**KAPANG ENDOFIT LAUT DARI TUMBUHAN PESISIR TERONG PUNGO (*Solanum* sp.) DAN POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI**

**Nabila Ukhty1**

1 Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat

Korespondensi: nabilaukhty@gmail.com

**Abstract**

Endophytic fungi is the one of the types microbes that lives in the plant tissue. The fungus can produce secondary metabolites potential as a source of antimicrobial and anticancer. The objectives of this study was to the exploration of new antibacterial compounds derived from marine endophytic fungi isolated from coastal plant terong pungo (*Solanum* sp.). Eight isolates of marine endophytic fungi with different morphology were collected. Endophytic fungus TPL2 was the selected isolate based on antagonism test. The growth curve showed the stationary phase of isolate TPL was on the 9th day to 12th day. Crude extract of endophytic fungi TPL2 showed the antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Pseudomonas aeruginosa* with diameter of inhibition zone 4 mm, 6 mm, and 6 mm, respectively for 2 mg extract/well.

Keywords: endofit, terong pungso, *Solanum* sp., antibacterial

**1. Pendahuluan**

Kapang endofit adalah mikroorganisme yang menginvasi jaringan tanaman selama siklus hidup tanaman tersebut tanpa menyebabkan gejala penyakit. Kapang endofit memiliki peranan penting dalam bidang bioteknologi (Azevedo *et al*. 2000), menghasilkan keragaman zat aktif yang tinggi dengan potensi aplikasi medis, pertanian, dan industri (Kharwar *et al*. 2009). Isolasi, budaya, dan karakterisasi beberapa endofitik telah memberikan peran dan kesempatan dalam penemuan antibiotik jenis baru, antimikotik, dan senyawa antikanker (Isabela *et al*. 2012). Mikroorganisme dari lingkungan laut menjadi salah satu sumber penting penghasil metabolit aktif untuk kepentingan farmasi.

Lingkungan laut diakui sebagai sumber potensial terbesar penghasil senyawa bioaktif dan potensinya terus diteliti untuk mendapatkan senyawa kimia baru dengan bioaktivitas (Mathan *et al*. 2013). Senyawa bioaktif yang diekstrak dari mikroorganisme laut terutama diperoleh dari kapang endofit yang diakui sebagai sumber yang kaya akan metabolit sekunder aktif secara farmakologi (Bharathidasan dan Paneerselvam 2011). Kapang endofit laut telah terbukti menjadi sumber yang kaya produk biologis alami (Liberra *et al*. 1995; Pivkin *et al*. 2006; Samuel *et al*. 2013), karena kondisi hidup tertentu, seperti salinitas, nutrisi, tekanan yang lebih tinggi, variasi suhu, persaingan dengan bakteri, virus dan jamur lain, kapang laut memiliki jalur metabolik sekunder yang lebih baik dibandingkan dengan kapang terestrial (Samuel *et al*. 2013).

Antibiotik merupakan zat biokimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme, salah satunya yaitu kapang endofit, zat tersebut dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan mikroba lainnya yang memiliki peran dalam menimbulkan penyakit, sedangkan toksisitasnya bagi manusia relatif kecil. Penggunaan antibiotik secara tepat memberikan manfaat yang sangat baik, namun bila digunakan secara tidak tepat dan berlebihan dapat menyebabkan munculnya mikroba-mikroba patogen yang kebal terhadap satu atau beberapa jenis antibiotika (Deshpande dan Joshi 2013), sehingga pencarian senyawa antiobiotik jenis baru menjadi hal yang sangat penting dalam bidang famakologi.

Terong pungo (*Solanum* sp.) merupakan salah satu tumbuhan pesisir di wilayah pesisir Provinsi Aceh. Tumbuhan ini dimanfaatkan oleh masyarakat Aceh sebagai obat tradisional untuk mengobati dan menghilangkan rasa sakit pada gigi. Ekstrak kasar etil asetat daun terong pungo telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dan memiliki aktivitas inhibitor topoisomerase-I (Hardjito 2008). Tumbuh-tumbuhan yang telah dimanfaatkan secara traditional ini menjadi pilihan yang efektif untuk dimanfaatkan sebagai antimikroba alami dengan cara mengisolasi kapang endofit yang terdapat di dalam jaringan tubuhnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan eksplorasi senyawa antibakteri baru yang berasal dari kapang endofit tumbuhan pesisir terong pungo (*Solanum* sp.).

