

## Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Kapang Endofit dari Daun dan Batang Tanaman Jambu Bol (*Syzygium malaccense*) Terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*

*Isolation and antimicrobial activity tests of endophyte fungi from leaves and stems of jambu bol (*Syzygium malaccense*) against *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans**

Silpiyani Putri<sup>1\*</sup>, Inherni Marti Abna<sup>1</sup>, dan Tyas Putri Utami<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

**Kata kunci:** Jambu Bol, Kapang endofit, Aktivitas antimikroba, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*.

**Keyword:** *Syzygium malaccense*, Endophytic fungi, Antimicrobial activity, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*.

**Korespondensi:**

Silpiyani Putri  
Universitas Esa Unggul  
putrisilpiyani17@gmail.com

### ABSTRAK

Kapang endofit yang hidup di dalam jaringan tanaman dapat menghasilkan senyawa bioaktif seperti yang dihasilkan oleh tanaman inangnya. Senyawa bioaktif tersebut dapat digunakan sebagai antimikroba, antioksidan, antidiabetik dan antikanker. Tanaman Jambu Bol telah diketahui memiliki komponen bioaktif yang banyak digunakan dalam pengobatan tradisional. Penelitian ini dilakukan dengan bertujuan untuk mendapatkan isolat kapang endofit dari daun dan batang tanaman jambu bol dan mengetahui aktivitasnya sebagai antimikroba terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Sebanyak 6 isolat kapang endofit yang menunjukkan potensi antimikroba kemudian difermentasi pada suhu kamar selama 5 hari dengan kecepatan agitasi 150 rpm. Produk metabolit sekunder dari hasil fermentasi kemudian diuji aktivitas antimikrobanya dengan metoda difusi agar (*Kirby-Bauer*) cara sumuran. Hasil uji aktivitas antimikroba yang diperoleh yaitu Isolat Db2-Pt dapat menghambat *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Isolat Dc1-Pt dapat menghambat *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. Isolat Dc2-Pt dapat menghambat *Candida albicans*. Isolat Bb1-Pt dapat menghambat *Staphylococcus epidermidis*. Isolat Bc1-Pt dapat menghambat *Escherichia coli*. Isolat Bb2P-Pt dapat menghambat *Staphylococcus epidermidis* dan *Candida albicans*. Kapang endofit yang dihasilkan dari tanaman jambu bol memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans* dengan kekuatan daya antimikroba sedang dengan diameter zona hambat antara 5 mm sampai 10 mm.

## ABSTRACT

Endophytic fungi that live in plant tissue can produce bioactive compounds similar to those produced by their host plant. These bioactive compounds can be used as an antimicrobial, antioxidant, antidiabetic and anticancer. *Syzygium malaccense* plant is known to have bioactive components which are widely used in traditional medicine. This research was conducted with the aim of obtaining endophytic fungi isolates from the leaves and stems of *Syzygium malaccense* plants and to determine their antimicrobial activity against *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. Six isolates showing antimicrobial potential were shake fermented at room temperature for 5 days with an agitation speed of 150 rpm. The secondary metabolite products were then tested for their antimicrobial activity using the agar diffusion method (Kirby-Bauer) in a good way. The antimicrobial activity test results obtained were Db2-Pt isolates that could inhibit *Escherichia coli* and *Candida albicans*. Dc1-Pt isolate can inhibit *Staphylococcus epidermidis* and *Escherichia coli*. Dc2-Pt isolates can inhibit *Candida albicans*. Bb1-Pt isolate can inhibit *Staphylococcus epidermidis*. Bc1-Pt isolate can inhibit *Escherichia coli*. Bb2P-Pt isolate can inhibit *Staphylococcus epidermidis* and *Candida albicans*. Endophytic fungi produced from *Syzygium malaccense* plant have antimicrobial activity against *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* and *Candida albicans* with moderate antimicrobial activity with a diameter of inhibition zone between 5 mm and 10 mm.

## PENDAHULUAN

Mikroba endofit adalah mikroorganisme yang tinggal di dalam jaringan tanaman dan bersimbiosis dengan tanaman tersebut tanpa merusak tanaman itu sendiri (Radji, 2005). Pemanfaatan mikroba endofit sebagai pengobatan diharapkan dapat membantu melestarikan tanaman inangnya dengan cara mengurangi eksploitasi tanaman tersebut. Hal ini berkaitan dengan pertumbuhan tanaman yang membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibanding dengan mikroba. Metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman inang terbukti sama dengan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba endofit karena kemungkinan terjadi transfer genetik antara tanaman inang dengan mikroba endofit (Radji, 2005). Kapang endofit sudah banyak diteliti dan dapat menghasilkan senyawa dengan berbagai aktivitas farmakologis seperti

antimikroba, antiparasit, antioksidan, antituberkulosis, dan antihiperlipidemia (Triastuti, 2020). Pengambilan metabolit sekunder dari kapang endofit dapat dilakukan dengan cara mengisolasi organ tanaman inang (Prasetyoputri & Atmosukarto, 2006). Biosintesis metabolit sekunder berlangsung di seluruh bagian atau organ dari tanaman (Anggraito et al., 2018). Penyakit yang diakibatkan oleh infeksi merupakan salah satu masalah dalam bidang kesehatan yang terus berkembang. Infeksi dapat ditularkan dari satu orang ke orang lain, dan dari hewan ke manusia. Mikroorganisme penyebab infeksi diantaranya bakteri, jamur, virus dan protozoa (Sulistiyani & Akbar, 2014). Contoh mikroba yang dapat menyebabkan infeksi adalah *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Di Indonesia, masyarakat masih seringkali menganggap antibiotik sebagai obat dari segala penyakit,

sehingga kasus resistensi bakteri terhadap antibiotic meningkat dan menjadi masalah besar khususnya di Indonesia bagian timur (Pratiwi, 2019). Beberapa laporan penelitian bahkan menyebutkan bahwa kebanyakan kasus penyakit menular yang tidak dapat diobati dikarenakan terjadinya resistensi antibiotik (C. Lee Ventola, 2015). Akibat adanya permasalahan tersebut, penelitian-penelitian tentang pencarian terhadap senyawa bioaktif baru dengan memanfaatkan sumber daya alam di Indonesia sebagai alternatif kandidat antibiotik untuk melawan bakteri yang *multidrug resisten* sedang digalakkan untuk mengatasi masalah resistensi ini. Kemampuan kapang endofit untuk mensintesis senyawa metabolit sekunder dapat memberikan potensi yang besar untuk pengembangan antimikroba tanpa harus merusak ekologis dan dengan waktu yang singkat (Murdiyah, 2017). Tanaman yang berpotensi menghasilkan kapang endofit salah satunya yaitu tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*) karena pada tanaman ini banyak 3 senyawa-senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan, seperti alkaloid, steroid, fenolik, flavonoid, tannin, kuinon dan saponin yang diketahui dari hasil skrining uji fitokimia yang diperoleh dari ekstrak etanol kayu batang jambu bol (*Syzygium malaccense*) (Fauziah et al., 2019). Tanaman jambu bol sudah banyak digunakan sebagai obat tradisional, seperti obat sariawan dan tukak lambung (Pitojo, 2007). Tanaman dengan sejarah penggunaan etnobotani untuk mengobati penyakit tertentu

