

**ACTINOMYCETES YANG DIISOLAT DARI MANGROVE
Avicennia alba DI PERAIRAN TANJUNG API-API,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
di Bidang Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



Oleh :

MEYSII MARLINA

08051181520024

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2019**

**ACTINOMYCETES YANG DIISOLAT DARI MANGROVE
Avicennia alba DI PERAIRAN TANJUNG API-API,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

Oleh :

MEYSII MARLINA

08051181520024

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**ACTINOMYCETES YANG DIISOLAT DARI MANGROVE
Avicennia alba DI PERAIRAN TANJUNG API-API,
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Ilmu Kelautan**

Oleh :

MEYSHI MARLINA

08051181520024

Inderalaya, Juli 2019

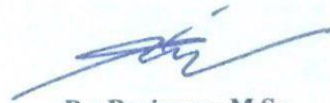
Pembimbing II



Dr. Wike Ayu E P, S.Pl., M.Si

NIP. 197905122008012017

Pembimbing I



Dr. Rozirwan, M.Sc

NIP. 197905212008011009

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



T. Zia Elgodry, Ph.D

NIP. 197709112001121006

Tanggal Pengesahan : Juli 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Meysii Marlina
NIM : 08051181520024
Jurusan : Ilmu Kelautan
Judul Skripsi : Actinomycetes yang diisolat dari Mangrove *Avicennia alba* di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Rozirwan, M.Sc
NIP. 197905212008011009



(.....)

Anggota : Dr. Wike Ayu E P, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017



(.....)

Anggota : Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si
NIP. 197510092001121004



(.....)

Anggota : T. Zia Ulqodry, Ph.D
NIP. 197709112001121006



(.....)

Ditetapkan di : Inderalaya

Tanggal : Juli 2019

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Meysii Marlina**, NIM **08051181520024** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam Karya Ilmiah/Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang di publikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Inderalaya, Juli 2019



Meysii Marlina
NIM. 08051181520024

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meysii Marlina
NIM : 08051181520024
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jenis
Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas Karya Ilmiah saya yang berjudul :

Actinomycetes yang diisolat dari Mangrove *Avicennia alba* di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat yang sebenarnya.

Inderalaya, Juli 2019
Yang Menyatakan,



Meysii Marlina
NIM. 08051181520024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, atas semua rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Actinomycetes yang diisolat dari Mangrove *Avicennia alba* di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan” dengan baik.

Tema penelitian ini dipilih untuk mengetahui jumlah isolat dan jenis-jenis bakteri actinomycetes yang memiliki potensi besar dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang diperoleh pada mangrove *Avicennia alba*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta meningkatkan nilai tambah potensi actinomycetes pada ekosistem mangrove di wilayah kawasan pesisir.

Penulis menyadari bahwa pembuatan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Inderalaya, Juli 2019

Penulis



Mevsii Marlina
NIM.08051181520024

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI.....	xviii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ekosistem Mangrove	5
2.1.1 Manfaat Mangrove	6
2.2.1 <i>Avicennia alba</i>	6
2.2 Bakteri.....	7
2.2.1 Morfologi Bakteri.....	8
2.2.2 Fisiologi Biokimia.....	10
2.3 Bakteri Actinomycetes.....	10
III. METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan	15
3.3. Metode Penelitian	16
3.3.1 Pengukuran Kualitas Perairan.....	17
3.3.2 Pengambilan Sampel dan Penanganan Sampel.....	17
3.3.3 Isolasi Actinomycetes Endofit	18

