

**KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS BAKTERI ENDOFIT DAUN
KENANGA (*Cananga odorata*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus
epidermidis* DAN *Pseudomonas aeruginosa***

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Diajukan Oleh:

RIADHATUL MUNA

NIM. 190703007

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
TAHUN AJARAN 2024 M/1445 H**

**KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS BAKTERI ENDOFIT DAUN
KENANGA (*Cananga odorata*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus
epidermidis* DAN *Pseudomonas aeruginosa***

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

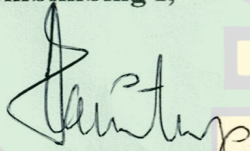
Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Biologi

Oleh:
RIADHATUL MUNA
190703007

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,




Diannita Harahap, M.Si.
NIDN. 2022038701

Pembimbing II,



Raudhah Hayatillah, M.Sc.
NIDN. 2025129302

AR-RANIRY
Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Muslich Hidayat, M.Si.
NIDN. 2002037902

**KARAKTERISASI DAN AKTIVITAS BAKTERI ENDOFIT DAUN
KENANGA (*Cananga odorata*) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus
epidermidis* DAN *Pseudomonas aeruginosa***

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu/Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal: Jum'at, 12 Januari 2024
30 Jumadil Akhir 1445 H
di Darussalam, Banda Aceh

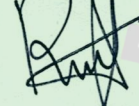
Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi

Ketua,



Diannita Harahap, M.Si.
NIDN. 2022038701

Sekretaris,



Raudhah Hayatillah, M.Sc.
NIDN. 2025129302

Penguji I,



Muslich Hidayat, M.Si.
NIDN. 2002037902

Penguji II,



Jamaluddinsyah, M.Si.
NIDN.

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU.
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riadhatul Muna
NIM : 190703007
Program studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun
Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri
Staphylococcus epidermidis dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh,
Yang menyatakan,



(Riadhatul Muna)

ABSTRAK

Nama : Riadhatul Muna
NIM : 190703007
Program studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*.
Tanggal Sidang : 12 Januari 2024
Jumlah Halaman : 84 Halaman
Pembimbing I : Diannita Harahap, M.Si.
Pembimbing II : Raudhah Hayatillah, M.Sc.
Kata Kunci : Bakteri endofit, daun kenanga (*Cananga odorata*), aktivitas antibakteri, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* termasuk dari bakteri penyebab umum infeksi kulit. Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman dan tidak menyebabkan dampak negatif pada tanaman inangnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa bakteri endofit mampu menghasilkan senyawa potensial sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, mengidentifikasi, dan aktivitas penghambatan bakteri endofit pada daun kenanga (*Cananga odorata*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengisolasi bakteri endofit daun kenanga metode *Spread plate* dan uji aktivitas antibakteri dengan metode *Kirby bauer*. Hasil penelitian diperoleh 12 isolat bakteri endofit dengan karakter morfologi yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil identifikasi secara makroskopis, mikroskopis, dan uji biokimia menunjukkan kedua belas isolat tersebut adalah genus *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Acinetobacter* sp. Hasil uji aktivitas menunjukkan bahwa kedua belas isolat memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan kategori yang berbeda-beda. Zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* memiliki kategori lemah dan sedang sedangkan zona hambat terhadap *Pseudomonas aeruginosa* memiliki kategori lemah, sedang, dan kuat. Isolat yang paling berpotensi dalam menghambat *Staphylococcus epidermidis* adalah EC5 dengan rerata diameter zona hambat 7,18 mm sedangkan isolat EC1 potensial dalam menghambat *Pseudomonas aeruginosa* dengan rerata diameter zona hambat 13,9 mm.

Kata kunci: Bakteri endofit, daun kenanga (*Cananga odorata*), aktivitas antibakteri, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

ABSTRACT

Name : Riadhatul Muna
NIM : 190703007
Study Program : Biology
Fakulty : Science and Technology
Title : Characterization and Activity of Endophyte Bacteria Ylang-Ylang Leaves (*Cananga odorata*) Against the Bacteria *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa*.
Trial Date : 12 January 2024
Number of Pages : 84 Page
Supervisor I : Diannita Harahap, M.Si.
Supervisor II : Raudhah Hayatillah, M.Sc.
Keyword : Endophytic bacteria, ylang-ylang leaves (*Cananga odorata*), antibacterial activity, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

The bacteria *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* are among the bacteria that commonly cause skin infections. Endophytic bacteria are bacteria that live in plant tissue and do not cause negative impacts on their host plants. Several studies show that endophytic bacteria are able to produce potential antibacterial compounds. This research aims to determine the characteristics, identify, and inhibitory activity of endophytic bacteria on ylang ylang (*Cananga odorata*) leaves against the bacteria *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa*. The method used in this research was isolating ylang-ylang leaf endophytic bacteria using the spread plate method and testing antibacterial activity using the Kirby Bauer method. The research results obtained 12 isolates of endophytic bacteria with different morphological characters. Based on the results of macroscopic, microscopic and biochemical test identification, it showed that the twelve isolates belonged to the genus *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., and *Acinetobacter* sp. The activity test results showed that the twelve isolates had the ability to inhibit *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa* bacteria in different categories. The zone of inhibition against *Staphylococcus epidermidis* bacteria has weak and moderate categories, while the zone of inhibition against *Pseudomonas aeruginosa* has weak, medium and strong categories. The isolate with the most potential in inhibiting *Staphylococcus epidermidis* is EC5 with an average inhibitory zone diameter of 7.18 mm, while the EC1 isolate has the potential to inhibit *Pseudomonas aeruginosa* with an average inhibitory zone diameter of 13.9 mm.

Keyword: Endophytic bacteria, ylang-ylang leaves (*Cananga odorata*), antibacterial activity, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi dengan judul “Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*”. Shalawat beriring salam tidak lupa pula penulis sanjung-sajikan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW. Semoga kita mendapatkan syafa’at beliau di akhirat nanti.

Skripsi adalah salah satu beban studi sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (S1) pada Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Selama penyusunan skripsi ini, banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi, namun Alhamdulillah selesai berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirmansyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muslich Hidayat, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Syafrina Sari Lubis, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu dalam segala keperluan.
4. Ibu Diannita Harahap, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menulis.
5. Ibu Raudhah Hayatillah, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menulis.
6. Bapak Muslich Hidayat, M.Si. selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kuliah serta bimbingan dalam menulis.
7. Bapak Firman Arhas, M.Si. selaku laboran di Laboratorium Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.

8. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf Program Studi Biologi FST UIN Ar-Raniry.
9. Orang tua saya Ayahanda Badruddin dan Ibunda Cut Hayaton serta Cut Hasnidar dan Cut Mariani sebagai adik dari Ibu saya, saudara kandung saya Adek Zainul Bahri, Adek Maisaratul A'yuni, Adek Siti Zalikha dan Adek Qanita Rahmah yang telah memberikan doa, kasih sayang serta dukungan moral dan material untuk kesuksesan dalam menyelesaikan kuliah.
10. Sahabat terbaik saya Raihan Syafira Azzahra, Masrillah, Alifa Tazkiya, Zuhra Wati, Cut Nur Kemala Dewi, Novita Sari, Kak Uce Karlina, S.Si., Kak Novi Wulandari, Kak Annisa Rahmah, dan Kak Zulfah yang selalu memberikan dukungan, dorongan, dan motivasi terbaik yang membangkitkan semangat selama menulis skripsi.
11. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2019 dan senior-senior yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran, masukan, dan kritik dari berbagai pihak yang membangun akan menyempurnakan penulisan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Banda Aceh, 23 November 2023
Yang Menyatakan

A R - R A N I R Y

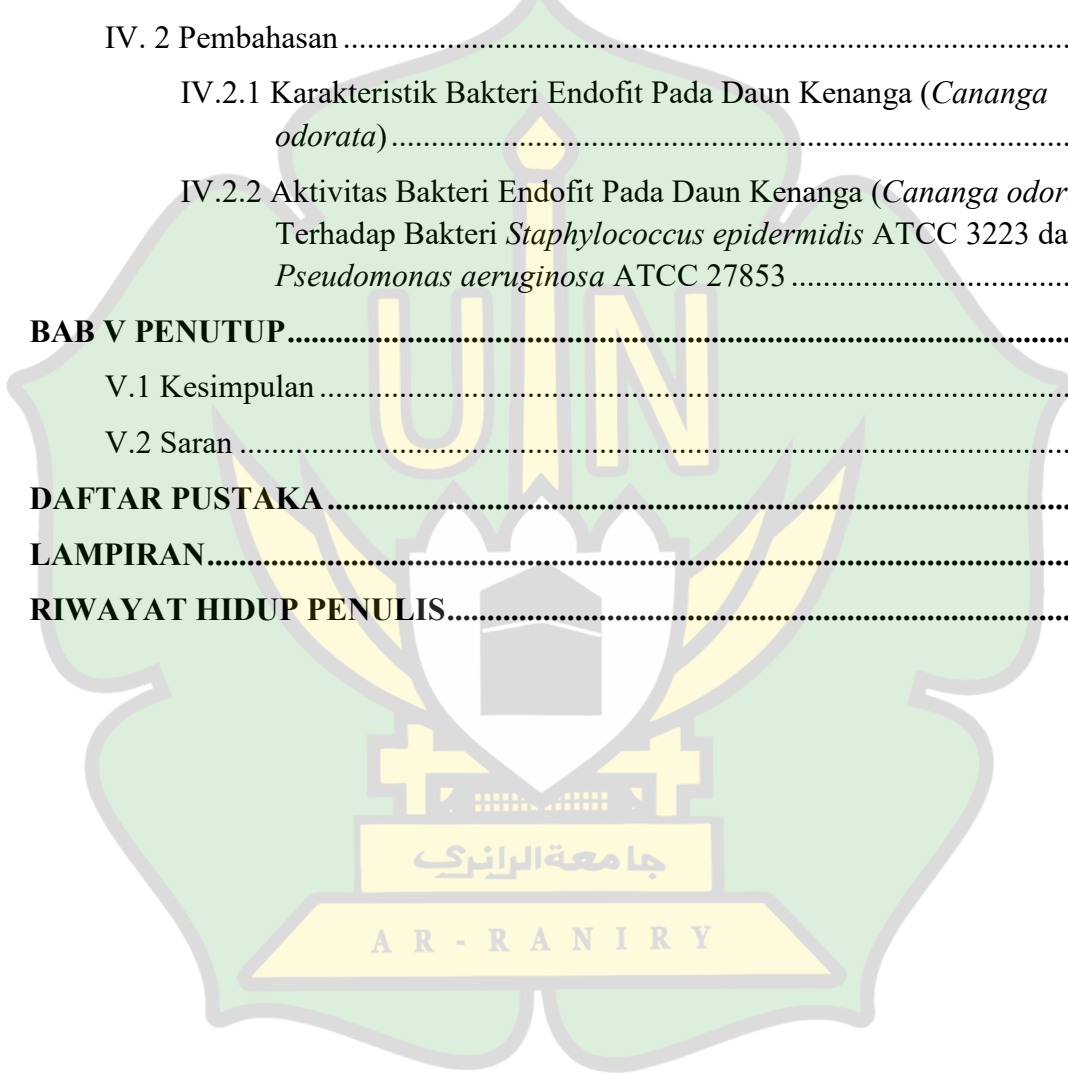
(Riadhatul Muna)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	5
I.3 Tujuan Penelitian.....	5
I.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Tanaman Kenanga (<i>Cananga odorata</i>).....	7
II.1.1 Morfologi Tanaman Kenanga (<i>Cananga odorata</i>).....	7
II.1.2 Kandungan Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>)	8
II.1.3 Manfaat Tanaman Kenanga (<i>Cananga odorata</i>)	9
II.1.4 Klasifikasi Ilmiah Tanaman Kenanga (<i>Cananga odorata</i>).....	10
II.2 Bakteri Endofit.....	10
II.2.1 Metabolit Sekunder Bakteri Endofit	10
II.2.2 Mekanisme dan Manfaat Bakteri Endofit.....	11
II.3 Bakteri Uji.....	11

II.3.1 <i>Staphylococcus epidermidis</i>	11
II.3.2 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13
II.4 Metode Uji Aktivitas Antibakteri	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	17
III.3 Objek Penelitian.....	18
III.4 Isolat Bakteri Uji.....	18
III.5 Alat dan Bahan Penelitian	18
III.5.1 Alat	18
III.5.2 Bahan	18
III.6 Metode Penelitian	19
III.7 Prosedur Kerja	19
III.7.1 Pengambilan Sampel	19
III.7.2 Isolasi Bakteri Endofit.....	19
III.7.3 Pemurnian Bakteri Endofit.....	20
III.7.4 Karakterisasi Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri Endofit	20
III.7.5 Identifikasi dengan Uji Biokimia	21
III.7.6 Pembuatan Suspensi Isolat Bakteri Endofit.....	23
III.7.7 Peremajaan dan Pembuatan Suspensi Bakteri Uji.....	23
III.7.8 Kontrol Positif dan Negatif	23
III.7.9 Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit.....	23
III.7.10 Pengukuran Zona Hambat	24
III.7.11 Produksi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder dari Isolat Bakteri Endofit	25
III.7.12 Pemeriksaan Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit.....	26
III.8 Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
IV. 1 Hasil Penelitian.....	29

IV.1.1 Karakterisasi Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>).....	29
IV.1.2 Uji Aktivitas Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>) Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	34
IV. 2 Pembahasan	39
IV.2.1 Karakteristik Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>).....	39
IV.2.2 Aktivitas Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>) Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 3223 dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	46
BAB V PENUTUP.....	51
V.1 Kesimpulan	51
V.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	76
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kenanga (<i>Cananga Odorata</i>)	8
Gambar II.2 Bakteri <i>Staphylococcus epidermidi</i>	12
Gambar II.3 Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
Gambar III.1 Pengukuran Diameter Zona Hambat	22
Gambar IV.1 Pemurnian Bakteri Endofit Dari Daun Kenanga (<i>Cananga odorata</i>). 30	
Gambar IV.2 Pewarnaan Gram Bakteri Endofit	30
Gambar IV.3 Uji Aktivitas Isolat Bakteri Endofit Daun Kenanga Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	35
Gambar IV.4 Uji Aktivitas Isolat Bakteri Endofit Daun Kenanga Terhadap Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	37