memiliki potensi menghasilkan kapang endofit dengan aktivitas tinggi (Strobel & Daisy, 2003). Penelitian tentang isolasi dan uji aktivitas antimikroba kapang endofit pada daun dan batang tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*) terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans* belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi apakah tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*) memiliki isolat kapang endofit yang mempunyai aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah laminar air flow (Labtech), autoklaf (Tomy sx-500), vortex (Dragonlab), Inkubator (Santn), mikroskop (Zeiss), kaca objek, kaca penutup, sentrifugasi (Eppendorf), timbangan analitik (Sartorius), tabung eppendorf, bunsen, ose bulat, cawan petri, vertical shaker (Zhicheng dan alat-alat lainnya

Bahan yang digunakan adalah daun dan ranting tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*), aquades steril, natrium hipoklorit (NaOCl) 5,25%, etanol 70%, alkohol 70%, metilen blue, dan NaCl 0,9%, Media *Potato Dextrose Agar* (PDA), Media *Potato Dextrose Broth* (PDB) dan Media *Nutrient Agar* (NA), baku pembanding antibiotik Kloramfenikol 250 µg dan antijamur Ketokonazol 250 µg, Mikroba uji bakteri Gram positif

*Staphylococcus epidermidis*, bakteri Gram negatif *Escherichia coli* dan fungi *Candida albicans*.

### Isolasi kapang endofit

Sebanyak masing-masing 3 sampel daun tua dan ranting tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*) disiapkan. Sampel dipotong 1 x 1 cm, kemudian dicuci menggunakan air mengalir agar kotoran yang menempel dapat dihilangkan dan disterilkan dengan cara direndam dalam etanol 70% selama 1 menit lalu dimasukkan dalam larutan natrium hipoklorit 5,25% selama 1 menit dan direndam kembali dalam etanol 70% selama 1 menit. Selanjutnya dibilas menggunakan aquades steril dan diletakan di atas kertas saring steril dibiarkan hingga kering di udara (Mahardhika et al., 2021). Sampel yang sudah disterilisasi dimasukkan secara aseptis ke dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Untuk kontrol positif digunakan air bilasan aquadest terakhir. Sampel dan control kemudian diinkubasi selama kurang lebih 7 hari pada suhu kamar (Wonowijaya & Soegianto, 2018).

### Pemurnian kapang endofit

Kapang endofit yang sudah tumbuh di media PDA selanjutnya dimurnikan ke dalam media PDA baru dan diinkubasi pada suhu kamar selama 5-7 hari. Setelah itu dilakukan pengamatan morfologi berdasarkan perbedaan makroskopis yaitu bentuk dan warna koloni. Jika masih terdapat pertumbuhan koloni yang

berbeda maka dilakukan pemurnian kembali hingga mendapatkan isolat murni. Isolat murni dipindahkan ke agar miring sebagai *working culture* dan *stock culture* dan diinkubasi pada suhu kamar selama kurang lebih 7 hari, selanjutnya disimpan pada suhu 4°C sebagai kultur cadangan (Suhartina et al., 2018).

### Karakteristik kapang endofit

#### Makroskopik

Pengamatan makroskopis kapang meliputi warna koloni, warna sebalik koloni (*reverse of colony*), tekstur (granular, seperti tepung, seperti beludru, seperti kapas), dan pola penyebaran koloni (Hasan Basri et al., 2021).

#### Mikroskopik

Pengamatan mikroskopik dilakukan dengan meneteskan methylene blue pada sampel dan diamati menggunakan mikroskop. Pengamatan yang dilakukan meliputi ada atau tidaknya sekat pada hifa, bagaimana pigmentasi pada hifa, dan bentuk hifa (Suhartina et al., 2018).

### Persiapan suspensi mikroba uji

Pembuatan suspensi mikroba uji dilakukan dengan cara, diambil satu ose masing-masing mikroba uji dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi larutan NaCl 0,9% secara aseptis kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Suspensi mikroba setara dengan  $10^9$  CFU/mL diencerkan hingga  $10^6$  CFU/mL. Selanjutnya

suspensi digunakan untuk pengujian aktivitas antimikroba (Abna et al., 2021).

### **Seleksi kapang endofit yang berpotensi sebagai antimikroba**

Seleksi kapang endofit sebagai penghasil antimikroba dilakukan dengan diinokulasikan satu potongan 1 x 1 cm isolat kapang murni ke dalam cawan petri berisi medium PDA yang telah mengandung *Candida albicans* dan cawan petri berisi medium NA yang telah mengandung *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli* menggunakan metode *spread plate*. Kultur diinkubasi pada suhu ruang selama  $\pm$  4 hari. Potensi aktivitas antimikroba kapang endofit dapat dilihat dari zona hambat yang terbentuk (Elfina et al., 2014).

### **Produksi metabolit sekunder kapang endofit**

Produksi metabolit sekunder kapang endofit dilakukan dengan menyiapkan koloni murni kapang endofit hasil seleksi yang menghasilkan antimikroba tertinggi. Koloni kapang murni dipotong sebanyak 5 potong 1 x 1 cm, kemudian diinokulasikan ke dalam media fermentasi yang berisi 20 mL PDB di dalam erlenmeyer. Kultur kapang endofit diinkubasi menggunakan *orbital shaker* pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm selama 5 hari. Pengambilan sampel kultur dilakukan setiap 6 jam. Sampel kultur disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Supernatan digunakan untuk uji aktivitas

antimikrobanya (Elfina et al., 2014).

