



[Homepage Journal: https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS](https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS)

Efektivitas Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Mangrove (*Rhizophora Mucronata Poir*) Terhadap Biofilm Bakteri Yang Diisolasi Dari Nasogastric Tube

*The Effectiveness of Secondary Metabolites of Endophytic Fungi from Mangrove Plants (*Rhizophora Mucronata Poir*) Against Bacterial Biofilms Isolated from Nasogastric Tubes*

Adinda Mutmainnah Putri Rumiki^{1*}, Mahdalena Sy. Pakaya², A. Mu'thi Andy Suryadi³, Muhammad Taupik⁴, Multiani S. Latif⁵

¹Mahasiswa program studi S1 Farmasi UNG

^{2,3,4,5}Dosen program studi S1 Farmasi UNG

*Corresponding author: Email: mahdalena@ung.ac.id

ABSTRAK

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 26 Sep, 2025

Revised: 04 Nov, 2025

Accepted: 08 Nov, 2025

Kata Kunci:

Antibiofilm, Fungi Endofit
Tumbuhan Mangrove
(*Rhizophora mucronata poir*),
Nasogastric tube

Keywords:

*Antibiofilm, Endophytic Fungi of
Mangrove Plants (*Rhizophora
mucronata*), Nasogastric Tube*

DOI: [10.56338/jks.v8i12.9142](https://doi.org/10.56338/jks.v8i12.9142)

Biofilm adalah komunitas mikroorganisme dan produk ekstraseluleranya yang melekat pada permukaan, baik biologis maupun nonbiologis. Keberadaan biofilm ini melindungi bakteri dari sistem imun dan pengobatan antibiotik. Pada alat medis seperti Nasogastric tube (NGT), biofilm berpotensi menyebabkan komplikasi klinis, termasuk infeksi saluran pencernaan, resistensi antibiotik, hingga infeksi sistemik. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan mangrove (*Rhizophora mucronata*) terhadap bakteri biofilm yang diisolasi dari NGT. Metode yang digunakan adalah eksperimental, melibatkan uji optimasi pembentukan, uji pencegahan, uji penghambatan, dan uji penghancuran biofilm. Hasil uji optimasi menunjukkan positif pada kedua media, dengan pembentukan biofilm ditandai perubahan warna bening menjadi ungu dari atas tabung sampai pangkal bawah tabung. Pada uji pencegahan biofilm mendapatkan hasil yang baik pada bakteri uji biofilm NGT pasien A dengan nilai intensitas MGV sebesar 123,80, sedangkan uji penghambatan hasil yang baik pada bakteri uji biofilm NGT pasien A dengan nilai MGV sebesar 119,38, sedangkan uji penghancuran hasil yang baik didapatkan pada bakteri uji biofilm pasien A dengan nilai MGV 120,34. Nilai MGV tersebut melebihi skala minimal di bawah 10% MGV tabung kosong. Dengan demikian, Metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan mangrove dapat mencegah, menghambat, dan menghancurkan bakteri biofilm yang diisolasi dari Nasogastric tube pasien A.

ABSTRACT

*Biofilm is a community of microorganisms and their extracellular products that adhere to surfaces, both biological and nonbiological. The presence of biofilm protects bacteria from the immune system and antibiotic treatment. In medical devices such as nasogastric tubes (NGTs), biofilms have the potential to cause clinical complications, including gastrointestinal infections, antibiotic resistance, and systemic infections. This study aims to determine the effectiveness of secondary metabolites from mangrove endophytic fungi (*Rhizophora mucronata*) against biofilm bacteria isolated from NGTs. The methods used were experimental, involving optimization tests, prevention tests, inhibition tests, and biofilm destruction tests. The optimization test results were positive in both media, with biofilm formation indicated by a color change from clear to purple from the top of the tube to the bottom. The biofilm prevention test yielded good results on the NGT biofilm test bacteria from patient A with an MGV intensity value of 123.80, while the inhibition test yielded good results on the NGT biofilm test bacteria from patient A with an MGV value of 119.38. The destruction test yielded good results on the biofilm test bacteria from patient A with an MGV value of 120.34. These MGV values exceeded the minimum scale of less than 10% MGV in empty tubes. Thus, the secondary metabolites of endophytic fungi from mangrove plants can prevent, inhibit, and destroy biofilm bacteria isolated from the nasogastric tube of patient A.*

PENDAHULUAN

Biofilm merupakan komunitas mikroorganisme yang melekat pada permukaan biotik maupun abiotik, dikelilingi oleh matriks eksopolisakarida yang berfungsi sebagai pelindung dan perekat antar sel. Struktur biofilm memberikan ketahanan luar biasa terhadap stres lingkungan, mekanisme imun tubuh, serta terapi antibiotik konvensional. Dalam konteks medis, pembentukan biofilm pada perangkat invasif seperti *Nasogastric Tube* (NGT) menjadi masalah serius karena dapat memicu infeksi kronis dan meningkatkan resistensi antibiotik pada pasien rumah sakit (Homonta, 2016).