**2. Metode Penelitian**

**2.1. Bahan Baku**

Bahan utama dalam penelitian ini adalah daun terong pungo (*Solanum* sp.)yang diperoleh dari wilayah pesisir Kabupaten Aceh Pidie, Propinsi Aceh. Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu alkohol 70 %, aquades, air laut, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB), etil asetat, *Blood Agar* (BA), *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), *Mueller Hinton Agar* (MHA), klorampenikol, bakteri *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis,* dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Alat yang digunakan yaitu *clean bench* (Thermo Scientific 1300 Series A2), oven, autoklaf (Yamato SM52), *refrigerator* (Gold Star), *orbital shaker,* spektrofotometer (UV Vis UV-2500), inkubator (Thermolyne type 42000), *vacuum rotary evaporator* (Heidolph VV 2000)*, vortex* (Pasolina type NS-8), timbangan digital (Max 410 g and HF400), mikroskop (Cole Parmer), dan peralatan gelas (Iwaki Pyrex).

* 1. **Prosedur Penelitian**

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari enam tahapan, yaitu isolasi kapang endofit, seleksi kapang endofit (uji antagonisme), karakterisasi makroskopis dan mikroskopis kapang endofit, kultivasi kapang endofit, ekstraksi senyawa aktif dan pengujian aktivitas antibakteri mulut.

**2.2.1 Isolasi Kapang Endofit (Arnold *et al*. 2003)**

Permukaan daun disterilisasi dengan alkohol 70 % dan aquades steril masing-masing selama 1 menit. Proses sterilisasi ini dilakukan dalam *clean bench*. Setelah sterilisasi permukaan, dilakukan inokulasi pada media PDA air laut. Media PDA yang telah diinokulasi, diinkubasi pada suhu 27-29 oC (suhu ruang) selama 2-14 hari. Koloni yang mempunyai bentuk yang berbeda dengan koloni lainnya dapat dianggap sebagai isolat yang berbeda, kemudian dilakukan pemisahan atau pemurnian koloni hingga diperoleh isolat tunggal.

**2.2.2 Uji Antagonisme Kapang Endofit (Sudantha dan Abadi 2007)**

Uji antagonisme dilakukan dengan cara inokulum dua atau tiga isolat kapang endofit potensial ditumbuhkan dalam media PDA air laut yang sama yang berdiameter 9 cm. Inokulum kapang endofit berupa potongan biakan kecil berukuran 0.5 cm pada media PDA. Kemudian biakan tersebut diinkubasikan pada suhu 27-29 oC (suhu ruang). Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan antar koloni kapang endofit.

**2.2.3 Karakterisasi kapang endofit (Gandjar *et al*. 2000)**

Kapang endofit terpilih dari uji antagonisme yang telah diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 27-29 oC (suhu ruang) dikarakterisasi berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan ciri-ciri makroskopis (visual) dengan cara langsung melihat bentuk, permukaan, warna dan tepian koloni kapang endofit. Pengamatan ciri-ciri mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Pembuatan preparat yaitu kaca objek dan kaca penutup dibersihkan dengan mengunakan alkohol. Miselium diambil sedikit, setelah itu kaca penutup diletakkan secara hati-hati diatas permukaan preparat. Preparat diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x, kemudian diamati morfologi kapang secara mikroskopis tersebut.

**2.2.4 Kultivasi Kapang Endofit (Srikandace *et al.* 2007)**

Tahapan kultivasi ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan kapang endofit, mulai dari fase lag hingga fase kematian. Kapang endofit terseleksi diinokulasikan ke dalam media cair PDB air laut sebanyak 250 mL. Selanjutnya diinkubasikan pada suhu ruang menggunakan *orbital shaker*. Penentuan kurva pertumbuhan kapang dilakukan dengan pengamatan setiap 3 hari terhadap pertumbuhan kapang, yaitu dengan menghitung biomassa kering kapang dan pH media selama 21 hari (hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21).