3.3.4 Karakterisasi Makroskopik	18
3.3.5 Pemurnian Bakteri	18
3.3.6 Pewarnaan Gram dan Karakterisasi Morfologi Sel Bakteri...	18
3.3.7 Karakterisasi Fisiologi Biokimia	19
3.3.8 Identifikasi Bakteri Actinomycetes.....	22
3.4 Analisa Data.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Mangrove <i>Avicennia alba</i>	23
4.2 Parameter Lingkungan Perairan.....	24
4.3 Isolasi Bakteri Endofit Dari <i>Avicennia alba</i>	26
4.4 Karakterisasi Makroskopik Isolat Bakteri Endofit.....	27
4.5 Pengujian KOH 3% dan Karakterisasi Mikroskopik Bakteri	29
4.6 Karakterisasi Biokimia.....	31
4.6.1 Kebutuhan Oksigen, Uji Katalase dan Uji Oksidase	31
4.6.2 Uji TSIA (<i>Triple Sugar Iron Agar</i>).....	32
4.6.3 Fermentasi Karbohidrat.....	33
4.6.4 Uji Motilitas dan Uji Indol.....	35
4.6.5 Uji Urea, Uji Citrat dan Uji gelatin.....	36
4.7 Identifikasi Bakteri.....	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	54
RIWAYAT HIDUP.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat di lapangan dan fungsinya	14
2. Alat di laboratorium dan fungsinya.....	14
3. Bahan dan fungsinya	15
4. Parameter Lingkungan Perairan	25
5. Hasil Isolat Bakteri Endofit Mangrove <i>A. alba</i>	26
6. Karakteristik Makroskopik Isolat Bakteri Endofit	28
7. Hasil Pengujian Gram Bakteri Mangrove <i>A. alba</i>	29
8. Uji Keb O ₂ , Uji katalase, Uji Oksidase Bakteri Actinomycetes	31
9. Uji TSIA (<i>Triple Sugar Iron Agar</i>) Bakteri Actinomycetes	33
10. Uji Fermentasi Karbohidrat Bakteri Actinomycetes	34
11. Uji Motilitas dan Uji Indol Bakteri Actinomycetes	35
12. Uji Urea, Uji Citrat dan Uji Gelatin Bakteri Actinomycetes	36
13. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Actinomycetes.....	38
14. Tabel Perbandingan Bakteri Actinomycetes Pada Tanaman Mangrove.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Penelitian	3
2. Bagian Mangrove <i>A. alba</i>	7
3. Morfologi sel bakteri kokus, batang dan spiral	8
4. Karakterisasi morfologi bakteri.....	10
5. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	13
6. Diagram Alur Penelitian.....	16
7. Mangrove <i>A. alba</i>	23
8. Bentuk Mikroskopik Bakteri Endofit	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran	
1. Bentuk Koloni Bakteri Endofit Mangrove <i>A. alba</i>	54
2. Uji Biokimia Bakteri Actinomycetes	55
3. Komposisi Media yang digunakan dalam Penelitian	63
4. Dokumentasi Pengambilan Sampel dan Data Parameter Perairan.....	65
5. Isolasi dan Identifikasi di Laboratorium	66


ABSTRAK

Meysii Marlina. 08051181520024. Actinomycetes yang diisolat dari Mangrove *Avicennia alba* di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. (Pembimbing : Dr. Rozirwan, M.Sc dan Dr. Wike Ayu E P, S.Pi., M.Si)

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang kaya akan nutrisi dan memiliki banyak kandungan bahan organik yang digunakan oleh mikroorganismenya seperti bakteri actinomycetes. Bakteri actinomycetes merupakan bakteri gram positif yang mampu menghasilkan senyawa bioaktif. Jenis mangrove yang ditemukan melimpah di Perairan Tanjung Api-Api adalah mangrove *Avicennia alba*. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri actinomycetes pada mangrove *A. alba* dari Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. Penelitian ini telah dilaksanakan pada Bulan November sampai Desember 2018. Tahapan isolasi, karakterisasi makroskopis, pemurnian, pewarnaan gram, karakterisasi fisiologi biokimia dan identifikasi bakteri actinomycetes dilakukan di Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (SKIPM) Palembang. Hasil penelitian didapatkan 4 isolat bakteri actinomycetes bersifat gram positif, umumnya berukuran bervariasi, bentuk, tepian, elevasi menunjukkan bervariasi, sedangkan warna cenderung keputihan serta tidak berpigmentasi. Karakterisasi makroskopis dan fisiologi biokimia didapatkan 4 genus bakteri actinomycetes yaitu genus *Mycobacterium* dan *Cellulomonas* berhasil diisolat pada daun, *Nocardia* diisolat pada batang dan *Corynebacterium* diisolat pada akar *A. alba*.

Kata Kunci : Mangrove, Bakteri, Actinomycetes, Tanjung Api-Api, *A. alba*

Pembimbing II



Dr. Wike Ayu E P, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Inderalaya, Juli 2019
Pembimbing I



Dr. Rozirwan, M.Sc
NIP. 197905212008011009

ABSTRACT

Meysii Marlina. 08051181520024. Isolated Actinomycetes from Mangrove Avicennia alba in Tanjung Api-Api Waters, South Sumatera
(Supervisors : Dr. Rozirwan, M.Sc and Dr. Wike Ayu E P, S.Pi., M.Si)

Mangrove is one of the ecosystems that contains nutrients and organic used by microorganisms such as actinomycetes bacteria. They are positive gram bacteria that can produce bioactive compounds. The type of mangrove abundantly found in Tanjung Api-Api Waters is mangrove Avicennia alba. This study aims to isolate and identify Actinomycetes bacteria of A. alba mangrove in Tanjung Api-Api Waters, South Sumatera. This research was conducted from November to December 2018. The stages of isolation, macroscopic characterization, purification, gram staining, biochemical physiology characterization and identification of actinomycetes bacteria had been done In the Fish Quarantine Station of Fisheries Product Quality and Safety Control Palembang. The results showed that 4 isolates of actinomycetes were gram positive, generally varying in size, shape, edge, elevation shows varied, while the colors tend is whitish and not pigmented. Based on the results of macroscopic characterization and biochemical physiology, it could be classified 4 general of actinomycetes namely Mycobacterium and Cellulomonas were successfully isolated in leaves, Nocardia dissolve and Corynebacterium dissolve in A. alba roots.