### **Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*, serta jamur *Candida albicans***

Uji aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli* dilakukan menggunakan media *Nutrient Agar* (NA), sedangkan untuk fungi *Candida albicans* dilakukan menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pengujian dilakukan menggunakan metode difusi agar (*Disk diffusion test*) dengan teknik sumuran secara *spread plate*. Kontrol positif untuk uji antimikroba terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli* menggunakan kloramfenikol 250  $\mu$ g, sedangkan terhadap fungi *Candida albicans* menggunakan ketokonazol 250  $\mu$ g, dan untuk kontrol negatif menggunakan aquades steril. Pengamatan dilakukan terhadap zona bening yang terbentuk di sekitar sumuran setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 sampai 2 hari Diameter zona hambat yang terbentuk menunjukkan adanya potensi sebagai antibakteri (Zuraida et al., 2017).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pemilihan daun dan ranting yang digunakan harus segar dan sehat seperti warna daun tidak kekuningan, tidak layu atau tidak kering untuk mencegah berkurangnya biodiversitas kapang endofit, dan pemilihan sampel yang tidak busuk atau rusak untuk mencegah terisolasinya mikroorganisme

patogen lain. Beberapa penelitian menunjukkan sampel daun tua lebih banyak kapang endofit yang tumbuh dibandingkan daun yang masih muda karena mengandung senyawa bioaktif yang lebih tinggi sehingga lebih banyak sumber daya untuk kolonisasi kapang endofit, jadi umur daun dapat mempengaruhi kepadatan kapang endofit yang tumbuh (Hilarino et al., 2011).

Proses isolasi kapang endofit dilakukan dengan sterilisasi terlebih dahulu agar dapat menghilangkan mikroorganisme yang ada pada permukaan tanaman sehingga hasil isolasi yang tumbuh pada media merupakan koloni endofit yang diinginkan (Strobel & Daisy, 2003). Sampel daun dan ranting yang digunakan dicuci dengan air mengalir hal ini dilakukan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan daun dan ranting. Perendaman dalam etanol dan NaOCl digunakan sebagai desinfeksi, dan pembilasan dengan aquadest untuk membersihkan mikroorganisme yang mati karena desinfektan (Hafsari & Asterina, 2013). Air bilasan aquadest saat sterilisasi tanaman digunakan untuk kontrol bilasan saat isolasi. Perlakuan kontrol berfungsi sebagai penentu untuk mengetahui kapang yang tumbuh pada media merupakan kapang endofit yang diinginkan (Ariyono et al., 2014). Hasil isolasi yang didapat pada media kontrol bilasan tidak ada pertumbuhan kapang yang muncul, sehingga dapat dipastikan kapang yang tumbuh pada cawan lain merupakan kapang endofit.

Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

digunakan sebagai media pertumbuhan kapang endofit karena media PDA mengandung komposisi yang baik seperti kentang, dextrose, agar dan bersifat selektif untuk digunakan sebagai media pertumbuhan kapang endofit (Difco and BBL Team, 2009). Media PDA dapat mempercepat pertumbuhan kapang endofit karena memiliki pH yang rendah (pH 4,5 sampai 5,6) sehingga menghambat pertumbuhan bakteri yang membutuhkan lingkungan yang netral dengan pH 7,0, dan suhu optimum untuk pertumbuhan antara 25-30 °C (Aini & Rahayu, 2017).

Pemurnian hasil isolasi dilakukan berdasarkan morfologi kapang secara makroskopik yaitu dilihat dari bentuk dan warna koloni yang tumbuh, jika bentuk dan warna koloni berbeda maka koloni tersebut dianggap sebagai isolat yang berbeda dan apabila bentuk dan warna koloni sama maka dianggap sebagai satu isolat (Suhartina et al., 2018). Tujuan dari pemurnian kapang endofit yaitu untuk mendapatkan satu jenis kapang endofit yang murni, sehingga untuk maju ke tahap selanjutnya dapat dipastikan bahwa kapang yang murni tersebut yang memiliki metabolit sekunder berupa antimikroba. Jika dalam satu cawan petri yang berisi media masih terdapat pertumbuhan koloni yang berbeda maka harus dipisahkan kembali hingga diperoleh isolat murni (Fajrina et al., 2020). Hasil pemurnian isolat kapang endofit didapatkan 9 isolat murni yaitu 3 isolat murni dari daun Db2-Pt, Dc1-Pt, Dc2-Pt dan 6 isolat murni dari batang Ba1-Pt, Bb1-Pt, Bb2C-Pt,

Bb2P-Pt, Bc1-Pt, Bc2-Pt. Jumlah koloni yang dihasilkan oleh batang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah koloni yang dihasilkan oleh daun. Hal ini disebabkan karena fungsi batang yang berfungsi sebagai penyalur nutrisi dari akar dan menyimpan hasil yang telah menjadi makanan yang menyebabkan jumlah kapang endofit ini lebih banyak. Pada bagian daun umumnya hanya tersedia sedikit makanan dikarenakan nutrisi yang disalurkan dari batang akan terbagi-bagi sesuai dengan banyaknya jumlah daun yang ada, sehingga menyebabkan bagian ini memiliki jumlah makanan yang sedikit jika dibandingkan bagian tanaman lain seperti akar dan batang (Utama et al., 2018).

Isolat murni yang diperoleh selanjutnya dilakukan karakteristik secara makroskopik dan mikroskopik. Karakterisasi bertujuan untuk membedakan dan memisahkan antar spesies kapang endofit. Secara makroskopis kapang endofit yang tumbuh akan menghasilkan jenis isolat yang bervariasi baik warna koloni, tekstur koloni dan bentuk koloni yang berbeda (Murdiyah, 2017). Tahap karakterisasi kapang endofit secara makroskopik dilakukan dengan mengamati warna koloni, warna sebalik koloni, tekstur, dan pola penyebaran koloni (Hasan Basri et al., 2021).





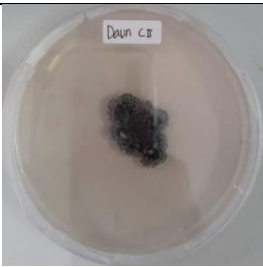

Pengamatan mikroskopik dilakukan dengan pewarnaan metylenblue bertujuan agar bentuk morfologi yang ingin diamati dapat terlihat lebih jelas. Pengamatan secara

mikroskopik ini meliputi pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), ada atau tidaknya sekat pada hifa, dan pigmentasi pada hifa (Suhartina et al., 2018).

Seleksi kapang endofit dilakukan sebagai skrining awal untuk mengetahui isolat yang memiliki potensi sebagai antimikroba dan dapat dilanjutkan ke proses fermentasi untuk mendapatkan metabolit sekunder yang selanjutnya digunakan untuk uji aktivitas antimikroba. Seleksi kapang endofit pada penelitian ini dilakukan terhadap sembilan isolat murni.