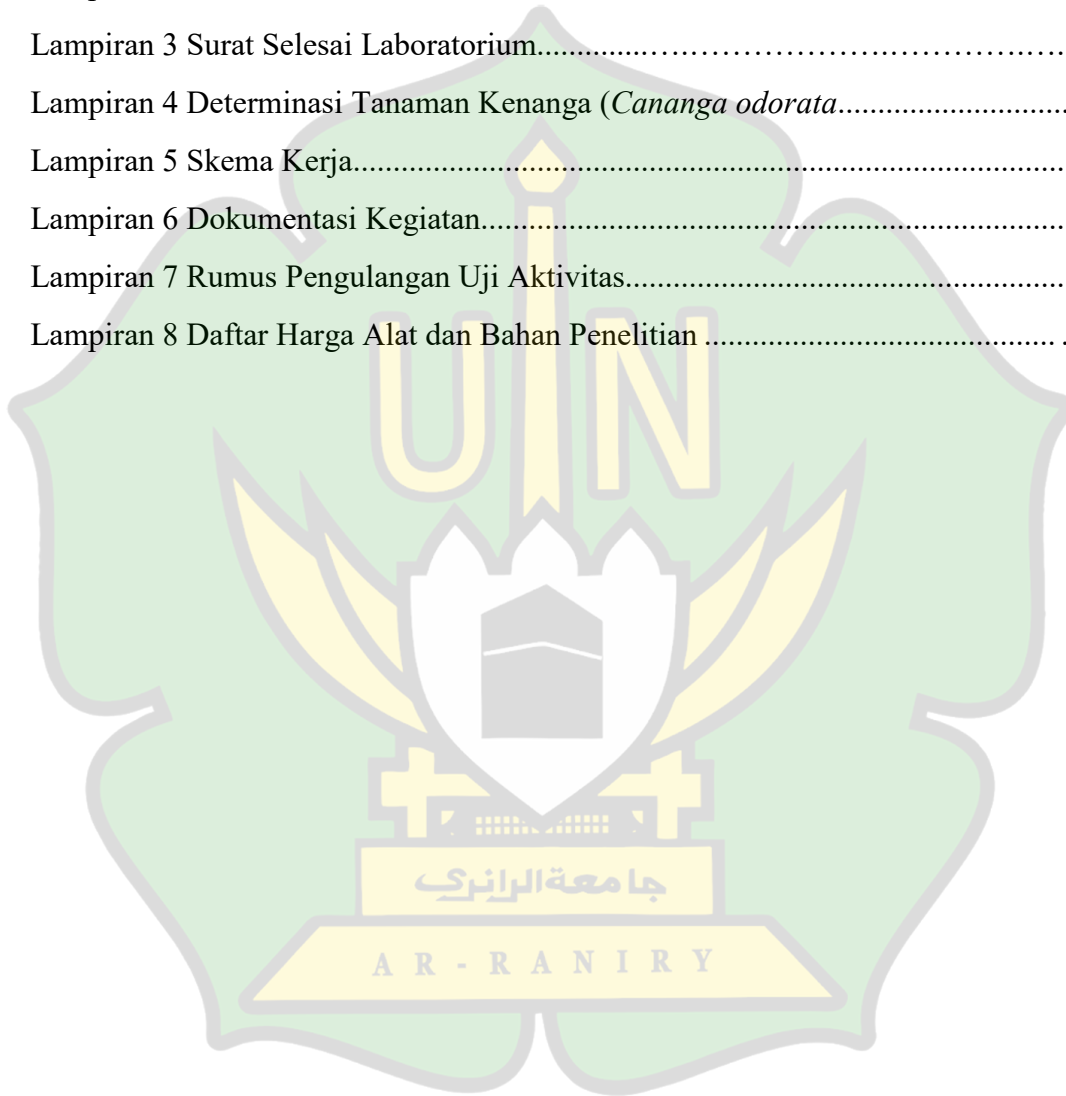


DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	16
Tabel III.2 Kriteria Zona Hambat Antibakteri	25
Tabel IV.1 Karakteristik Makroskopis Bakteri Endofit Daun Kenanga (<i>C. odorata</i>).....	28
Tabel IV.2 Uji Biokimia Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>C. odorata</i>).....	31
Tabel IV.3 Uji Biokimia Bakteri Endofit.....	32
Tabel IV.4 Zona Hambat Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>C. odorata</i>) Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	34
Tabel IV.5 Zona Hambat Kontrol Positif Kloramfenikol 30 µg Terhadap Bakteri <i>Staphylococcus epidermidis</i>	34
Tabel IV.6 Zona Hambat Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (<i>C. odorata</i>) Terhadap Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
Tabel IV.7 Zona Hambat Kontrol Positif Kloramfenikol 30 µg Terhadap Bakteri Terhadap Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
Tabel IV.8 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Isolat EC1 dan EC5.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

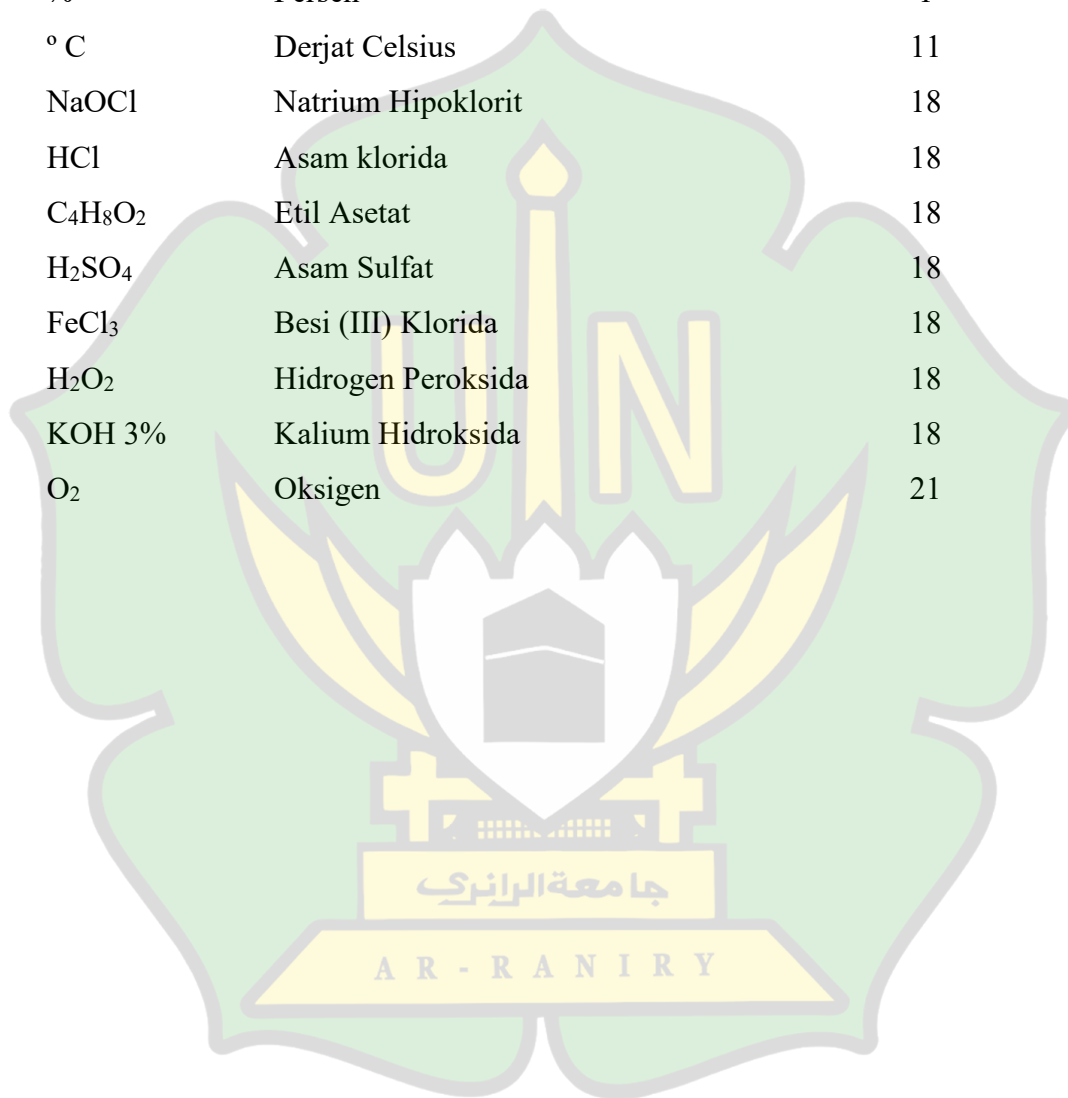
Lampiran 1 Surat Keterangan Penetapan Bimbingan.....	74
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian.....	75
Lampiran 3 Surat Selesai Laboratorium.....	76
Lampiran 4 Determinasi Tanaman Kenanga (<i>Cananga odorata</i>	77
Lampiran 5 Skema Kerja.....	78
Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan.....	79
Lampiran 7 Rumus Pengulangan Uji Aktivitas.....	82
Lampiran 8 Daftar Harga Alat dan Bahan Penelitian	83



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
Mm	Millimeter	3
Cm	Centimeter	7
Nm	Nanometer	14
µm	Mikrometer	14
ATCC	<i>American Type Culture Collection</i>	18
LAF	<i>Laminar Air Flow</i>	18
NA	<i>Nutrient Agar</i>	18
MHA	<i>Mueller Hinton Agar</i>	18
SIM	<i>Sulfide indole motility</i>	18
TSIA	<i>Triple Sugar Iron Agar</i>	18
SCA	<i>Cimmon Citrate</i>	18
NB	<i>Nutrient Broth</i>	18
MR-VP	<i>Methyl Red-Voges Proskauer</i>	18
µg	Mikrogram	18
G	Gram	18
MR	<i>Methyl Red</i>	22
VP	<i>Voges Proskauer</i>	22
mL	Milliliter	23
CFU	<i>Colony Forming Units</i>	23
DV	Diameter Vertikal	24
DH	Diameter Horizontal	24
DC	Diameter Cakram	24
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>	25
EC	Endofit cananga	28

LAMBANG	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
%	Persen	1
° C	Derjat Celsius	11
NaOCl	Natrium Hipoklorit	18
HCl	Asam klorida	18
C ₄ H ₈ O ₂	Etil Asetat	18
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat	18
FeCl ₃	Besi (III) Klorida	18
H ₂ O ₂	Hidrogen Peroksida	18
KOH 3%	Kalium Hidroksida	18
O ₂	Oksigen	21



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Organ terluas yang menutupi seluruh tubuh manusia yaitu kulit. Kulit merupakan jaringan penutup tubuh yang menutupi serta melindungi permukaan tubuh (Hasliani, 2021). Selain itu, beberapa peranan kulit lainnya yaitu sebagai alat ekskresi berupa keringat, penimbun lemak, alat indra peraba, dan pengatur suhu tubuh. Dikarenakan letaknya paling luar, maka kulit adalah bagian tubuh yang langsung menerima rangsangan dari luar seperti sentuhan dan rasa sakit, serta rangsangan lainnya dari luar. Oleh karena itu, berbagai penyakit sering kali menyerang kulit (Handayani, 2021).

Indonesia adalah negara beriklim tropis sehingga rawan bagi bakteri, jamur, dan virus untuk menginfeksi kulit manusia. Adapun jenis-jenis penyakit kulit antara lain kudis (*Scabies*), kusta, panu, dermatitis, dan tinea. Permasalahan kulit yang sering ditemukan antara lain tekstur kasar, kulit kering, ruam kulit, jerawat, dermatitis kontak, hilangnya lapisan epidermidis, serta bersisik pada area tangan, kaki, dan juga wajah (Agustina *et al.*, 2022). Penyakit ini sering dianggap sepele oleh masyarakat karena beranggapan bahwa penyakit ini tidak terlalu berbahaya atau menyebabkan kematian. Pola pikir tersebut tidak benar karena jika penyakit ini diabaikan terus menerus, maka penyakit tersebut semakin menyebar sehingga sulit diobati (Rismanto *et al.*, 2019). Data Profil Kesehatan Indonesia 2020 menunjukkan bahwa angka prevalensi penyakit kulit di Indonesia mencapai 49 % kasus per 10.000 penduduk (Kemenkes RI, 2021).

Penyebab umum infeksi kulit yaitu bakteri Gram positif terdiri dari genus *Streptococcus* sp. dan *Staphylococcus* sp. serta bakteri Gram negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa* (Situmorang, 2018). *Staphylococcus epidermidis* adalah flora normal pada kulit manusia yang bersifat oportunistik (Retnaningsih *et al.*,

2019). Jerawat atau *acne vulgaris* adalah jenis infeksi kulit yang disebabkan oleh beberapa bakteri yaitu *Propionibacterium acnes*, *S. epidermidis*, dan *S. aureus* (Wardani *et al.*, 2020). Secara global, *acne vulgaris* memiliki 4,96 juta kasus dan 3,52 juta dari jumlah tersebut terjadi pada orang yang berusia 15-49 tahun (Institute for Health Metrics and Evaluation, 2019). Bakteri *P. aeruginosa* menempati urutan ketiga bakteri penyebab infeksi oportunistik. Pembentukan abses kulit atau nanah luka bakar adalah salah satu contoh dari infeksi bakteri ini (Untu, 2019). Sebuah penelitian di Afrika Selatan menunjukkan bahwa lebih dari setengah (52,5%) pasien luka bakar dirawat karena infeksi (Oley *et al.*, 2022). Penelitian Mahdani *et al.* (2022) mendapatkan pola bakteri penyebab infeksi luka bakar di RSUD (Rumah Sakit Umum Daerah) Dr. Zainal Abidin didominasi oleh bakteri Gram negatif yaitu *Klebsiella pneumonia*, *Acinetobacter baumannii*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Upaya yang sering dilakukan untuk menangani masalah kesehatan yang disebabkan oleh patogen penyebab penyakit yaitu dengan memakai antibiotik. Penggunaan antibiotik secara terus menerus tanpa kendali dan kontrol dapat menyebabkan kasus resistensi (Wulansari *et al.*, 2019). Resistensi terjadi ketika bakteri mengalami kekebalan sebagai respon terhadap antibiotik yang awalnya sensitif terhadap pengobatan. Salah satu upaya untuk menghindari ataupun mengurangi resistensi antibiotik adalah dengan mencari opsi lain yakni memanfaatkan senyawa metabolit yang bersifat antimikroba dari tanaman berkhasiat atau tanaman obat (Lestari dan Asri, 2021).