**2.2.5 Ekstraksi Senyawa Aktif Kapang Endofit (Nursid *et al*. 2010)**

Kapang yang telah dikultur selama 21 hari (hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21) kemudian disaring menggunakan kertas saring. Proses penyaringan ini bertujuan untuk memisahkan miselium dan media. Media kultur (*broth*) diekstraksi secara maserasi dengan menggunakan pelarut etil asetat selama 3x24 jam. Hasil ekstraksi dipisahkan menggunakan corong pisah, lalu ekstrak terpilih dipekatkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada suhu 45 °C.

**2.2.6 Pengujian Aktivitas Antibakteri Patogen Mulut**

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan secara *in vitro* terhadap bakteri *Streptococcus mutans* dan *Pseudomonas aeruginosa*, yaitu dengan penentuan zona hambatterhadap pertumbuhan bakteri. Pengujian dilakukan dengan menggunakan teknik difusi sumur agar (*agar well diffusion*) modifikasi Holo *et al*. (1991). Sebelum dilakukan uji aktivitas antibakteri, dilakukan persiapan bakteri uji terlebih dahulu. Bakteri uji ditumbuhkan dalam media *Nutrient Agar* (NA), kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 oC. Selanjutnya bakteri disuspensikan ke dalam media cair, *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 oC. Setelah mencapai OD lebih dari 0,5, sebanyak 20 µL bakteri dimasukkan ke dalam media MHA, kemudian divortex dan dituang pada cawan petri steril secara aseptis. Media MHA yang berisi bakteri uji yang telah memadat kemudian dilubangi sebanyak 8 lubang, yakni untuk kontrol positif, kontrol negatif, dan 3 konsentrasi ekstrak yang dilakukan secara duplo. Ekstrak kapang endofit dimasukkan ke dalam lubang masing-masing sebanyak 0,5, 1 dan 2 mg. Perlakuan kontrol positif yaitu menggunakan antibiotik kloramfenikol. Kontrol negatif menggunakan pelarut ekstraksi yaitu etil asetat. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, selanjutnya dilakukan pengukuran zona hambatan yang terbentuk di sekeliling lubang sumur.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Isolat Kapang Endofit dari Terong Pungo (*Solanum* sp.)**

Tanaman dan mikroorganisme yang hidup di dalam (endofit) ataupun di luar (epifit) jaringan tubuhnya saling berhubungan erat satu dengan yang lain. Mikroorganisme ada yang bersifat menyerang tanaman tersebut dan menyebabkan penyakit, sementara ada pula yang bersifat menguntungkan. Mikroba endofit yang menguntungkan ini biasanya hidup di dalam jaringan tumbuhan yang sehat, karena mampu menghasilkan senyawa yang dapat menghambat atau mematikan mikroba-mikroba yang bersifat patogen. Mikroba endofit dapat diisolasi dari akar, batang dan daun suatu tumbuhan (Strobel *et al.* 2004). Jumlah total isolat kapang endofit yang diperoleh dari daun terong pungo (*Solanum* sp.) adalah 8 isolat (TPL1, TPL2, TPL3, TPL4, TPL5, TPL6, TPL7, dan TPL8). Masing-masing isolat kapang yang dihasilkan memiliki morfologi yang berbeda.

Petrini *et al*. (1992) telah menginformasikan, kehadiran jenis endofit dihubungkan dengan kondisi mikrohabitat tumbuhan inang dan kecocokan genotip antara tumbuhan inang dan endofit, sehingga akan berpengaruh terhadap perbedaan dalam komposisi koloni endofit.

* 1. **Kapang Endofit Terseleksi**

Uji antagonisme adalah uji yang dilakukan untuk melihat aktivitas atau interaksi langsung suatu organisme terhadap organisme lain yang ditumbuhkan pada satu media yang sama. Pada penelitian ini dilakukan uji antoganisme dengan metode oposisi langsung. Berdasarkan hasil uji antagonisme pada masing-masing isolat kapang endofit, isolat kapang TPL2 menjadi isolat terpilih. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**2**

**3**

**1**

**3**

**6**

**2**

**5**

**6**

**2**

**7**

**8**

**2**

Gambar 1 Uji antagonisme kapang endofit (1. TPL1, 2. TPL2, 3. TPL3, 4. TPL4, 5. TPL5, 6. TPL6, 7. TPL7, dan 8. TPL8).

Isolat kapang TPL2 memiliki aktivitas pertumbuhan yang lebih dominan dibandingkan dengan isolat lainnya, hal ini dikarenakan isolat tersebut memiliki kemampuan kompetisi ruang yang lebih besar sehingga mampu menghambat pertumbuhan isolat kapang disekitarnya.

Mekanisme antagonis pada mikroba dapat terjadi melalui tiga cara yaitu parasitisme secara langsung, antibiosis dengan menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat toksin dan kompetisi dalam hal ruang dan kebutuhan nutrisi (Pradana *et al.* 2013). Adanya keberagaman tingkat penghambatan terhadap kapang endofit diduga erat kaitannya dengan kemampuan dari kapang endofit berkompetisi dengan patogen. Selain itu, kapang endofit memiliki sifat antifungi sehingga dapat menghambat pertumbuhan kapang endofit lainnya (Sudantha dan Abadi 2007). Isolat kapang endofit hasil seleksi memiliki aktivitas antifungi yang lebih baik karena dapat menghambat pertumbuhan fungi atau kapang disekitarnya, sehingga diduga bahwa isolat kapang endofit terpilih memiliki aktivitas antimikroba yang lebih baik pula.

* 1. **Karakterisasi Isolat Kapang Endofit**

Karakterisasi dilakukan terhadap isolat kapang endofit TPL2 (kapang terseleksi), yaitu dengan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil karakterisasi isolat kapang TPL2 dapat dilihat pada Gambar 2.

****

**B**

**A**

**konidiofor**

Gambar 2 Morfologi isolat kapang TPL2 pada media PDA secara makroskopis (A) dan perbesaran 40x10 (B).

Isolat kapang TPL2 yang ditumbuhkan pada media PDA air laut membentuk koloni berwarna kuning dan merah muda dengan miselia berwarna putih yang menyebar luas pada seluruh permukaan media (Gambar 2A). Permukaan isolat halus seperti kapas. Pada perbesaran 40x10 isolat kapang ini menunjukkan adanya konidiofor yang berbentuk panjang dengan bentuk konidia bulat (Gambar 2B). Isolat kapang ini belum teridentifikasi.

* 1. **Kurva Pertumbuhan Kapang Endofit**

Pertumbuhan kapang endofit dipengaruhi beberapa faktor yaitu substrat, kelembaban, suhu, derajat keasaman substrat (pH) dan senyawa-senyawa kimia di lingkungannya. Derajat keasaman (pH) sangat penting pada pertumbuhan kapang, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu (Gandjar *et al.* 2006). Menurut Srikandace *et al*. (2007)pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui perubahan suasana pH media yang telah ditumbuhi kapang selama proses fermentasi. Perubahan pH pada media fermentasi disebabkan oleh aktivitas metabolisme isolat kapang. Rentang pH optimum pertumbuhan kapang yaitu 4-7.

Pertumbuhan isolat TPL2 dilakukan pada media cair yaitu *Potato Dextrose Broth* (PDB) yang diinkubasi selama 21 hari pada suhu ruang yang kemudian digoyang pada *orbital shaker* 120 rpm. Menurut Hanson (2008) fungsi dari pengocokkan (*shaking*) ini adalah untuk meningkatkan aerasi dari kultur dan dispersi dari miselia. Pertumbuhan isolat TPL2 dihitung berdasarkan berat kering miselium kapang. Kurva pertumbuhan isolat kapang TPL2 dapat dilihat pada Gambar 3.

****

Gambar 3 Kurva pertumbuhan isolat kapang TPL2 ( bobot biomassa, pH media) (rata-rata±SD; data 2 ulangan).

Menurut Carlile *et al*. (2001) pertumbuhan kapang terdiri dari empat fase, yaitu fase lag (adaptasi), fase log, fase stasioner dan fase kematian. Isolat kapang TPL2 mengalami fase logaritmik atau fase pertumbuhan maksimal pada hari ke 9 inkubasi, dengan bobot biomassa 0,81 ± 0,005 g. Selanjutnya memasuki fase stasioner hingga hari ke 12 inkubasi dengan bobot biomassa 0,825 ± 0,035 g, fase ini terjadi dimulai ketika sel-sel kapang tidak lagi menunjukkan pertambahan jumlah yang signifikan. Penurunan kecepatan tumbuh terjadi karena keterbatasan unsur-unsur pertumbuhan setelah digunakan pada fase sebelumnya dan pada akhirnya setelah hari ke 12 masa inkubasi, isolat TPL memasuki fase kematian, hal ini ditandai dengan penurunan bobot biomassa hingga 0,528 ± 0,025 g.

Srikandace *et al*. (2007) menyatakan bahwa pada kondisi media dengan jumlah nutrisi terbatas, laju pembiakan menjadi berkurang dan beberapa sel mengalami kematian. Menurut Kusumaningtyas *et al*. (2010) media PDB yang digunakan pada tahap inkubasi isolat kapang mengandung sumber karbon yang berasal dari kentang dan *dextrose*. Sumber karbon merupakan komponen terpenting dalam media pertumbuhan, karena sel-sel mikroba sebagian besar terdiri dari unsur-unsur karbon dan nitrogen. Sehingga apabila unsur karbon sudah tidak ada, maka pertumbuhan sel-sel mikroba terhambat sehingga terjadi kematian.

**3.5. Aktivitas Antibakteri Kapang Endofit**

Antibakteri merupakan sifat dari suatu bahan yang menunjukkan efek penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri. Penghambatan pertumbuhan bakteri dibedakan menjadi 2 sifat, yaitu bakterisidal dan bakteriostatik. Suatu bahan disebut bersifat bakterisidal jika mampu membunuh bakteri, sedangkan bakteriostatik hanya menghambat pertumbuhan bakteri (Lay 1994).

Ekstrak kasar etil asetat media pertumbuhan kapang TPL2 yang dipanen pada hari ke 9 dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Staphylococcus epidermidis*. Hari ke 9 inkubasi merupakan fase eksponensial atau fase awal stasioner dari kapang TPL2. Simanjuntak *et al*. (2002) telah membuktikan bahwa produk metabolit sekunder mulai dihasilkan kapang dengan intensitas terbesar pada akhir fase eksponensial atau awal fase stasioner (saat beberapa sumber nutrisi mulai terbatas). Aktivitas antibakteri ekstrak kasar etil asetat isolat kapang TPL2 dapat dilihat pada Gambar 4.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Keterangan:  |  *S. aureus* |  *P. aeruginosa* |
|  |  *S. epidermidis* |  Kloramfenikol |

Gambar 4 Aktivitas antibakteri ekstrak kasar etil asetat isolat TPL2

(rata-rata ± SD; data 2 ulangan).

 Bakteri uji yang digunakan merupakan bakteri yang dapat menyebabkan terjadinya infeksi pada kulit, mulut, ataupun pada saluran pencernaan. Lannete *et al*. (1995) mengungkapkan *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri Gram-negatif yang akan bekerja aktif pada luka infeksi baik di mulut maupun di jaringan tubuh yang lain ketika mengalami luka. *Staphylococcus epidermidis* dan *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri flora normal akan menghasilkan senyawa toksin yang dapat menyebabkan terjadinya infeksi jika habitat normalnya terganggu (Torabinejad dan Walton 2009).

 Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak kasar media TPL2 hanya memiliki aktivitas antibakteri pada konsentrasi 2 mg ekstrak yang digunakan. dengan diameter zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Pseudomonas aeruginosa* secara berturut-turut 4 mm, 6 mm, dan 6 mm. Secara umum diameter zona hambatan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi yang diberikan. Menurut Ariyanti *et al*. (2012), semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakterinya akan semakin kuat.

