

**FUNGI ENDOFIT DAUN *Artocarpus altilis* SEBAGAI ANTIBAKTERI PADA  
*Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli***

***Endophyte Fungi of Leaves Artocarpus altilis as Antibacteria in  
Staphylococcus aureus and Escherichia coli***

Nur Kusmiyati<sup>1\*</sup>, Nuzulul Nuzulul Furoida Imarotu Zahroh<sup>2</sup>, Liliek Harianie<sup>2</sup>, Siti Fajariyah  
Novita<sup>2</sup>, Ulfah Utami<sup>2</sup>, Anggeria Oktavisa Denta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran – Malang 65145

<sup>2</sup>Program Studi Biologi – Fakultas Sains dan Teknologi – Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Jl. Gajayana – Malang 65144

<sup>3</sup>Program Studi Keperawatan – Politeknik Negeri Madura  
Jl. Raya Camplong – Sampang 69213

\*Penulis Korespondensi, email : nurkusmiyati@ub.ac.id

Disubmit: 5 Agustus 2023

Direvisi: 12 Februari 2024

Diterima: 5 April 2024

**ABSTRAK**

Beberapa jenis mikroba dapat menyebabkan patologis yang cukup serius bagi manusia ataupun makhluk hidup lainnya, salah satunya adalah *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Senyawa aktif dari daun sukun *Artocarpus altilis* memiliki aktivitas antimikroba, namun eksploitasi tanaman dapat mengakibatkan ketidakseimbangan ekosistem. Fungi endofit hidup di dalam sel jaringan tanaman sehat dan dapat menghasilkan jenis metabolit sekunder yang sama dengan tanaman inangnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan menyeleksi fungi endofit dari daun *A. altilis* yang memiliki potensi sebagai agen antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Metode yang digunakan yaitu isolasi fungi endofit dari daun *A. altilis* dan mengidentifikasinya secara makroskopis dan mikroskopis. Uji aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan ekstraksi metabolit sekunder bakteri endofit dan uji fitokimia menggunakan metode difusi, pengenceran cair, dan padat. Berdasarkan hasil analisis didapatkan empat isolat fungi endofit daun *A. altilis* yang diberi kode IS01, IS02, IS03 dan IS04. Fungi endofit IS01 memiliki aktivitas antibakteri sangat kuat, IS03 kuat, IS02 sedang, dan IS04 lemah terhadap patogen *E. coli* dan kuat terhadap patogen *S. aureus*. Fungi endofit daun *A. altilis* dapat berperan sebagai antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*.

Kata kunci : Antibakteri; *Artocarpus Altilis*; Fungi Endofit

**ABSTRACT**

Some microbes can cause serious pathology for humans or other living things, including *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The active compound from breadfruit leaves *Artocarpus altilis*, has antimicrobial activity, but plant exploitation can result in ecosystem imbalance. Endophytic fungi live inside the cells of healthy plant tissues and can produce the same types of secondary metabolites as their host plants. This study aimed to isolate and select endophytic fungi from *A. altilis* leaves that have potential as antibacterial agents against *S. aureus* and *E. coli*. The method used is the isolation of endophytic fungi from *A. altilis* leaves and identifying them macroscopically and microscopically. Furthermore, antibacterial activity tests against *S. aureus* and *E. coli* were carried out by extracting secondary metabolites of endophytic bacteria and phytochemical tests using diffusion, liquid dilution, and solid methods. Based on the analysis results, four isolates of *A. altilis* leaf endophytic fungi were obtained, coded IS01, IS02, IS03, and IS04. IS01 endophytic fungi have very strong antibacterial activity, strong IS03, medium IS02, and weak IS04 against *E. coli* pathogens and strong against *S. aureus* pathogens. *A. altilis* leaf endophytic fungi can act as antibacterial against *S. aureus* and *E. coli*.

Keywords: Antibacterial; *Artocarpus Altilis*; Endophytic Fungi

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kaya akan tumbuhan yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Tumbuhan ini diwariskan antar generasi dan banyak digunakan sebagai obat. Obat tradisional masih digemari oleh masyarakat meskipun kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan terkait obat-obatan sudah berkembang pesat. Mereka percaya bahwa tumbuhan obat aman dikonsumsi dan memiliki efek samping yang kecil. Salah satu diantaranya yaitu tumbuhan sukun. Sukun memiliki khasiat yang banyak dan sering kali dimanfaatkan untuk tanaman obat. Daun sukun (*A. altilis*) memiliki banyak produk metabolit seperti kalium, asetilkolin, tanin, asam hidrosianat, riboflavin, fenol dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut memiliki efek antibakteri bagi beberapa mikroba patogen penyebab penyakit pada manusia. Akan tetapi, pemanfaatan tumbuhan sukun jika terus menerus dilakukan akan dikhawatirkan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem (Bempa *et al.*, 2016; Aulia *et al.*, 2017).

Terobosan baru yang dapat digunakan untuk meminimalisir dampak negatif dari terlalu sering memanfaatkan tumbuhan sukun, yaitu dengan cara memanfaatkan endofit, dari jenis fungi. Fungi endofit merupakan bagian dari eukariota yang telah banyak digunakan untuk keperluan medis. Bahkan jika dibandingkan dengan cendawan besar atau jenis cendawan lainnya, fungi endofit terbukti lebih unggul dalam memperoleh senyawa aktif biologis. Fungi endofit terdapat secara alami di jaringan tanaman dan tidak mempengaruhi kelangsungan hidup tanaman. Endofit menghasilkan metabolit sekunder yang mirip dengan tanaman inangnya. Hal ini disebabkan oleh pertukaran genetik secara evolusioner antara tanaman inang dan endofit (Suhartina *et al.*, 2018 dan Reckow *et al.*, 2016). Fungi endofit dengan metabolit sekunder berpotensi sebagai obat baru yang dapat digunakan untuk antibakteri, antifungi dan antikanker (Suryanarayanan *et al.*, 2009).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fiana *et al.*, (2020), dilakukan

isolasi dan identifikasi bakteri endofit dari daun *A. altilis* sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil yang didapatkan ekstrak etanol daun *A. altilis* dengan konsentrasi 10, 15 dan 20% menghasilkan rerata diameter zona hambat berturut-turut yaitu 3,67, 3,50 dan 2,67 mm terhadap bakteri *S. aureus*. Sedangkan ekstrak etanol daun *A. altilis* dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20% menghasilkan rerata diameter zona hambat berturut-turut yaitu 5,33, 3,17 dan 3,33 mm terhadap bakteri *E. coli*. Aktivitas ekstrak etanol daun *A. altilis* terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* termasuk dalam kategori lemah. Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui bahwa bakteri endofit dari daun *A. altilis* memiliki potensi sebagai antibakteri, oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk menggunakan fungi endofit daun *A. altilis* sebagai agen antibakteri pada *S. aureus* dan *E. coli*, dengan harapan mendapatkan hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan bakteri endofit.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dan eksperimental. Penelitian eksplorasi dilakukan dengan cara mengisolasi fungi endofit pada daun tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis*). Isolat fungi yang didapatkan dilanjutkan dengan identifikasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Data hasil isolasi dan identifikasi dianalisis dengan deskriptif kualitatif. Penelitian eksperimental dilakukan dengan menguji semua isolat fungi endofit sebagai antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang diamati berdasarkan metode difusi, dilusi cair, dan dilusi padat. Data hasil uji antibakteri dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu Erlenmeyer 500 mL (Iwaki), erlenmeyer 50 mL (Iwaki), cawan petri (Iwaki), jarum ose, inkubator (Mermert), mikropipet (Bio-Rad), tips kuning (OneMed), tips biru (OneMed), tips putih

(OneMed), shaker (Benchmark Scientific), neraca analitik (Sartorius), hotplate stirrer (Thermo Fisher Scientific), oven (Mito), beaker glass (Iwaki), spatula, tabung eppendorf 15 mL (OneMed), autoklaf (ALP), Laminar Air Flow (Esco), gelas ukur (Iwaki), termometer (OneMed), pH meter, corong pemisah, rotary evaporator, kertas cakram (Oxoid), jangka sorong (Joyko), dan optilab (Eclipse).

