengan cara menekan sintesis protein, mengurangi aktivitas enzim kunci metabolisme fisiologis, dan mengurangi efisiensi pemanfaatan glukosa dalam mikroorganisme, sehingga menyebabkan kematian sel (Mawan et al., 2018). Senyawa saponin akan berinteraksi dengan dinding sel bakteri dengan mengganggu tegangan permukaan dinding sel sehingga menyebabkan dinding sel tersebut pecah atau lisis. Lisisnya dinding sel akan mempermudah zat antibakteri untuk masuk ke dalam sel dan mengganggu metabolisme bakteri (Heni et al., 2015). Saponin mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan mengurangi kestabilan membran sel, sehingga menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel yang mengakibatkan kematian sel.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh senyawa alkaloid dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada dinding sel bakteri sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel. Alkaloid menghambat pembentukan sintesis protein sehingga dapat mengganggu metabolisme bakteri (Heni et al., 2015). Kemampuan alkaloid dalam menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara penyisipan molekul

alkaloid dengan DNA, sehingga menghambat sintesis DNA. Alkaloid melepaskan adhesin asam lipoteikoat dari permukaan sel sehingga mengganggu permeabilitas membran (Mawan et al., 2018).

## SIMPULAN

Sebanyak 5 genus kapang endofit pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) berpotensi sebagai antibakteri terhadap *S. aureus* dan 3 genus kapang endofit pelawan (*T. merguensis* Griff.) berpotensi sebagai antibakteri terhadap *E. coli* dengan metode potongan agar. Hasil uji kandungan senyawa metabolit sekunder kapang endofit mengandung senyawa alkaloid dan saponin yang berfungsi sebagai antibakteri. Hasil identifikasi kapang endofit termasuk dalam genus *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Pestalotiopsis*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan pengekstraksian senyawa metabolit sekunder dari isolat kapang endofit yang berpotensi sebagai antibakteri menggunakan pelarut organik, agar dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji secara maksimal. Serta perlu juga diujikan terhadap bakteri patogen lainnya dan jamur patogen.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Laboratorium Mikrobiologi BPOM Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Badan Perencanaan Pembangunan dan Penelitian Pengembangan Daerah Bangka Belitung dan Jurusan Biologi Universitas Bangka Belitung yang telah mendukung pelaksanaan penelitian.

## REFERENCES

- Akmalasari, I., Purwati, E. S., & Dewi, R. S. (2013). Isolasi dan identifikasi jamur endofit tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosfera*, 30(2), 82-89.
- Asmaliyah., Hadi, W. E., Waluyo, E. A., & Muslimin, I. (2017, September). *Kandungan fitokimia beberapa tumbuhan obat di pesisir pantai dan lahan basah serta potensinya sebagai pestisida*. Paper presented at the Conference Tata Kelola Hutan untuk Mewujudkan Pembangunan Hijau Sumatera Selatan, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia. Retrieved from