 Perbedaan zona hambat yang terbentuk disebabkan sifat dari tiap bakteri yang berbeda-beda serta perbedaan kepekaan pada bakteri terhadap ekstrak tersebut. Bakteri *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*,dan *Staphylococcus epidermidis* merupakan bakteri Gram-positif sedangkan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri Gram-negatif. Perbedaan antara kedua jenis bakteri ini didasarkan pada perbedaan komposisi dan struktur dinding sel pada bakteri Gram-positif dan Gram-negatif. Struktur dinding sel bakteri Gram-positif lebih sederhana, yaitu berlapis tunggal dengan kandungan lipid yang rendah (1-4%) sehingga memudahkan bahan bioaktif masuk ke dalam sel. Struktur dinding sel bakteri Gram-negatif lebih kompleks, yaitu berlapis tiga terdiri dari lapisan luar lipoprotein, lapisan tengah lipopolisakarida yang berperan sebagai penghalang masuknya bahan bioaktif antibakteri, dan lapisan dalam berupa peptidoglikan dengan kandungan lipid tinggi (11-12%) (Jawetz *et al*. 2001).

 Faktor terhambatnya pertumbuhan bakteri tidak hanya dikarenakan adanya kerusakan dinding sel oleh senyawa antibakteri, akan tetapi dapat terjadi karena adanya perubahan molekul protein atau asam nukleat, penghambatan kerja enzim yang akan mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel serta penghambatan sintesis asam nukleat dan protein sehingga menyebabkan kerusakan total (Pelczar dan Chan 2008). Suatu antibiotik memiliki kriteria kekuatan daya antibakteri berdasarkan besar zona hambat yang terbentuk. Diameter zona hambat <5 mm dikategorikan lemah, zona hambat 5-10 mm dikategorikan sedang, zona hambat 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat (Davis dan Stout 1971). Ekstrak media TPL2 pada konsentrasi 2 mg menunjukkan aktivitas daya hambat ekstrak tergolong sedang terhadap ketiga bakteri.

1. **Kesimpulan**

Isolat kapang yang diisolasi dari daun terong pungo (*Solanum* sp.) menggunakan media PDA air laut berjumalah 8 isolat (TPL1, TPL2, TPL3, TPL4, TPL5, TPL6, TPL7, TPL8). Isolat TPL2 menjadi isolat terseleksi dari hasil uji antagonisme. Ekstrak kasar media *broth* isolat kapang TPL2 memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis,* dan *Pseudomonas aueruginosa*.

**Daftar Pustaka**

Ariyanti NK, Darmayasa IBG, Sudirga SK. 2012. Daya hambat ekstrak kulit daun lidah buaya (*Aloe barbadensis* Miller) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. *Jurnal Biologi*. XVI(1):1-4.

Arnold AE, Mejia LC, Kyllo D, Rojash EI, Maynard Z, Robbins N, Herre EA. 2003. Fungal Endophytes Limit Pathogen Damage In a Tropical Tree. *Proceedings of The National Academy of Sciences*. 100(26): 15649–15654. DOI: 10.1073/pnas.253483100.

Azevedo JL, Junior WM, Pereira JO, Araujo WL. (2000). Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Eletronic Journal of Biotechnology*. 3:40-65

Bharathidasan R, Paneerselvam A. 2011. Isolation and identification of endophytic fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram district, Karankadu, Tamilnadu, India. *European Journal of Experimental Biology*. 1(3):31-36.

Carlile J, Watkinson SC, Gooday GW. 2001. *The Fungi*. Ed ke-2. UK (GB): Elsevier Academic Press. 106-110.

Davis WW, Stout TR. 1971. Disc plate methods of microbiological antibiotic assay. *Journal of Microbiology*. 22(4): 659-665.

Deshpande JD, Joshi M. 2011. Antimicrobial resistance : The global public health challenge. *International* *Journal of Student Research*, 1 (2).

Gandjar I, Samson RA, Vermeulen, Oetari A, Santoso I. 2000. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta (ID): Yayasan Obor Indonesia. 20-34, 62-72, 120.

Gandjar I, Sjamsuridzal W, Oetari A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta (ID): Yayasan Obor Indonesia.