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah akuades, alkohol 70% (SmartLab), NaOCl 3% (Emsure), etil asetat, *S. aureus*, *E. coli*, Nutrient Agar (NA) (Merck), Nutrient Broth (NB) (Merck), Potato Dextrosa Broth (PDB) (Merck), Potato Dextrosa Agar (PDA) (Merck), Lactophenol blue (ROFA), HCl, pereaksi dragendroff, larutan Pb Asetat (timbang asetat), NaOH (Emsure), FeCl<sub>3</sub> (Emsure), dan chloramphenicol (Sanbe).

### **Pengambilan Sampel**

Penelitian ini menggunakan sampel daun *A. altilis* dari daerah Malang dengan ciri segar, tidak menguning dan tidak ada kerusakan baik yang diakibatkan oleh serangga atau kontaminan lain. Isolasi dilakukan secepat mungkin setelah dilakukan pengambilan sampel untuk menghindari kontaminan (Ramadhani *et al.*, 2017).

### **Isolasi Fungi Endofit**

Fungi endofit diisolasi dengan menggunakan metode tanam langsung. Daun *A. altilis* dicuci menggunakan air mengalir, dikering anginkan, dan dipotong sebanyak 3 lembar dengan ukuran 1×1 cm menggunakan silet steril. Masing-masing potongan direndam dalam alkohol 70% selama 1 menit, larutan NaCl selama 3 menit, dan selanjutnya direndam dalam air suling steril sebanyak tiga kali. Potongan sampel kemudian dikeringkan di atas kaca steril selama beberapa menit. Kikis setiap potongan sampel pada lapisan atas dengan pisau steril dan letakkan di atas media PDAC (*Potato Dextrose Chloramphenicol Agar*) yang dituangkan ke dalam cawan Petri sampai mengeras, kemudian diinkubasi pada suhu 25–27°C selama 2–14 hari. Isolat endofit yang menunjukkan ciri morfologi fungi diinokulasi ke dalam media PDAC baru. Sebagai kontrol negatif, bilasan akuades

steril terakhir di tuang (*pourplate*) ke media PDAC untuk mengetahui ada tidaknya kontaminan dalam proses sterilisasi permukaan yang sebelumnya telah dilakukan (Hasiani *et al.*, 2015).

### **Pemurnian Fungi Endofit**

Hasil isolasi bakteri endofit ditumbuhkan pada media PDAC dan diisolasi pada media PDAC segar. Pemurnian ini dilakukan dalam cawan Petri yang berisi media PDAC yang dipadatkan. Setelah dilakukan pemindahan miselium ke media PDAC yang baru, dilakukan inkubasi selama 7 hari. Pemurnian dilakukan berulang pada koloni yang terlihat berbeda berdasarkan pengamatan makroskopik. Setelah diperoleh isolat yang murni dilakukan peremajaan secara duplo yang digunakan sebagai kultur stok dan sebagai isolat yang dipakai penelitian (Hasiani *et al.*, 2015).

### **Identifikasi Fungi Endofit**

Identifikasi morfologi makroskopis berdasarkan aspek warna koloni baik dari depan dan belakang, bentuk dan tekstur koloni. Adapun aspek yang diamati dalam pengamatan morfologi mikroskopis yaitu ada tidaknya sekat di hifa, percabangan dari hifa, konidia dan bentuk spora. Identifikasi mikroskopis yang dilakukan menggunakan pengamatan dengan mikroskop yang sebelumnya dibuat preparat dengan metode slide culture (Ramadhani *et al.*, 2017). Identifikasi fungi endofit didasarkan pada morfologi makroskopis dan mikroskopis, yang didasarkan pada buku "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" (Watanabe, 2002) dan "*Descriptions of Medical Fungi 3rd ed*" (Kidd *et al.*, 2016).

### **Ekstraksi dan Uji Fitokimia Fungi Endofit**

Ekstraksi dilakukan dengan menyaring fungi dari media PDB, kemudian dilakukan sonikasi selama 30 menit pada daya 60 Watt dan gelombang 20 kHz. Larutan dimasukkan ke dalam tabung Ependorf dan disentrifugasi dengan kecepatan 1500 rpm selama 15 menit. Supernatant yang diperoleh dilarutkan menggunakan etil asetat dengan perbandingan 1:1, kemudian dikocok selama 20 menit menggunakan corong pemisah.

Dipisahkan fraksi yang bawah, kemudian dilarutkan lagi menggunakan etil asetat dengan rasio 1:1. Hasil keseluruhan fraksi yang berada di atas dijadikan satu kemudian dilakukan evaporasi menggunakan rotari evaporator dengan suhu 40°C sehingga diperoleh residu berupa minyak yang pekat (Mukhlis *et al.*, 2018).

Uji fitokimia dilakukan dengan menguji larutan hasil ekstraksi. Uji fitokimia dilakukan berdasarkan metode Harborne (1987) meliputi uji alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, dan fenolik.

### Uji Aktivitas Antibakteri

#### Metode Difusi dengan Kertas Cakram

Bakteri uji diinokulasi ke dalam media NA dan dikultur selama 24 jam. Selanjutnya kertas cakram yang sudah direndam ekstrak fungi 100% ditempelkan di atas. Cawan petri ditutup rapat dengan plastik wrap dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1×24 jam. Lebar zona hambat dari setiap kertas cakram diamati dan dihitung. Untuk kontrol positif dilakukan hal yang serupa dengan meneteskan larutan dari kloramfenikol ke kertas cakram, sedangkan untuk kontrol negatif larutan yang diteteskan yaitu akuades steril (Mukhlis *et al.*, 2018). Rumus yang bisa digunakan untuk menghitung zona hambat pada uji antimikroba menurut Surjowardojo *et al.* (2016) yaitu:

$$\frac{d1+d2}{2} - x \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- d1 = Diameter vertikal zona transparan pada medium
- d2 = Diameter horizontal zona transparan pada medium
- x = Diameter paper disc (5 mm)

Hasil perhitungan yang diperoleh dikonversi berdasarkan kekuatan aktivitas antibakteri. Zona hambat dapat dikategorikan menjadi sangat kuat apabila perhitungan yang diperoleh >20 mm, dikategorikan kuat apabila perhitungan yang diperoleh 11-20 mm, dikategorikan sedang apabila hasil perhitungan 6-10 mm, dan dikatakan lemah apabila hasil perhitungannya <5 mm (Surjowardojo *et al.*, 2016).

#### Metode Dilusi Cair

Metode ini bertujuan untuk mengukur Kadar Hambat Minimum (KHM) (Pratiwi, 2008). Pada analisis KHM menggunakan konsentrasi bertingkat masing-masing ekstrak fungi endofit sehingga diperoleh konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, 6,25%, 3,13%, 1,56%, 0,78%, 0,39%. Kontrol positif dibuat dengan menyiapkan media NB sebanyak 2 mL yang dimasukkan ke tabung reaksi, ditambahkan kloramfenikol 10 mg/mL sebanyak 1 mL, setelah itu dimasukkan 1 mL biakan bakteri uji. Sedangkan untuk kontrol negatif dilakukan dengan memasukkan media NB sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi. Semua larutan uji beserta kontrol positif dan negatif diinkubasi pada suhu 37°C selama 1×24 jam (Rollando, 2019). Nilai KHM diukur menggunakan *Optica Density* (OD) pada 550 nm berdasarkan kekeruhan dan kejernihan medium uji yang telah diinkubasi (Fitriana *et al.*, 2019).

#### Metode Dilusi Padat

Metode ini dilakukan untuk mendapat nilai Kadar Bunuh Minimum (KBM). Uji dilusi padat dilakukan dengan menggoreskan setiap larutan uji yang jernih dan yang bernilai OD≤0 ke media NA di cawan petri, kemudian diinkubasi 37°C selama 24 jam. Parameter yang digunakan adalah tumbuh tidaknya bakteri berupa bercak putih pada media agar yang telah digores sebelumnya (Rollando, 2019).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Isolasi Fungi Endofit

#### Isolat IS01

Pengamatan makroskopis dan mikroskopis disajikan pada Gambar 1. Pertumbuhan koloni yang sudah tua tidak mengalami perubahan warna dengan ciri koloni berwarna putih sedangkan penampakan koloni dari belakang berwarna putih kekuningan, miselium tumbuh tidak teratur, pertumbuhan koloni datar, tebal dan kasar bertekstur seperti beludru. Isolat IS01 memiliki ciri hifa bersekat dengan lebar hifa berkisar 11-15 µm. Isolat IS01 memiliki konidiofor berbentuk *Terverticillate* dengan panjang konidiofor yaitu 143,28 µm. Konidia

berbentuk bulat bersel tunggal, dengan ukuran konidia berkisar 6-10  $\mu\text{m}$ .

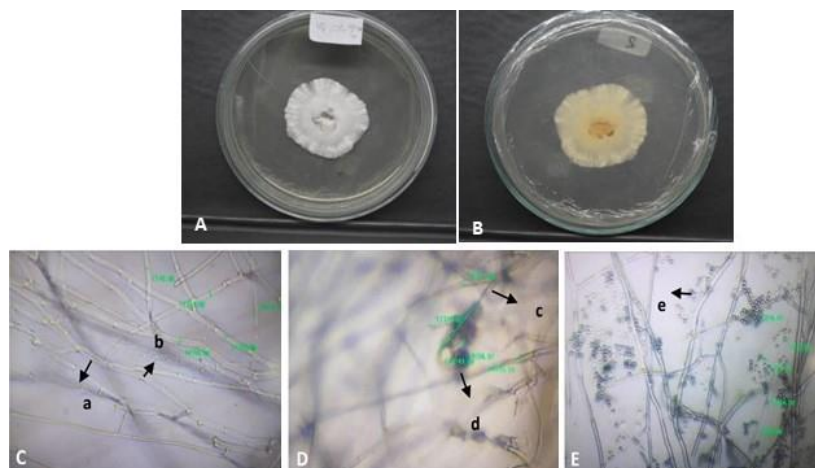
Berdasarkan hasil dari kunci determinasi yang diperoleh dengan membandingkan dengan petunjuk klasifikasi pada buku "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" (Watanabe, 2002) dan buku "*Descriptions of Medical Fungi 3rd ed*" (Kidd *et al.*, 2016) isolat IS01 diduga termasuk genus *Penicillium* sp. Genus *Penicillium* memiliki ciri yaitu memiliki konidium yang berbentuk seperti kuas atau sikat. Menurut Watanabe (2002), pada buku yang berjudul "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" menjelaskan bahwasanya *penicillium* merupakan fungi dengan genus yang sangat besar dan banyak ditemukan dimana-mana. *Penicilium* juga dapat ditemukan pada *Cyperus rotundus* (Kusmiyati *et al.*, 2021), dan *Potentilla fulgens* (Bhagoby and Joshi, 2009).

#### Isolat IS02

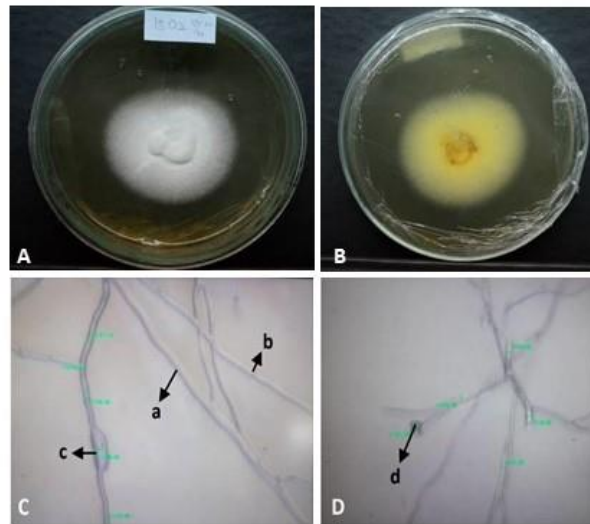
Koloni IS02 tumbuh lambat dan berwarna putih pada media PDAC. Pertumbuhan koloni yang sudah tua tidak mengalami perubahan warna dengan ciri koloni berwarna putih sedangkan penampakan koloni dari belakang berwarna putih kekuningan. Koloni yang sudah tua pada permukaan miseliumnya terdapat secret seperti getah berwarna kuning bening. Miselium tumbuh rapi, koloni datar dan tebal, serta halus seperti kapas. Pengamatan mikroskopis menunjukkan isolat IS02 memiliki ciri hifa tidak bersekat dengan lebar

hifa berkisar 12-21 $\mu\text{m}$ . Isolat IS02 memiliki organ seksual berupa perkembangan hypha yang tumbuh menyerupai sporangiofor dan germinasi dari hifa-hifa yang membentuk seperti tonjolan. Ciri makroskopis dan mikroskopis isolat IS02 disajikan pada Gambar 2.

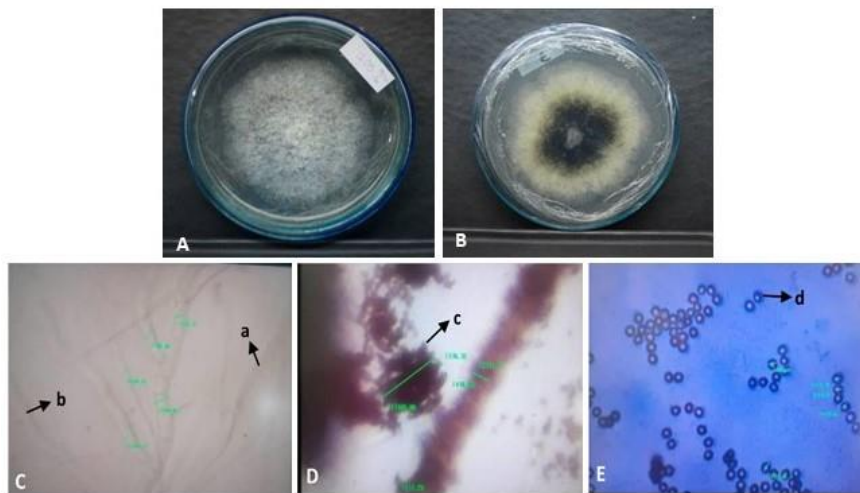
Berdasarkan kunci determinasi yang diperoleh dengan membandingkan dengan petunjuk klasifikasi pada buku "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" (Watanabe, 2002) dan buku "*Descriptions of Medical Fungi 3rd ed*" (Kidd *et al.*, 2016) isolat IS02 diduga termasuk genus *Pythium* sp. Genus *Pythium* memiliki ciri yaitu memiliki organ reproduksi berupa perkembangan hifa yang berbentuk menggembung tidak beraturan. Menurut Watanabe, (2002) pada buku yang berjudul "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" menjelaskan bahwasannya morfologi dari genus *Pythium* ini memiliki spora yang menyerupai hifa dan tidak memiliki organ seksual yang terbentuk. Pembengkakan hifa mirip klamidospora terminal atau interkalar, bulat atau elips atau bahkan tidak beraturan. Genus *Pythium* umum ditemukan dari hasil isolasi pada akar-akar tumbuhan yang sudah tua. Selain itu, juga sering ditemukan pada tanaman hortikultura seperti buah-buahan seperti pisang, mangga, pepaya maupun durian (Purnomo *et al.*, 2015). Pada data NCBI, (2021) ditemukan sekitar 100 lebih spesies dari genus *Pythium* yang sudah teridentifikasi.



Gambar 1. Isolat IS01 Pengamatan Makroskopis: A. Penampakan Koloni IS01 dari Depan, B. Penampakan Koloni IS01 dari Belakang, C. Hifa Perbesaran 400x, D. Konidia Perbesaran 400x, E. Spora Perbesaran 400x (Ket: a. Hifa, b. Septa, c. Stemp, d. Konidiofor, e. Konidia)



Gambar 2. Isolat IS02 Pengamatan Makroskopis; A. Penampakan Koloni IS02 dari Depan, B. Penampakan Koloni IS02 dari Belakang, C. Penampakan Hifa IS02 Perbesaran 400x, D. Hifa menyerupai Sporangium Perbesaran 400x, (Ket: a. Hifa, b. Septa, c. Germinasi Hifa, d. Hifa menyerupai sporangium)



Gambar 3. Isolat IS03 Pengamatan Makroskopis; A. Penampakan koloni IS03 dari depan, B. Penampakan koloni IS03 dari belakang, C. Hifa perbesaran 1000x, D. Konidia perbesaran 400x, E. Spora perbesaran 1000x (Ket: a. Hifa, b. Septa, c. Konidifor, d. Konidia)

### Isolat IS03

Isolat IS03 memiliki ciri pertumbuhan koloni pesat dan berwarna abu-abu pada media PDAC. Pertumbuhan koloni yang sudah tua tidak mengalami perubahan warna dengan ciri koloni berwarna putih sedangkan penampakan koloni dari belakang nampak warna koloni abu-abu dengan bagian koloni yang tua berwarna hijau. Warna koloni penampakan belakang putih kekuningan dengan bagian koloni yang tua berwarna hitam. Miselium tumbuh tidak secara teratur, bentuk koloni datar,

tebal dan halus seperti beludru. Berdasarkan pengamatan mikroskopis menunjukkan isolat IS03 memiliki ciri hifa bersekat dengan lebar hifa berkisar 26-56  $\mu\text{m}$ . Kinidiofor berukuran 165 $\mu\text{m}$  berbentuk bulat menyerupai bunga dandelion. Konidia berukuran 19-30  $\mu\text{m}$  bersel tunggal. Ciri makroskopis dan mikroskopis isolat IS03 disajikan pada Gambar 3.

Hasil kunci determinasi yang diperoleh dengan membandingkan dengan petunjuk klasifikasi pada buku "*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*" (Watanabe,



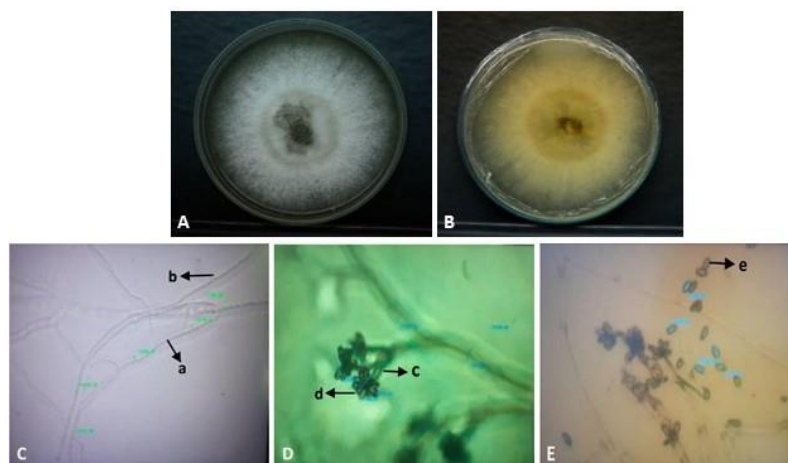
2002) dan buku “*Descriptions of Medical Fungi 3rd ed*” (Kidd *et al.*, 2016) isolat IS03 termasuk genus *Aspergillus* sp. Menurut Watanabe (2002), menjelaskan bahwasannya *Aspergillus* merupakan genus yang mampu tumbuh dengan cepat dengan ciri morfologi makroskopis berwarna putih, kuning, coklat kecokelatan, coklat hingga hitam atau bernuansa hijau. Konidia dari genus *Aspergillus* bercirikan uniseluler, bertekstur halus atau kasar, transparan atau berwarna, rantai panjang atau bercabang (radial), atau kompak (silinder). Sebagian besar spesies bersporulasi dalam waktu 7 hari. Deskripsi utama didasarkan pada pigmentasi koloni dan morfologi kepala konidia. Pada data NCBI (2021) terdapat ada kurang lebih 500 spesies yang sudah teridentifikasi dari genus *Aspergillus*. Genus ini sangat besar dan banyak ditemukan dimana-mana, seperti pada rumput teki (Kusmiyati *et al.*, 2021), dan tanaman holtikultura (Purnomo *et al.*, 2015)

#### Isolat IS04

Isolat IS04 memiliki ciri pertumbuhan koloni pesat dan berwarna putih dengan lingkaran cincin berwarna coklat dibagian tengah-tengah media PDAC. Pada koloni yang sudah diinkubasi selama 10 hari, penampakan depan putih dengan bagian koloni yang tua berwarna coklat. Warna koloni penampakan belakang putih kuning dengan bagian koloni yang tua berwarna coklat. Permukaan koloni seperti kapas dengan tepian koloni rata. Miselium

tumbuh teratur, dan koloni tumbuh rata, tebal, dan halus seperti kapas. Berdasarkan pengamatan mikroskopis, isolat IS04 memiliki ciri hifa bersekat dengan lebar hifa berkisar 11-22  $\mu\text{m}$ . Konidium berwarna coklat dan terdapat 3 konidia di setiap konidiofor yang berukuran  $\pm 75 \mu\text{m}$ . Konidiospora berbentuk oval, berukuran 15-36  $\mu\text{m}$  dan bersel tunggal. Ciri makroskopis dan mikroskopis isolat IS04 disajikan pada Gambar 4.

Hasil dari kunci determinasi yang diperoleh dengan membandingkan dengan petunjuk klasifikasi pada buku “*Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi 2nd ed*” (Watanabe, 2002) dan buku “*Descriptions of Medical Fungi 3rd ed*” (Kidd *et al.*, 2016) isolat IS04 diduga termasuk genus *Hansfordia*. Menurut Watanabe (2002), menjelaskan bahwa genus *Hansfordia* memiliki ciri morfologi berwarna coklat, kasar pada permukaannya, bercabang apical, terdapat dua hingga beberapa konidia di ujung lateral dan pada bagian apical cabang. Konidia sympodulosporous, coklat pucat, bulat telur, silindris, bersel satu. Struktur seperti sklerotium berwarna coklat, tersusun dari kumpulan sel-sel seperti klamidospora berbentuk tong. Kultur pada PDA berwarna coklat pucat dengan fragmen kehitaman tersebar di mana-mana. Pada data NCBI (2021), ada 3 spesies yang sudah teridentifikasi dari genus *Hansfordia* ini. Genus ini banyak ditemukan pada buah maupun bonggol pisang kepok (Purnomo *et al.*, 2015; Lubis dan Lubis., 2018).



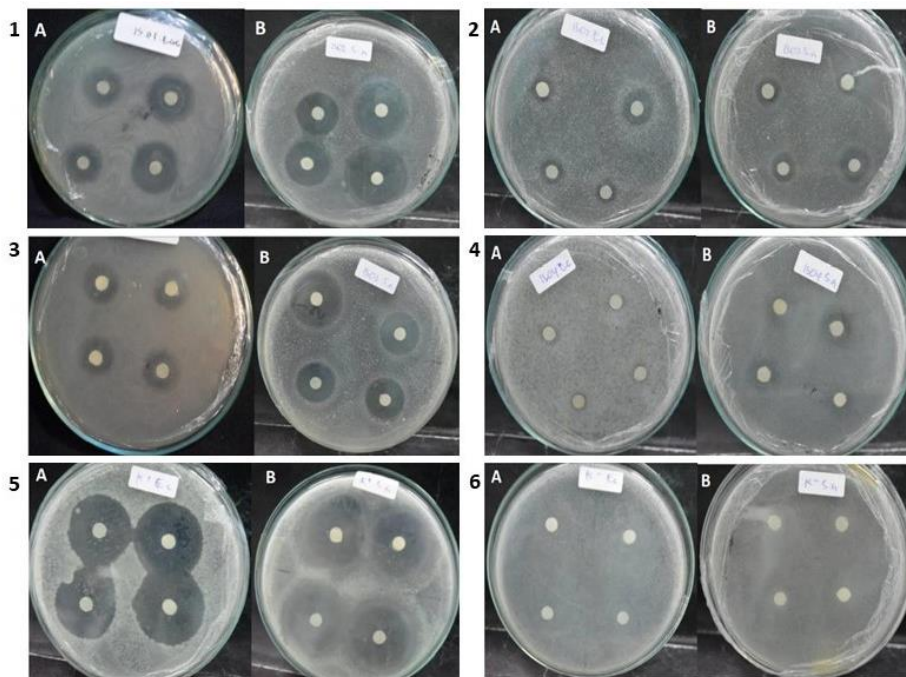
Gambar 4. Isolat IS04 Pengamatan Makroskopis; A. Penampakan Koloni IS04 dari Depan, B. Penampakan Koloni IS04 dari Belakang, C. Hifa Perbesaran 400x, D. Konidia Perbesaran 400x, E. Spora Perbesaran 400x (Ket: a. Hifa, b. Septa, c. Stemp, d. Konidiofor, e. Konidia)

**Uji Difusi dengan Kertas Cakram**

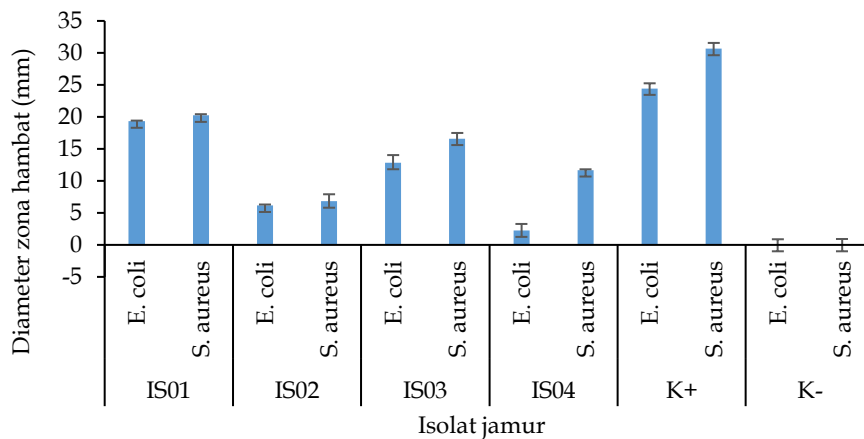
Daya hambat fungi endofit pada pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan dengan menggunakan uji kertas cakram menggunakan teknik difusi. Setiap isolat yaitu IS01, IS02, IS03 dan IS04 diekstrak dan difermentasi terlebih dahulu. Proses fermentasi dilakukan pada fase stasioner kurva pertumbuhan fungi endofit yang ditandai dengan titik tertinggi pada pembuatan kurva pertumbuhan. Menurut Rini dan Supriatno, (2017), fase stasioner merupakan fase dari suatu mikroorganisme untuk menghasilkan senyawa metabolit

sekunder tertinggi. Uji kertas cakram ekstrak fungi endofit pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* ditunjukkan pada Gambar 5.

Kekuatan aktivitas antibakteri ekstrak fungi endofit dapat diketahui dari nilai penghambatannya. Menurut Novita (2016), kekuatan efek antibakteri sangat kuat jika diameter zona bening 20 mm atau lebih, kuat jika 10 sampai 20 mm, sedang jika 5 sampai 10 mm, dan kurang dari 5 mm berarti lemah. Nilai daya hambat masing-masing isolat terhadap *E. coli* dan *S. aureus* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Analisis Difusi Kertas Cakram terhadap (A) *E. coli* dan (B) *S. aureus*; (1) Ekstrak IS01, (2) Ekstrak IS02 (3) Ekstrak IS03, (4) Ekstrak IS04, (5) Kontrol Positif, (6) Kontrol Negatif



Gambar 6. Nilai Penghambatan Setiap Isolat pada Bakteri *E. coli* dan *S. Aureus*



Isolat IS01 menunjukkan nilai penghambatan tertinggi terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, dan IS04 menunjukkan nilai penghambatan terendah. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak IS01 merupakan antibakteri yang sangat poten. Menurut Novita (2016), perbedaan zona hambat dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi zat aktif antimikroba dalam fraksi, laju difusi zat antimikroba ke dalam medium, dan kerentanan terhadap pertumbuhan bakteri. Reaksi obat dan medium, suhu inkubasi, pH lingkungan, komponen medium, waktu inkubasi, serta aktivitas metabolisme mikroorganisme.

#### Uji Dilusi Cair

Uji dilusi cair ekstrak fungi endofit terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* dilakukan dengan cara menguji pengenceran bertingkat masing-masing ekstrak fungi endofit yang kemudian diujikan terhadap agen bakteri patogen yaitu *E. coli* dan *S. aureus*. Uji ini dilakukan untuk mendapatkan nilai KHM (Kadar Hambat Minimum) yang merupakan konsentrasi terendah dari masing-masing ekstrak yang dapat membunuh bakteri uji yang ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan bakteri sama sekali. Untuk mengetahui hal tersebut, dapat ditentukan dengan menghitung nilai OD pada masing-masing sampel. Berikut ini nilai KHM masing-masing isolat dapat dilihat pada Gambar 7.

Hasil uji dilusi cair ini menunjukkan pada ekstrak fungi IS01 yang diujikan pada bakteri *E. coli* memiliki nilai KHMnya yaitu pada konsentrasi 6,25% dengan nilai OD -0,01, ekstrak fungi IS01 yang diujikan pada bakteri *S. aureus* memiliki nilai KHMnya yaitu pada konsentrasi 6,25% dengan nilai OD -0,16. Pada uji dilusi cair menggunakan ekstrak fungi IS02 yang diujikan menggunakan bakteri uji *E. coli* memiliki nilai KHM 6,25% dengan nilai OD -0,01, sedangkan pada bakteri uji *S. aureus* memiliki nilai KHM 12,5% dengan nilai OD -0,08. Untuk ekstrak fungi IS03 yang diujikan dengan bakteri *E. coli* memiliki nilai KHM 6,25% dengan nilai OD -0,16 dan pada bakteri uji *S. aureus* memiliki nilai KHM 6,25% dengan nilai OD -0,04. Pada uji dilusi cair ekstrak fungi IS04 nilai KHM yang

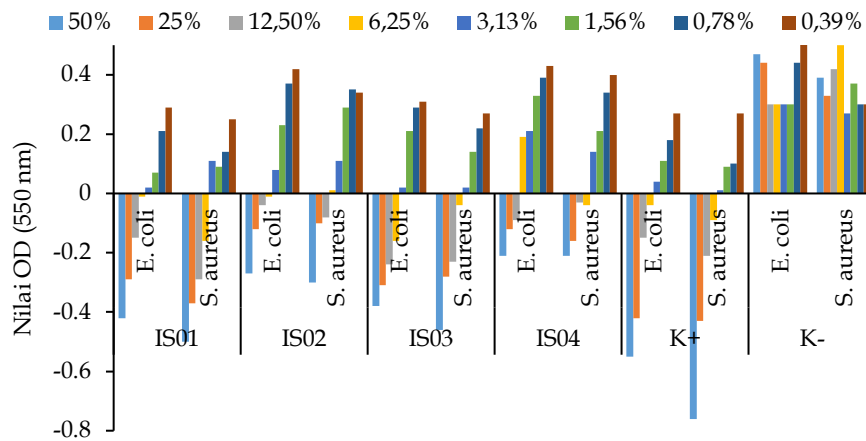
diperoleh dengan pengujian menggunakan bakteri *E. coli* yaitu pada nilai 12,5% dengan nilai OD -0,09, sedangkan yang menggunakan bakteri uji *S. aureus* yaitu 6,25% dengan nilai OD -0,04.

Uji dilusi cair ini juga menggunakan kontrol sebagai tolak ukur atau pembanding. Pada penggunaan chloramfenikol yaitu obat antibiotik yang legal dipasaran sebagai kontrol positif dengan menggunakan bakteri uji *E. coli* memiliki nilai KHM 6,25% dengan nilai OD -0,04, sedangkan pada uji menggunakan yang menggunakan bakteri uji *S. aureus* memiliki nilai KHM 6,25% dengan nilai OD -0,09. Untuk yang menggunakan akuades steril sebagai kontrol negatif yang diujikan dengan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* memiliki nilai KHM lebih dari 50% (tidak memiliki nilai KHM) yang terlihat pada semua seri pengenceran akuades steril yang diuji masih keruh dengan nilai OD diatas 0, yang menandakan bakteri dapat berkembang biak. Hal ini dikarenakan akuades steril sendiri merupakan larutan yang tidak memiliki kemampuan dalam membunuh bakteri.

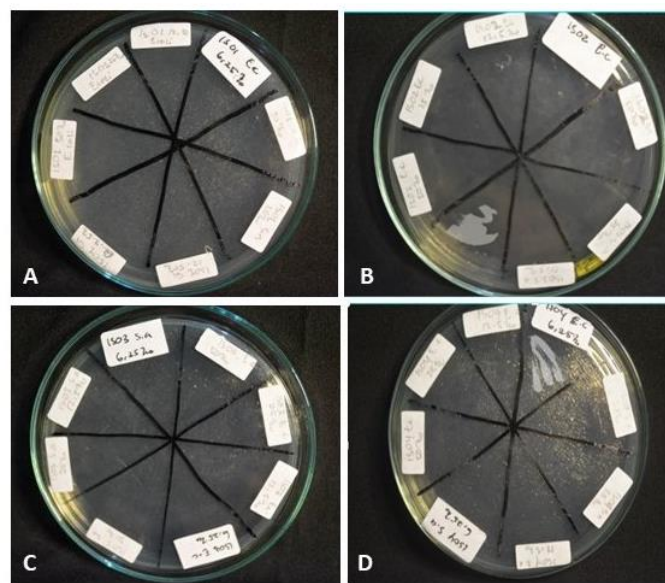
Menurut Fatisa (2014), metode pengenceran merupakan salah satu cara untuk mengetahui potensi aktivitas mikroba suatu senyawa adalah dengan menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis atau konsentrasi yang tepat dalam penggunaan senyawa ekstrak jamur endofit yang diisolasi dari tanaman sukun (*A. altilis*). Prinsip metode pengenceran adalah mengencerkan senyawa antimikroba untuk memperoleh konsentrasi ganda.

#### Uji Dilusi Padat

Uji dilusi padat digunakan untuk menentukan KBM. Uji dilusi padat merupakan uji lanjutan dari uji dilusi cair yang bertujuan untuk memvalidkan data dari nilai KHM. Uji dilusi padat ini dilakukan dengan cara menggoreskan setiap seri pengenceran pada tahap penentuan nilai KHM sebelumnya menggunakan cotton steril ke media padat seperti pada Gambar 8.



Gambar 7. Nilai KHM Setiap Isolat terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. aureus*



Gambar 8. Uji Dilusi Padat Fungi Endofit terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (A) Isolat IS01 (B) Isolat IS02 (C) Isolat IS03 (D) Isolat IS04

Hasil goresan yang masih menumbuhkan bakteri uji tidak bisa dimasukkan ke nilai KBM. Nilai KBM sendiri dipilih dari seri pengenceran terkecil yang tidak menumbuhkan bakteri uji pada media cair. Tabel 1. menunjukkan nilai KBM pada masing-masing isolat.

Hasil uji dilusi padat ini menunjukkan pada ekstrak fungi IS01 yang diujikan pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus* memiliki nilai KBM yaitu pada konsentrasi 6,25%. Pada uji dilusi padat menggunakan ekstrak fungi IS02 yang diujikan menggunakan bakteri uji *E. coli* memiliki nilai KBM 6,25%, sedangkan pada bakteri uji *S. aureus* memiliki nilai KBM 12,5%. Untuk ekstrak fungi IS03 yang diujikan dengan

bakteri *E. coli* dan *S. aureus* memiliki nilai KBM 6,25%. Pada uji dilusi cair ekstrak fungi IS04 nilai KBM yang diperoleh dengan pengujian menggunakan bakteri *E. coli* yaitu pada nilai 12,5%, sedangkan yang menggunakan bakteri uji *S. aureus* yaitu 6,25%.

Penggunaan chloramfenikol yaitu obat antibiotik yang legal dipasaran sebagai kontrol positif dengan menggunakan bakteri uji *E. coli* memiliki nilai KBM 6,25%, sedangkan pada uji menggunakan yang menggunakan bakteri uji *S. aureus* memiliki nilai KBM 6,25%. Untuk yang menggunakan akuades steril sebagai kontrol negatif dan pengujian dengan *E. coli* dan *S. aureus*, tidak memiliki nilai KBM dikarenakan semua seri

pengenceran dapat menumbuhkan bakteri. Menurut Rakasiwi dan Soegihardjo (2014), bahwa nilai KHM merupakan konsentrasi ekstrak terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dalam waktu 24 jam

setelah kultur, sedangkan nilai KBM merupakan konsentrasi senyawa antimikroba yang mampu menghambat bakteri dalam waktu 48 jam setelah inkubasi kultur.

Tabel 1. Hasil penentuan nilai KBM

Isolat	Bakteri Uji	Nilai KBM (%)
IS01	<i>E. coli</i>	6,25
	<i>S. aureus</i>	6,25
IS02	<i>E. coli</i>	6,25
	<i>S. aureus</i>	12,5
IS03	<i>E. coli</i>	6,25
	<i>S. aureus</i>	6,25
IS04	<i>E. coli</i>	12,5
	<i>S. aureus</i>	12,5
K+	<i>E. coli</i>	6,25
	<i>S. aureus</i>	6,25
K-	<i>E. coli</i>	Tidak ada nilai KBM
	<i>S. aureus</i>	Tidak ada nilai KBM

Tabel 2. Analisis senyawa fitokimia

Isolat	Analisis senyawa fitokimia				
	Flavonoid	Tanin	Saponin	Alkaloid	Fenolik
IS01	-	-	+	+	+
IS02	-	-	-	+	+
IS03	-	-	-	+	+
IS04	-	-	+	+	+

Keterangan : (+): hasil uji positif, (-): hasil uji negatif

### Analisis Fitokimia Fungi Endofit

Analisis fitokimia dilakukan untuk menganalisis senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan dalam fungi endofit. Senyawa fitokimia merupakan hasil samping dari metabolisme fungi endofit yang sering disebut metabolit sekunder. Metabolit sekunder merupakan metabolit yang terkandung dalam fungi endofit berfungsi sebagai pertahanan untuk melindungi dari organisme lain seperti mikroorganisme patogen baik bakteri, fungi maupun virus. Metabolit yang dihasilkan fungi endofit sama jenisnya dengan yang dihasilkan tanaman inang. Menurut Afzal *et al.* (2014), kemampuan mikroorganisme endofit dapat memproduksi metabolit sekunder spesifik seperti tanaman inang diakibatkan adanya proses transformasi genetik. Transformasi genetik antara mikroba endofit dengan tanaman inang terjadi karena penyesuaian diri

mikroorganisme endofit terhadap lingkungan baru. Tanaman yang secara kontinyu melepaskan metabolit sekundernya menyebabkan mikroorganisme endofit mengambil urutan DNA eksternal ke dalam sel mikroba endofit.

Uji fitokimia pada fungi endofit yang diisolasi dari daun tanaman sukun yaitu uji flavonoid, tannin, saponin, alkaloid dan fenolik. Kelima uji ini umum dilakukan untuk mengetahui kandungan fitokimia pada ekstrak tanaman. Hasil uji fitokimia isolat IS01, IS02, IS03 dan IS04 disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, isolat IS01 dan IS03 diketahui mengandung senyawa fitokimia saponin, alkaloid dan fenolik, sedangkan isolat IS02 dan IS04 mengandung senyawa fitokimia saponin. Senyawa saponin mempunyai sifat antibakteri karena surfaktan mirip dengan

deterjen. Saponin mengurangi tegangan permukaan dinding sel bakteri, mengganggu permeabilitas sel. Saponin berdifusi melalui membran luar dan dinding sel dan berikatan dengan membran sel, mengganggu dan mengurangi stabilitasnya. Hal ini memungkinkan protein dan enzim masuk ke dalam sel sehingga menyebabkan kematian sel (Rini dan Supriatno, 2017).

Senyawa metabolit sekunder yang mempunyai efek antimikroba adalah fenol, alkaloid, dan flavonoid. Senyawa-senyawa tersebut bekerja secara sinergis, saling menguatkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Mekanisme kerja fenol sebagai agen antimikroba didasarkan pada denaturasi protein seluler. Di sisi lain, mekanisme alkaloid sendiri dapat menghancurkan komponen peptidoglikan dalam sel bakteri sehingga menyebabkan pembentukan lapisan dinding sel tidak sempurna dan menyebabkan kematian sel (Rini dan Supriatno, 2017). Menurut Nurhasanah dan Gulton (2020), daun kirinyou mengandung senyawa fenolik, alkaloid, dan flavonoid yang memiliki sifat antibakteri. Saponin mungkin memainkan peran yang semakin besar dalam menekan patogen. Hal ini dibuktikan dengan isolat IS01 dan IS03 mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* lebih baik dibandingkan isolat IS02 dan IS04 yang kurang efektif sebagai agen antimikroba. Ekstrak senyawa metabolik sekunder seperti alkaloid, fenol, flavonoid, dan saponin dari jamur mampu menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya lebih efektif dibandingkan daun dan buah (Bara *et al.*, 2015; Eriadi *et al.*, 2016).

## SIMPULAN

Isolasi fungi endofit dari daun tanaman *Artocarpus altilis* didapatkan empat isolat yang diberi kode IS01, IS02, IS03 dan IS04. Isolat IS01 diduga berasal dari genus *Penicillium*, IS02 kemungkinan berasal dari genus *Pythium*, IS03 kemungkinan berasal dari genus *Aspergillus*, dan IS04 kemungkinan berasal dari genus *Hansfordia*. Isolat IS01 dan IS03 tergolong efektif dalam melakukan penghambatan

pada pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli*, sedangkan IS02 dan IS04 tergolong tidak efektif sebagai agen antibakteri. Kemampuan menghambat tersebut terkait dengan IS01 dan IS03 mengandung senyawa fitokimia saponin, alkaloid dan fenolik, sedangkan isolat IS02 dan IS04 tidak mengandung senyawa fitokimia saponin. Selain itu, juga didasarkan pada hasil uji antibakteri yaitu difusi kertas cakram, nilai KHM, dan nilai KBM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, -K., Uzair, -M., Chaudary, B, -A., Ahmad, -A., Afzal, -S., Saadullah, -M., 2014. Genul ruellia: Pharmacological and phytochemical importance in ethnopharmacology. *Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research*. 72(5), 821-827. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26665388/>
- Aulia, U, -R., Evi, -K., Nora, -R., 2017. Efek antihiperqlikemik pada daun sukun. *MEDULA: Medicalprofession Journal of Lampung University*. 7(4), 118-112. <https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/medula/article/view/1700/pdf>
- Bara, R, -A., Kandou, G, -D., Ola, A, R, -B., Posangi, -J., 2015. Analisis senyawa antibiotik dari jamur simbion yang terdapat dalam *ascidians didemnum molle* di sekitar perairan Bunaken-Sulawesi Utara. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 2(2), 28-35. <https://doi.org/10.35801/jlppmsains.2.2.2015.10688>
- Bempa, S, L, -P., Fatimawali., Parengkuan, W, -G., 2016. Uji daya hambat ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5(4), 1-9. <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.13967>
- Bhagoby, R, -K., Joshi, S, -R., 2009. Promotion of seed germination of green gram and chickpea by *Penicillium verruculosum* RS7PF, a root endophytic fungus of *Potentilla fulgens*. *Advanced Biotech*. 8, 16-18.