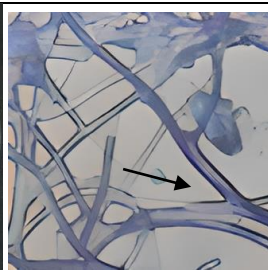
Hasil pengujian seleksi kapang endofit menunjukkan tujuh dari sembilan isolat murni yang memiliki potensi antimikroba yaitu Db2-Pt, Dc1-Pt, Dc2-Pt, Ba1-Pt, Bb1-Pt, Bb2P-Pt, dan Bc1-Pt. Potensi antimikroba ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat di sekitar potongan kapang. Hasil dari seleksi kapang endofit yang memiliki potensi sebagai antimikroba akan dilanjutkan ke tahap fermentasi, di mana fermentasi hanya menggunakan 3 kapang endofit hasil seleksi untuk tiap mikroba, sedangkan seleksi kapang endofit terhadap *Candida albicans* dihasilkan 6 isolat yang memiliki aktivitas antimikroba. Sehingga diambil 3 isolat yang memiliki zona hambat tertinggi yaitu, isolat Db2-Pt, Dc2-Pt, dan Bb2P-Pt untuk dilanjutkan ke tahap fermentasi.

**Tabel 1.** Hasil Karakteristik Makroskopik dan Mikroskopik Kapang Endofit Tanaman Jambu Bol

Isolat	Gambar	Hasil Pengamatan
(Db2-Pt)	 	<p><b>Makroskopik :</b>  Warna koloni = putih,  Warna sebalik = putih,  Tekstur = berserabut seperti kapas  Pola penyebaran = bundar kesamping  Permukaan = menggunung.  Tidak terdapat tetes eksudat  Tidak ada garis radial  Terdapat zonasi</p> <p><b>Mikroskopik :</b>  Bentuk hifa = bercabang  Sekat pada hifa = tidak ada  Pigmentasi hifa = putih</p>
(Dc1-Pt)	 	<p><b>Makroskopik :</b>  Warna koloni = putih,  Warna sebalik = kuning kecoklatan,  Tekstur = berserabut seperti kapas  Pola penyebaran = tidak beraturan  Permukaan = menggunung.  Tidak terdapat tetes eksudat  Tidak ada garis radial</p> <p><b>Mikroskopik :</b>  Bentuk hifa = tidak bercabang  Sekat pada hifa = tidak ada  Pigmentasi hifa = putih</p>
(Dc2-Pt)	 	<p><b>Makroskopik :</b>  Warna koloni = hijau tua,  Warna sebalik = hijau tua,  Tekstur = seperti beludru,  Pola penyebaran = tidak beraturan,  Permukaan = menggunung.  Tidak terdapat tetes eksudat  Tidak ada garis radial</p> <p><b>Mikroskopik :</b>  Bentuk hifa = tidak bercabang  Sekat pada hifa = ada  Pigmentasi hifa = hijau kecoklatan</p>



(Bb1-Pt)

**Makroskopik :**

Warna koloni = putih,  
Warna sebalik = kuning kecoklatan,  
Tekstur = seperti beludru,  
Pola penyebaran = tidak beraturan.  
Permukaan = rata  
Tidak terdapat tetes eksudat  
Terdapat garis radial

**Mikroskopik :**

Bentuk hifa = bercabang  
Sekat pada hifa = tidak ada  
Pigmentasi hifa = putih

(Bb2P-Pt)

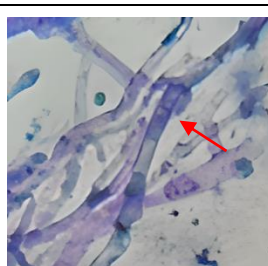
**Makroskopik :**

Warna koloni = putih,  
Warna sebalik = putih,  
Tekstur = berseabut seperti kapas,  
Pola penyebaran = bundar kesamping.  
Permukaan = rata  
Tidak terdapat tetes eksudat  
Tidak ada garis radial

**Mikroskopik :**

Bentuk hifa = tidak bercabang  
Sekat pada hifa = ada  
Pigmentasi hifa = putih

(Bc1-Pt)

**Makroskopik :**

Warna koloni = putih kecoklatan,  
Warna sebalik = putih kekuningan,  
Tekstur = seperti beludru,  
Pola penyebaran = beraturan,  
Permukaan = rata  
Tidak terdapat tetes eksudat  
Terdapat garis radial

**Mikroskopik :**

Bentuk hifa = tidak bercabang  
Sekat pada hifa = ada  
Pigmentasi hifa = kuning

Untuk mendapatkan metabolit sekunder dari kapang endofit, perlu dilakukan fermentasi (Hidayat et al., 2020). Fermentasi dilakukan dengan terlebih dahulu memastikan kemurnian kapang. Kapang murni difermentasikan selama 5 hari dengan penyamplingan yang dilakukan setiap 6 jam.

Fermentasi dilakukan menggunakan *shaker* suhu ruang. Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak sel dan substrat, menjaga agar mikroorganisme tidak mengendap di bawah dan meratakan temperatur di seluruh bagian bioreaktor. Oleh karena itu kecepatan pengaduk yang tepat diharapkan dapat

menunjang fungsi pengadukan sehingga dapat meningkatkan hasil fermentasi (Yuniar et al., 2020). Media yang dipakai untuk fermentasi adalah media cair berupa Potato Dextrose Broth (PDB). PDB memiliki kandungan nutrisi yang sama dengan PDA, hanya berbeda wujud atau konsistensi medianya. Penggunaan media cair PDB saat fermentasi dimaksudkan untuk memudahkan pengontrolan fermentasi (Okafor & Okeke, 2007). Fermentasi dengan menggunakan media cair diketahui lebih efektif jika dibandingkan dengan media padat (Pokhrel & Ohga, 2007). Sampling hasil kemudian disentrifugasi dan diambil supernatannya untuk pengujian aktivitas antimikroba yang hasilnya seperti tercantum dalam gambar 1-9.

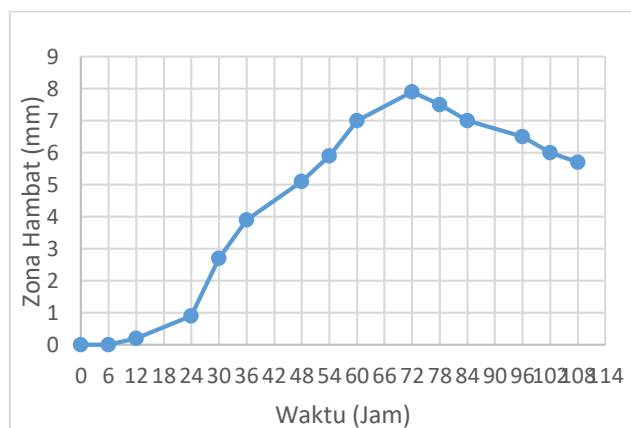
Uji aktivitas antimikroba dilakukan terhadap dua bakteri dan satu khamir patogen yaitu *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *Staphylococcus epidermidis* dipilih sebagai bakteri patogen yang mewakili bakteri gram positif penyebab infeksi kulit yang disertai abses (Carroll et al., 2016), sedangkan *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen gram negatif penyebab penyakit diare (Rahayu et al., 2018). Kedua bakteri ini diketahui telah resisten terhadap sejumlah antibiotik (Lee et al., 2018; Tadesse et al., 2012). *Candida albicans* dipilih mewakili jamur patogen yang menyebabkan kandidiasis (Pratiwi, 2008). Pada pengujian ini kontrol positif yang digunakan sebagai pembanding yaitu kloramfenikol dengan konsentrasi 250 µg/ml dan ketokonazol

dengan konsentrasi 250 µg/ml. Kloramfenikol merupakan antibiotik yang berspektrum luas yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif. Hal ini ditunjukkan dengan penggunaan kloramfenikol sebagai obat untuk mengatasi infeksi bakteri (Carroll et al., 2016).