- [https://www.researchgate.net/profile/Efendi-Agus-Waluyo/publication/323303245\\_KANDUNGAN\\_FITOKIMIA\\_BEBERAPA\\_TUMBUHAN\\_OBAT\\_DI\\_PESISIR\\_PANTAI\\_DAN\\_LAHAN\\_BASAH\\_SERTA\\_POTENSINYA\\_SEBAGAI\\_PESTISIDA\\_NABATI/links/5a8ce37baca27292c0f8302d/KANDUNGAN-FITOKIMIA-BEBERAPA-TUMBUHAN-OBAT-DI-PESISIR-PANTAI-DAN-LAHAN-BASAH-SERTA-POTENSINYA-SEBAGAI-PESTISIDA-NABATI.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Efendi-Agus-Waluyo/publication/323303245_KANDUNGAN_FITOKIMIA_BEBERAPA_TUMBUHAN_OBAT_DI_PESISIR_PANTAI_DAN_LAHAN_BASAH_SERTA_POTENSINYA_SEBAGAI_PESTISIDA_NABATI/links/5a8ce37baca27292c0f8302d/KANDUNGAN-FITOKIMIA-BEBERAPA-TUMBUHAN-OBAT-DI-PESISIR-PANTAI-DAN-LAHAN-BASAH-SERTA-POTENSINYA-SEBAGAI-PESTISIDA-NABATI.pdf)
- Astutiningsih, C., Setyani, W., & Hindratna, H. (2014). Uji daya antibakteri dan identifikasi isolat senyawa katekin dari daun teh (*Camellia sinensis* L. var *Assamica*). *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 11(2), 50-57.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1972). *Illustrated genera of imperfect fungi*. Minneapolis: Burgess Publishing.
- Djamaan, A., Agustien, A., & Yuni, D. (2012). Isolasi bakteri endofit dari tumbuhan surian (*Toona sureni* Blume Merr.) yang berpotensi sebagai penghasil antibakteri. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 8(1), 37-40.
- Hapsari, R. T. Y., Djauhari, S., & Cholil, A. (2014). Keanekaragaman jamur endofit akar kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir.) pada lahan pertanian organik dan konvensional. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan*, 2(1), 1-10.
- Hartanti, D. (2015). Isolasi dan identifikasi primer jamur endofit dari tumbuhan obat nagasari (*Mesua ferrea*). *Jurnal Pharmacy*, 12(1), 21-24.
- Helmiyati, A. F., & Nurrahman. (2010). Pengaruh konsentrasi tawas terhadap pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1(1), 1-6.
- Heni., Arreneuz, S., & Zaharah, T. A. (2015). Efektivitas antibakteri ekstrak kulit batang belimbing hutan (*Baccaurea angulata* Merr.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1), 84-90.
- Hirmarizqi, A. A. N. (2019). Aktivitas antioksidan dan antibakteri propolis lebah kelulut (*Heterotrigona itama*) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Skripsi sarjana). Balunijuk, Universitas Bangka Belitung, Indonesia.
- Katrin, D., Idiawati, N., & Sitorus, B. (2015). Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak daun malek (*Litsea graciae* Vidal) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(1), 7-12.
- Keyce, P., Sarikahya, N. B., & Kirmizigul, S. (2014). Two novel saponin from *Cephalaria davisiana* (Dipsacaceae). *Phytochemistry*, 10(1), 324-329.
- Khairiah, N., & Nintasari, R. (2017). Isolasi dan uji aktivitas antimikroba kapang endofit dari kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm & Binn.). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(2), 65-74.
- Kumala, S., & Pratiwi. (2014). Efek antimikroba dari kapang endofit ranting tanaman biduri. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 7(2), 111-120.
- Kuncoro, H., & Sugijanto, N. E. (2011). Jamur endofit, biodiversitas, potensi, dan prospek penggunaannya sebagai sumber bahan obat baru. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 1(3), 247-262.
- Lestari, Y., Ardiningsih, P., & Nurlina. (2016). Aktivitas antibakteri gram positif dan negatif dari ekstrak dan fraksi daun nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) asal pesisir Sungai Kakap Kalimantan Barat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4), 1-8.
- Mainawati., Brahmana, E. M., & Mubarak, J. (2017). Uji kandungan metabolit sekunder tumbuhan obat yang terdapat di Kecamatan Rambah Samo Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Mahasiswa Prodi Biologi UPP*, 3(1), 1-6.
- Mawan, A. R., Indriwati, S. E., & Suhadi. (2018). Aktivitas antibakteri ekstrak metanol buah *Syzygium polyanthum* terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Bioeksperimen*, 4(1), 64-68.
- Mukhlis, D. K., Rozirwan., & Hendri, M. (2018). Isolasi dan aktivitas antibakteri jamur endofit pada mangrove *Rhizophora apiculata* dari kawasan mangrove Tanjung Api-Api Kabupaten

- Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 10(2), 151-160.
- Ngittu, Y. S., Mantiri, F. R., Tallei, T. E., & Kandou, F. E. F. (2014). Identifikasi genus jamur *Fusarium* yang menginfeksi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) di Danau Tandano. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(3), 156-161.
- Oktari., Tami., Fitmawati., Sofiyanti., & Nery, (2014). Identifikasi dan uji fitokimia ekstrak alami tanaman antiurolithiasis. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA*, 1(2), 1-9.
- Permana, M. A. (2017). Fungi endofit tumbuhan pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) dan potensinya dalam menghasilkan senyawa antioksidan (Skripsi sarjana). Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatra Selatan, Indonesia.
- Pertiwi, A. P. (2019). Potensi antibakteri ekstrak daun pelawan merah (*Tristaniopsis merguensis* Griff.). *Jurnal Kesehatan Poltekkes Kemenkes RI Pangkalpinang*, 7(1), 17-21.
- Pfoze, N. L., Kumar, Y., Myrboh, B., Bhagobaty, R. K., & Joshi, S. R. (2011). *In vitro* antibacterial activity of alkaloid extract from stem bark of *Mahonia manipurensis* Takeda. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(5), 859-861.
- Praptiwi., Palupi, K. D., Fathoni, A., Wulansari, D., Ilyas, M., & Agusta, A. (2016). Evaluation of antibacterial and antioxidant activity of extracts of endophytic fungi isolated from Indonesian Zingiberaceous plants. *Jurnal Nusantara BioscienceI*, 8(2), 306-311.
- Prihanto, A. A. (2015). Perbandingan aktivitas antibakteri *Penicillium notatum* ATCC 28089 dengan *Penicillium* sp. R1M yang diisolasi dari mangrove *Sonneratia caseolaris*. *Jurnal Pengelolaan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(1), 66-70.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage*. New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Queendy, V., & Roza, R. M. (2019). Aktivitas antifungi isolat aktinomisetes arboretum Universitas Riau terhadap jamur *Fusarium oxysporum* F.Sp *Lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. *Jurnal Al-Kauniyah*, 12(1), 73-88.
- Rachman, F., Mubarik, N. R., & Simanjuntak, P. (2018). Aktivitas antioksidan ekstrak kapang endofit cb.gm.b3 asal ranting kayu manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 5(2), 204-213.
- Ramadhani, S. H., Samingan., & Iswadi. (2017). Isolasi dan identifikasi jamur endofit pada daun jamblang (*Syzygium cumini* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(2), 77-90.
- Rastina., Sudarwanto, M., & Wientarsih, I. (2015). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kari (*Murraya koenigii*) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas* sp. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 9(2), 185-188.
- Ristoja, (2013). *Tumbuhan obat Suku Lom*. Pangkalpinang: UBB Press.
- Suciatmih., Yuliar., & Supriyati, D. (2011). Isolasi, identifikasi, dan skrining jamur endofit penghasil agen biokontrol dari tanaman di Lahan Pertanian dan Hutan Penunjang Gunung Salak. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(2), 171- 186.
- Septiani., Dewi, E. N., & Wijayanti I. (2017). Aktivitas antibakteri ekstrak lamun (*Cymodocea rotundata*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Saintek Perikanan*, 13(1), 1-6.
- Shiddiqi, I. F. (2018). Skrining dan ekstraksi metabolit sekunder fungi endofit tanaman ketapang (*Terminallia catappa* L.) serta pemanfaatannya sebagai buku ilmiah populer (Skripsi sarjana). Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia.
- Watanabe, T. (2002). *Pictorial atlas of soil and seed fungi morphologies of cultured fungi and key to species*. New York: Library of Congress Cataloging-in.
- Widowati, T., Bustanussalam., Sukiman, H., & Simanjuntak, P. (2016). Isolasi dan identifikasi kapang endofit dari tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai penghasil antioksidan. *Jurnal Biopropal Industri*, 7(1), 9-16.

Yarli, N. (2011). Ekologi pohon pelawan (*Tristaniopsis merguensis* Griff.) sebagai inang jamur pelawan di Kabupaten Bangka Tengah (Skripsi sarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia.