

Research Article

Uji Aktivitas Antibakteri Actinomycetes yang Diisolasi dari Sedimen Mangrove Dusun Ketapang Sekotong Barat

Chalida Alfany¹, Faturrahman¹, Bambang Fajar Suryadi¹

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat

*Correspondence: Chalida Alfany; chalidaalfany2406@gmail.com.

Citation: Alfany, C., Faturrahman, Suryadi, B. F. (2024) Uji Aktivitas Antibakteri Actinomycetes Yang Diisolasi Dari sedimen Mangrove Dusun Ketapang Sekotong Barat, SJBIOS, 3(2):23-32

Received: September 11, 2024

Accepted: October 20, 2024

Published: November 30, 2024



Copyright: © 2024 Alfany, C., et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited

Abstrak: Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan mikroorganisme seperti virus, jamur, protozoa dan bakteri yang terus berkembang. Pengendalian penyakit infeksi umumnya menggunakan antibiotik sehingga perlu ditemukannya antibiotik baru. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanah. Mikroorganisme yang memiliki senyawa ini yaitu Actinomycetes. Senyawa metabolit sekunder dapat ditemukan pada tanaman mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi dan mengidentifikasi serta menguji aktivitas antibakteri pada sedimen mangrove di Dusun Ketapang Sekotong Barat. Metode isolasi dilakukan untuk menumbuhkan Actinomycetes pada media SCA (*Starch Casein Agar*) dan uji antibakteri dilakukan dengan agar blok, uji biokimia dan reduksi gula dilakukan untuk mengetahui karakter dari Actinomycetes. Hasil pengujian didapatkan sebanyak 10 isolat Actinomycetes. Karakter isolat yang didapatkan yaitu gram positif, berbentuk batang dan filamen, berwarna *cream*, kekuningan, dan coklat. Empat isolat mampu menghambat pertumbuhan bakteri yang dilihat dari terbentuknya zona bening.

Keywords: Actinomycetes, Antibakteri, Mangrove, Zona hambat

PENDAHULUAN

Mangrove adalah hutan lahan basah yang berada disekitar pesisir yang umumnya ditemukan di pesisir pantai, muara sungai, laguna, dan rawa. Mangrove merupakan tipe vegetasi yang terdapat di daerah pantai dan selalu digenangi air laut dengan kondisi tanah berlumpur, berpasir, ataupun lumpur berpasir [1] Salah satu komponen penyusun ekosistem mangrove yaitu mikroorganisme. Mangrove menyediakan berbagai nutrisi bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang. Mikroorganisme yang hidup pada mangrove memiliki peranan penting karena dapat membantu daur ulang karena memiliki komponen utama dari ekosistem mangrove sehingga membuat ekosistem mangrove menjadi produktif. Salah satu mikroorganisme penyusun ekosistem mangrove salah satunya adalah Actinomycetes [2].

Actinomycetes adalah bakteri gram positif aerob, berbentuk basil atau filament, hidup di tanah, dan salah satu habitatnya dapat ditemukan pada ekosistem mangrove [3]. Actinomycetes memiliki karakter fisiologi, biokimia, dan struktur seluler yang spesifik sehingga dapat beradaptasi terhadap cekaman lingkungan (tekanan, salinitas dan suhu) yang terdapat di ekosistem mangrove. Actinomycetes memiliki karakteristik menyerupai fungi karena memiliki hifa tetapi tidak memiliki sekat, Actinomycetes ini termasuk kedalam golongan mikroba

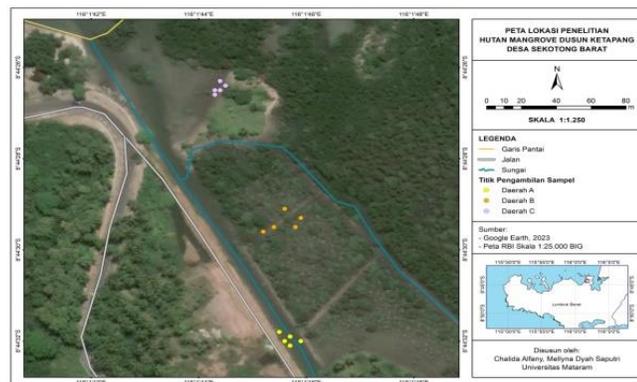
karena bersifat prokariot dan memiliki kandungan peptidoglikan pada dinding selnya [4]

Actinomycetes mampu hidup di ekosistem mangrove karena mangrove memiliki ketersediaan sumber organik yang menunjang pertumbuhan Actinomycetes. Ketersediaan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor memiliki peran penting pertumbuhan Actinomycetes. Nutrient ini berasal dari bahan organik yang terdekomposisi dari ekosistem mangrove. Kawasan mangrove yang kaya bahan organik memiliki jenis sedimen yang beragam dengan potensi yang tinggi untuk memproduksi senyawa bioaktif [5]. Senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh Actinomycetes antara lain senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, saponin dan tanin. Senyawa-senyawa tersebut dapat digunakan sebagai antibiotik. Antibiotik merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain [6]. Namun banyak mikroba yang mengalami resistensi terhadap antibiotik. Banyaknya kejadian resistensi ini mendorong dilakukannya eksplorasi antibiotik baru sebagai upaya mengatasi masalah resistensi ini. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada Actinomycetes [7]

Ekosistem mangrove memiliki berbagai jenis mangrove yang berpotensi sebagai habitat dari Actinomycetes. Kawasan mangrove memiliki kondisi lingkungan yang beragam dan menarik untuk dikaji. Keberadaan aktivitas Actinomycetes di Lombok Barat khususnya di Dusun Ketapang Sekotong Barat belum pernah dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengkarakterisasi dan mengidentifikasi serta menguji aktivitas antibakteri pada sedimen mangrove di Dusun Ketapang Sekotong Barat.

METODE

Pengambilan sampel dilakukan di hutan mangrove Dusun Ketapang Sekotong Barat.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian di hutan Mangrove Dusun Ketapang Sekotong Barat

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil 3 titik, titik pertama di mangrove A (*Avicennia marina*), titik kedua di mangrove B (*Rhizophora mucronata*), dan titik ketiga di mangrove C (*Sonneratia alba*). Pada titik pertama digali sedimen dengan kedalaman 10 cm. Sedimen diambil sebanyak 10 gr, kemudian dilakukan 5 kali pengulangan. Jarak antar titik dalam 5 kali pengulangan yaitu 4 meter. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam cup sampel yang telah disemprotkan alkohol. Pada saat menuju titik kedua dan ketiga, sekop



disempotkan alkohol. Dilakukan prosedur yang sama sehingga didapatkan sebanyak 15 sampel

Pembuatan Media

Pembuatan media SCA (*Starch Casein Agar*) dengan melarutkan starch 10 gr, KNO₃ 2 gr, K₂HPO₄ 2 gr, MgSO₄ 0,05 gr, CaCO₃ 0,02 gr, FeSO₄ 0,01 gr, NaCl 2 gr, agar base 18 gr, casein 0,03 gr, dan ditambah antibiotik asam nalidixat dan antijamur nistatin ke dalam 1000 mL aquades dan dipanaskan hingga larut. Medium disterilisasi dengan autoklaf dengan suhu 121°C selama 30 menit. Diamkan hingga hangat-hangat kuku kemudian dituang pada cawan petri [8]

Pembuatan media NA (*Nutrient Agar*) dengan menimbang media NA 28 gr kemudian dilarutkan ke dalam 1000 mL aquades dan dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga homogen, kemudian disterilisasi ke dalam autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121°C dan dituang pada cawan petri [9]

Isolasi dan Purifikasi Actinomycetes

Isolasi bakteri Actinomycetes menggunakan pengenceran berseri hingga 10⁻⁷. Sampel yang telah diencerkan kemudian dimasukkan kedalam media SCA dan disebar (*spread*) serta diratakan menggunakan spreader dan diinkubasi selama 7-14 hari. Hasil koloni yang berbeda kemudian dimurnikan dengan cara digores diatas media SCA dan diinkubasi selama 7 hari [10]

Identifikasi Actinomycetes

Identifikasi dilakukan dengan melakukan pengamatan morfologi yang terdiri dari makroskopik dan mikroskopik. Pengamatan secara makroskopis meliputi warna koloni, bentuk koloni, elevasi koloni, tekstur koloni, dan ukuran koloni. Sedangkan pengamatan mikroskopis dilakukan dengan melihat bentuk dan warna sel menggunakan mikroskop dengan pewarnaan gram [11]

Subkultur Bakteri Uji

Isolat bakteri uji yang digunakan yaitu *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella flex*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus sphaericus*. Isolat bakteri uji diambil sebanyak satu ose kemudian diinokulasikan ke dalam cawan petri yang berisi media NA, untuk bakteri *Bacillus sphaericus* ditambahkan antibiotik streptomycin saat pembuatan media NA. Masing-masing isolat bakteri uji tersebut kemudian diinkubasi selama 1x24 jam. Hasil subkultur ini kemudian akan digunakan untuk uji aktivitas antibakteri Actinomycetes.

Uji Aktivitas Antibakteri Dari Isolat Actinomycetes

Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode agar blok. Bakteri uji yang telah dimurnikan sesuai dengan standar kekeruhan 0,5 Mcfarland kemudian diambil sebanyak 30µL dan ditetaskan serta diratakan menggunakan *cotton swab* pada permukaan media NA. Isolat Actinomycetes pada media SCA dan bakteri uji pada media NA dilubangi dengan *blue tip* diameter 10 mm. Agar blok yang terbentuk dari media SCA kemudian ditempatkan pada media NA kemudian diinkubasi selama 1x24 jam dengan suhu 28°C dan diamati zona hambat yang terbentuk dengan mengukur diameternya. Hasil diameter yang telah diukur kemudian dibandingkan dengan kontrol positif dan kontrol negatif.

Uji Biokimia

Uji biokimia yang digunakan adalah urea, indol, SC (*Simmon Citrate*), TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), katalase, sukrosa, maltosa, laktosa, manitol, dan glukosa. Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) positif ditandai dengan adanya perubahan warna



pada lereng menjadi kuning dan merah pada bagian dasar. Uji indol jika Hasil positif ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna merah di sekitar tabung. Uji SC (Simon Citrate) positif ditandai dengan perubahan warna dari hijau menjadi biru. Uji urea positif ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah muda. Uji katalase positif ditandai dengan adanya gelembung gas O₂.

Analisis Data

Data hasil uji yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif kemudian dibandingkan dengan standar identifikasi menurut kunci *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Edition Volume Five The Actinobacteria Part A*.

HASIL

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini jumlah isolat, karakter morfologi yang terdiri dari bentuk, warna, tepian, elevasi, tekstur, dan ukuran. Karakter sel terdiri dari bentuk dan warna, zona hambat dari uji antibakteri, karakter isolat berdasarkan uji biokimia, dan data karakter lingkungan dari isolat.

Tabel 1. Data Karakter Lingkungan di Hutan Mangrove Dusun Ketapang

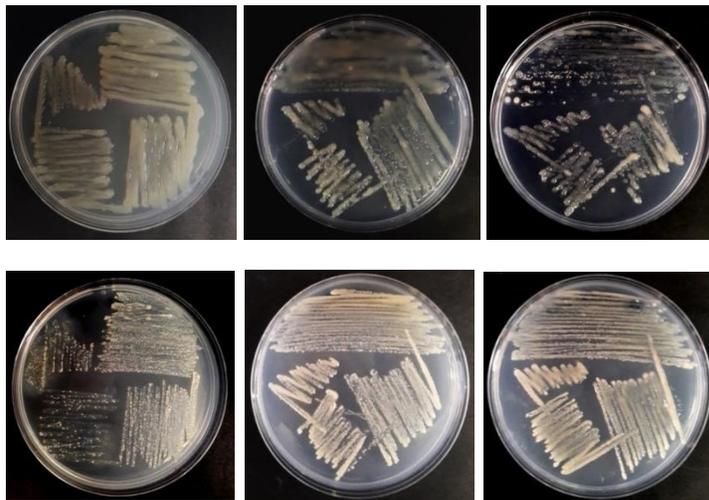
Daerah sampling	Kode	Tekstur	Suhu (°C)	pH	Kelembapan	Ketinggian (mdpl)
Daerah A (<i>Avicennia marina</i>)	DK 1.1	Berlumpur	28	7	51	10
	DK 1.2	Berlumpur	27	6,3	50	10
	DK 1.3	Berlumpur	28	6	52	10
	DK 1.4	Berlumpur	29	7	50	10
	DK 1.5	Berlumpur	27	7	54	10
Daerah B (<i>Rhizophora mucronata</i>)	DK 2.6	Lumpur berpasir	27,5	6	52	10
	DK 2.7	Berlumpur	28	7	50	14
	DK 2.8	Lumpur berpasir	28	7,2	52	14
	DK 2.9	Lumpur berpasir	29	6,8	50	14
	DK 2.10	Berlumpur	29	7	54	14
Daerah C (<i>Sonneratia alba</i>)	DK 2.11	Berlumpur	27	7	58	14
	DK 2.12	Berlumpur	29	6,5	51	10
	DK 2.13	Berlumpur	29	7,5	50	10
	DK 2.14	Lumpur berpasir	27,5	6	56	10
	DK 2.15	Lumpur berpasir	28	7	50	10