Berdasarkan penelitian Lathifah *et al.* (2021), didapatkan ekstrak etanol daun ketepeng cina (*Cassia alata*) pada konsentrasi 10 % mampu menghambat *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* dengan diameter yang didapat adalah 5 mm dan 6,8 mm. Hal ini dapat dikategorikan bahwa diameter zona hambat yang didapat yaitu sedang. Wardani *et al.* (2020) mendapatkan bahwa ekstrak etanol daun tanaman ashbata (*Angelica keiskei*) mempunyai aktivitas antibakteri dalam menghambat *S. epidermidis*. Hasil penelitian didapatkan bahwa pada konsentrasi 100% didapatkan diameter zona hambat rerata $19,66 \pm 0,57$ mm.

Secara umum, para peneliti memanfaatkan senyawa bioaktif dari ekstrak tanaman langsung. Isolasi senyawa bioaktif dari tanaman aslinya secara langsung adalah cara yang kurang efisien dikarenakan banyak biomassa dari tanaman yang dibutuhkan. Hal tersebut dikhawatirkan dapat mengurangi sumber daya hayati yang tersedia dikarenakan adanya hambatan dalam budidaya (Hamtini *et al.*, 2021; Astuty *et al.*, 2019). Adapun cara yang efektif untuk mendapatkan senyawa bioaktif tersebut yakni dengan memanfaatkan mikroba endofit seperti bakteri endofit. Penggunaan bakteri endofit dianggap lebih efektif dikarenakan waktu yang dibutuhkan relatif singkat dari pada ekstraksi. Beberapa penelitian mendapatkan bahwa bakteri endofit tertentu dapat menghasilkan senyawa kimia yang berpengaruh terhadap kesehatan, terutama bakteri endofit yang berasal dari tumbuhan obat (Sadikin *et al.*, 2021).

Bakteri menguntungkan yang menghabiskan seluruh atau sebagian siklus hidupnya pada tanaman tanpa mengganggu atau merugikan tanaman inangnya disebut dengan bakteri endofit (Rori *et al.*, 2020). Bakteri endofit mampu menghasilkan senyawa metabolit yang mirip atau identik dengan inangnya. Beberapa pemanfaatan senyawa metabolit bakteri endofit yaitu sebagai antimikroba, immunosupresif, antikanker, antimalaria, dan antidiabetes (Yati *et al.*, 2018; Sepriana *et al.*, 2020). Bakteri endofit terdapat pada akar, batang, daun, bunga, dan buah. Bakteri endofit biasanya mudah berkolonisasi di daun karena permukaannya yang luas, kaya nutrisi, dan dinding sel yang tipis (Sulistiyani dan Kusumawati, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karlina (2023) didapatkan zona hambat sebesar 14,63 pada uji aktivitas bakteri endofit daun alpukat (*Persea Americana*) terhadap *S. epidermidis*. Hal ini termasuk kategori zona hambat kuat. Wulansari *et al* (2019) mendapatkan bahwa bakteri endofit dari daun bangle (*Zingiber cassumunar*) dapat menghambat *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* dengan menghasilkan zona hambat terbesar masing-masing sebesar 6,80 mm dan 7,21 mm.

Kenanga (*Cananga odorata* Lam.) adalah salah satu tanaman kehutanan yang tumbuh dengan baik di daerah tropis dataran rendah yang lembab. Tanaman kenanga tersebar di negara Indonesia, Kamboja, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand, Vietnam, Papua Nugini, dan Kepulauan Solomon (Nurhayani *et al.*, 2019). Bagian dari tanaman kenanga yang sering dimanfaatkan yaitu bunga kenanga. Masyarakat sering menggunakan bunga kenanga sebagai wewangian, minyak rambut yang dicampurkan ke dalam minyak kelapa, serta sebagai masker wajah (Zahrina, 2020).

Daun kenanga (*C. odorata*) memiliki kandungan lemak, karbohidrat, minyak atsiri, glikosida antrakuinon, senyawa fenolik, alkaloid, flavonoid, saponin, steroid, dan tanin. Senyawa metabolit tersebut dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker yang potensial (Jiea *et al.*, 2022 dan Sepriani *et al.*, 2023). *C. odorata* adalah salah satu jenis tanaman penghasil minyak atsiri dengan aroma yang khas (Budi *et al.*, 2018). Menurut Amelia dan Rubiyanto (2020), minyak atsiri dari tanaman kenanga memiliki senyawa metabolit sekunder yang dapat diformulasikan ke dalam produk kosmetik alami tanpa bahan kimia lainnya. Beberapa manfaat kenanga (*ylang ylang*) dalam bidang kosmetik adalah dapat mengurangi efek kerutan usia pada kulit wajah, mengatasi masalah jerawat, kulit berminyak, dan kasar serta merangsang pertumbuhan sel baru.

Sifat antibakteri dari metabolit tanaman *C. odorata* telah diuji terhadap bakteri Gram negatif dan Gram positif (Rita *et al.*, 2019). Penelitian Sepriani *et al* (2023) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kenanga (*C. odorata*) mendapatkan zona hambat kuat terhadap *S. epidermidis* pada konsentrasi 80% dengan diameter zona hambat 13,5 mm. Penelitian Semadhi *et al* (2022) didapatkan bahwa ekstrak etanol kulit batang tanaman kenanga (*C. odorata*) mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*. Berdasarkan hasil penelitian, zona hambat terbesar didapatkan pada konsentrasi 100% dengan rerata diameter 18,2 mm. Selain itu, Herlina *et al* (2020) menguji aktivitas antibakteri minyak atsiri bunga kenanga terhadap *Eschericia coli*. Hasil penelitian menunjukkan nilai zona hambat pada konsentrasi 5% sebesar 6,86 mm terhadap pertumbuhan *E. coli*.

Penelitian mengenai karakterisasi serta aktivitas antibakteri bakteri endofit pada tanaman kenanga belum pernah dilakukan penelitian. Oleh sebab itu, peneliti tertarik ingin melakukan penelitian dengan judul “Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik bakteri endofit yang terdapat pada daun kenanga (*Cananga odorata*) ?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri bakteri endofit pada daun kenanga (*Cananga odorata*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* ?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik bakteri endofit yang terdapat pada daun kenanga (*C. odorata*).
2. Untuk mengetahui aktivitas antibakteri bakteri endofit pada daun kenanga (*C. odorata*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat memberikan informasi khususnya bagi mahasiswa dibidang mikrobiologi mengenai karakterisasi bakteri endofit pada daun kenanga (*Cananga odorata*).

2. Dapat dijadikan alternatif pengganti antibiotik dengan memanfaatkan senyawa metabolit sekunder bakteri endofit dari daun kenanga yang berpotensi sebagai antibakteri.
3. Dapat menambah wawasan, pengalaman, serta sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Kenanga (*Cananga odorata* (Lamk) Hook.f & Thomson)

II.1.1 Morfologi Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*)

Tanaman kenanga (*C. odorata*) merupakan pohon berbunga hijau dari famili Annonaceae asli yang berasal dari kepulauan Indonesia (Ramadhani dan Salamah, 2021). *C. odorata* dapat tumbuh subur pada dataran rendah yang lembab dengan kondisi daerah yang tropis (Semadhi *et al.*, 2022). Tanaman kenanga merupakan tanaman yang memiliki tinggi mencapai 30 m dengan batang besar berdiameter 45 cm. Tanaman kenanga dapat tumbuh hingga usianya mencapai puluhan tahun dengan tinggi hingga 30-40 m. Tanaman ini juga memiliki batang yang mudah patah saat usia muda. Kulit batangnya memiliki tekstur halus dengan warna abu-abu pucat hingga keperakan (Wulandari dan Nurhayani, 2019).

Daun kenanga berjenis tunggal, bulat telur, tersebae, ujung daunnya runcing, pangkal daun rata dengan lebar 3-14 cm, panjang 10-23 cm, pertulangannya menyirip, dan bertangkai dengan panjang 1-5 cm (Hamdan dan Musniati, 2019). Bunga tanaman ini ketika masih muda berwarna hijau, namun ketika bunga kenanga ini tua maka bunga kenanga serta berwarna kuning. Bagian akar tanaman ini mempunyai jenis akar tunggang serta berwarna coklat (Ramadhani dan Salamah, 2021). Buah dari tanaman kenanga berbentuk bergerombol, berdaging, dan berbentuk bulat telur atau lonjong. Buah kenanga yang belum matang berwarna hijau sedangkan pada saat matang buah ini menjadi kehitaman. Buah kenanga memiliki panjang berukuran 0,98-2,5 cm dan diameternya 0,42-1,63 cm. Kulit biji buah yang belum matang memiliki lapisan yang lebih tipis yaitu 0,03 mm dikarenakan tidak mengalami penebalan (Nurhayani *et al.*, 2019).



Gambar II.1 : Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*): (a) Daun; (b) Buah (Nurhayani *et al.*, 2019); (c) Bunga (Ramadhani dan Salamah, 2021)

II.1.2 Kandungan Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Kenanga adalah salah satu jenis tanaman yang memproduksi minyak atsiri dengan bau yang khas (Anggia *et al.*, 2018). Menurut hasil uji fitokimia, daun kenanga (*C. odorata*) mengandung senyawa metabolit berupa minyak atsiri, glikosida antrakuinon, flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan senyawa fenolik (Jiea *et al.*, 2022 dan Sepriani *et al.*, 2023). Senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut mampu bertindak sebagai antioksidan dan memiliki mekanismenya masing-masing dalam menghambat mikroba patogen (Semadhi *et al.*, 2022).

Prinsip kerja agen antibakteri secara umum yaitu menghambat sintesis protein dan dinding sel bakteri, mengganggu metabolisme, mengganggu permeabilitas membran sel, serta merusak asam nukleat. Mekanisme minyak atsiri sebagai antibakteri yaitu mengganggu proses sintesis dinding sel. Alkaloid dapat mengganggu komponen penyusun peptidoglikan yang berguna untuk kelangsungan hidup bakteri pada lingkungan hipotonis (Sadiah *et al.*, 2022). Peran flavonoid sebagai antibakteri yaitu membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler sehingga fungsi dinding sel menjadi terganggu (Kusuma *et al.*, 2017). Fenol berperan sebagai racun dengan menghambat aktivitas enzim serta mendenaturasi protein sehingga metabolisme sel terganggu dan sel bakteri menjadi mati. Adapun senyawa tanin sebagai antibakteri yaitu dengan

menghambat kerja enzim ekstraseluler serta mengambil alih substrat yang dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri (Sari *et al.*, 2017).

II.1.3 Manfaat Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*)

Tanaman *C. odorata* memiliki banyak manfaat yang membuat tanaman ini penting untuk dibudidayakan. Kayu tanaman kenanga sering digunakan sebagai bahan bakar. Kulitnya sering digunakan untuk membuat tali. Biji kenanga dapat digunakan sebagai antipiretik. Bunga kenanga sering digunakan sebagai bahan ritual budaya (Propantoko, 2018). Selain itu, bunga kenanga juga bisa digunakan untuk mengobati penyakit malaria. Daun kenanga dapat dioleskan pada kulit untuk mengobati gatal-gatal (Wulandari dan Ferawati, 2019).

Metabolit sekunder yang dihasilkan pada bunga kenanga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat yang potensial karena senyawa tersebut kaya akan antioksidan dan zat antibakteri. Antioksidan ini dapat berperan sebagai penangkal radikal bebas dalam tubuh yang memungkinkan kanker terbentuk dan berkembang. Sementara itu, zat antibakteri yang terkandung dalam komposisi ini dapat membunuh bakteri pada permukaan kulit dan pakaian sehingga dapat digunakan sebagai *hand sanitizer* (Putri *et al.*, 2020).

Tanaman kenanga juga dimanfaatkan sebagai aromaterapi, dikarenakan kenanga ini termasuk salah satu jenis pendekatan non-farmakologi untuk menurunkan tingkat kecemasan yang relatif murah, mudah dicari, dan juga aman (Ayuni *et al.*, 2021). Selain itu, tanaman kenanga ini banyak di jadikan bahan baku kosmetik dan parfum dikarenakan mampu menghasilkan minyak atsiri. Pohon kenanga (*C. odorata*) mampu menghasilkan bunga yang memiliki kandungan minyak atsiri 1-2%. Bunga ini banyak dimanfaatkan sebagai produk kecantikan lainnya seperti sabun, sampo, dan minyak rambut. Sedangkan bunga kenanga ini memiliki bau yang harum sehingga banyak yang memanfaatkan sebagai aromaterapi dan pengharum ruangan (Handayani, 2020).

II.1.4 Klasifikasi Ilmiah Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*)

Menurut Itis.gov (2022) Taksonomi dari tanaman kenanga sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Magnoliales
Famili : Annonaceae
Genus : *Cananga*
Spesies : *Cananga odorata*

II.2 Bakteri Endofit

II.2.1 Metabolit Sekunder Bakteri Endofit

Mikroba yang hidup di dalam jaringan tanaman serta berkoloni dalam jaringan tersebut tanpa menimbulkan dampak negatif pada tanaman disebut mikroba endofit (Rollando, 2019). Salah satu mikroba endofit yaitu bakteri endofit. Bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman yang sehat serta tidak menyebabkan dampak negatif pada inangnya atau *host plane* disebut bakteri endofit. Bakteri ini dapat bersifat fakultatif ataupun obligat. Bakteri endofit obligat dapat tumbuh tergantung tanaman inangnya. Bakteri yang mempunyai tahapan dalam siklus hidupnya di luar inang atau di lingkungannya disebut bakteri endofit fakultatif (Tangapo, 2020). Bakteri endofit dapat bertahan dalam lingkungan yang merugikan sehingga dapat meningkatkan resistensi terhadap fitopatogen, kondisi pH, dan salinitas yang mencekam serta suhu yang ekstrim yaitu suhu 4 °C maupun 50 °C (Husna *et al.*, 2018).