Key words : Mangrove, Bacteria, Actinomycetes, Tanjung Api-Api, A. alba

Supervisor II



Dr. Wike Ayu E P, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Inderalaya, July 2019
Supervisor I



Dr. Rozirwan, M.Sc
NIP. 197905212008011009

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekosistem yang memiliki produktifitas tinggi. Fatiqin (2015) menyatakan bahwa hutan mangrove merupakan tipe hutan yang terdapat pada daerah pantai yang merupakan tempat pertemuan antara muara daratan dan lautan. Ekosistem mangrove termasuk salah satu sumber daya alam yang potensial dikarenakan ekosistem mangrove memiliki unsur fisik, biologis daratan dan unsur lautan.

Ekosistem mangrove dapat ditemukan di wilayah Sumatera Selatan. Purwiyanto (2012) menyatakan bahwa ekosistem mangrove yang luas, salah satunya terdapat di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. Purwiyanto (2013) menyatakan bahwa Perairan Tanjung Api-Api merupakan salah satu ekosistem penting dan jenis mangrove *Avicennia* sp ditemukan tepat di pinggir muara Perairan Tanjung Api-Api.

Mangrove *Avicennia alba* (api-api) yang habitatnya berada pada substrat berlumpur, tumbuh di rawa-rawa air tawar serta dapat tumbuh pada substrat berkadar garam sangat tinggi. Wulandari *et al.* (2015) menyebutkan bahwa mangrove *A. alba* memiliki kandungan senyawa flavonoid, saponin, mineral dan vitamin C. Kandungan senyawa tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengobatan.

Berbagai macam mikroorganisme memanfaatkan bahan organik, nitrogen dan kandungan sulfur yang terdapat pada ekosistem mangrove. Holguin *et al.* (2001) menyatakan bahwa mikroorganisme pada mangrove memiliki peranan untuk membantu proses daur ulang dan melestarikan berbagai nutrisi pada ekosistem mangrove. Salah satu mikroorganisme pada mangrove yaitu jenis bakteri actinomycetes. Menurut Azman *et al.* (2016) menyatakan bahwa bakteri jenis actinomycetes memiliki potensi besar dalam menghasilkan senyawa bioaktif. Actinomycetes menghasilkan senyawa bioaktif termasuk antibiotik, antikanker, antimikroba, antitumor, dan penghambat enzim.

Dewi (2014) actinomycetes merupakan suatu sumber yang dapat menghasilkan senyawa aktif terbanyak dibandingkan dengan bakteri ataupun

jamur. Senyawa aktif yang dihasilkan seperti antimikroba, antikanker, antivirus, maupun antikolesterol. Lee *et al.* (2014) berdasarkan penelitian isolat dari actinobacteria dari mangrove didapatkan genus *Streptomyces*, *Mycobacterium*, *Leifsonia*, *Microbacterium*, *Sinomonas*, *Nocardia*, *Terrabacter*, *Streptacidiphilus*, *Micromonospora*, *Gordonia* dan *Nocardioides*.

Janardhan *et al.* (2014) salah satu dari actinomycetes yaitu spesies *Nocardiopsis* yang dapat menghasilkan jenis senyawa farmakologis seperti antioksidan, antitumor serta antibakteri. Actinomycetes dianggap sebagai sumber potensial untuk produksi antibiotik, metabolit sekunder dan senyawa bioaktif. Azman *et al.* (2015) menyebutkan bahwa permintaan senyawa bioaktif baru disintesis oleh actinomycetes dari berbagai sumber seperti laut dan tanah diperkirakan memiliki permintaan yang lebih besar, serta didukung dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

1.2 Rumusan Masalah

Mangrove termasuk kedalam tanaman tingkat tinggi yang memiliki banyak potensi kandungan bahan organik, nitrogen dan kandungan sulfur yang banyak digunakan oleh mikroorganisme hidup seperti bakteri actinomycetes. Bakteri actinomycetes merupakan bakteri yang banyak ditemukan di tanah dan juga di sedimen, tetapi jarang dilakukan penelitian bakteri actinomycetes pada tanaman mangrove. Ekosistem mangrove di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan merupakan ekosistem mangrove yang luas dan dapat ditemukan jenis mangrove *A. alba*.