Pemberian nama isolat dilihat dari lokasi sampling yaitu DK yang artinya Dusun Ketapang. Berdasarkan lokasi sampling, angka pertama menandakan urutan titik lokasi. Angka kedua menandakan nomor sampel. Contohnya DK 1.1 artinya Dusun Ketapang titik lokasi 1 nomor sampel 1.

Tabel 2. Karakter Morfologi Isolat Actinomycetes

Sampel Karakter	DK 125A	DK 125C	DK 127A	DK 135A	DK 155C
Bentuk	Tak teratur	Bulat	Bulat	Bulat	Tak teratur
Warna	Kekuningan	Krem	Krem	Krem	Krem
Tepian	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
Elevasi	Timbul	Timbul	Timbul	Timbul	Timbul
Tekstur	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Berlendir
Ukuran	Kecil	Kecil	Besar	Kecil	Besar

Sampel Karakter	DK 155B	DK 156C	DK 157A	DK 157B	DK 297E
Bentuk	Bulat	Tak teratur	Tak teratur	Bulat	Bulat
Warna	Cokelat	kekuningan	Krem	Krem	Krem
Tepian	Halus	Halus	Halus	Halus	Berombak
Elevasi	Cembung	Timbul	Timbul	Timbul	Cembung
Tekstur	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Keras
Ukuran	Kecil	Kecil	Besar	Kecil	Besar



Gambar 2. Morfologi koloni isolat Actinomycetes

Tabel 3. Karakter Sel Isolat Actinomycetes

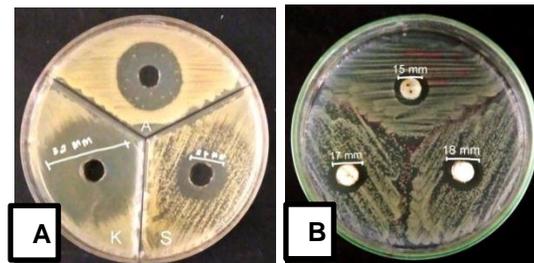
Sampel Karakter	Gram	Bentuk koloni
DK 1.2.5A	Positif	Basil
DK 1.2.5C	Positif	Basil
DK 1.2.7C	Positif	Basil
DK 1.3.6A	Positif	Basil
DK 1.5.5C	Positif	Basil
DK 1.5.5B	Positif	Basil
DK 1.5.6C	Positif	Basil
DK 1.5.7A	Positif	Filamen
DK 1.5.7B	Positif	Basil
DK 2.9.7E	Positif	Filamen



Gambar 3. Koloni Sel Isolat Actinomycetes



Gambar 4. Zona Hambat Isolat Actinomycetes



Gambar 5. Perbandingan zona hambat kontrol dan isolat Actinomycetes
(A) Kontrol positif ; (B) Isolat Actinomycetes

Diameter zona hambat dibentuk oleh senyawa antibakteri dan disebabkan oleh perbedaan waktu inkubasi. Terhambatnya pertumbuhan bakteri oleh isolat Actinomycetes membentuk zona bening di sekitar koloni. Berdasarkan gambar 3 diatas, 4 isolat mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji. Satu isolat dari DK 1.5.6C mampu mengambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dari mangrove A. satu isolat dari DK 2.9.7E mampu menghambat pertumbuhan bakteri *B. cereus*. Satu isolat dari DK 1.5.5B mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Dua isolat dari DK 1.5.5C dan DK 2.9.7E mampu menghambat pertumbuhan bakteri *B. sphaericus*.