Bakteri endofit memiliki peran sebagai penghasil senyawa bioaktif yang dapat melindungi sel inang dari dampak lingkungan serta serangan dari mikroba patogen (Afzal *et al.*, 2019). Bakteri endofit mempunyai kemampuan dalam memproduksi senyawa bioaktif yang serupa dengan inangnya akibat adanya transfer genetik (*genetic recombinan*) antara tanaman inang dan bakteri endofit (Kuntari *et al.*, 2017). Kandungan senyawa bioaktif pada bakteri endofit mempunyai manfaat antara lain sebagai antibakteri, antifungi, antivirus,

antikanker, antidiabetes serta sebagai pemicu hormon pertumbuhan tanaman (Pratiwi, 2021).

II.2.2 Mekanisme dan Manfaat Bakteri Endofit

Bakteri endofit berasal dari lingkungan luar tanaman dan masuk melewati stomata, lentisel, luka, dan dapat juga masuk melalui akar yang sedang berkecambah dan akar lateral. Bakteri endofit dapat berkoloni pada jaringan tanaman secara sistemik dengan melakukan endosimbiosis baik di dalam sel ataupun dalam jaringan pembuluh tanaman (Tangapo, 2020). Bakteri endofit pada daun dapat berasal dari tanah yang masuk ke perakaran sekunder dengan mengekskresikan enzim pektinase atau selulase, kemudian bakteri endofit menuju ke daun melalui pembuluh xilem. Bakteri tersebut juga dapat berasal dari udara, lalu menempel pada permukaan daun dan dilakukan penetrasi melalui stomata (Pratiwi, 2018).

Keberadaan endofit pada jaringan tanaman dapat merangsang pertumbuhan tanaman serta bermanfaat sebagai unit pengendali hayati. Keuntungan endofit terhadap tanaman yaitu seperti agen antimikroba, fiksasi nitrogen, hormon pertumbuhan, produksi siderophore, mobilitas fosfat, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan (Hanif dan Susanti, 2017). Bakteri endofit juga dapat memproduksi enzim yang berperan dalam pengangkutan nitrogen dan karbon untuk membantu proses-proses metabolisme sel (Nuruwe *et al.*, 2020). Bakteri endofit memiliki manfaat dalam bidang medis seperti obat-obatan serta pertanian yakni remediasi lahan tercemar oleh senyawa yang dihasilkan bakteri endofit (Pulungan dan Tumangger, 2018).

II.3 Bakteri Uji

II.3.1 *Staphylococcus epidermidis*

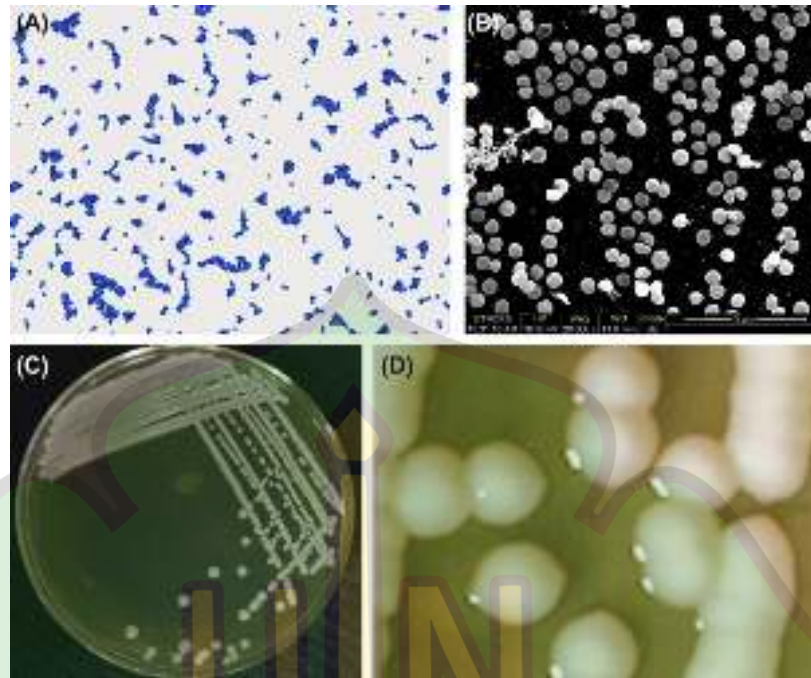
Bakteri *S. epidermidis* merupakan bakteri flora normal pada kulit, saluran pencernaan, dan pernapasan. Bakteri *S. epidermidis* sering terdapat juga pada air, debu, dan tanah. Bakteri ini berbentuk kokus dan termasuk jenis Gram positif (Aviany dan Pujianto, 2020). Ciri khas dinding sel bakteri Gram positif yaitu memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal (20-80 nm) serta tidak memiliki

membran luar, namun bakteri ini memiliki asam lipoteikoat dan asam teikoat yang terikat secara kovalen pada peptidoglikan (Rohde, 2019). Dinding sel asam teikoat terbentuk dari polimerisasi gliserol, glukosa, dan N-asetilglukosamin. *S. epidermidis* ini merupakan bakteri anaerob fakultatif, tetapi juga tumbuh dengan baik pada kondisi aerobik (Lolou *et al.*, 2019). Spesies *S. epidermidis* memiliki warna koloni abu-abu hingga berwarna putih (Aulia *et al.*, 2022).

S. epidermidis dapat menyebarkan penyakit melalui kontak dengan peralatan yang terkontaminasi dikarenakan kemampuan *S. epidermidis* dalam membentuk biofilm pada permukaan peralatan, penularan penyakit dapat dengan mudah terjadi di lingkungan. Bakteri ini dapat mudah terinfeksi yang memiliki sistem kekebalan yang lemah (Rahminiwati *et al.*, 2020). Bakteri *S. epidermidis* adalah salah satu bakteri penyebab *Acne vulgaris* atau jerawat. *A. vulgaris* adalah kelainan kulit yang sangat umum yang muncul dengan lesi non-inflamasi dan inflamasi pada di wajah, dada, punggung, dan juga lengan atas (Juhl *et al.*, 2018). Bakteri yang paling sering menginfeksi kulit, membentuk nanah, serta berperan dalam pembentukan *Acne vulgaris* adalah *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Bakteri ini memiliki enzim lipase yang mengurai trigliserida sebagai komponen utama sebum menjadi asam lemak bebas, hal ini membuat bakteri berkolonisasi sehingga terjadi inflasi yang dapat menyebabkan jerawat (Sifatullah *et al.*, 2021 dan Zahrah *et al.*, 2019).

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



Gambar II.2: Bakteri *Staphylococcus epidermidis*: (A) Pewarnaan Gram; (B) Bentuk Sel (berbentuk bulat dengan diameter 0,5–1,5 μm); (C) Koloni pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*); (D) Bentuk Koloni *S. epidermidis* (Zhou dan Li, 2015).

Menurut Itis.gov (2022) Taksonomi ilmiah bakteri *S. epidermidis* sebagai berikut:

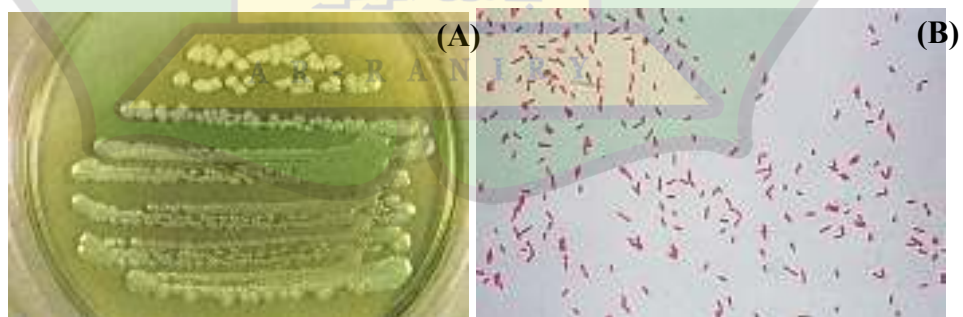
Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus epidermidis</i>

II.3.2 *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa adalah bakteri yang habitatnya di tanah dan air. Selain itu, bakteri juga dapat ditemukan pada kulit dan area lembab saluran pernapasan bagian atas pasien rumah sakit (Rahminiwati *et al.*, 2020). *P.*

aeruginosa adalah bakteri yang bersifat motil dan Gram negatif. Ciri khas dinding sel Gram negatif adalah terdapat dua membran, yaitu membran sitoplasma dan membran luar. Ruang antara kedua membran ini disebut ruang periplasma yang berisi lapisan peptidoglikan yang sangat tipis (5-10 nm). Membran luar bakteri Gram negatif mengandung banyak porin serta memiliki lipopolisakarida, lipid, dan protein (Rohde, 2019). Bakteri ini berukuran 0,6 x 2 µm dan bentuk selnya basil tunggal, berpasangan, dan rantai pendek. Suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri ini yaitu pada suhu 37-42 °C (Shafira *et al.*, 2022).

P. aeruginosa merupakan bakteri patogen oportunistik manusia dan bersifat inpasif serta toksigenik, yang dapat menyebabkan infeksi pada tubuh manusia. *P. aeruginosa* merupakan salah satu penyebab terjadinya infeksi nosokomial, biasanya terjadi pada pasien infeksi luka bakar, luka pus, *cytic fibriosis*, dan septikemia (Shafira *et al.*, 2022; Obiefu *et al.*, 2021). *P. aeruginosa* akan masuk pada area yang tidak memiliki pertahanan normal seperti saat selaput lendir dan kulit terganggu oleh kerusakan jaringan secara langsung seperti kasus luka bakar. Bakteri ini akan menempel dan berkoloni di selaput lendir atau kulit dan akan menyerang secara lokal sehingga menghasilkan penyakit sistemik. *P. aeruginosa* dapat resisten terhadap banyak agen antimikroba dan menjadi penting ketika bakteri tersebut lebih rentan dari mikrobioma normal (Untu, 2019; Wulansari *et al.*, 2019).



Gambar II.3: Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*: (A) Morfologi Koloni (Makroskopis); (B) Pewarnaan Gram (Todar, 2020)

Menurut Itis.gov (2022) Taksonomi ilmiah bakteri *P. aeruginosa* sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Pseudomonadales
Famili	: Pseudomonadaceae
Genus	: <i>Pseudomonas</i>
Spesies	: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

II.4 Metode Uji Aktivitas Antibakteri

Metode yang sering digunakan untuk analisis aktivitas antibakteri adalah metode difusi. Mekanisme kerja metode ini yaitu senyawa antibakteri berdifusi ke dalam media padat yang telah diinokulasikan bakteri uji. Pengamatan dilakukan dengan mengamati zona bening yang terbentuk disekeliling cakram atau sumur yang menunjukkan terhambatnya pertumbuhan bakteri uji (Bassy *et al.*, 2023). Menurut Kirtanayasa (2022), metode difusi dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

II.4.2.1 Metode difusi sumuran

Metode ini dapat dilakukan dengan menginokulasikan bakteri uji pada media agar dan dibuat lubang dengan cork borer. Selanjutnya, diisi dengan sampel yang akan diujikan. Setelah diinkubasi, diamati daerah hambatan yang terbentuk disekeliling lubang. Kelebihan dari metode ini yaitu lebih praktis dalam pengukuran luas zona hambat, hal ini dikarenakan aktivitas bakteri tidak hanya di permukaan atas media agar saja, tetapi juga sampai ke dasar media (Nurhayati *et al.*, 2020). Menurut Bassy *et al* (2023), metode ini memiliki efek penghambatan bakteri lebih kuat dikarenakan ekstrak yang langsung dimasukkan ke dalam lubang pada media agar. Adapun kesulitan dari metode ini yaitu besar kemungkinan media agar menjadi pecah atau retak pada saat pembuatan lubang, keadaan ini dapat mengganggu proses peresapan zat antibakteri ke dalam media (Kirtanayasa, 2022).

II.4.2.1 Metode difusi cakram (*Kirby bauer*)

Pada metode ini, kertas cakram (*paper disk*) digunakan sebagai tempat penyerapan zat antibakteri. *Paper disk* kemudian diletakkan pada media agar yang telah diinokulasikan bakteri uji. Setelah diinkubasi, dilakukan pengamatan dengan melihat zona bening yang terbentuk di sekitar cakram (Nurhayati *et al.*, 2020). Kelebihan dari metode cakram yaitu pengujiannya lebih mudah serta tidak memerlukan waktu yang lebih lama (Kirtanayasa, 2022). Menurut Rahman *et al* (2022), kekurangan pada metode ini yaitu mempunyai tingkat osmolaritas larutan uji yang rendah serta sedikitnya konsentrasi ekstrak.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Multifungsi Laboratorium Mikrobiologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada bulan September sampai Oktober 2023.

III.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan September hingga Oktober 2023. Adapun jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel III.1 sebagai berikut:

Tabel III.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	September				Oktober			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyiapan alat dan bahan								
2	Pengambilan sampel								
3	Isolasi bakteri endofit dan purnian								
4	Identifikasi bakteri endofit								
5	Uji aktivitas antimikroba								
6	Pemeriksaan senyawa metabolit sekunder								
7	Analisis data								

III.3 Objek Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini yaitu bakteri endofit yang diisolasi dari daun kenanga (*Cananga odorata*) yang diperoleh dari Desa Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh.