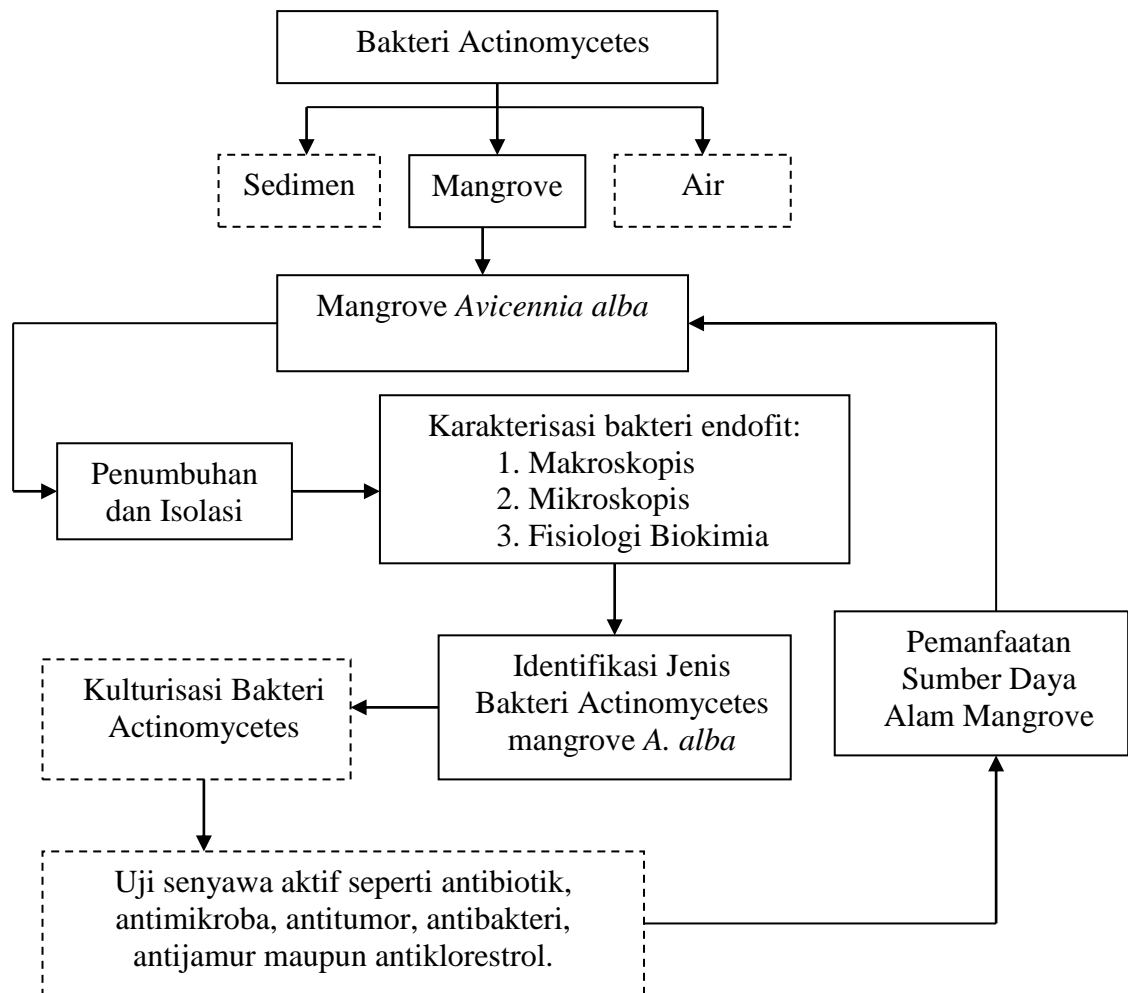
Actinomycetes merupakan kelompok bakteri gram positif yang memiliki kandungan G (Guanin) dan C (Cytosine) yang tinggi. Actinomycetes dikelompokkan dalam bakteri gram positif serta memiliki habitat hidup di dalam tanah, air, pasir dan berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi seperti mangrove. Bakteri actinomycetes memiliki keistimewaan dibandingkan dengan bakteri jenis lain. Actinomycetes banyak menghasilkan senyawa-senyawa bioaktif yang dapat menjadi sumber antibiotik, antimikroba, antitumor maupun antikolesterol. Berdasarkan berbagai penelitian bahwa bakteri actinomycetes berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif. Langkah awal yang dilakukan yaitu

mendapatkan jenis bakteri actinomycetes yang berasal dari tanaman persisir yaitu mangrove.

Berdasarkan pada uraian tersebut, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini bahwa:

1. Berapa banyak isolat actinomycetes yang didapat dari mangrove *A. alba*?
2. Apa saja jenis bakteri actinomycetes pada mangrove *A. alba*?

Secara sederhana kerangka pemikiran rumusan masalah actinomycetes yang diisolat dari mangrove *A. alba* di Perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan dapat dilihat pada diagram alir disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Keterangan : _____ = Kajian Penelitian
 - - - - - = Diluar Kajian Penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mendapatkan isolat actinomycetes dari mangrove *A. alba*.
2. Mengidentifikasi bakteri actinomycetes pada mangrove *A. alba*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan informasi dan pengetahuan mengenai jumlah isolat dan jenis-jenis actinomycetes yang diperoleh pada mangrove *A. alba*.
2. Meningkatkan nilai tambah potensi actinomycetes pada mangrove *A. alba* di wilayah kawasan pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar RA, Ryandini D, Kusharyati DF. 2017. Potensi aktinomisetes asal tanah perakaran mangrove segara anakan Cilacap sebagai penghasil anti-fungi terhadap *Candida albicans*. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 2 : 39-44.
- Armaida E, Khotimah S. 2016. Karakterisasi Actinomycetes yang Berasosiasi dengan Porifera (*Axinella* spp.) Dari Perairan Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Protobiont*. 5 (1) : 68-73.
- Asriningrum W, Arief M, Suwargana N. 2010. *Analisis Mangrove Menggunakan Citra Satelit*. Jakarta: Massma Sikumbang PT, anggota IKAPI. 26 hlm.
- Azman AS, Othman I, Fang CM, Chan KG, Goh BH, Lee LH. 2016. Antibacterial, anticancer and neuroprotective activities of rare actinobacteria from mangrove forest soils. *Indian J Microbiol*.
- Azman AS, Othman I, Velu SS, Chan KG, Less LH. 2015. Mangrove rare actinobacteria: taxonomy, natural compound, and discovery of bioactivity. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 6 : 1-15.
- Bahar M, Zulfa F. 2018. Potensi antibakteri isolat actinomycetes terhadap aktivitas proteolitik dan amilolitik *Escherichia coli* ATTC 25922. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 7 (1) : 25-30.
- Barrow GI, Feltham RKA. 1993. *Cowan and Steel's Manual for the identification of Medical Bacteria Third Edition*. Cambridge : United Kingdom.
- Bengen DG. 2004. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor: Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan (PKSPL)-IPB. hlm 1-17.
- Benson HJ. 2001. *Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology, 8th Edition*. Companies : The McGraw-Hill.
- Boldrin B, Tiehm A, Fritzsche C. 1993. Degradation of phenanthrene, fluorene, fluoranthene, and pyrene by a *Mycobacterium* sp. *Applied and environmental microbiology*. 59 (6) : 1927-1930.
- Breed RS, Murray EGD, Smith NR. 1957. *Bergey's Manual Determinative of Bacteriology Seventh Edition*. The Williams & Wilkins Company : Baltimore.
- Buck JD. 1982. Nonstaining (KOH) Method for determination of gram reactions of marine bacteria. *Applied and environmental microbiology*. 44 (4) : 992-993.

- Cao L, Qiu Z, Dai X, Tan D, Lian Y and Zhou S. 2004. Isolation of endophytic actinomycetes from roots and leaves of banana (*Musa acuminata*) plants and their activities against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 20 : 501–504.
- Cappuccino JG, Sherman N. 2014. *Microbiology : A Laboratory Manual, Tenth Edition*. United States of America: Pearson. hlm 29-31.
- Chairani O, Budiarti RS, Kartika WD. 2016. Identifikasi bakteri tanah di kebun botani biologi fkip Universitas Jambi. *Bio-site*. 2 (1) : 27-33. ISSN: 2502-6178.
- Chandra JT, Mani PS. 2011. A study of 2 rapid tests to differentiate Gram positive and Gram negative aerobic bacteria. *Journal of Medical and Allied Sciences*. 1 (2) : 84-85.
- Desi Y, Novia P, Asnurita. 2017. Karakter morfologi dan biokimia berbagai isolat rizobakteria dari rizosfer jagung (*Zea mays*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 3 (1) : 1-5. ISSN: 2407-8050.
- Dewi AK. 2014. Aktivitas antifungi isolat actinomycetes dari sampel pasir gunung merapi dengan lama fermentasi yang berbeda terhadap *Candida albicans* [skripsi]. Surakarta : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Dhakal, D., Shrestha, A., Thuan, N. H., Rayamajhi, V., Mishra, R., Magar, R. T., & Sohng, J. K. (2019). Bioactive Compounds from *Nocardia*: Biosynthesis and Production. *Reviews on Biomarker Studies in Psychiatric and Neurodegenerative Disorders*. 49–74. doi:10.1007/978-3-030-04675-0_3.
- Duke N, Kathiresan K, Salmo III SG, Fernando ES, Peras JR, Sukardjo S. & Miyagi T. 2010. *Avicennia alba*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T178830A7620385*. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T178830A7620385.en>. [05 Februari 2019].
- Ekowati CN, AchmadA. 2007. Pengaruh kompos kulit buah kopi (*Coffea robusta* Lind.) Dan kacang pinto (*Arachis pintoi* Krapov dan Gregory) terhadap keanekaragaman actinomycetes. *Jurnal Sains MIPA*. 13 (3) : 177-182. ISSN 1978-1873.
- Fatiqin A. 2015. Eksplorasi aktinomiset sebagai penghasil antibiotika dari tanah mangrove *Sonneratia caseolaris* di Tanjung Api api. *Jurnal Biota*. 1 (1) : 58-60.
- Gayathri P, and Muralikrishnan. 2013. Isolation and characterization of Endophytic Actinomycetes from mangrove plant for antimicrobial activity. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2 (11) : 78-89.