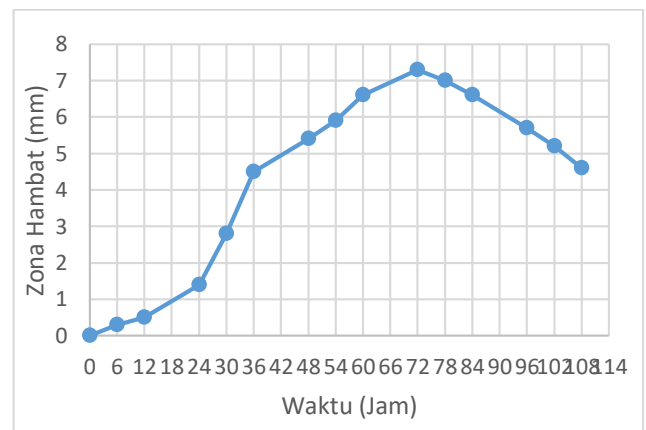
Berdasarkan hasil uji aktivitas antimikroba produk metabolit sekunder kapang endofit yang diisolasi dari tanaman jambu bol didapatkan 6 isolat yang memiliki aktivitas antimikroba yang berbeda-beda yaitu isolat (Db2-Pt) terhadap *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. Isolat (Dc1-Pt) terhadap *Staphylococcus epidermidis*, dan *Escherichia coli*. Isolat (Dc2-Pt) terhadap *Candida albicans*, isolat (Bb1-Pt) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Isolat (Bb2P-Pt) terhadap *Staphylococcus epidermidis*, dan *Candida albicans*. Isolat (Bc1-Pt) terhadap *Escherichia coli*. Hal ini membuktikan bahwa supernatan yang dihasilkan saat fermentasi mengandung senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas sebagai antimikroba (Nofiani, 2008). Pembentukan metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antimikroba ditandai dari kemampuan isolat kapang endofit dalam menghambat pertumbuhan mikroba uji dengan terbentuknya zona hambat berupa daerah jernih di sekitar lubang sumuran. Senyawa metabolit sekunder yang kemungkinan terdapat pada supernatan tersebut adalah flavonoid, tanin, alkaloid, dan triterpenoid. Masing-masing senyawa tersebut terbukti memiliki aktivitas farmakologi

terutama sebagai antibakteri (Egra et al., 2019). Namun, pada penelitian ini belum diketahui jenis metabolit sekunder apa yang terkandung dalam isolat kapang endofit yang ditemukan, sehingga perlu penelitian lebih lanjut.

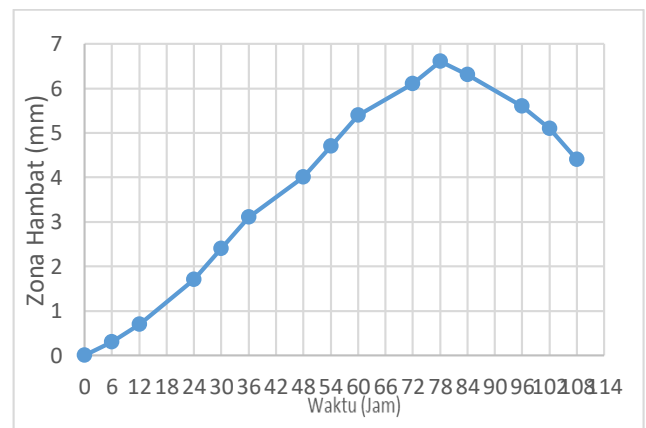
Berdasarkan spektrum aktivitasnya, isolat (Dc1-Pt) termasuk ke dalam spektrum luas, karena mampu menghambat pertumbuhan *Stapylococcus epidermidis*, dan *Escherichia coli*. Sedangkan isolat (Bb1-Pt) dan isolat (Bc1-Pt) termasuk ke dalam spektrum sempit, karena isolat (Bb1-Pt) hanya mampu menghambat pertumbuhan *Stapylococcus epidermidis* dan isolat (Bc1-Pt) hanya mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Isolat dengan aktivitas antibakteri spektrum luas mungkin mengandung lebih banyak senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antimikroba. Semakin besar konsentrasi zat yang terkandung maka semakin banyak sel-sel mikroorganisme yang mati (Kursia et al., 2018).



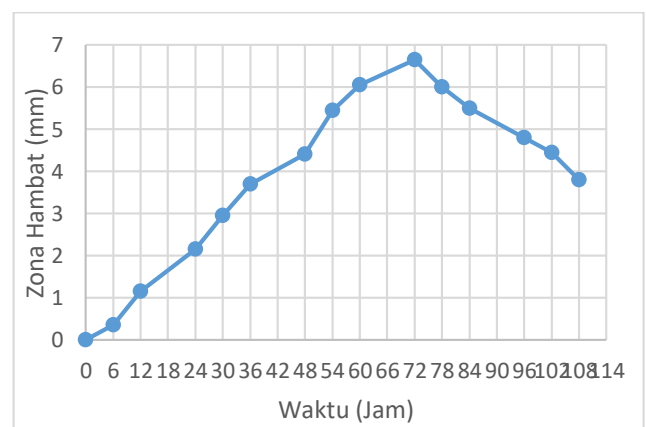
Gambar 1. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Dc1-Pt terhadap *Staphylococcus epidermidis*



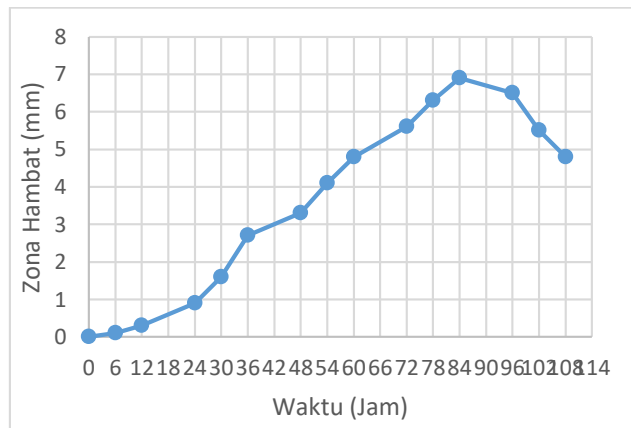
Gambar 2. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Bb1-Pt terhadap *Staphylococcus epidermidis*