Tabel 4. Uji Biokimia

Uji Sampel	TSIA	Urea	SC	Indol	Kat	Glu	Lak	Suk	Malt	Manl
DK 1.2.5A	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
DK 1.2.5C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
DK 1.2.7C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
DK 1.3.6A	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
DK 1.5.5C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
DK 1.5.5B	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
DK 1.5.6C	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
DK 1.5.7A	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+
DK 1.5.7B	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
DK 2.9.7E	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-



Keterangan:

- : negatif
- + : positif

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sebanyak 10 isolat Actinomycetes berhasil diisolasi dari 2 jenis ekosistem mangrove yaitu *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Dusun Ketapang Sekotong Barat. Sembilan isolat berasal dari jenis mangrove *Avicennia marina* dengan kode sampel DK 1.2.5A, DK 1.2.5C, DK 1.2.7C, DK 1.3.6A, DK 1.5.5C, DK 1.5.5B, DK 1.5.6C, DK 1.5.7A, DK 1.5.7B dan satu isolat lainnya berasal dari mangrove *Rhizophora mucronata* dengan kode DK 2.9.7E. Hasil isolasi yang didapatkan di ekosistem mangrove jenis *Avicennia marina* didapatkan sebanyak 9 isolat, total isolat ini merupakan jumlah terbesar dibandingkan dengan jenis mangrove lainnya. Hal ini kemungkinan karena lingkungan ekologis serta tingkat kesuburan sedimennya yang tinggi. Daerah A (*Avicennia marina*) pada saat pengambilan sampel memiliki keadaan yang lembab dan basah dengan suhu yang cukup baik. Derajat keasaman (pH) mempengaruhi jumlah Actinomycetes yang dihasilkan, karena lingkungannya lebih sesuai untuk pertumbuhan Actinomycetes. pH yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan Actinomycetes adalah 6,5-7 [12].

Pada daerah B (*Rhizophora mucronata*) hanya didapatkan 1 isolat, dimana isolat ini merupakan jumlah paling sedikit dibandingkan daerah A. Hal ini disebabkan karena pH lebih asam serta tekstur sedimen yang didominasi oleh lumpur berpasir. Substrat lumpur berpasir memiliki ketersediaan air yang rendah karena Actinomycetes memerlukan kelembaban untuk pertumbuhannya. Lumpur berpasir juga memiliki kandungan nutrisi yang lebih sedikit untuk tumbuh dan berkembang [13].

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata koloni memiliki struktur permukaan berwarna kekuningan dan *cream* serta memiliki bubuk putih dengan pigmen yang dilepaskan ke media berwarna *cream*. Perbedaan warna koloni pada satu isolat Actinomycetes dapat disebabkan oleh perbedaan strain.

Untuk mendeterminasi dan mengidentifikasi suatu biakan murni bakteri digunakan uji biokimia dan reduksi gula-gula untuk mengidentifikasi bakteri yang mampu memfermentasi karbohidrat. Pengujian fermentatif ditandai dengan adanya perubahan warna dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna yang terjadi menandakan bakteri tersebut membentuk asam dari fermentasi glukosa, laktosa, sukrosa, maltosa dan manitol. Asam yang dihasilkan mengubah warna pada media uji serta mengubah pH dan memproduksi gas [14].

Berdasarkan karakterisasi yang telah dilakukan maka dapat dibuat dugaan tingkat genus dari masing-masing isolat yang berhasil diisolasi. Isolat DK 1.5.7A dan isolat DK 2.9.7E diduga tergolong kedalam kelompok *Streptomyces* karena permukaan yang seperti bubuk berwarna putih, menyerupai lichen, kasar bertepung atau bertekstur mentega. *Streptomyces* merupakan bakteri gram yang berbentuk spora coccus yang tersusun secara spiral berukuran sekitar 0,8-2 μm . *Streptomyces* merupakan genus terbesar dalam Actinomycetes dengan jumlah lebih dari 500 spesies [15].

Isolat DK 1.2.5A, DK 1.3.6A, DK 1.5.5C, DK 1.5.5B dan DK 1.5.6C diduga tergolong kelompok genus *Actinomyces* karena memiliki memiliki tekstur yang berlendir, setelah masa inkubasi selama 3-14 hari warna koloni menjadi *cream*, putih, hingga putih keabuan. Ukuran koloni 0,5-5 mm. Pigmentasi koloni menjadi coklat tua dan kemerahan. Morfologi sel dari banyak kultur *Actinomyces* sebagian besar memiliki batang berukuran pendek atau sedang tanpa percabangan [16].

Isolat DK 1.2.5C, DK 1.2.7C, dan DK 1.5.7B diduga tergolong kelompok genus *Nocardia* karena memiliki warna koloni putih dan *cream* serta bentuk sel basil. Genus *Nocardia* memiliki karakteristik sifat gram positif, sel berbentuk



batang, koloni berwarna putih, mampu menghasilkan pigmen merah kecoklatan yang tidak teratur, berkerut, dan menumpuk [17]

Uji antibakteri ini dilakukan dengan menggunakan 6 bakteri patogen. Pemilihan bakteri uji dengan menggunakan 3 bakteri gram positif dan 3 gram negatif sebagai perbandingan. Dari 10 isolat yang diuji, 4 isolat mampu menghambat bakteri uji dan 6 isolat lainnya tidak mampu menghambat bakteri uji. Berdasarkan hasil uji satu isolat mampu menghambat bakteri *E. coli*, satu isolat mampu menghambat bakteri *B. cereus*, satu isolat mampu menghambat bakteri *S. aureus*, dan satu isolat mampu menghambat bakteri *B. sphaericus*. Jika zona hambat lebih dari 20 mm maka penghambatannya sangat kuat, 10-20 mm penghambatannya dikategorikan kuat, 5-10 mm penghambatannya dikategorikan sedang, dan kurang dari 5 mm penghambatannya dikategorikan lemah. Besar kecilnya diameter zona hambat dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain jenis medium, jenis isolat, suhu inkubasi, dan lama waktu inkubasi [2]

Terbentuknya zona hambat (*clear zone*) menandakan bahwa suatu organisme memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa anti mikroorganisme. Uji zona hambat oleh bakteri gram positif lebih kuat dibandingkan dengan bakteri gram negatif, hal ini sesuai dengan sifat dinding sel yang dimiliki bakteri tersebut. Struktur sel bakteri gram negatif lebih kompleks dibandingkan gram positif. Bakteri gram negatif memiliki dinding sel yang terdiri dari 3 lapisan yaitu, lapisan luar, tengah dan dalam sedangkan bakteri gram positif hanya memiliki lapisan tunggal pada dinding selnya [18]. Gram negatif yang relatif kompleks akan menyebabkan senyawa antibakteri lebih sulit masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja [19]

Terhambatnya pertumbuhan zona bening oleh isolat Actinomycetes dikarenakan adanya senyawa metabolit sekunder yang bersifat antibakteri, metabolit tersebut berdifusi ke dalam media dan mencegah pertumbuhan. Setiap isolat Actinomycetes memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Adanya perbedaan aktivitas zona hambat Actinomycetes terhadap bakteri uji dipengaruhi oleh berbagai faktor genetik. Selain faktor genetik, faktor lingkungan dan faktor biotik lainnya juga mempengaruhi biosintesis metabolit sekunder yang dihasilkan Actinomycetes. Biosintesis metabolit sekunder dalam bentuk senyawa bioaktif oleh Actinomycetes dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, konsentrasi oksigen, sumber karbon, dan nitrogen [20]

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sebanyak 10 isolat bakteri Actinomycetes didapatkan dari mangrove *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Dusun Ketapang Sekotong Barat. Genus Actinomycetes yang didapatkan di mangrove Dusun Ketapang Sekotong Barat yaitu *Streptomyces*, *Actinomyces*, dan *Nocardia*. Empat isolat memiliki aktivitas antibakteri, DK 1.5.6C menghambat bakteri *E. coli*, DK 2.9.7E menghambat bakteri *B. cereus*, DK 1.5.5B menghambat bakteri *S. aureus*, DK 1.5.5C menghambat bakteri *B. sphaericus*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Majid, I., Al Muhdar, M. H. I., Rohman, F., dan Syamsuri, I. Konservasi Hutan Mangrove Di Pesisir Pantai Kota Ternate Terintegrasi Dengan Kurikulum Sekolah. *Bioedukasi*. 2016. 4(2): 488-496.
- [2] Ratnakomala, S., Pamella, A., Fahrurrozi, Lisdiyanti, P., dan Kusharyanto, W. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*. 2016. 15(3). 275–283.
- [3] Retnowati, Y., Sembiring, L., Moeljepawiro, S., Djohan, T. S., dan E. S.