- Gurung TD, Sherpa C, Agrawal VP, Lekhak B. 2009. Isolation and characterization of antibacterial actinomycetes from soil samples of Kalapatthar, Mount Everest Region. *Nepal Journal of Science and Technology*. 10 : 173-182.
- Gusmaini, Aziz SA, Munif A, Sopandie D, Bermawie N. 2013. Potensi bakteri endofit dalam upaya meningkatkan pertumbuhan, produksi, dan kandungan andrografolid pada tanaman sambiloto. *Jurnal Littri*. 19 (4) : 167-177. ISSN 0853-8212.
- Hamka M, Basyuni M, Agustina L. 2012. Karakterisasi senyawa isoprenoid dan pertumbuhan semai sangrove *Avicennia alba* Bl. <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/PFSJ/article/view/567/356>. [24 Januari 2019].
- Harley JP, Prescott H. 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology, Fifth Edition*. Companies : The McGraw-Hill.
- Harwoko, Utami ED. 2010. Aktivitas sitotoksik fraksi n-heksana : kloroform dari ekstrak metanol kulit batang mangrove (*Rhizophora mucronata*) pada sel kanker myeloma. *Majalah Obat Tradisional*. 15 (2) : 51-55.
- Hasanah NF, Pringgenies D, Wulandari SY. 2012. Karakterisasi metabolit sekunder bakteri simbiosis gastropoda *Conus miles* dengan metode gc-ms sebagai antibakteri mdr (*multi drug resistant*). *Journal Of Marine Research*. 1 (2) : 197-202.
- Holguin G, Vazquez P, Bashan Y. 2001. The role of sediment microorganisms in the productivity, conservation, and rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Biol Fertil Soils*. 33 : 265-278.
- Ijong FG. 2015. *Mikrobiologi Perikanan dan Kelautan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Irwanto. 2006. Keanekaragaman Fauna Pada Habitat Mangrove. Yogyakarta. http://irwanto.info/files/fauna_mangrove.pdf. [10 Februari 2019].
- Jain R, Agrawal SC, Jain PC. 2008. Proteolytic actinomycetes from indian habitats. *Journal Of Culture Collections*. 6 : 28-37 hal.
- Janardhan A, Kumar AP, Viswanath B, Saigopal DVR, Narasimha G. 2014. Production of bioactive compounds by actinomycetes and their antioxidant properties. *Biotechnology Research International*. 1-8 hal.
- Jiang ZK, Tuo L, Huang DI, Osterman IA, Tyurin AP, Liu SW, Lukyanov DA, Sergiev PV, Dontsova OA, Korshun VA, Li F, Sun C. 2018. Diversity, novelty, and antimicrobial activity of endophytic actinobacteria from mangrove plants in Beilun estuary national nature reserve of Guangxi, China. *Front Microbiol*. 9:868. doi: 10.3389/fmicb.2018.00868.

- Karina AI. 2016. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penambat Nitrogen, Pelarut Fosfat, dan Bakteri Pendegradasi Selulosa Pada Tanah Bekas Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Yang Diberi Biofertilizer [skripsi]. Surabaya : Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.
- Khasabuli OY, Kibera AN. 2014. Isolation, characterization and primary screening of soil actinomycetes from Kenyatta University arboretum grounds for antibacterial activities. *Journal of Applied Biosciences*. 74:6072– 6079. ISSN 1997–5902.
- Khirzin MH, Sukarno, Yuliana ND, Fawzya YN, Chasanah E. 2015. Aktivitas inhibitor enzim pengubah angiotensin (Ace) dan antioksidan peptida kolagen dari teripang gama (*Stichopus variegatus*). *JPB Kelautan dan Perikanan*. 10 (1) : 27-35.
- Kumalasari AM, Fathurahman N, Nur M. 2012. Potensi actinomycetes sebagai sumber senyawa bioaktif antibiotik dari Kawasan Karst Bantimurung, Sulawesi Selatan. *Pelita*. 7 (1) : 59-72.
- Kumar PP, Raj JPP, Christudas IVSN, Jansi RS, Murugan N, Agastian P, Arunachalam C, Alharbi SA. 2015. Screening of Actinomycetes for Enzyme and Antimicrobial Activities from the Soil Sediments of Northern Tamil Nadu, South India. *Taylor and Francis Group*. ISSN : 2231-1874.
- Kuntari Z, Sumpono, Nurhamidah. 2017. Aktivitas antioksidan metabolit sekunder bakteri endofit akar tanaman *Moringa oleifera* L. (Kelor). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 1 (2) : 80-84.
- Kurniawan A. 2012. *Penyakit Akuatik*. Bangka Belitung : UBB Press. 54 hal.
- Lamid M, Nugroho TP, Chusniati S, Rochiman. 2011. Eksplorasi bakteri selulolitik asal cairan rumen sapi potong sebagai bahan inokulum limbah pertanian. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Hewan*. 4 (1) : 37-42.
- Leboffe MJ, Pierce BE. 2011. *A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory, 4th Edition*. Colorado : Englewood.
- Lee LH, Zainal N, Azman AS, Eng SK, Goh BH, Yin WF, Mutalib NSA, Chan KG. 2014. Diversity and antimicrobial activities of actinobacteria isolated from tropical mangrove sediments in Malaysia. *Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal*. 2014: 698178, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/698178>.
- Lestari S, Mukarlina, Kurniatuhadil R. 2019. Identifikasi dan deteksi aktivitas daya hambat bakteri actinomycetes yang diisolasi dari Tanah Gambut di Desa Tajok Kayong Kalimantan Barat. *Protobiont*. 8 (1) : 13-19.