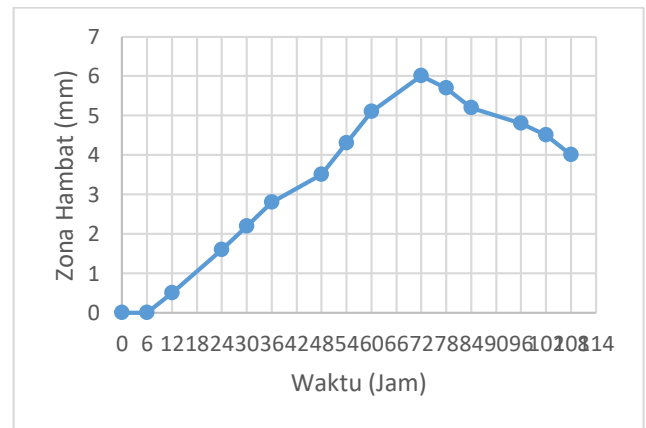
Gambar 3. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Bb2P-Pt terhadap *Staphylococcus epidermidis*



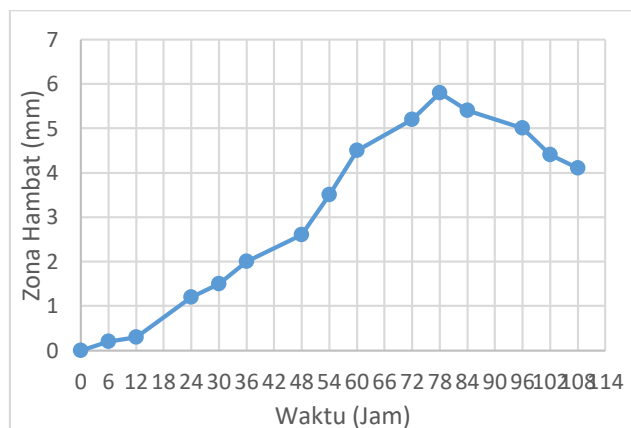
Gambar 4. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Db2-Pt terhadap *Escherichia coli*



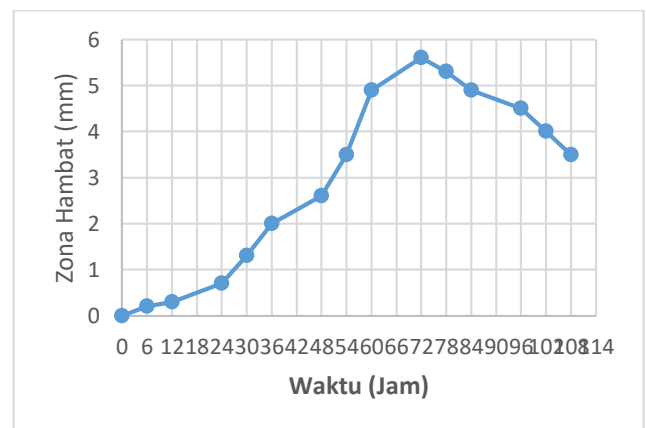
Gambar 5. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Dc1-Pt terhadap *Escherichia coli*



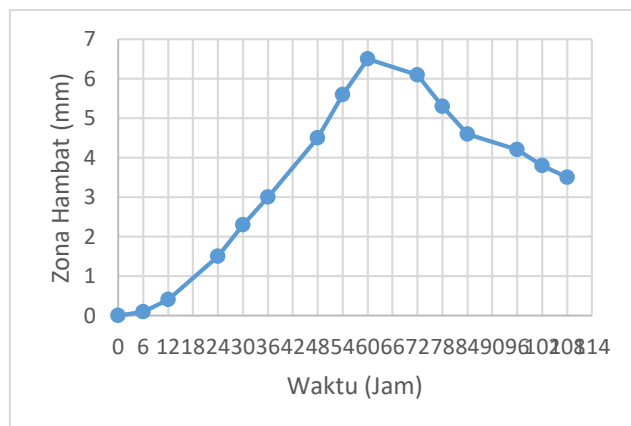
Gambar 8. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Dc2-Pt terhadap *Candida albicans*



Gambar 6. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Bc1-Pt terhadap *Escherichia coli*



Gambar 9. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Bb2P-Pt terhadap *Candida albicans*



Gambar 7. Kurva Aktivitas Antimikroba Kapang Db2-Pt terhadap *Candida albicans*

Dari hasil penelitian ini didapatkan rata-rata aktivitas antimikroba tertinggi terdapat pada jam ke- 72 yaitu hari ke- 4, kemungkinan pada jam ke-72 kapang endofit sudah memasuki fase stasioner, karena pada umumnya metabolit sekunder sebagai aktivitas antimikroba dihasilkan pada fase stasioner (Mukhlis & Hendri, 2018). Beberapa hal yang menyebabkan adanya perbedaan waktu maksimum produksi antimikroba pada setiap isolat kapang endofit diantaranya karena adanya perbedaan sifat dari mikroba uji yang digunakan baik secara morfologi maupun fisiologi. Selain itu, juga disebabkan oleh metabolit sekunder yang dihasilkan oleh

masing-masing isolat kapang endofit memiliki struktur kimia, komposisi dan kandungan yang berbeda, di dalam satu isolat kapang terkandung beberapa senyawa (Dharmawan et al., 2009). Berdasarkan uji aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* lebih besar dibandingkan dengan bakteri *Escherichia coli* karena *Staphylococcus epidermidis* termasuk ke dalam bakteri gram positif yang hanya memiliki satu lapisan tunggal peptidoglikan sehingga lebih mudah ditembus oleh senyawa antimikroba. Sedangkan, bakteri *Escherichia coli* termasuk ke dalam bakteri gram negatif yang memiliki 3 lapisan yaitu membran luar, dinding sel, dan membran plasma sehingga lebih sulit ditembus oleh senyawa antimikroba (Rini & Rohmah, 2020). Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil uji aktivitas antimikroba terhadap *Candida albicans*, kedua bakteri tersebut memiliki aktivitas antimikroba yang lebih besar dibanding *Candida albicans* karena memiliki struktur dinding sel yang lebih tebal dibandingkan bakteri, sehingga lebih sulit untuk ditembus (Webster & Weber, 2007).