Infeksi biofilm pada alat medis dikenal sebagai bentuk infeksi klinis pertama yang melibatkan mikroorganisme seperti *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa*, yang mampu beradaptasi dengan baik dalam lingkungan polimerik alat medis (Nila, 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa isolat bakteri dari NGT (dengan kode BB1, BB2, dan BB3) memiliki kemampuan membentuk biofilm dengan tingkat ketebalan yang dipengaruhi oleh lama pemasangan alat (Fitriana, 2017). Kondisi ini memperkuat urgensi pencarian alternatif terapi baru yang dapat menekan pembentukan biofilm sekaligus mengurangi resistensi antibiotik.

Resistensi antibiotik telah menjadi tantangan global, terutama karena meningkatnya kasus *multi-drug resistant bacteria* yang membuat terapi konvensional semakin tidak efektif. Dalam konteks ini, senyawa alami yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit menjadi perhatian penting dalam penelitian farmasi modern. Salah satu sumber potensial ialah fungi endofit pada tumbuhan mangrove, yang diketahui mampu menghasilkan berbagai metabolit sekunder dengan aktivitas antibakteri, antijamur, antikanker, dan antibiofilm (Tolulu, 2024).

Fungi endofit merupakan mikroorganisme yang hidup secara simbiotik dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan efek patogenik terhadap inangnya. Mereka mampu mensintesis metabolit sekunder bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan fenolik, yang memiliki struktur unik dan sering kali berbeda dari senyawa yang dihasilkan oleh tanaman inangnya

sendiri (Kirmusaoglu, 2019). Jamur endofit mangrove menghasilkan senyawa baru dengan aktivitas antibakteri kuat terhadap *P. Aeruginosa* (Palanichamy *et al.*, 2018). Dari hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa isolat jamur batang mangrove memiliki zona hambat paling besar terhadap bakteri patogen dibandingkan isolat akar (Abdullah, 2024).

Keunikan ekosistem mangrove yang kaya akan tekanan salinitas tinggi menjadikan organisme di dalamnya, termasuk fungi endofit, mampu memproduksi senyawa metabolit yang lebih kompleks dan tahan terhadap kondisi ekstrem. Senyawa-senyawa ini berpotensi besar sebagai bahan dasar pengembangan agen antibiofilm alami yang ramah lingkungan. Hasil penelitian terdahulu menyatakan bahkan mengidentifikasi isolat fungi endofit sebagai penghasil senyawa antibiofilm dengan aktivitas hambatan sedang terhadap *P. aeruginosa* resisten antibiotic (Rahmadi, 2022).

Melihat potensi tersebut, penelitian terhadap metabolit sekunder fungi endofit dari tumbuhan mangrove, khususnya *Rhizophora mucronata Poir*, menjadi langkah strategis dalam menemukan alternatif pengobatan biofilm yang lebih efektif dan berkelanjutan. *R. mucronata* dikenal sebagai salah satu spesies mangrove dominan di kawasan pesisir Indonesia yang memiliki kandungan senyawa aktif tinggi, seperti saponin, flavonoid, dan tanin, yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri pathogen.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bahan Alam Universitas Negeri Gorontalo pada tahun 2025. Sampel fungi endofit diisolasi dari batang tumbuhan mangrove (*Rhizophora mucronata*) menggunakan metode *direct plating* pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Biofilm bakteri diisolasi dari alat medis *Nasogastric Tube* (NGT). Uji pembentukan biofilm dilakukan menggunakan metode *microtube-test*, sedangkan uji aktivitas antibiofilm mencakup: uji pencegahan perlekatan, uji penghambatan pertumbuhan, dan uji penghancuran biofilm. Intensitas biofilm dianalisis secara kuantitatif dengan perangkat lunak *Adobe Photoshop CS5* untuk memperoleh nilai *Mean Grey Value*.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Autoklaf (Hirayama, Japan), Bunsen, Batang Pengaduk, Cawan Petri, Cawan Porselen, Dispo (Onemed, Indonesia), Erlenmeyer, Gelas Ukur, Gelas Kimia, Hot Plate, Inkubator Shaker (Climacell, Amerika), Jarum Ose, Laminar air flow (clean bench, Korea), Neraca Analitik (Otsuka, Japan), Pingset, Penangas, Rak Tabung Reaksi, Sentrifugator (Thermo scientific, Amerika Serikat), Tabung Reaksi.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Alkohol 70%, *Aluminium foil*, Aquades, Aqua Pro Injeksi (Otsuka, Jepang), Isolat Bakteri Biofilm NGT, Kertas label, Kapas, Kertas saring, Kristal Violet, Mc farland, NaCl 0,9, *Nutrient Agar* (Himedia, India), *Potato Dextrosa Agar* (Himedia, India), *Potato Dextrosa Broth* (Himedia, India), Spritus, Tisu.