III.4 Isolat Bakteri Uji

Isolat bakteri uji yang digunakan yaitu isolat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 yang diperoleh dari Laboratorium Fundament Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

III.5 Alat dan Bahan Penelitian

III.5.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu autoklaf, cawan petri/*petri dish*, spiritus, bunsen, *Laminar Air Flow* (LAF), pinset, vortex, jarum ose, erlenmayer, pipet tetes, *beaker glass*, timbangan digital, jangka sorong, aluminium foil, spidol, *hot plate*, inkubator, *centrifuge*, *rotary evaporator*, pisau silet, kaca objek, kaca penutup, vortex, mikroskop binokuler, mikropipet, wadah besar, kamera, dan gunting.

III.5.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun kenanga (*Cananga odorata*), tisu, label nama, swab steril, aquades, *Mueller Hinton Agar* (MHA), *Triple Sugar-Iron Agar* (TSIA), *Sulfide Indole Motility* (SIM), *Simmon's Citrate Agar* (SCA), *Nutrient Broth* (NB), *Nutrient Agar* (NA), *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP), Reagen Kovac's, reagen *Methyl red*, KOH 3%, alfa naftol, hidrogen peroksida (H_2O_2) 3%, nistatin, kristal violet, safranin, iodin, alkohol 95%, alkohol 70%, kloramfenikol 30 μ g, asam klorida (HCl), pereaksi Mayer, pereaksi Dragendrof, kloroform, Besi (III) Klorida ($FeCl_3$), asam asetat anhidrat. ($C_4H_8O_2$), asam sulfat (H_2SO_4), dan larutan Natrium Hipoklorit (NaOCl) 5,3%.

III.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif dan kuantitatif. Karakteristik identifikasi bakteri endofit dari daun kenanga (*C. odorata*) secara makroskopik dan mikroskopik menggunakan metode kualitatif. Sedangkan zona hambat yang terbentuk dari uji aktivitas antibakteri bakteri endofit terhadap bakteri uji menggunakan metode kuantitatif.

III.7 Prosedur Kerja

III.7.1 Pengambilan Sampel

Sampel daun kenanga (*C. odorata*) diperoleh dari tanaman utuh yang terdapat di Desa Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Sampel daun kenanga yang diambil yaitu daun muda yang masih segar dengan ciri berwarna hijau muda dan diambil 3 lembar dibawah pucuk (Lestari *et al.*, 2020). Hal ini dikarenakan pada daun muda mengandung lebih banyak senyawa bioaktif dibandingkan daun tua (Putri *et al.*, 2018).

III.7.2 Isolasi Bakteri Endofit

Tujuan isolasi adalah untuk memisahkan mikroorganisme dari habitat asalnya ke media buatan atau sintetik. Sampel daun kenanga (*C. odorata*) segar diambil sebanyak 10 g, permukaan daun dicuci dengan air mengalir, lalu dipotong menjadi 1×1 cm dengan gunting steril (Viogenta *et al.*, 2020). Selanjutnya permukaan daun disterilisasi berturut-turut dengan direndam di dalam larutan alkohol 70% 1 menit, NaOCl 5,25% 3 menit, dan alkohol 70% selama 30 detik. Setelah itu, disiram dengan aquades steril sebanyak 3 kali dan dikeringkan dengan tisu steril (Aqlinia *et al.*, 2020). Setelah itu, ditanam pada media NA serta diberi label nama dengan kode yang berbeda untuk setiap cawan. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam (Astuty *et al.*, 2019; Ginting *et al.*, 2020).

III.7.3 Pemurnian Bakteri Endofit

Pemurnian isolat bakteri endofit dilakukan untuk mendapatkan koloni yang berbeda dengan koloni lainnya. Setiap koloni bakteri yang berbeda secara makroskopik seperti bentuk, warna, tepi, dan elevasi diinokulasikan ke media NA baru dengan metode *streak plate*. Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam dan diamati sampai terdapat koloni yang tumbuh (Pakaya *et al.*, 2022). Proses inokulasi bakteri dilakukan secara aseptis di LAF serta di depan api bunsen untuk menghindari kontaminasi dengan bakteri lain (Irawati *et al.*, 2022).

III.7.4 Karakterisasi Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri Endofit

Pengamatan bakteri endofit secara makroskopis dapat dilakukan dengan mengamati morfologi dari koloni tunggal yang tumbuh pada media NA. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk, warna, elevasi, dan tepian/*margin* koloni bakteri. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, kemudian difoto sebagai hasil dokumentasi (Setianah *et al.*, 2021).

Karakterisasi mikroskopis bakteri endofit dapat dilakukan dengan pewarnaan Gram (Amaria *et al.*, 2019). Langkah pertama adalah dibuat apusan dari isolat bakteri endofit menggunakan jarum ose secara aseptik. Lalu, ditambahkan NaCl fisiologis dan difiksasi diatas bunsen. Setelah itu, ditambahkan larutan kristal violet pada preparat dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dicuci perlahan dengan aquades. Setelah itu, ditetaskan larutan iodium di atas preparat dan didiamkan selama 1 menit, kemudian perlahan-lahan dibilas dengan aquades. Selanjutnya didekolorisasi dengan setetes alkohol 96% selama 30 detik dan dibilas dengan aquades. Setelah itu, ditetaskan larutan safranin pada preparat dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dibilas lagi dengan aquades. Preparat dikeringkan dengan diserap air diatas kaca benda menggunakan kertas tisu. Selanjutnya, dilakukan pengamatan dengan mikroskop binokuler dan diamati warna serta bentuk bakterinya (Cappucino dan Sherman, 2014; Rahmatullah *et al.*, 2021; Wibowo *et al.*, 2022). Bakteri dengan ciri

Gram positif berwarna ungu kebiruan sedangkan bakteri dengan ciri Gram negatif berwarna merah (Bulele *et al.*, 2019; Wulandari dan Purwaningsih, 2019).

III.7.5 Identifikasi dengan Uji Biokimia

Adapun beberapa uji biokimia yang dilakukan adalah sebagai berikut:

III.7.5.1 Uji Indol

Uji ini dimulai dengan menginokulasikan isolat bakteri pada media SIM Agar dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Selanjutnya, 2 atau 3 tetes reagen Kovac's diteteskan ke dalam media tempat tumbuhnya bakteri, kemudian dikocok perlahan dan diamati perubahan pada media tersebut. Jika terbentuk lapisan merah setelah penambahan reagen Kovac's, berarti reaksi positif. Sebaliknya, jika tidak terbentuk lapisan merah setelah penambahan reagen Kovac's, berarti reaksi negatif (Cappuccino dan Sherman, 2014).

III.7.5.2 Uji Katalase

Uji ini dilakukan dengan menginokulasikan 1 jarum ose bakteri yang akan diuji di atas kaca benda. Selanjutnya, diteteskan 1 tetes hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%. Uji katalase positif jika dihasilkannya gelembung gas O₂ atau buih yang menyimpulkan bahwa bakteri tersebut menghasilkan enzim katalase (Cappuccino dan Sherman, 2014).

III.7.5.3 Uji Simon Sitrato

Pengujian ini dimulai dengan menginokulasikan isolat bakteri pada media SCA dengan teknik gores, kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 24 jam. Jika media berubah warna menjadi biru, maka didapatkan reaksi positif. Sedangkan reaksi negatif ditunjukkan dengan media yang tetap hijau (Cappuccino dan Sherman, 2014).

III.7.5.4 Uji Motilitas

Uji ini dilakukan dengan menginokulasi isolat bakteri pada media SIM dengan ditusuk ose sampai 1/3 dasar tabung, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Hasil tes positif menunjukkan penyebaran pertumbuhan bakteri di media. Jika pertumbuhan bakteri hanya di sekitar tusukan, maka didapatkan hasil negatif (Cappuccino dan Sherman, 2014).

III.7.5.5 Uji TSIA (*Triple Sugar-Iron Agar*)

Pengujian ini dilakukan dengan menginokulasikan isolat bakteri pada media TSIA dengan cara ditusuk ose sampai 1/3 dasar tabung, lalu ose diangkat dan digores pada media miring. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C dan diamati perubahan mediumnya. Ketika bagian medium yang miring berubah menjadi merah serta bagian bawah menjadi kuning, bakteri dapat memfermentasi glukosa. Jika kedua bagian media berwarna kuning, bakteri dapat memfermentasi glukosa, sukrosa, dan laktosa (Cappuccino dan Sherman, 2014).

III.7.5.6 Uji *Methyl Red* (MR)

Pengujian ini dilakukan dengan menginokulasikan isolat bakteri ke dalam media *Methyl red-Voges Proskauer* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu, ditambahkan 3 tetes reagen *Methyl Red* dan diamati perubahan yang terjadi. Perubahan warna media menjadi merah menunjukkan reaksi positif (Ismail *et al.*, 2017).

III.7.5.7 Uji *Voges Proskauer* (VP)

Pengujian ini dilakukan dengan menginokulasikan isolat bakteri ke dalam media *Methyl red-Voges Proskauer* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes KOH 3% dan 5 tetes alfanaftol, kemudian dikocok selama 30 detik. Perubahan warna media menjadi merah muda atau merah menunjukkan reaksi positif (Ismail *et al.*, 2017).

III.7.6 Pembuatan Suspensi Isolat Bakteri Endofit

Larutan suspensi bakteri dibuat dengan diambil 1 ose isolat murni bakteri endofit dan dimasukkan kedalam tabung berisi 5 ml larutan NaCl fisiologis 0,9% steril, lalu di vortex hingga homogen. Setelah itu, disamakan sesuai standar Mc Farland sebesar 0,5%, yang setara dengan laju pertumbuhan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Aqlinia *et al.*, 2020; Purwaningsih dan Wulandari, 2021).

III.7.7 Peremajaan dan Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Sebanyak 1 ose bakteri *S. epidermidis* ATCC 3223 dan *P. aeruginosa* ATCC 27853 diinokulasikan ke media NA baru. Setiap perlakuan dilakukan di dalam LAF untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Selanjutnya, hasil dari peremajaan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam (Tomi *et al.*, 2022).

Larutan suspensi bakteri uji dibuat dengan dimasukkan isolat murni *S. epidermidis* ATCC 3223 dan *P. aeruginosa* ATCC 27853 kedalam tabung berisi 5 ml NaCl 0,9% dan dihomogenkan, kemudian disamakan sesuai standar Mc Farland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ CFU/mL) (Prabowo *et al.*, 2018; Pujawati *et al.*, 2019).

III.7.8 Kontrol Positif dan Negatif

Kontrol positif yang digunakan pada uji antibakteri (*S. epidermidis* ATCC 3223 dan *P. aeruginosa* ATCC 27853) yaitu kloramfenikol, karena antibiotik ini dapat menghambat bakteri Gram negatif ataupun Gram positif (Oktavia dan Pujiyanto, 2018). Adapun kontrol negatif yang digunakan pada uji antibakteri adalah aquades steril. Fungsi dari digunakannya kontrol negatif adalah untuk mengetahui adanya pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan mikroba uji (Amanda *et al.*, 2019).

III.7.9 Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit

Uji ini dilakukan dengan metode difusi cakram (*Kirby bauer*). Pengulangan dilakukan sebanyak 2 kali. Masing masing suspensi bakteri uji diinokulasikan ke media MHA dengan cara disebar menggunakan swab steril (Utami dan Ramadhani, 2020). Selanjutnya, diambil sebanyak 40 μ L suspensi bakteri endofit diteteskan ke

atas kertas cakram yang terletak diatas media MHA tersebut. Aquadest steril digunakan sebagai kontrol negatif sedangkan kloramfenikol 30 µg digunakan sebagai kontrol positif (Astuty *et al.*, 2019; Suci *et al.*, 2022). Setelah itu, diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam (Rodiah *et al.*, 2022). Selanjutnya, diamati pertumbuhan bakteri serta diukur zona bening yang terbentuk menggunakan jangka sorong. Daerah bening yang terbentuk merupakan petunjuk kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri (Hutabarat dan Ismail, 2022).

III.7.10 Pengukuran Zona Hambat

Pengukuran zona hambat dilakukan menggunakan metode Hasanah dan Novian (2020). Zona hambat yang terbentuk di sekitar *paper disc* dan bakteri endofit diukur dengan ketebalan dalam milimeter. Adapun diameter zona hambat dapat diukur dengan rumus berikut ini.

$$\text{Zona Hambat} = \frac{(DV - DC) + (DH - DC)}{2}$$



Gambar III.1: Pengukuran diameter zona hambat
(Hasanah dan Novian, 2020)

Keterangan:

DV: Diameter vertikal

DH: Diameter horizontal

DC: Diameter cakram

Tabel III.2 Kriteria Zona Hambat Antibakteri (Mardhiyani dan Moni, 2021)

Diameter Zona Hambat	Respon Hambatan Pertumbuhan
>20 mm	Sangat kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
<5 mm	Lemah

III.7.11 Produksi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder dari Isolat Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit yang memiliki zona hambat terbesar akan dilanjutkan ke tahap produksi dan ekstraksi untuk dilihat kandungan senyawa metabolit yang terkandung. Produksi metabolit sekunder menggunakan metode Kartikasari dan Purwestri (2021) dengan modifikasi. Sebanyak 20 ml inokulum bakteri dimasukkan ke dalam 400 ml media NB untuk masing-masing isolat dan diinkubasi selama 24 jam. Kultur yang diperoleh kemudian disentrifugasi pada suhu 37 °C dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan hasil sentrifugasi disaring menggunakan kertas saring untuk memperoleh *cell free supernatant* dan diekstraksi dengan metode maserasi.

Ekstraksi metabolit sekunder isolat bakteri endofit merujuk pada metode Rustini *et al* (2022) dengan modifikasi. *Cell free supernatant* yang didapat kemudian dimasukkan ke dalam erlenmayer dan ditambahkan pelarut etanol 70 % perbandingan 1:1 v/v dan dihomogenkan, lalu dimaserasi selama 24 jam dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40 °C untuk diperoleh ekstrak kasar (*crude*) senyawa metabolit sekunder.

III.7.12 Pemeriksaan Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit

Pemeriksaan senyawa metabolit sekunder dilakukan dengan beberapa uji berikut ini.