- Masda NR. 2018. Potensi Metabolit Sekunder Isolat Actinomycetes Sm-2 Dari Rizosfer *Andrographis paniculata* Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri [skripsi]. Makassar : Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Megasari A, Abadi AL, Aini LQ. 2017. Potensi *Corynebacterium* sp. dan *Bacillus* sp. untuk mengendalikan penyakit pustul bakteri pada tanaman kedelai. *Jurnal HPT*. 5 (1) : 23-29. ISSN : 2338-433623.
- Mufidah DA. 2019. Penggunaan Ekstrak Buah *Avicennia alba* (Tomlinson, 1986) Sebagai Bahan Antibakteri Alami Untuk Pengobatan Penyakit Yang Disebabkan Oleh *Vibrio parahaemolyticus* (Fujino et al., 1951) Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Boone, 1931) [skripsi]. Lampung : Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Mulyada, Sulistyani N. 2013. Aktivitas cairan kultur 12 isolat actinomycetes terhadap bakteri resisten. *Kemas*. 7 (2) : 89-96.
- Mulyani Y, Bachtiar, Kurnia U. 2013. Peranan senyawa metabolit sekunder tumbuhan mangrove terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Akuatika*. 4 (1) : 1-9. ISSN 0853-2523.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfir Dari Hutan Bakau di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi [tesis]. Bandung : Bidang Khusus Mikrobiologi, Program Studi Biologi.
- Murwani S. 2015. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Veteriner*. Malang : Universitas Brawijaya Press (UB Press). hlm 43-75.
- Muzaki FK, Saptarini D, Kuswytasari ND, Sulisetyono A. 2012. *Menjelajah Mangrove Surabaya*. Surabaya (ID): LPPM ITS.
- Ningsih RL, Khotimah S, Lovadi I. 2014. Bakteri pendegradasi selulosa dari serasah daun *Avicennia alba* Blume di Kawasan Hutan Mangrove Peniti Kabupaten Pontianak. *Protobiont*. 3 (1) : 34-40.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. 20012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PHKA/WI-IP (Wetlands International – Indonesia Programme). hlm 68-69.
- Nurhidayati S, Faturrahman, Ghozali M. 2015. Deteksi bakteri patogen yang berasosiasi dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) bergejala penyakit ice-ice. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*. 1 (2) : 24-30.
- Nurkanto A. 2007. Identifikasi aktinomisetes tanah hutan pasca kebakaran Bukit Bangkirai Kalimantan Timur dan potensinya sebagai pendegradasi selulosa dan pelarut fosfat. *Biodiversitas*. 8 (4) : 314-319.

- Oktafiyanto MF, Munif A, Mutaqin KH. 2018. Aktivitas antagonis bakteri endofit asal mangrove terhadap *Ralstonia solanacearum* dan *Meloidogyne* spp. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14 (1) : 23-29. ISSN: 0215-7950.
- Paputungan Z, Wonggo D, Kaseger BE. 2017. Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan buah mangrove *Sonneratia alba* di Desa Nunuk Kecamatan Pinolosian Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 5 (3) : 190-195.
- Patagundi BI, Shivasharan CT, Kaliwal BB. 2014. Isolation and characterization of cellulase producing bacteria from soil. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 3 (5): 59-69.
- Pelczar MJ, Chan ECS. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press). 100 hlm.
- Persson I, Tjerenid F, Hagerdal, B H. 1991. Fungal cellulolytic enzyme production: a review. *Process Biochemistry*. 26 : 65-74.
- Priya AJ, Sagadevan E, Dhanalakshmi P, Kumar SS, Karthikeyan V, Arumugam P. 2012. Detection of Antioxidant and Antimicrobial Activities in Marine Actinomycetes Isolated from Puducherry Coastal Region. *Journal Of Modern Biotechnology*. 1 (2) : 63-69 hal.
- Procop GW, Church DL, Hall GS, Janda WM, Koneman EW, Schreckenberger PC, Woods GL. 2017. *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology Seventh Edition*. Philadelphia : Wolters Kluwer Health.
- Pujiati. 2014. Isolasi actinomycetes dari tanah kebun sebagai bahan petunjuk praktikum mikrobiologi. *Jurnal Florea*. 1 (2) : 42-46.
- Purnobasuki H. 2004. Potensi mangrove sebagai tanaman obat. *Biota*. 9 (2) : 125-126.
- Purwanto D, Bahri S, Ridhay A. 2017. Uji aktivitas antioksidan ekstrak buah purnajiwa (*Kopsia arborea Blume*) dengan berbagai pelarut. *Kovalen*. 3 (1) :24-32.
- Purwiyanto AIS. 2012. Korelasi konsentrasi logam berat Cu pada daun *Avicennia* sp terhadap gonad *Scylla serrata* di Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. 15 (4) : 160-163.
- Purwiyanto AIS. 2013. Daya serap akar dan daun mangrove terhadap logam tembaga (Cu) di Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Maspari Journal*. 5 (1) : 1-5.