Pengambilan Sampel

Sampel tumbuhan Mangrove (*Rhizophora mucronata*) diambil di Kelurahan Patoameme, Desa Botumoito, Kabupaten Boalemo, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastic dan disimpan di dalam cool box. Selanjutnya sampel tanaman Mangrove (*Rhizophora*

mucronata) dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Farmasi Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo untuk dilakukan penelitian selanjutnya.

Preparasi Sampel

Bagian tumbuhan Mangrove yang akan digunakan yaitu daun, batang, akar dalam kondisi segar. Sampel dibersihkan menggunakan air mengalir dan dipotong 1-2 cm, lalu dipisahkan sesuai bagian tanaman. Potongan sampel direndam dengan Natrium hipoklorit selama 2 menit dan alcohol 70% selama 2 menit, lalu dibilas dengan aqua pro injeksi sebanyak 3 kali, sampel kemudian dikeringkan menggunakan tisu steril (Prihanto, 2019).

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini melewati proses sterilisasi terlebih dahulu, alat-alat yang akan digunakan seperti tabung reaksi dan cawan petri disterilkan secara panas kering dalam oven dengan suhu 160°-180°C selama 1 jam, jarum ose dan pinset yang akan digunakan disterilkan dengan cara pemijaran langsung pada api, dan media yang akan digunakan disterilkan menggunakan autoklaf dengan tekanan suhu 121°C dan tekanan 15 lbs atau 1 atm selama 15 menit (Pakaya, 2022).

Pembuatan Media

Proses pembuatan media NA, PDA, PDB, BHIB dimulai dengan menimbang media yang akan digunakan sesuai dengan petunjuk preparasi, kemudian melarutkannya dalam aquades dan mengaduknya hingga merata. Setelah media menjadi homogen, tutup erlenmeyer dengan kapas dan *alumunium foil*, lalu sterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm (Prihanto, 2019).

Isolasi Fungi Endofit Tanaman Mangrove (*Rhizophora mucronata*)

Isolasi jamur dimulai dengan meletakan sampel yang sudah disterilkan pada media PDA yang telah memadat kemudian diinkubasi dengan suhu 25°-28°C selama 72-120 jam (Prihanto, 2019).

Pemurnian Fungi Endofit

Isolat jamur yang tumbuh pada media PDA akan dipindahkan pada media baru menggunakan metode goresan sinambung. Isolasi jamur dilakukan hingga mendapatkan isolat tunggal dari jamur, setelah dilakukan pemindahan di media baru jamur diinkubasi selama 72-120 jam. Isolat murni akan ditumbuhkan pada 2 media miring, kultur disimpan pada suhu 4°C sebagai kultur stok dan kultur kerja disimpan pada suhu 37°C (Pakaya, 2022).

Pembuatan Cell Free Supernatan Fungi Endofit

Isolat jamur endofit diinokulasi pada media PDB, selanjutnya isolat yang telah diinokulasi disimpan pada incubator shaker dengan suhu 37°C dengan kecepatan 240 rpm selama 72 jam (Pakaya, 2022).

Pengambilan Cell Free Supernatant Fungi Endofit

Suspensi dari fungi endofit dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 60 menit untuk memisahkan media PDB yang mengandung metabolit sekunder dengan partikel-partikel lain (Pakaya, 2022).

Peremajaan Isolat Bakteri Biofilm NGT

Fungi yang akan di gunakan adalah fungi endofit dari tanaman mangrove dan bakteri uji yang akan digunakan adalah bakteri biofilm yang diisolasi dari NGT. Bakteri dan jamur ini diremajakan terlebih dahulu dengan cara diinokulasi pada media NA untuk bakteri dan PDA untuk jamur agar miring sebanyak 1 ose kemudian di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk bakteri dan 72 jam untuk jamur. Proses peremajaan bakteri dilakukan secara aseptis dekat denga api Bunsen [11].

Pembuatan Isolat Bakteri Biofilm NGT

Bakteri yang akan digunakan dibuat suspensi dengan menambahkan 5 mL larutan NaCl 0,9% ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 5 ose kultur bakteri hingga terbentuk kekeruhan yang disesuaikan dengan standar kekeruhan Mc. Farland 0,5. Untuk membuat standar Mc. Farland 0,5, dicampurkan 0,04 mL larutan BaCl₂ dengan 9,95 mL larutan H₂SO₄, lalu dihomogenkan (Rosmania, 2020).

Uji Optimasi Pembentukan Biofilm

Uji deteksi biofilm dilakukan menggunakan metode *Micro tube-test* untuk menilai tingkat pembentukan biofilm oleh bakteri uji. Sebanyak 0,2 mL suspensi bakteri biofilm yang diisolasi dari NGT diinokulasikan ke dalam tabung *microtube* berbahan *polipropilena* steril. Selanjutnya, ditambahkan 0,8 mL media berupa *Luria Bertani Broth* (LBB) dengan 1% sukrosa, *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB) dengan 1% sukrosa ke dalam tersebut. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 48 jam. Setelah inkubasi, isi tabung dibuang dan dicuci tiga kali, lalu dikeringkan pada suhu ruang selama 15 menit. Proses pewarnaan biofilm dilakukan dengan menambahkan 1 mL *crystal violet* (CV) 1% ke dalam tabung dan didiamkan selama 20 menit. Setelah itu, larutan CV dibuang, tabung dibilas kembali dengan aquades steril sebanyak tiga kali, kemudian dikeringkan dan diinkubasi kembali selama 15 menit pada suhu ruang (Ruchi *et al.*, 2018).

Uji Pencegahan Penempelan Biofilm

Uji pencegahan perlekatan biofilm dilakukan dengan memasukan suspense metabolit sekunder (*supernatant*) ke dalam tabung mikro-tube. Sebanyak 1 mL suspensi tersebut dimasukkan ke dalam tabung mikro-tube dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 60 menit. Setelah itu, isi tabung dibuang. Selanjutnya sebanyak 0,2 mL suspensi bakteri biofilm NGT ditambahkan ke dalam tabung. Kemudian, 0,8 mL media *Brain Heart Infusion Broth* dengan sukrosa 1% dan *Brain Heart Infusion Broth* dimasukkan ke dalam tabung tersebut. Tabung diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah inkubasi, isi tabung dibuang dan dicuci dengan aquadest steril sebanyak tiga kali untuk menghilangkan sel planktonik, lalu dikeringkan

pada suhu ruang. Setelah dikeringkan, kemudian dilakukan uji pewarnaan untuk mengetahui ada tidaknya biofilm

Uji pewarnaan dilakukan dengan menggunakan 1% crystal violet (CV) sebanyak 1 mL yang dimasukkan ke dalam mikro-tube untuk mewarnai biofilm yang terbentuk, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 15 menit. Setelah itu, larutan pembuangan dan tabung dibilas dengan aquadest steril untuk menghilangkan sel-sel yang tidak menempel pada tabung mikro, lalu dikeringkan pada suhu ruang. Kontrol yang digunakan adalah tabung kosong, yang dibandingkan dengan pengukuran *Mean Gray Value*. Sebagai kontrol pembanding, digunakan dettol. *Microtube* diamati menggunakan metode *Mean Gray Value* untuk menentukan intensitas warna pada area cincin dan dinding tabung pada masing-masing kelompok (Ruchi *et al.*, 2018).

Uji Penghambatan Pembentukan Biofilm

Uji penghambatan pembentukan biofilm dilakukan memasukan suspensi metabolit sekunder (*supernatant*) sebanyak 0,4 mL ke dalam tabung micro-tube yang terbuat dari polipropilena. Selanjutnya ditambahkan masing-masing 0,4 mL media *Brain Heart Infusion Broth* dengan sukrosa 1% dan media *Brain Heart Infusion Broth*, serta 0,2 mL suspensi bakteri biofilm NGT ke dalam tabung. Micro-tube kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah itu, isi tabung dibuang dan tabung dibilas dengan aquadest steril sebanyak tiga kali sebelum dikeringkan pada suhu ruang. Setelah dikeringkan, kemudian dilakukan uji pewarnaan (Ruchi *et al.*, 2018).

Uji Penghancuran atau Degradasi Biofilm

Uji penghancuran atau degradasi biofilm dilakukan dengan menambahkan masing-masing 200 μ L suspensi bakteri biofilm NGT ke dalam tabung mikro yang terbuat dari polipropilen sebagai kelompok uji. Sebagai kontrol, media diisi dengan 0,8 mL campuran media *Brain Heart Infusion Broth* dengan sukrosa 1% dan media *Brain Heart Infusion Broth*. *Micro-tube* kemudian diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Setelah biofilm terbentuk, isi tabung dibuang dan bilas dengan aquadest steril sebanyak tiga kali untuk mengeluarkan suspensi bakteri yang tidak membentuk biofilm, lalu dikeringkan pada suhu ruang (Ruchi *et al.*, 2018).

Pengukuran *Mean Grey Value*

Biofilm yang terbentuk di dalam tabung kemudian didokumentasikan menggunakan kamera digital. Untuk mengukur intensitas warna pada bagian cincin dan dinding tabung dari masing-masing kelompok, digunakan aplikasi *Adobe Photoshop CS 5*. Nilai intensitas warna dinyatakan dalam bentuk *Mean Gray Value* pada skala 0–255. Nilai *Mean Gray Value* yang lebih rendah menunjukkan warna biofilm yang lebih pekat, sedangkan nilai yang lebih tinggi menandakan warna yang lebih terang atau tipis. Prosedur analisis dimulai dengan membuka *Adobe Photoshop CS 5*, memilih menu File, lalu memasukkan hasil foto. Selanjutnya, pilih tab *Window* dan aktifkan *Measurement Log*. Gunakan *Rectangular Marquee Tool* untuk menandai area yang akan dianalisis, kemudian klik Record Measurements untuk memperoleh nilai *Mean*

Gray Value, yang merepresentasikan rata-rata intensitas warna biofilm pada tabung (Agrijanti *et al.*, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi Tanaman

Tanaman yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah mangrove yang telah diidentifikasi hingga tingkat spesies. Proses identifikasi ini dilakukan di Laboratorium Bahan Alam, Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo.. Berdasarkan hasil determinasi yang dilakukan didapatkan kebenaran bahwa tanaman yang digunakan pada penelitian ini benar tanaman mangrove *Rhizophora mucronata*.

Isolasi Fungi Endofit

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan isolate fungi endofit dapat dilihat di table 1 hasil karakterisasi secara makroskopis terdapat isolat fungi endofit tumbuhan mangrove (*Rhizophora mucronata*). Dimana isolat jamur batang memiliki warna putih gading, bentuk sel oval sampai bulat, dan memiliki bentuk hifa pseudohifa (rantai sel oval memanjang).

Tabel 1. Hasil Isolasi Fungi Endofit Tumbuhan Mangrove (*Rhizophora mucronata*)

Sampel	Warna Permukaan	Warna Sebaliknya	Tekstur Koloni	Bentuk Koloni
Tumbuhan Mangrove (<i>Rhizophora mucronata</i>)	Putih Kuningan	Putih Kuningan	Lembut dan sedikit basah	Bulat dan agak tebal

Dari Tabel 1, dapat dilihat hasil fungi endofit yang didapatkan pada tumbuhan mangrove bagian batang memiliki beberapa karakteristik. Proses isolasi mikroba ini dilakukan dengan metode tanam langsung (*direct plating*) menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) sebagai media pertumbuhan jamur endofit. *Direct plating* atau metode tanam langsung merupakan salah satu teknik isolasi dengan cara menempatkan sampel secara langsung pada medium agar padat sesuai dengan jenis mikroorganisme yang akan ditumbuhkan (Yati, 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungi endofit tumbuhan mangrove tumbuh disekitar sampel tanaman. Koloni mikroba endofit berkembang di area sekitar jaringan tanaman yang telah ditempatkan pada medium kultur (Awaludin, 2018). Dari hasil pengamatan makroskopik memperlihatkan bahwa pada medium PDA, koloni fungi teridentifikasi hanya tumbuh di sekitar bagian batang tanaman.

Uji Optimasi Pembentukan Biofilm Dengan Metode Micro Tube Test

Sebelum dilakukan uji aktivitas pencegahan, penghambatan, dan penghancuran biofilm dari metabolit sekunder fungi endofit tanaman mangrove, terlebih dahulu dilakukan uji pembentukan biofilm pada kultur cair suspensi bakteri yang diisolasi dari NGT menggunakan metode *micro tube-test*. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa bakteri uji dapat

menghasilkan biofilm optimal pada waktu inkubasi tertentu. Hasil optimasi waktu pembentukan biofilm kedua bakteri tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Optimasi Pembentukan Biofilm Isolat Bakteri NGT

Bakteri	Media	Waktu Inkubasi		Natrium Hipoklorit	Kontrol Media + Suspense Bakteri
		24	48		
Isolat Bakteri NGT pasien A	Luria Bertani broth	-	-		
	LBB + Sukrosa 1%	-	-		
	Brain Heart Infusion broth	-	+		
	BHIB + Sukrosa 1%	-	+		
Isolat Bakteri NGT pasien A	Luria Bertani broth	-	-	-	+
	LBB + Sukrosa 1%	-	-		
	Brain Heart Infusion broth	-	+		
	BHIB + Sukrosa 1%	-	+		

Ket :