1. Uji Flavonoid

Ekstrak sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 3 tetes H_2SO_4 pekat, adanya senyawa flavonoid ditandai dengan berubahnya larutan menjadi larutan merah kebiruan, kuning tua (khalkon dan auron), dan warna jingga merah (flavonon) (Kurnianto *et al.*, 2021).

2. Uji Alkaloid

Jenis reagen yang digunakan pada uji alkaloid yaitu reagen Mayer dan Dragendrof. Ekstrak sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi ditetesi dengan 0,5 ml HCl 2N dan dipanaskan, selanjutnya didinginkan dan dibagi sebanyak 1 ml per tabung ke dalam 2 tabung reaksi. Positif alkaloid jika terbentuk endapan coklat setelah ditambahkan pereaksi Mayer dan terbentuk endapan jingga setelah penambahan pereaksi Dragendrof (Muthmainnah, 2017 dan Kurnianto *et al.*, 2021).

3. Uji Terpenoid dan Steroid

Ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 ml klorofom, lalu dikocok. Lapisan klorofom yang terbentuk diambil dan ditetaskan ke plat tetes, dibiarkan sampai kering. Setelah itu, ditambahkan 5 tetes $C_4H_6O_3$ dan 3 tetes H_2SO_4 pekat. Hasil positif terpenoid didapatkan jika terbentuk warna orange, kuning, atau merah. Positif steroid ditandai dengan terbentuk warna hijau (Kurnianto *et al.*, 2021).

4. Uji Saponin

Ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan air suling hingga seluruh cuplikan terendam, selanjutnya dididihkan selama 2-3

menit, didinginkan, lalu dikocok dengan kuat. Positif mengandung saponin jika terbentuk buih yang stabil (Kurnianto *et al.*, 2021).

5. Uji Tanin

Sebanyak 1 ml ekstrak sampel direaksikan dengan 2-3 tetes FeCl_3 . Sampel mengandung tanin apabila terjadi perubahan warna menjadi hijau kehitaman (Manongko *et al.*, 2020).

6. Uji Fenol

Sebanyak 0,5 g ekstrak sampel direaksikan dengan 3-4 tetes FeCl_3 , apabila terbentuk warna hitam kebiruan hingga hitam pekat menandakan adanya senyawa fenol (Ningsih *et al.*, 2020).

III.8 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan metode eksperimen. Data yang diperoleh adalah data kualitatif dan kuantitatif yang disajikan dalam bentuk gambar dan tabel. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif berupa jumlah isolat, karakteristik morfologi, serta identifikasi genus bakteri endofit. Identifikasi genus bakteri endofit menggunakan Bergey's Handbook of Determinative Bacteriology serta beberapa sumber jurnal terkait. Data kuantitatif dianalisis berdasarkan hasil pengukuran diameter zona hambat uji aktivitas bakteri endofit dengan bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Hasil Penelitian

IV.1.1 Karakterisasi Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

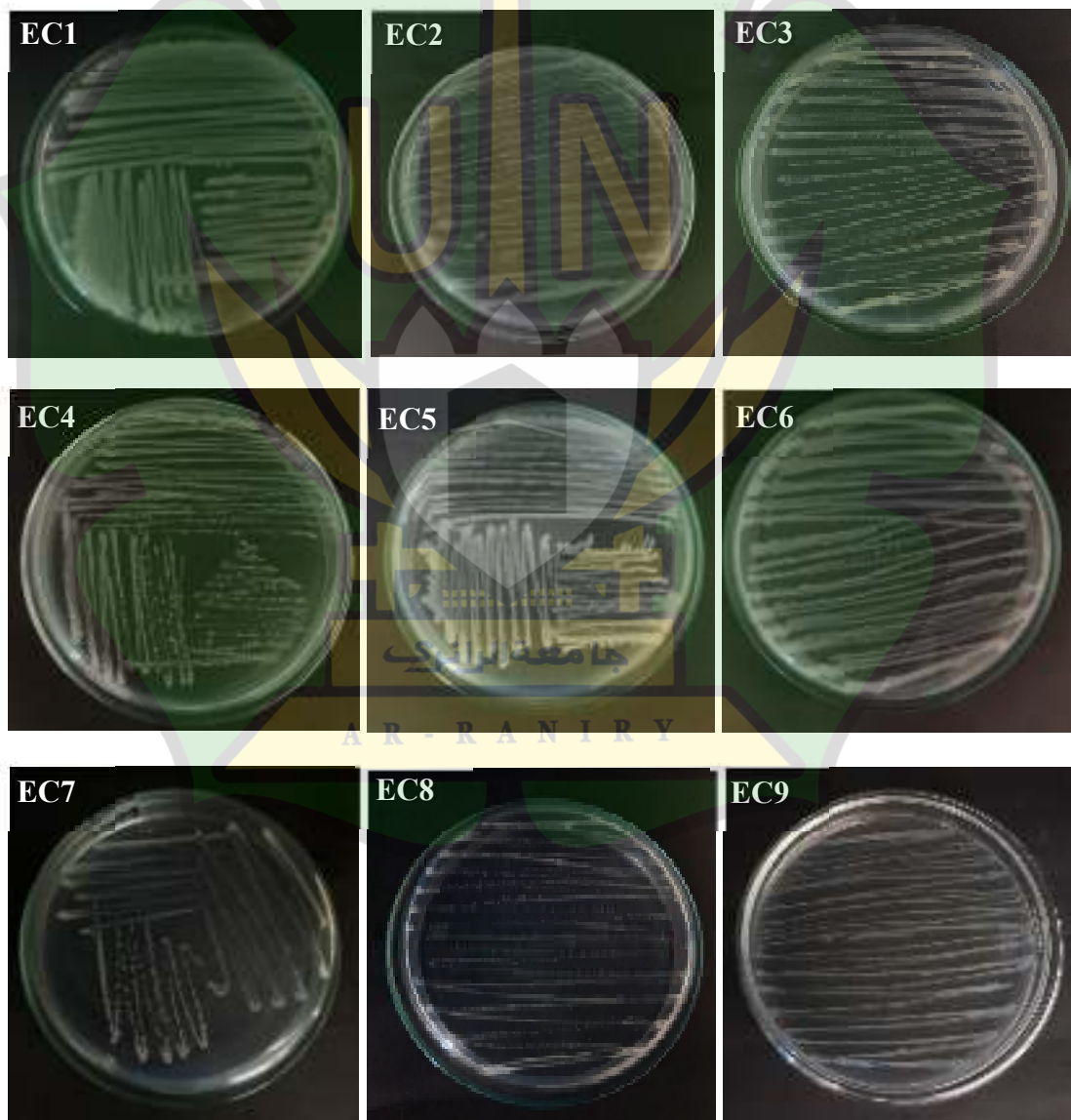
Isolasi bakteri endofit dilakukan pada daun kenanga (*Cananga odorata*) dari Desa Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan 12 isolat bakteri endofit dan diberi kode isolat EC1 sampai EC12. Semua isolat bakteri endofit tersebut memiliki karakteristik morfologi yang berbeda-beda baik dari segi bentuk, warna, tepian maupun elevasi. Karakteristik morfologi koloni bakteri endofit dapat dilihat pada Tabel IV.1 sebagai berikut:

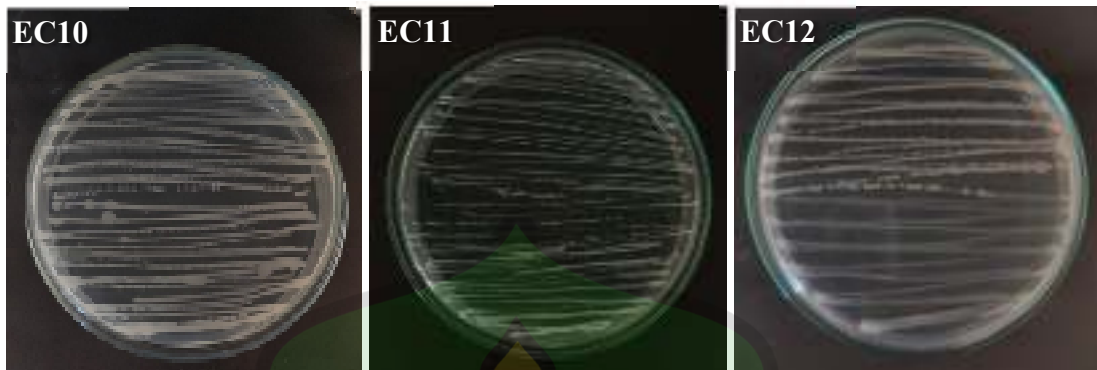
Tabel IV.1 Karakteristik Makroskopis Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Karakteristik Makroskopis Bakteri Endofit Daun Kenanga					
No	Kode Isolat	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi
1.	EC1	Bulat	Krem putih	Rata	Rata
2.	EC2	Bulat	Putih	Rata	Cembung
3.	EC3	Bulat	Putih bening	Rata	Cembung
4.	EC4	Bulat	Krem putih	Rata	Timbul datar
5.	EC5	Bulat	Krem	Rata	Cembung
6.	EC6	Bulat	Krem	Berlekuk	Cembung
7.	EC7	Bulat	Putih bening	Rata	Rata
8.	EC8	Bulat	Krem	Rata	Rata
9.	EC9	Bulat	Kuning	Rata	Cembung
10.	EC10	Bulat	Putih	Rata	Rata
11.	EC11	Bulat	Krem putih	Rata	Cembung
12.	EC12	Tidak beraturan	Kuning	Bergelombang	Rata

Keterangan: EC: Endofit Cananga

Morfologi isolat bakteri endofit dari daun kenanga yang didapat memiliki karakter yang bervariasi. Semua bentuk koloni bakteri endofit berbentuk bulat kecuali EC12 yang memiliki bentuk tidak beraturan. Warna koloni bakteri yang didapat berwarna putih, putih bening, krem putih, krem, dan kuning. Tepian atau *margin* koloni bakteri endofit yaitu rata, berlekuk, dan bergelombang. Adapun elevasi koloni bakteri yang didapat yaitu rata, cembung, dan timbul datar. Gambar isolat bakteri endofit dapat dilihat pada Gambar IV.1 berikut ini:





Gambar IV.1 Pemurnian Bakteri Endofit dari Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Karakterisasi mikroskopis bakteri endofit dilakukan dengan pewarnaan Gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri EC1, EC3, dan EC9 merupakan bakteri Gram negatif bentuk basil, isolat bakteri EC2, EC4, EC5, EC7, EC8, EC10, EC11, dan EC12 termasuk kedalam bakteri Gram positif bentuk basil, dan isolat bakteri EC6 merupakan bakteri Gram negatif bentuk kokobasil (*coccobacil*). Adapun gambar pewarnaan Gram bakteri endofit dapat dilihat pada Gambar IV.2 berikut ini.



Gambar IV.2. Pewarnaan Gram Bakteri Endofit dari Daun Kenanga (*C. odorata*): (a) Bentuk Sel Basil Gram Negatif; (b) Bentuk Sel *Coccobacil* Gram Negatif; (c) Bentuk Sel Basil Gram Positif

Identifikasi bakteri endofit daun kenanga (*C. odorata*) dilakukan dengan beberapa uji biokimia yaitu uji indol, motilitas, katalase, TSIA (*Triple Sugar-Iron Agar*), simon sitrat, MR (*Methyl Red*), dan VP (*Voges Proskauer*). Adapun hasil uji biokimia dapat dilihat dari Tabel IV.2 berikut ini.



Tabel IV.2. Uji Biokimia Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Kode Isolat	Makroskopis			Mikroskopis			Uji Biokimia							Genus		
	Bentuk Koloni	Warna	Tepian	Elevasi	Bentuk sel	Gram	Indol	Motil	Katalase	Glukosa	Laktosa	Sukrosa	Sitrat		MR	VP
EC1	Bulat	Krem putih	Rata	Rata	Basil	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	<i>Pseudomonas sp.</i>
EC2	Bulat	Putih	Rata	Cembung	Basil	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC3	Bulat	Putih bening	Rata	Cembung	Basil	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	<i>Pseudomonas sp.</i>
EC4	Bulat	Krem putih	Rata	Timbul datar	Basil	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC5	Bulat	Krem	Rata	Cembung	Basil	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC6	Bulat	Krem	Berlekuk	Cembung	Kokobasil	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	<i>Acinetobacter sp.</i>
EC7	Bulat	Putih bening	Rata	Rata	Basil	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC8	Bulat	Krem	Rata	Rata	Basil	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC9	Bulat	Kuning	Rata	Cembung	Basil	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	<i>Pseudomonas sp.</i>
EC10	Bulat	Putih	Rata	Rata	Basil	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC11	Bulat	Krem putih	Rata	Cembung	Basil	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>
EC12	Tidak beraturan	Kuning	Bergelombang	Rata	Basil	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	<i>Bacillus sp.</i>

Keterangan: EC : Endofit Cananga
 (+) : Positif
 (-) : Negatif

Tabel IV.3. Uji Biokimia Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Karakteristik	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Acinetobacter</i> sp.
Bentuk sel	Basil	Basil	Kokobasil
Gram	+	-	-
Indol	-	-	-
Motilitas	+	+/-	+/-
Katalase	+/-	+	+
Glukosa	+	+	-
Laktosa	+/-	+/-	-
Sukrosa	+/-	+/-	-
Sitrat	-	-	+/-
MR	+/-	-	-
VP	+	-	-
	Bergey (1957) Kurniawan <i>et al</i> (2021) Butar-butur <i>et al.</i> , (2023) Sivakumar <i>et al</i> (2019) Anie <i>et al</i> (2022) Kadhun dan Hasan (2019) Marimuthu <i>et al</i> (2019)	Bergey (1957) Adityawarman <i>et al</i> (2019). Dongoran <i>et al</i> (2022) Sivakumar <i>et al</i> (2019) Anie <i>et al</i> (2022) Butar-butur <i>et al.</i> , (2023)	Bergey (1957) Huda <i>et al.</i> , 2020 Ayunindya <i>et al.</i> , 2021 Lailiya <i>et al.</i> , 2022 Premandari <i>et al.</i> , 2023

Keterangan:

EC : Endofit Cananga

(+) : Positif

(-) : Negatif

(+/-) : Beberapa spesies (+) dan beberapa (-)

Berdasarkan hasil uji biokimia yang telah dilakukan didapatkan hasil yang positif (+) dan juga negatif (-). Uji indol didapatkan hasil negatif pada semua kode isolat yang ditandai dengan tidak terbentuk cincin merah setelah ditambahkan reagen Kovac. Uji motilitas didapatkan hasil positif pada kode isolat EC2, EC6, EC7, EC8, EC10, EC11, dan EC12. Hasil positif ditandai dengan menunjukkan penyebaran pertumbuhan bakteri di media. Uji katalase didapatkan hasil positif pada semua kode

isolat, kecuali kode isolat EK11. Uji katalase positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas (O_2) setelah penambahan H_2O_2 .