Hardjito L. 2008. Antibacterial and topoisomerase-I inhibitor activities of the coastal ethnomedicinal plant terong pungo (*Solanum* sp.). *Journal of Microbiology Indonesia*, 2(2).

Holo H, Nilssen, Ness IF. 1991. Lactococcin A, a new bacteriocin from *Lactococcus lactis* subsp. cremoris: isolation and characterization of the protein and its gene. *Journal of Bacteriology*. 38: 79-87.

Isabella PM, Costa W, Maia LC, Cavalcanti MA. 2012. Diversity of leaf endophytic fungi in mangrove plants of Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 1165-1173.

Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Nani W, penerjemah. Jakarta (ID): Salemba Medika. Terjemahan dari: *Medical Microbiology*. 196-198.

Kharwar RN, Verma VC, Kumar A, Gond SK, Harper JK, Hess WM, Lobkowosky EM, Ren Y, Strobel CA. 2009. Javanicin, an antibacterial Naphtaquinone from an endophytic fungus of Neem, *Chloridium* sp. *Journal of Current Microbiology*. 58:233-238

Kusumaningtyas E, Natasia M, Darmono. 2010. Potensi metabolit kapang endofit rimpang lengkuas merah dalam menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan media fermentasi PDB dan PDY. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.819-824.

Lannete EH, Balows A, Hausler WJ, Shadomy HJ. 1995. *Manual of Clinical Microbiology*. Ed ke-4. Washington DC (US): American Society for Microbiology 450-459, 972-976.

Liberra, K. and Lindequist, U. (1995). Marine fungi: A prolific resource of biologically active natural products. *Journal of Pharmazie*. 50(9):583-588.

Mathan S, Subramanian V, Nagamony S, Ganapathy K. 2013. Isolation of endophytic fungi from marine algae and its bioactivity. *International Journal of Research in Pharmaceutical Science.* 4(1): 45-49.

Nursid M, Pratitis A, Chasanah E. 2010. Kultivasi kapang MFW-01-08 yang diisolasi dari ascidia *Aplidium longithorax* dan uji aktivitas sitotoksinya terhadap sel kanker payudara T47D. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5(2):103-110.

Pradana GS, Ardyati T, Lukman QA. 2013. Eksplorasi kapang antagonis dan kapang patogen tanaman apel di lahan perkebunan Apel Poncokusumo. *Jurnal Biotropika* 1 (1): 14-18.

Pivkin MV, Kuznetsova TA, Sova VV. 2006. Marine fungi and their metabolites; Dalnauka:Vladivostok. p. 133.

Samuel P, Prince L, Prabakaran P. 2011. Antibacterial activity of marine derived fungi collected from South East Coast of Tamilnadu, India. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research* 1(4): 86-94.

Simanjuntak P, Melliawati R, Soekmanto A, Parwati T, dan Bustanussalam, 2002. Pengembangan Bahan Baku Zat Bioaktif Anti Malaria dari Kapang Endofit Tumbuhan Obat Indonesia. Laporan Teknik Penelitian Puslit Biotek-LIPI.

Srikandace Y, Hapsari Y dan Simanjuntak P. 2007. Seleksi mikroba endofit *Curcuma zedoaria* dalam memproduksi senyawa kimia antimikroba. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*.5(2): 77-84.

Strobel G, Daisy B, Castillo U, Harper J. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. *Journal of Natural Products*. 65:257-268.

Sudantha IM, Abadi AL. 2007. Identifikasi jamur endofit dan mekanisme antagonismenya terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vanillae* pada tanaman vanili. *Jurnal Agroteksos.* 17(1): 23-38.

Srikandace Y, Hapsari Y dan Simanjuntak P. 2007. Seleksi mikroba endofit *Curcuma zedoaria* dalam memproduksi senyawa kimia antimikroba. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*.5(2): 77-84.

Torabinejad M, Walton RE. 2009. *Principles and Practice of Endodontic*. Ed ke-4. Philadelphia (US): Sounders company. 58-63.

Pelczar MJ, Chan ESC. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. Hadioetomo, Penerjemah. Jakarta (ID): UI-Press. Terjemahan dari: *Elements of Microbiology*. 99-156, 447-508.