- Soetarto. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Actinomycetes dari Rhizosfer Bakau di Hutan Bakau Torosiaje Gorontalo. *Semin. Nas. Pendidik. Biol. dan Saintek II*. 2017. 1(1).1–10.
- [4] Fatmawi, U., Santosa, S., Rinanto, Y., dan Probosari, R. M. Aktivitas Antibakteri Actinomycetes yang Diisolasi dari Rizosfer Tanaman Solanaceae Antibacterial Activity of Actinomycetes Isolated from Solanaceae Plants Rhizosphere. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 2014. 11(1). 54–68.
- [5] Elsie, Herlina N., and Putri, R. T. Isolasi Actinomycetes Endofit Dari Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) dan Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J Sain dan Kesehat*. 2018. 8(2) 13–22.
- [6] Pratiwi, A. I., Wiyono, W. I., dan Jayanto, I. Pengetahuan Dan Penggunaan Antibiotik Secara Swamedikasi Pada Masyarakat Di Kota Manado. *J. Biomedik*. 2020. 12(3) 176–185 .
- [7] Kumalasari, Fathurahman Nur, dan Nur Muhamad. Potensi Actinomycetes Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif Antibiotik Dari Kawasan Karst Bantimurung, Sulawesi Selatan. *J. Pelita*. 2012. 7(1) 59–72.
- [8] Istiana, N., Roza, R., dan Martina, A. Uji Aktivitas Aktinomisetes Lahan Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau Sebagai Agen Biokontrol Terhadap *Ganoderma boninense* (Pat.) 2015. 2(2):1–8.
- [9] Juriah, S., dan Sari, W. P. *Jurnal Analis Kesehatan Klinikal Sains. Klin. Sains*. 2018. 6(1):24–29.
- [10] Sari, F., Widyorini, N dan Sabdaningsih, A. *Jurnal Pasir Laut Isolation and Identification with 16S rRNA Gene from Bacteria Associations of Sponges Class Demospongiae in the Waters of Tulamben Bali. J. Pasir Laut*. 2021. 5(2):110–118.
- [11] Duhu, D. C., Pani, E., Semiun, C. G., dan Mamulak, Y. I. Karakterisasi Bakteri Akar Padi Sawah (*Oryza sativa* L) Desa Noelbaki, Kabupaten Kupang. *J. Pendidik*. 2022. 5(1):15–24.
- [12] Gustiana, T., Rozirwan, R., dan Ulqodry, T. Z. Actinomycetes yang diisolat dari mangrove *Rhizophora apiculata* di perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan. *J. Penelit*. 2021. 23(3):140.
- [13] Simanjuntak, S. L., Muskananfolo, M. R., dan Taufani, W. T. Analisis Tekstur Sedimen Dan Bahan Organik Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos. *J. Maquares*. 2018. 7(4):423–430.
- [14] Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Lele, O.K., dan Indriyani, W. Karakterisasi Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif. *J. Ilmu Pertan. dan Lingkungan*. 2020. 1(1):9–17.
- [15] Nurkanto, A., dan Agusta, A. Identifikasi Molekular dan Karakterisasi Morfo-Fisiologi Actinomycetes Penghasil Senyawa Antimikroba (Molecular Identification and Morpho-Physiological Characterization of Actinomycetes with Antimicrobial Properties). *J. Biol. Indones*. 2015. 11(2):195–203.
- [16] Rees, C. E. D., Green, L. H., Goldman, E., dan Loessner, M. J. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Second Editin Volume Five The Actinobacteria Part A*. 2015.
- [17] Pujiati, P. Isolasi Actinomycetes Dari Tanah Kebun Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. *J. florea*. 2014. 1(2):42–46.
- [18] Bacon, K., Boyer, R., Denbow, C., O'Keefe, S., Neilson, A., dan Williams, R. Antibacterial Activity Of Jalapeño Pepper (*Capsicum annuum* var. annuum) Extract Fractions Against Select Foodborne Pathogens. *Food Sci. Nutr*. 2017. 5(3):730–738.



-
- [19] Lestari, Y., Ardiningsih, P., dan Hadari Nawawi, J. H. Aktivitas antibakteri gram positif dan negatif dari ekstrak dan fraksi daun nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) asal Pesisir Sungai Kakap Kalimantan Barat. JKK. 2016. 5(4):1–8.
- [20] Millang, A. Eksplorasi Actinomycetes Sebagai Kandidat Antibakteri Patogen Yang Resisten Dari Rhizosfer Tumbuhan Leda (*Eucalyptus deglupta* Blume.) DI Taman Nasional Lore Lindu, Indonesia. Biocelbes. 2020. 14(3):253–267.