Berdasarkan kurva aktivitas antimikroba tersebut tiap 6 jam penyamplangan, jumlah senyawa antimikroba yang dihasilkan berbeda hingga mencapai waktu optimum produksi senyawa antimikroba. Sintesis metabolit sekunder dimulai pada saat beberapa zat gizi di dalam media pertumbuhan mikroorganisme mulai habis. Keterbatasan zat gizi tersebut

menyebabkan terakumulasinya inducer enzim metabolit sekunder dan terlepasnya gen-gen untuk sintesis metabolit sekunder, dan setelah melewati waktu optimum produksi, maka mulai mengalami penurunan jumlah senyawa yang dihasilkan (Elita et al., 2011). Dari keenam isolat tersebut menunjukkan kategori zona hambat sedang karena berdiameter 5 mm sampai 10 mm. Kategori zona hambat antibakteri dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu zona hambat sangat kuat berdiameter >20 mm, zona hambat kuat berdiameter 10 mm sampai 20 mm, zona hambat sedang berdiameter 5 mm sampai 10 mm dan zona hambat lemah berdiameter <5 mm (Masfufah et al., 2019). Aktivitas antimikroba keenam isolat tersebut lebih kecil dari aktivitas antimikroba pada kontrol positif karena kandungan di dalam kontrol positif tersebut murni antibiotik baku tanpa ada campuran komponen lain sehingga aktivitas antimikroba yang dihasilkan lebih besar. Sedangkan kandungan di dalam isolat kapang endofit terdapat beberapa komponen senyawa metabolit sekunder (Rollando, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh 9 isolat murni kapang endofit, 6 diantaranya memiliki aktivitas antimikroba, yaitu 3 isolat kapang endofit pada daun dan 3 isolat kapang endofit pada batang tanaman jambu bol (*Syzygium malaccense*). Menurut penelitian yang telah dilakukan sebelumnya membuktikan bahwa pada ekstrak methanol daun dan batang tanaman jambu bol mampu menghasilkan aktivitas antimikroba yang signifikan (Purushothaman et al., 2015; Putri

& Tukiran, 2019). Sehingga terbukti bahwa kapang endofit yang berada pada jaringan tanaman mampu menghasilkan metabolit

sekunder yang sama dengan tanaman inangnya.

## KESIMPULAN

Isolasi kapang endofit dari daun dan batang tanaman jambu bol diperoleh 9 isolat kapang endofit murni dengan kode Db2-Pt, Dc1-Pt, Dc2-Pt, Ba1-Pt, Bb1-Pt, Bb2C-Pt, Bb2P-Pt, Bc1-Pt, dan Bc2-Pt, yang memiliki potensi sebagai antimikroba 7 isolat yaitu isolat dengan kode Db2-Pt, Dc1-Pt, Dc2-Pt, Ba1-Pt, Bb1-Pt, Bb2P-Pt, dan Bc1-Pt.

Produk metabolit sekunder kapang endofit pada daun dan batang tanaman jambu bol memiliki aktivitas sebagai antimikroba terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* dan fungi *Candida albicans* yang termasuk dalam kategori zona hambat sedang karena berdiameter 5 mm sampai 10 mm.

## DAFTAR PUSTAKA

Abna, I. M., Sylvia, B., & Amir, M. (2021). Isolasi Dan Analisis Antimikroba Kapang Endofit Dari Tanaman Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam ). *Jurnal Katalisator*, 6(2), 146–163.

Aini, N., & Rahayu, T. (2017). Media Alternatif untuk Pertumbuhan Jamur Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 855–860.

Anggraito, Y. U., Susanti, R., Iswari, R. S., Yuniastuti, A., Lisdiana, WH, N., Habibah, N. A., & Bintari, S. H. (2018). Metabolit Sekunder Dari Tanaman. In *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*. Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

- Ariyono, R. Q., Djauhari, S., & Sulistyowati, L. (2014). Keanekaragaman Jamur Filoplan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea Reptans* Poir.) Pada Lahan Pertanian Organik Dan Konvensional. *Jurnal HPT*, 2(Febuary), 29–36.
- C. Lee Ventola, M. (2015). The Antibiotic Resistance Crisis. *Comprehensive Biochemistry*, 40(4), 181–224. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4831-9711-1.50022-3>
- Carroll, K. C., Morse, S. A., Mietzner, T., & Miller, S. (2016). *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg* (27th ed.). EGC.
- Dharmawan, I. W. E. K. A., Kawuri, R., & Parwanayoni, M. S. (2009). Isolasi *Streptomyces* Spp. Pada Kawasan Hutan Provinsi Bali Serta Uji Daya Hambatnya Terhadap Lima Strain Diarrheagenic *Escherichia Coli*. *Jurnal Biologi*, 13(1), 1–6.
- Difco and BBL Team. (2009). *Manual of Microbiological Culture Media*. Becton, Dickinson and Company.
- Egra, S., Mardhiana, ., Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T. (2019). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia Solanacearum* Penyebab Penyakit Layu. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v12i1.5143>
- Elfina, D., Martina, A., & Roza, R. M. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) Sebagai Antimikroba Terhadap *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, 7(2), 9–19.