- (+) : Positif membentuk biofilm
- (-) : Negatif membentuk biofilm

Berdasarkan tabel 2, hasil yang didapatkan bahwa optimasi pembentukan biofilm dengan metode *micro tube-test* menunjukkan positif bakteri uji isolat biofilm *Nasogastric tube* dengan media pertumbuhan *brain heart infusion broth* dan media *brain heart infusion broth* 1% sukrosa aktif membentuk biofilm dengan menandakan adanya warna ungu pekat yang melekat dalam tabung yang berbahan *polypropylene*, maka bakteri uji tersebut tergolong sebagai biofilm producer atau positif menghasilkan biofilm. Penambahan sukrosa pada media cair mampu meningkatkan kemampuan bakteri dalam membentuk biofilm, dengan konsentrasi yang dapat digunakan berkisar antara 0,25% hingga 4% (Mohsenipour *et al.*, 2015). Waktu inkubasi 48 jam menjamin bahwa biofilm telah terbentuk secara optimal, matang, dan memiliki matriks pelindung yang lengkap terutama EPS yang menjadi target utama dari agen antibiofilm, sebelum proses degradasi atau pelepasan dimulai (Claudius, 2022).

Uji Antibiofilm

Uji Pencegahan Biofilm

Pengujian pencegahan perlekatan biofilm dilakukan untuk menunjukkan efektivitas metabolit sekunder fungi endofit mangrove (*Rhizophora mucronata*) dalam mencegah pembentukan bakteri biofilm selama fase pertumbuhan. Hasil dari pencegahan perlekatan biofilm tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji Pencegahan Perlekatan Biofilm

Bakteri	Media	Replikasi			Mean ± SD
		I	II	III	
Isolat Bakteri	Brain Heart Infusion broth	115,11	116,09	111,49	114,23 ± 2,42
NGT pasien A	BHIB + Sukrosa 1%	126,48	121,60	123,31	123,80 ± 2,47
Isolat Bakteri	Brain Heart Infusion broth	125,21	123,65	109,73	119,53 ± 8,52
NGT pasien B	BHIB + Sukrosa 1%	126,53	123,36	121,28	123,72 ± 2,24
Mean Gray Value Tabung Kosong					128,06

Berdasarkan tabel diatas, bahwa didapatkan hasil uji pencegahan biofilm yang sangat baik dengan bakteri uji biofilm NGT pasien A pada media *Brain Heart Infusion broth* + Sukrosa 1% dengan nilai intensitas *Mean Grey Value* sebesar 123,80. Semakin kecil nilai *Mean Gray Value* mencerminkan biofilm yang terbentuk masih tebal. Sebaliknya, nilai *Mean Gray Value* yang tertinggi berarti biofilm sudah menipis. *Mean gray value* tersebut telah melebihi skala minimal dibawah 10% *Mean Gray Value* tabung kosong sebesar 115,25 (10% dari 128,06). Semakin tinggi nilai *Mean Gray Value* menunjukkan semakin tipisnya intensitas warna yang menandakan semakin tipisnya cincin yang terbentuk (Keerthiga, 2015). Maka dinyatakan hasil pencegahan perlekatan biofilm yang sangat baik terdapat pada bakteri uji biofilm NGT pasien A dengan media pertumbuhan *Brain Heart Infusion broth.* + Sukrosa 1%. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan mangrove dapat mencegah biofilm yang diisolasi dari NGT. Tanaman mangrove *R. mucronata* memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder pada bagian akar, batang, dan daun yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri (Mairing, 2022). isolat jamur endofit tergolong ke dalam antibakteri spektrum luas berdasarkan kemampuannya dalam menghambat baik gram positif maupun gram negatif (Robika, 2022).

Uji Penghambatan Pertumbuhan Biofilm

Pengujian penghambatan pertumbuhan biofilm dilakukan untuk menunjukkan efektivitas metabolit sekunder fungi endofit mangrove (*Rhizophora mucronata*) dalam menghambat pertumbuhan biofilm. Hasil dari penghambatan pertumbuhan biofilm tersebut disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil Uji Penghambatan Pertumbuhan Biofilm

Bakteri	Media	Replikasi			Mean ± SD
		I	II	III	
Isolat Bakteri	Brain Heart Infusion broth	119,40	115,29	110,93	115,21 ± 4,23
NGT pasien A	BHIB + Sukrosa 1%	121,74	120,91	115,48	119,38 ± 3,40
Isolat Bakteri	Brain Heart Infusion broth	117,30	117,87	110,40	115,19 ± 4,15
NGT pasien B	BHIB + Sukrosa 1%	119,55	114,97	111,72	117,26 ± 3,93
Mean Gray Value Tabung Kosong					122,83

Berdasarkan tabel diatas, bahwa didapatkan hasil uji pencegahan biofilm yang sangat baik dengan bakteri uji biofilm NGT pasien A pada media *Brain Heart Infusion broth + Sukrosa 1%* dengan nilai intensitas *Mean Grey Value* sebesar 119,38. Semakin kecil nilai *Mean Gray Value* mencerminkan biofilm yang terbentuk masih tebal. Sebaliknya, nilai *Mean Gray Value* yang tertinggi berarti biofilm sudah menipis. *Mean gray value* tersebut telah melebihi skala minimal dibawah 10% *Mean Gray Value* tabung kosong yaitu, 110,54 (10% dari 122,83). Maka dinyatakan hasil pencegahan perlekatan biofilm yang sangat baik terdapat pada bakteri uji biofilm NGT pasien A dengan media pertumbuhan *Brain Heart Infusion broth + Sukrosa 1%*. *Rhizophora mucronata* mengandung senyawa golongan fenol, tanin, flavonoid, saponin, glukosida, terpenoid, dan alkaloid yang tinggi sehingga memiliki aktivitas antibakteri (Dwi, 2022). Isolat-isolat jamur endofit memiliki beragam senyawa yang memiliki daya antibakteri yang poten dengan bakteri spektrum luas (Wulandari, 2022).

Uji Penghancuran Atau Degradasi Biofilm

Pengujian penghancuran atau degradasi biofilm dilakukan untuk menunjukkan efektivitas metabolit sekunder fungi endofit mangrove (*Rhizophora mucronata*) dalam menghancurkan atau mendegradasi biofilm. Hasil dari penghambatan pertumbuhan biofilm tersebut disajikan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil Uji Penghancuran atau Degradasi Biofilm

Bakteri	Media	Replikasi			Mean ± SD
		I	II	III	
Isolat Bakteri NGT pasien A	Brain Heart Infusion broth	120,98	122,77	116,68	120,14 ± 3,13
	BHIB + Sukrosa 1%	117,43	121,01	122,57	120,34 ± 2,53
Isolat Bakteri NGT pasien B	Brain Heart Infusion broth	117,68	121,15	116,13	118,32 ± 2,57
	BHIB + Sukrosa 1%	121,57	120,98	114,79	119,11 ± 3,75
Mean Gray Value Tabung Kosong				126,59	

Berdasarkan tabel diatas, bahwa didapatkan hasil uji pencegahan biofilm yang sangat baik dengan bakteri uji biofilm NGT pasien A pada media *Brain Heart Infusion broth + Sukrosa 1%* dengan nilai intensitas *Mean Grey Value* sebesar 120,34. Semakin kecil nilai *Mean Gray Value* mencerminkan biofilm yang terbentuk masih tebal. Sebaliknya, nilai *Mean Gray Value* yang tertinggi berarti biofilm sudah menipis. *Mean gray value* tersebut telah melebihi skala minimal dibawah 10% *Mean Gray Value* tabung kosong sebesar 113,93 (10% dari 126,59). Maka dinyatakan hasil pencegahan perlekatan biofilm yang sangat baik terdapat pada bakteri uji biofilm NGT pasien A dengan media pertumbuhan *Brain Heart Infusion broth + Sukrosa 1%*. Tanaman mangrove memiliki berbagai macam senyawa seperti Alkaloid, fenol dan terpenoid yang mempunyai aktivitas antibakteri tertinggi yang dihasilkan oleh mangrove. Senyawa fenol dan alkaloid memiliki kemampuan untuk merusak integritas matriks ekstraseluler (EPS) yang berfungsi sebagai perekat dan pelindung biofilm (Melati, 2023). Fenol merupakan senyawa yang dapat menghancurkan matriks yang terdiri dari polisakarida, protein, dan DNA. Kerusakan pada matriks biofilm menyebabkan bakteri berdispersi, Sel-sel yang

terdispersi ini menjadi jauh lebih rentan dan mudah dihancurkan oleh antibiotic (Fajae *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Metabolit sekunder dari fungi endofit tumbuhan mangrove (*Rhizophora mucronata Poir*) memiliki aktivitas antibiofilm yang signifikan terhadap bakteri yang diisolasi dari alat medis NGT. Nilai *Mean Grey Value* menunjukkan peningkatan yang konsisten pada uji pencegahan, penghambatan, dan penghancuran biofilm, menandakan penurunan ketebalan matriks biofilm. Hasil ini mendukung potensi fungi endofit mangrove sebagai sumber agen antibiofilm alami yang dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif terapi infeksi akibat biofilm pada perangkat medis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2024). Aktivitas Antibakteri Isolat Jamur Batang Mangrove terhadap *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Biologi Laut*, 5(1), 33–41.
- Agrijanti, Siti Karyani, Nurul Inayati, Lale Budi Khusuma Dewi. (2023). Pengaruh Lama Inkubasi Terhadap Produksi Biofilm Secara In Vitro oleh *Staphylococcus aureus* yang Diisolasi dari Pasien Infeksi Saluran Kencing yang Menjalani Perawatan RSUD Provinsi NTB. *Journal of Indonesia Laboratory Technology of Student*. Vol.2, No.2
- Awaludin Prihanto, A., Dwi Laksono Timur, H., Abdul Jaziri, A., Nurdiani, R., & Pradarameswari, K. A. (2018). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove Sonneratia Alba Penghasil Enzim Gelatinase Dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indonesia Journal of Halal*, 1(1), 31.
- Claudius Hendraman B. Tobi, Opstaria Saptarini dan Ismi Rahmawati. (2022). Aktivitas Antibiofilm Ekstrak dan Fraksi-Fraksi Biji Pinang (*Areca catechu L.*) Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 01, 56-70
- Dwi Bagus Pambudi, Haryanto. (2022). Efektivitas Farmakologi Senyawa Aktif Tumbuhan Mangrove Yang Hidup Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Kesehatan* Vol. 15 No. 1
- Fajar Prasetya, Mentarry Bafadal, Raisa Fadilla, Nurul M. Mus. (2024). Traditional Uses, Pharmacological Activities, and Bioactive Compounds of Mangroves Growing in Balikpapan Bay. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*.
- Fitriana, L. (2017). Potensi Senyawa Metabolit Sekunder *Rhizophora mucronata*.
- Homenta, M. (2016). Biofilm dan Resistensi Bakteri terhadap Antibiotik.
- Keerthiga M. and Anand S. P. (2015). Anti-infective and anti-biofilm activity of *Geodorum densiflorum* (Lam.) Schltr. against Methicillin resistant and sensitive *Staphylococcus aureus*. *Advance in Applied Science Research*, 6(5):43-46
- Kirmusaoğlu, S. (2019). Mechanisms of Biofilm Degradation.
- Mairing Putri Priskila and Ni Putu Ariantari. (2022). Metabolit Sekunder dan Aktivitas Farmakologi Tanaman Mangrove (*Sonneratia alba*). *Jurnal Farmasi Udayana*. Vol. 11, No. 1

- Melati, F. (2023). Identifikasi Senyawa Bioaktif pada Tumbuhan Mangrove *Rhizophora mucronata* dan Aktivitas Antimikrobanya. *Jurnal Farmasi Alam Indonesia*, 11(2), 120–128.
- Mohsenipour, Zeinab & Mehdi, H., S., (2015). The Effects of Allium sativum Extracts on Biofilm Formation and Activities of Six Pathogenic Bacteria. *Jundishapur Journal Microbiology*. 8(8): 1-7
- Nila, S. (2024). Aktivitas Antibakteri dan Antibiofilm Fungi Endofit Mangrove.
- Pakaya, M. S., Akuba, J., Papeo, D. R. P., Makkulawu, A., & Puspitadewi, A. A. (2022). Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari akar pare (*Momordica charantia* L). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(1), 301–309.
- Palanichamy, P., Krishnamoorthy, G., Kannan, S., & Marudhamuthu, M. (2018). Bioactive potential of secondary metabolites derived from medicinal plant endophytes. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(4), 303–312.
- Prihanto, A. A., Ardiansyah, R. F., & Pradarameswari, K. A. (2019). Identifikasi Molekuler Bakteri Endofit Penghasil L-asparaginase yang Diisolasi dari Mangrove Buta-Buta (*Excoecaria agallocha*). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 14(1), 29.
- Rahmadi, A. (2022). Potensi Fungi Endofit Mangrove sebagai Penghasil Senyawa Antibiofilm terhadap Bakteri Resisten. *Jurnal Mikrobiologi Tropika*, 7(4), 152–161
- Robika, Rahmad Lingga, Budi Afriansyah. (2022). Identifikasi Bakteri Pembentuk Biofilm Dari Perairan Pulau Nangka, Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*. Vol 8 (1): 179-191
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76.
- Ruchi Tripathi, Rashmi Tiwari and K. Vishunavat. (2018). Evaluation of Different Growth Media for *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis* and Formation of Biofilm like Structures. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN: 2319-7706 Volume 7 Number 05*
- Tolulu, N. (2024). Uji Aktivitas Antibiofilm Isolat NGT Menggunakan Metode Microtube-Test.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(2), 16.
- Yati, J. S., Sumpono, & Candra, N. I. (2018). Potensi Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder Dari Bakteri Endofit Pada Daun *Moringa oleifera* L. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(1), 82–87.