- Rahayu S, Rahmawati, Kurniatuhadi R. 2018. Deteksi bakteri selulolitik pada kotoran luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*) dari Kebun Binatang Bandung. *Protobiont*. 7 (2) : 19-28.
- Rahmania N, Herpandi, Rozirwan. 2018. Phytochemical test of mangrove *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba* from Musi River Estuary, South Sumatera. *Biological Research Journal*. 4 (2) : 1-8.
- Ratnakomala S, Apriliana P, Fahrurrozi, Lisdiyanti P, Kusharyoto W. 2016. Aktivitas antibakteri aktinomisetes laut dari Pulau Enggano. *Berita Biologi*. 15 (3) : 275-283.
- Ravikumar S, Ibaneson SJ, Uthiraselvam M, Priya SR, Ramu A, and Banerjee MB. 2011. Diversity of endophytic actinomycetes from Karangkadu mangrove ecosystem and its antibacterial potential against bacterial pathogens. *Journal of Pharmacy Research*. 4 (1) : 294-296.
- Reflis. 2017. Reklamasi dan restorasi ekologi kawasan Tanjung Api – api Provinsi Sumatera Selatan. *Agrisept*. 16 (1) : 57-70.
- Rozirwan. 2015. Eksplorasi spasial karang lunak kaitannya dengan senyawa bioaktif Bakteri Simbion [disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sari NI. 2014. Isolasi dan karakterisasi bakteri tanah di kecamatan pattallassang Kabupaten Gowa [skripsi]. Makassar : Fakultas Sains dan Teknologi. 38 hal.
- Schaduw JNW. 2018. Distribusi dan karakteristik kualitas perairan ekosistem mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*. 32 (1) : 40-49.
- Subagiyo, Djarod MSR, Setyati WA. 2007. Potensi ekosistem mangrove sebagai sumber bakteri untuk produksi protease, amilase dan selulase. *Jurnal Kelautan Tropis*. 20 (2) : 106-111. ISSN 0853-7291.
- Subandi HM. 2010. *Mikrobiologi Pengembangan, Kajian, dan Pengamatan dalam Perspektif Islam*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. 54 hlm.
- Sulistiyowati H. 2009. Biodiversitas mangrove di Cagar Alam Pulau Sempu. *Jurnal Sainstek*. 8 (1) : 59-61.
- Tiwari RP, Hoondal GS, Tewari R. 2009. *Laboratory techniques in Microbiology & Biotechnology*. New Delhi : Mehra Offset Press.
- Ulfa A, Khotimah S, Linda R. 2014. Kemampuan degradasi selulosa oleh bakteri selulolitik yang diisolasi dari tanah gambut. *Protobiont*. 3 (2) : 259-267.

- Ulqodry TZ, Bengen DG, Kaswadji RF. 2010. Karakteristik perairan mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan berdasarkan sebaran parameter lingkungan perairan dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). *Maspuri Journal*. 1 : 16-21.
- Ulqodry TZ, Sarno. 2017. *Buku Ajar Konservasi Mangrove*. Inderalaya: Unsri Press. hlm 21-63.
- Umayah E, H Ambrun M. 2007. Uji aktivitas antioksidan ekstrak buah naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose). *Jurnal Ilmu Dasar*. 8 (1) : 83-90.
- Ventura M, Canchaya C, Tauch A, Chandra G, Fitzgerald GF, Chater KF, and Sinderen DV. 2007. Genomics of Actinobacteria : Tracing the Evolutionary History of an Ancient Phylum. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 71 (3) : 495–548.
- Vyawahare SS, Kamble KD, Waghmare VD, Kamble LH. 2013. Characterization of actinomycetes for some industrially important enzymes. *Dama Internasional*. 2 (2) : 1-6 hal.
- Wulandari DT, Karsini I, Mulawarmanti D. 2015. Pengaruh pemberian ekstrak etanol daun mangrove Api-api putih (*Avicennia Alba*) terhadap kesembuhan ulkus traumatikus. *Jurnal Kedokteran Gigi*. 9 (1) : 90-100.
- Yulma, Ihsan B, Sunarti, Malasari E, Wahyuni N, Mursyban. 2017. Identifikasi bakteri pada serasah daun mangrove yang terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 2 : 28-33.