- Elita, A., Saryono, S., & Christine, J. (2011). Penentuan Waktu Optimum Produksi Antimikroba dan Uji Fitokimia Ekstrak Kasar Fermentasi Bakteri Endofit *Pseudomonas* sp. dari Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*). *J. Ind. Che Acta*, 3(2), 56–62.
- Fajrina, A., Bakhtra, D. D. A., & Mawarni, A. E. (2020). Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etil Asetat Jamur Endofit dari Daun Matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Farmasi Higea*, 12(1), 81–89.  
<http://jurnalfarmasihigea.org/index.php/higea/article/view/267>
- Fauziah, N., Noviyanti, N., & Musthapa, I. (2019). Pemanfaatan Kayu Batang Jambu Bol (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry) Sebagai Sumber Antioksidan Baru. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 10(1), 33.  
<https://doi.org/10.52434/jfb.v10i1.522>
- Hafsari, A. R., & Asterina, I. (2013). Isolasi Dan Identifikasi Kapang Endofit Dari Tanaman Obat Surian (*Toona Sinensis*). *Edisi Agustus*, VII(2), 175–191.
- Hasan Basri, M., Zulkifli, L., & Syukur, A. (2021). Isolation of Endophytic Fungi from *Vitex trifolia* L and Antagonism Test against *Sclerotium rolfsii* and pathogenic bacteria. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 72–80.  
<https://doi.org/10.29303/jbt.v21i1.2340>
- Hidayat, N., Prabowo, S., Rahmadi, A., Marwati, & Emmawati, A. (2020). *Teknologi Fermentasi*. IPB Press.
- Hilarino, M. P. A., Silveira, F. A. de O. e, Oki, Y., Rodrigues, L., Santos, J. C., Corrêa Junior, A., Fernandes, G. W., & Rosa, C. A. (2011). Distribution of the endophytic fungi community in leaves of *Bauhinia brevipes* (Fabaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 25(4), 815–821.  
<https://doi.org/10.1590/s0102-33062011000400008>
- Kursia, S., Aksa, R., & Nolo, M. M. (2018). Potensi Antibakteri Isolat Jamur Endofit dari Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, Dan Kesehatan*, 4(1), 30–33.  
<https://doi.org/10.33772/pharmauho.v4i1.4631>
- Lee, J. Y. H., Monk, I. R., Gonçalves da Silva, A., Seemann, T., Chua, K. Y. L., Kearns, A., Hill, R., Woodford, N., Bartels, M. D., Strommenger, B., Laurent, F., Dodémont, M., Deplano, A., Patel, R., Larsen, A. R., Korman, T. M., Stinear, T. P., & Howden, B. P. (2018). Global spread of three multidrug-resistant lineages of *Staphylococcus epidermidis*. *Nature Microbiology*, 3(10), 1175–1185.  
<https://doi.org/10.1038/s41564-018-0230-7>
- Mahardhika, W. A., Rukmi, M. G. I., & Pujiyanto, S. (2021). Isolasi kapang endofit dari tanaman ciplukan (*Physalis angulata* L.) dan potensi antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *NICHE Journal of Tropical Biology*, 4(1), 33–39.  
<https://doi.org/10.14710/niche.4.1.33-39>
- Masfufah, Ardiningsih, P., & Jayuska, A. (2019). Aktivitas Antibakteri Dari Isolat Bakteri Endofit B.E2 Daun Tanaman Sukun (*Artocarpus Altilis*) Terhadap *S. Typhimurium* Dan *S. Aureus*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(1), 79–85.  
[http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmi\\_pa/article/view/34225](http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmi_pa/article/view/34225)
- Mukhlis, D. K., & 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.
- Murdiyah, S. (2017). Fungi Endofit Pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat Di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran Dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 64.
- Nofiani, R. (2008). Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia*, 10(2), 120.  
<https://doi.org/10.31258/jnat.10.2.120-125>
- Okafor, N., & Okeke, B. C. (2007). Modern industrial microbiology and biotechnology, second edition. In *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology, Second Edition*.

- <https://doi.org/10.1201/b22421>
- Pitojo, S. (2007). *Bertanam Jambu Bol*. CV Aneka Ilmu.
- Pokhrel, C. P., & Ohga, S. (2007). Submerged culture conditions for mycelial yield and polysaccharides production by *Lyophyllum decastes*. *Food Chemistry*, *105*(2), 641–646. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.033>
- Prasetyoputri, A., & Atmosukarto, I. (2006). Mikroba Endofit: Sumber Molekul Acuan Baru yang Berpotensi. *BioTrends*, *1*(2), 13–15.
- Pratiwi. (2008). *Mikrobiologi Farmasi* (1st ed.). Erlangga.
- Pratiwi, R. H. (2019). Peranan Mikroorganisme Endofit Dalam Dunia Kesehatan: Kajian Pustaka. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, *16*(1), 21. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i1.2695>
- Purushothaman, A., Sangita Sudhir, A., Joby, G., & Varghese, A. (2015). A study on antimicrobial and anthelmintic activity of methanolic leaf extracts of *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & Perry. *Available Online Wwww.Jocpr.Com Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, *7*(4), 838–841. [www.jocpr.com](http://www.jocpr.com)
- Putri, D. O., & Tukiran. (2019). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Tumbuhan Jambu Bol (*Syzygium malaccense*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *UNESA Journal of Chemistry*, *8*(2), 67–73. <http://ojs.poltekkes-medan.ac.id/panmed/article/view/726>
- Radji, M. (2005). Peranan Bioteknologi Dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, *2*(3), 113–126. <https://doi.org/10.7454/psr.v2i3.3388>
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko* (1st ed.). IPB Press.
- Rini, C. S., & Rohmah, J. (2020). *Bakteriologi Dasar*. UMSIDA Press.
- Rollando. (2019). *Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit* (S. R. Wicaksono (ed.)). Seribu Bintang.
- Strobel, G., & Daisy, B. (2003). Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, *67*(4), 491–502. <https://doi.org/10.1128/mmbr.67.4.491-502.2003>
- Suhartina, Kandoua, F. E. F., & Singkoha, M. F. O. (2018). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tumbuhan Paku *Asplenium nidus*. *Jurnal MIPA*, *7*(2), 24. <https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20640>
- Sublistyani, N., & Akbar, A. N. (2014). Aktivitas Isolat *Actinomycetes* dari Rumput Laut (*Euclima cottonii*) sebagai Penghasil Antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Activity of *Actinomycetes* Isolate from Seaweed (*Euclima cottonii*) as Antibiotic Producer against *St. 12*(1), 4–12.
- Tadesse, D. A., Zhao, S., Tong, E., Ayers, S., Singh, A., Bartholomew, M. J., & McDermott, P. F. (2012). Antimicrobial drug resistance in *Escherichia coli* from humans and food animals, United States, 1950–2002. *Emerging Infectious Diseases*, *18*(5), 741–749. <https://doi.org/10.3201/eid1805.111153>
- Triastuti, A. (2020). Jamur endofit sebagai sumber obat bahan alam. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, *16*(1), 52–73.
- Utama, P. A. P., Ristiati, N. P., & Suryanti, I. A. P. (2018). Jumlah Total Koloni Jamur Endofit pada Tanaman Anggur Bali (*Vitis vinifera* L. var Alphonso Lavalley) di Desa Banjar, Kecamatan Banjar, Buleleng Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, *5*(3), 166–175.
- Webster, J., & Weber, R. W. S. (2007). *Introduction to fungi* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Wonowijaya, S., & Soegianto, L. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit dari Daun Tanaman Bintaro (*Cerbera odollam*) yang Berpotensi sebagai Antibakteri. *Journal Of Pharmacy Science and Practice*, *5*(1), 70–73.
- Yuniar, Aznury, M., & Resky. (2020). Pengaruh Agitasi Dan Waktu Fermentasi



Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Singkong Karet (*Manihot glaziovii*). *Jurnal Kinetika*, 11(01), 51–54. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>

Zuraida, K, L. R., & Hartanti, D. (2017). Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Bunga Ceguk

(*Combretum indicum L.*) Dalam Bentuk Sediaan Gel Antiseptik Tangan Dengan Metode Replika. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 2(1), 111.