- [https://www.researchgate.net/profile/Sr-Joshi-2/publication/235639949\\_Promotion\\_of\\_seed\\_germination\\_of\\_green\\_gram\\_and\\_chick\\_pea\\_by\\_Penicillium\\_verruculosum\\_RS7PF\\_a\\_root\\_endophytic\\_fungus\\_of\\_Potentilla\\_fulgens\\_L/links/09e415123416a1ddad000000/Promotion-of-seed-germination-of-green-gram-and-chick-pea-by-Penicillium-verruculosum-RS7PF-a-root-endophytic-fungus-of-Potentilla-fulgens-L.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sr-Joshi-2/publication/235639949_Promotion_of_seed_germination_of_green_gram_and_chick_pea_by_Penicillium_verruculosum_RS7PF_a_root_endophytic_fungus_of_Potentilla_fulgens_L/links/09e415123416a1ddad000000/Promotion-of-seed-germination-of-green-gram-and-chick-pea-by-Penicillium-verruculosum-RS7PF-a-root-endophytic-fungus-of-Potentilla-fulgens-L.pdf)
- Eriadi, -A., Arifin, -H., Nirwanto, -N., 2016. Uji toksisitas akut ekstrak etanol daun kirinyuh *Chromolaena odorata* (L) R.M.King & H. Rob) pada mencit putih jantan. *Jurnal Farmasi Higea*. 8(2), 122-132. <http://dx.doi.org/10.52689/higea.v8i2.144>
- Fatasa, -Y., 2013. Daya antibakteri ekstrak kulit dan biji buah pulasan (*Nephelium mutabile*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Jurnal Peternakan*. 10(1), 31-38. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v10i1.156>
- Fiana, F, -M., Kiromah, N, Z, -W., Purwanti, -E., 2020. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia*. 1(1), 10-20. <https://doi.org/10.23917/pharmacn.v0i0.10108>
- Fitriana, Y, A, -N., Fatimah, V, A, -N., Fitri, A, -S., 2020. Aktivitas anti bakteri daun sirih: uji ekstrak KHM (Kadar hambat minimum) dan KBM (Kadar bakterisidal minimum). *Sainteks*. 16(2), 101-108. <http://dx.doi.org/10.30595/sainteks.v16i2.7126>
- Harborne, J, -B., 1987. Chemical signals in the ecosystem. *Annals of Botany*. 60(4), 39-57. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087517>
- Hasiani, -V, -V., Ahmad, -I., Rijai, -L., 2015. Isolasi fungi endofit dan produksi metabolit sekunder antioksidan dari daun pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(4). 146-153.
- <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i4.32>
- Kusmiyati, -N., Wicaksono, S, -T., Maknuna, -D., 2021. Identification of endophytic fungi in nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) as solubilizing phosphate and indole-3-acetic acid producers, *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 9(1), 93-101. <https://doi.org/10.24252/bio.v9i1.21216>
- Lubis, -Z., Lubis, -T., 2018. Kajian komparasi keanekaragaman di rizosfer tanaman pisang (*Musa paradisiaca* var. Barangan). *Agrobio*, 3(1), 50-57.
- Mukhlis, D. -K., Rozirwan., Hendri, -M., 2018. Isolation and antibacterial activity endhophytic fungi of mangrove *Rhizophora apiculata* from mangrove region Tanjung Api-Api Distric Banyuasin South Sumatera. *Maspari Journal*. 10(2), 151-160. <https://doi.org/10.56064/maspari.v10i2.5899>
- Novita, -W., 2016. Uji aktivitas antibakteri fraksi daun sirih (*Piper betle* L) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus Mutans* secara in vitro. *Jambi Medical Journal*. 4(2), 140-155. <https://doi.org/10.22437/jmj.v4i2.3579>
- Nurhasanah., Gultom, E, -S., 2020. Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*) terhadap bakteri mdr (multi drug resistant) dengan metode klt bioautografi. *Jurnal Biosains*. 6(2), 45-52. <https://doi.org/10.24114/jbio.v6i2.16600>
- Pratiwi, ST. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta: Erlangga.
- Purnomo, S, Jarot, S, P, Winarno, M, Dimiyati, A, Suyamto. 2015. Penelitian domestikasi dan komersialisasi tanaman hortikultura. *Prosiding Lokakarya I*, Jakarta, pp. 5-8
- Ramadhani, S, -H., Samingan., Iswadi., 2016. Isolasi dan identifikasi fungi endofit pada daun jambang (*Syzygium cumini* L). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*. 2(2). 77-90.



- <http://dx.doi.org/10.36465/jkbth.v17i2.267>
- Reckow, -V., Widayat, -W., Rijai, -L., 2016. Jamur endofit dari umbi bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* Merr.). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 4(1), 377-383.  
<https://doi.org/10.25026/mpc.v4i1.208>
- Rini, -A., Supriatno., Rahmatan, -H., 2017. Skrining fitokimia dan uji antibakteri ekstrak etanol buah kawista (*Limonia acidissima* L.) dari daerah Kabupaten Aceh Besar terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah UNSYIAH*. 2(1), 1-11.  
<https://media.neliti.com/media/publications/202736-none.pdf>
- Rollando, -R., 2019. Uji antimikroba minyak atsiri masoyi (*Masosia aromatica*) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 23(2), 52-57.  
<https://doi.org/10.20956/mff.v23i2.6585>
- Suhartina., Kandou, F, E, -F., Singkoh, M, F, -O., 2018. Isolasi dan identifikasi fungi endofit pada tumbuhan paku *Asplenium nidus*. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 7(2), 24-28.  
<https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20640>
- Surjowardojo, -P., Susilorini, T, -E., Benarivo, -V., 2016. Daya hambat dekok kulit apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus agalactiae* penyebab mastitis pada sapi perah. *Ternak Tropika Journal of Tropical Animal Production*, 17(1), 11-21.  
<https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2016.017.01.2>
- Suryanarayanan, T, -S., Thirunavukkarasu, -N., Govindarajulu, M, -B., Sasse, -F., Jansem, -R., Murali, T, -S., 2009. Fungal endophytes and bioprospecting. *Fungal Biology Review*. 23(2), 9-19.  
<https://doi.org/10.1016/j.fbr.2009.07.001>