Hasil uji biokimia TSIA menunjukkan bahwa ketiga belas isolat bakteri endofit mendapat hasil yang bervariasi, ada beberapa isolat hanya mampu menfermentasi glukosa, beberapa isolat mampu menfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa serta ada juga isolat yang tidak mampu menfermentasi semua jenis gula baik itu glukosa, laktosa maupun sukrosa. Uji biokimia sitrat menunjukkan bahwa semua isolat mendapat hasil negatif. Hal ini ditandai dengan media agar miring yang tidak berubah menjadi warna biru. Uji biokimia MR didapatkan hasil positif pada kode isolat EC5 dan EC8. Positif MR di tandai dengan perubahan warna media menjadi merah. Adapun uji VP didapatkan hasil positif pada kode isolat EC2, EC4, EC5, EC7, EC8, EC10, EC11, dan EC 12 yang ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah.

IV.1.2 Uji Aktivitas Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*

Uji aktivitas bakteri endofit pada daun kenanga (*Cananga odorata*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram (*Kirby bauer*). Zona bening terbentuk dikarenakan adanya aktivitas antibakteri bakteri endofit daun kenanga (*C. odorata*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Adapun hasil pengujian aktivitas bakteri endofit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilihat pada Tabel IV.4 dan IV.5.

Tabel IV.4. Zona Hambat Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*C. odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

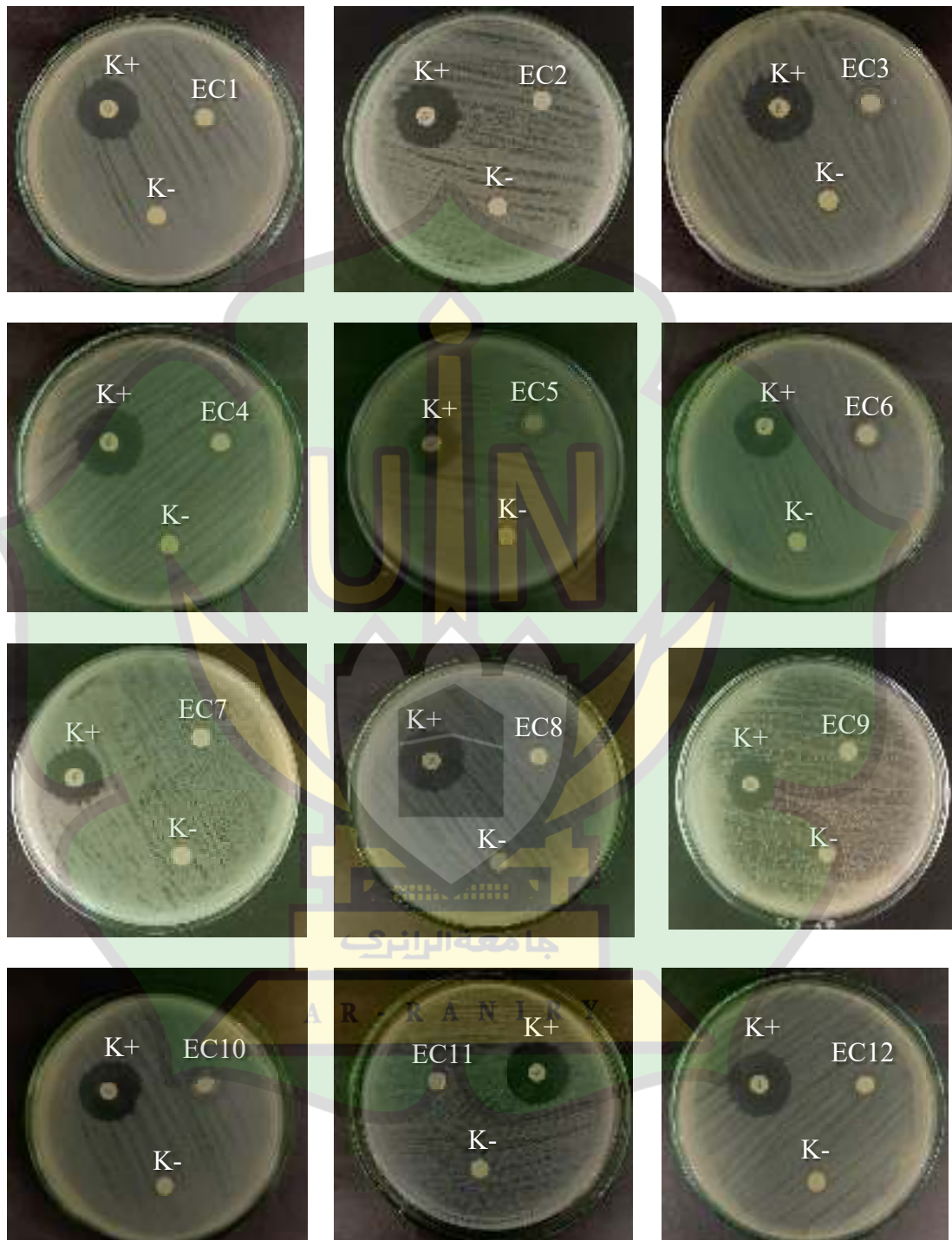
Kode Isolat	Diameter zona hambat			Kriteria zona hambat
	Pengulangan		Rata-Rata	
	I	II		
EC1	3,76	5,71	4,74	Lemah
EC2	1,54	1,28	1,41	Lemah
EC3	5,75	7,83	6,79	Sedang
EC4	4,13	5,56	4,84	Lemah
EC5	6,88	7,49	7,18	Sedang
EC6	6,39	4,45	5,42	Sedang
EC7	0,96	2,54	1,75	Lemah
EC8	2,38	1,30	1,84	Lemah
EC9	0,90	3,21	2,06	Lemah
EC10	6,65	5,92	6,28	Sedang
EC11	1,38	3,71	2,54	Lemah
EC12	5,15	4,84	4,99	Lemah

Keterangan: EC: Endofit Kenanga

Tabel IV.5. Zona Hambat Kontrol Positif Kloramfenikol 30 μ g Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Bakteri Patogen	Diameter Zona Hambat	Kriteria Zona Hambat
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	16,74 mm	Kuat

Hasil uji aktivitas dari ke-12 isolat bakteri endofit dapat menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223. Rerata zona hambat yang didapat berkisar antara 1,41 mm sampai 7,18 mm dapat dikategorikan lemah dan sedang. Sedangkan kontrol positif didapatkan rerata zona hambat 16,74 mm yang dikategorikan kuat. Adapun gambar uji aktivitas bakteri endofit terhadap *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dapat dilihat pada Gambar IV.3 berikut ini.



Gambar IV.3. Uji Aktivitas Isolat Bakteri Endofit Daun Kenanga Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Tabel IV.6. Zona Hambat Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*C. odorata*) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

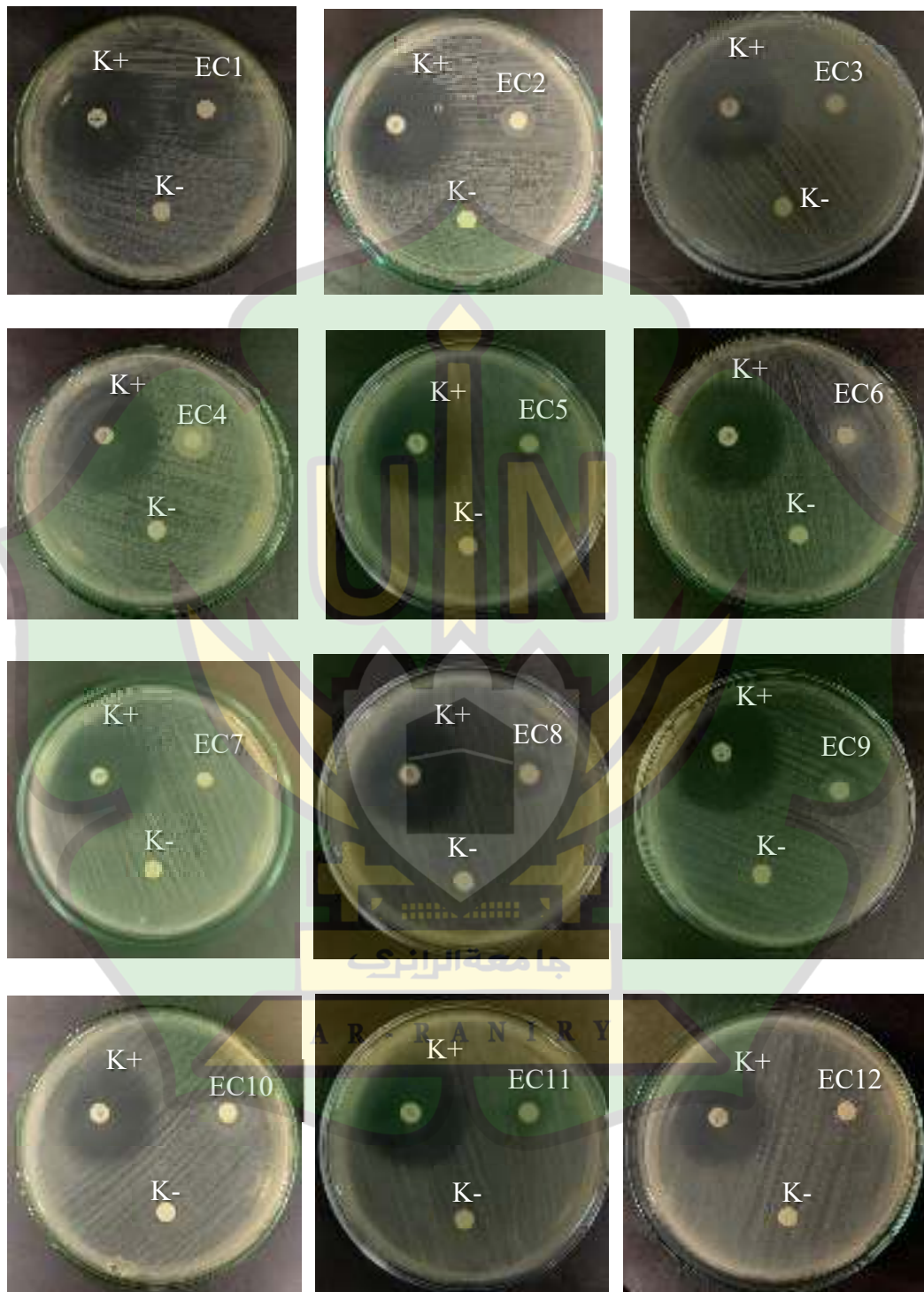
Kode Isolat	Diameter zona hambat			Kriteria zona hambat
	Pengulangan		Rata-Rata	
	I	II		
EC1	14,4	13,4	13,9	Kuat
EC2	5,6	3,9	4,75	Lemah
EC3	5,8	4,6	5,2	Sedang
EC4	7,3	5,2	6,25	Sedang
EC5	5,7	6,5	6,1	Sedang
EC6	4,5	3,1	3,8	Lemah
EC7	1,4	0,6	1,0	Lemah
EC8	6,1	5,6	5,85	Sedang
EC9	6,9	7,7	7,3	Sedang
EC10	7,11	3,03	5,07	Sedang
EC11	13,03	6,98	10,04	Kuat
EC12	5,5	2,99	4,24	Lemah

Keterangan: EC: Endofit Cananga

Tabel IV.7. Zona Hambat Kontrol Positif Kloramfenikol 30 μ g Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri Patogen	Diameter Zona Hambat	Kriteria Zona Hambat
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23,45 mm	Sangat Kuat

Hasil uji aktivitas dari ke-12 isolat bakteri endofit dapat menghambat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Rerata zona hambat yang didapat berkisar antara 1,0 mm sampai 13,9 mm dapat dikategorikan lemah, sedang, dan kuat. Sedangkan kontrol positif didapatkan rerata zona hambat 23,45 mm yang dikategorikan sangat kuat. Adapun gambar uji aktivitas bakteri endofit terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 dapat dilihat pada Gambar IV.4 berikut ini.



Gambar IV.4. Uji Aktivitas Isolat Bakteri Endofit Daun Kenanga Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Hasil pengamatan didapatkan zona hambat terbesar yang berpotensi menghambat *S. epidermidis* adalah isolat EC5 dengan rerata 7,18 mm, sedangkan pada *P. aeruginosa* didapatkan zona hambat terbesar oleh isolat EC1 dengan rerata 13,9 mm. Kedua isolat tersebut kemudian diekstraksi dengan pelarut etanol 70% dan diuji fitokimia untuk melihat senyawa metabolit sekunder yang terkandung. Adapun hasil uji fitokimia ekstrak etanol EC1 dan EC5 dapat dilihat pada Tabel IV.6 berikut.

Tabel IV.8 Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Pada Ekstrak Etanol Isolat EC1 dan EC5

No	Senyawa metabolit sekunder	EC1	EC5
1.	Alkaloid	+	+
2.	Flavonoid	-	-
3.	Terpenoid	+	+
4.	Steroid	-	-
5.	Saponin	+	-
6.	Tanin	-	-
7.	Fenol	-	-

Keterangan:

EC : Endofit Cananga

(+) : Positif

(-) : Negatif

Hasil uji fitokimia menunjukkan adanya perbedaan jumlah senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak etanol isolat EC1 dan EC5. Hasil uji pada isolat EC1 didapatkan positif alkaloid, terpenoid, dan saponin, sedangkan pada isolat EC5 didapatkan positif alkaloid dan terpenoid.

IV. 2 Pembahasan

IV.2.1 Karakteristik Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*)

Bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman dan tidak menyebabkan dampak negatif pada tanaman inangnya (*host plant*) disebut dengan bakteri endofit (Suryani dan A'yun, 2022). Umumnya, bakteri endofit menunjukkan endosimbiosis dengan inangnya, sehingga bersifat mutualisme atau saling menguntungkan (Laoli dan Indrawati, 2021). Kandungan bakteri endofit pada tanaman tidak dapat ditentukan secara pasti, tetapi bakteri ini dapat dideteksi dengan cara diisolasi pada

media NA. Media NA terdiri dari campuran ekstrak daging dan pepton yang mengandung nitrogen, karbohidrat, protein, serta vitamin (Fatmariza *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan didapatkan dua belas isolat bakteri endofit pada daun kenanga (*C. odorata*) dengan karakter morfologi koloni yang berbeda-beda baik dari segi bentuk, warna, tepian, dan elevasi. Hasil penelitian Kurniawan *et al* (2021) mendapatkan perbedaan karakteristik morfologi koloni pada 37 isolat bakteri endofit dari daun pegagan (*Centella asiatica*). Bentuk koloni meliputi bentuk bulat, tidak beraturan, dan titik. Warna koloninya kuning, putih, dan putih kekuningan. Tepi koloni yaitu bergelombang, bergerigi, dan utuh. Sedangkan elevasinya yaitu rata dan cembung. Perbedaan karakter dari semua isolat bakteri endofit tersebut dipengaruhi oleh tanaman inangnya. Menurut Wilson *et al* (2017), faktor-faktor fisiologis yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman akan mempengaruhi perbedaan karakter serta komunitas bakteri endofit seperti kondisi lingkungan, umur tanaman, struktur tanah, serta waktu pengambilan sampel.

Setelah diidentifikasi secara morfologis, dilanjutkan identifikasi secara mikroskopis berupa pewarnaan Gram dan uji biokimia. Bentuk sel sekaligus tipe sel bakteri berdasarkan struktur dinding selnya dapat diketahui dengan uji pewarnaan Gram (Nursanty *et al.*, 2019). Bakteri Gram positif berwarna ungu kebiruan karena mampu mengikat kristal violet, sedangkan bakteri Gram negatif berwarna merah karena tidak mampu mengikat kristal violet, tetapi mengikat pewarna safranin. Hal ini dikarenakan bakteri Gram positif terdiri dari peptidoglikan yang tebal sedangkan Gram negatif memiliki peptidoglikan yang tipis serta struktur lipolisakarida yang tebal pada dinding selnya (Bulele *al.*, 2019; Wulandari dan Purwaningsih, 2019). Hasil pewarnaan Gram dari ke-12 isolat bakteri endofit didapatkan bakteri 3 isolat bakteri Gram negatif bentuk basil, 8 isolat bakteri Gram positif bentuk basil, dan 1 isolat bakteri Gram negatif bentuk kokobasil. Hasil penelitian Irwandi *et al* (2023) didapatkan semua bakteri endofit termasuk golongan Gram positif bentuk basil. Selanjutnya dilakukan uji biokimia untuk mengidentifikasi genus bakteri endofit. Uji

biokimia yang dilakukan meliputi uji motilitas, indol, katalase, TSIA, sitrat, MR, dan VP.

Uji indol bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam mengurai triptofan dengan enzim *tryptophanase* (Rifai, 2021). Uji biokimia indol pada ke-12 isolat bakteri endofit didapatkan hasil negatif. Uji indol negatif menunjukkan bakteri tersebut tidak memiliki enzim *tryptophanase* yang berfungsi sebagai katalis pengurai gugus indol yang terkandung dalam asam amino triptofan (Rifai, 2021). Penelitian Firdha (2022) juga mendapatkan hasil uji indol negatif pada semua isolat bakteri endofit daun kari (*Murraya koenigii* L. Spreng). Selain itu, penelitian Hala *et al* (2022) juga mendapatkan hasil uji indol negatif pada semua isolat bakteri endofit yang diujikan.

Uji motilitas bertujuan untuk mengetahui sifat motil bakteri (Prihanto *et al.*, 2018). Uji biokimia motilitas yang telah dilakukan terdapat hasil negatif dan juga positif. Hasil positif uji motilitas menunjukkan bahwa bakteri bersifat motil (bergerak). Sedangkan hasil negatif menunjukkan bakteri bersifat nonmotil (tidak bergerak). Penelitian dari Rizqiyah *et al* (2022) mendapatkan hasil positif dan negatif pada uji motilitas bakteri endofit tanaman gamal (*Gliricidia sepium*). Sedangkan penelitian Hanafi *et al* (2017) mendapatkan hasil uji motilitas semua positif pada bakteri endofit yang diujikan.

Uji katalase bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri untuk menghasilkan enzim katalase (Hasiolan *et al.*, 2022). Uji biokimia katalase pada ke-12 isolat bakteri endofit mendapatkan hasil positif dan negatif. Hasil positif uji katalase menunjukkan bahwa bakteri memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim katalase. Hal ini sama dengan penelitian dari Pulungan *et al* (2018) yang menyatakan bahwa uji katalase pada bakteri endofit daun buas buas (*Premna pubescens* Blume) mendapatkan hasil positif dan negatif. Sedangkan pengujian katalase pada bakteri endofit tanaman bangun-bangun (*Coleus amboinicus* L.) menunjukkan hasil semua

positif (Hasiolan *et al.*, 2022). Enzim katalase berperan penting dalam menghambat terbentuknya radikal bebas atau *Reactive Oxygen Spesies* (ROS) dengan memecah H_2O_2 menjadi O_2 dan H_2O (Josephine *et al.*, 2020). Tanaman dan bakteri endofit memiliki persamaan menghasilkan sejumlah antioksidan seperti enzim katalase yang berperan penting dalam pertahanan stress pada tanaman akibat tekanan abiotik seperti suhu tinggi, kekeringan, salinitas ozon, dan serangan mikroba (Sahu *et al.*, 2022).

Uji TSIA bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi semua karbohidrat (glukosa, laktosa, dan sukrosa) (Aini, 2018). Uji biokimia TSIA pada ke-12 isolat bakteri endofit mendapatkan hasil yang bervariasi. Beberapa bakteri endofit dapat memfermentasi semua jenis gula yakni glukosa, laktosa, dan fruktosa. Beberapa isolat hanya mampu memfermentasi glukosa, ada juga yang hanya mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa. Selain itu, ada juga beberapa bakteri endofit yang tidak dapat memfermentasi gula. Hal ini sama dengan penelitian dari Butar-butar *et al* (2021), uji TSIA pada bakteri endofit dari akar pegagan (*Centella asiatica*) juga mendapatkan hasil yang berbeda-beda, ada isolat yang dapat memfermentasi, laktosa, glukosa, dan sukrosa, ada yang hanya mampu memfermentasi glukosa saja, serta beberapa tidak dapat memfermentasi semua jenis gula.

Uji simon sitrat bertujuan untuk mengetahui bakteri dalam pemanfaatan sitrat sebagai sumber karbon. Jika bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai sumber karbonnya, maka terjadi kenaikan pH dan mengubah warna medium biakan dari hijau menjadi biru (Apriyanthi *et al.*, 2022). Uji biokimia sitrat pada semua isolat bakteri endofit mendapatkan hasil yang negatif. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak dapat memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon. Penelitian Rahmadani (2018) mendapatkan hasil uji sitrat negatif pada semua isolat bakteri endofit daun pare (*Momordica charantia* L.). Selain itu, penelitian Rizqiyah *et al* (2022) juga didapatkan hasil uji biokimia sitrat negatif pada semua isolat bakteri endofit yang di uji.

Uji biokimia MR dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri untuk menghasilkan asam campuran berupa metilen glikon (Haryati, 2020). Pengujian biokimia MR pada semua isolat bakteri endofit mendapatkan hasil positif dan negatif. Hasil positif pada uji MR menunjukkan bahwa bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk mengoksidasi glukosa menghasilkan asam berkonsentrasi tinggi yang stabil sehingga menyebabkan pH media turun. Hal ini ditandai dengan media yang berubah menjadi merah setelah ditambahkan *Methyl Red* (Raharja *et al.*, 2023). Penelitian Isnayanti (2020) juga mendapatkan hasil uji MR positif dan negatif pada isolat bakteri endofit tanaman lelak (*Uvaria rufa* Blume).

Tujuan dari uji VP ini adalah untuk mengetahui apakah bakteri memiliki hasil akhir fermentasi glukosa berupa asetil metil karbinol (asetolin) (Dewi *et al.*, 2022). Pengujian biokimia VP pada semua isolat didapatkan hasil positif dan negatif. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi merah. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat membentuk asetolin (*asetil methyl carbinol*) sebagai senyawa utama dalam pembentukan 2,3-butanadiol. Hasil negatif didapatkan jika tidak terjadi perubahan warna menjadi merah muda pada media (Raharja *et al.*, 2023). Penelitian Prihanto *et al* (2018) didapatkan hasil positif dari uji biokimia VP pada semua isolat bakteri endofit yang diujikan.

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa bakteri endofit dengan kode isolat EC1, EC3, dan EC9 secara morfologis dan fisiologis memiliki kemiripan dengan genus *Pseudomonas* sp. yaitu memiliki bentuk koloni bulat, warna koloninya krem putih, putih bening, dan kuning, tepiannya rata, serta memiliki elevasi rata, dan cembung. Adapun secara fisiologisnya *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri Gram negatif bentuk basil, fakultatif anaerob, indol negatif, kalase positif, dapat menfermentasi gula, beberapa spesies motilitas dan sitrat positif, serta MR dan VP negatif (Bergey, 1957; Adityawarman *et al.*, 2019; Dongoran *et al.*, 2022; Sivakumar *et al.*, 2019; Anie *et al.*, 2022; Butar-butur *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian juga didapatkan bakteri endofit genus *Pseudomonas* sp. yang diisolasi dari berbagai tanaman seperti dari tanaman jeruk (*Citrus sinensis*) (Soylu *et al.*, 2022), tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Aji dan Lestari, 2019), dan akar tanaman bangun-bangun (*Coulenz amboinicus* Lour). Hasil penelitian menunjukkan bahwa genus *Pseudomonas* sp. pada *C. amboinicus* memiliki kemampuan tinggi dalam melarutkan fosfat dengan nilai indeks fosfat sebesar 4,1 mm (Butar-Butar *et al.*, 2023). Mekanisme *Pseudomonas* sp. dalam memicu pertumbuhan tanaman adalah sebagai penghasil fitohormon IAA (*Indole Acetic Acid*) (Sah *et al.*, 2021). Hormon IAA merupakan hormon auksin sebagai bentuk alami pada tanaman. Peran dari hormon ini yaitu membantu pertumbuhan tanaman, perpanjangan batang, meningkatkan proses elongasi sel, dan diferensiasi sel (Advinda *et al.*, 2018).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa EC2, EC4, EC5, EC7, EC8, EC10, EC11, dan EC12 memiliki kemiripan dengan genus *Bacillus* sp. secara morfologi dan fisiologis. Genus *Bacillus* sp. memiliki ciri morfologi yaitu bentuk koloni bulat dan tidak beraturan, warna koloni putih, krem putih, krem, putih bening, dan kuning, tepiannya rata dan bergelombang, serta memiliki elevasi yang rata, cembung, dan timbul datar. Secara fisiologis genus *Bacillus* sp. adalah bakteri Gram positif bentuk basil yang memiliki endospora, bersifat aerob dan beberapa anaerob fakultatif, indol negatif, beberapa spesies motilitas, katalase, dan MR negatif, namun beberapa spesies positif, dapat memfermentasi semua jenis gula (beberapa hanya dapat memfermentasi glukosa saja), sitrat negatif, dan VP positif (Kurniawan *et al.*, 2021; Butar-butar *et al.*, 2023; Sivakumar *et al.*, 2019; Anie *et al.*, 2022; Kadhum dan Hasan, 2019; Marimuthu *et al.*, 2019).

Bakteri endofit dari genus *Bacillus* sp. juga banyak ditemukan di berbagai tanaman seperti dari tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Aji dan Lestari, 2020), daun dan batang jeruk siam (*Citrus nobilis*) (Silalahi *et al.*, 2020), akar tanaman bangun-bangun (*Coulenz amboinicus* Lour) (Butar-Butar *et al.*, 2023), tanaman

jagung (*Zea mays* L.) (Saputri *et al.*, 2020), dan genus *Bacillus* sp. pelarut fosfat pada tanaman padi (*Oryza sativa*) (Hartanti *et al.*, 2020). Bakteri *Bacillus* sp. dapat memicu *Induce Systemic Resistance* (ISR) untuk meningkatkan respon resistensi tanaman terhadap serangan patogen. Selain itu, *Bacillus* sp. juga dapat menfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, serta memproduksi fitohormon seperti hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) yang berguna dalam proses pertumbuhan tanaman (Miljakovic *et al.*, 2020; Puspita *et al.*, 2018).

Hasil pengamatan terhadap bakteri endofit dengan kode isolat EC6 secara morfologis dan fisiologis menyerupai genus *Acinetobacter* sp. Secara morfologi *Acinetobacter* sp. memiliki bentuk koloni bulat, warna krem, tepi berlekuk, dan elevasi cambung. Secara fisiologis *Acinetobacter* sp. adalah salah satu bakteri bentuk kokobasil (*coccobacillus*) Gram negatif, beberapa motilitas positif, dan katalase positif, sedangkan uji MR, VP, indol, dan sitrat negatif. Bakteri genus *Acinetobacter* sp. tidak mampu menfermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa (Bergey, 1957; Huda *et al.*, 2020; Ayunindya *et al.*, 2021; Lailiya *et al.*, 2022; Premandari *et al.*, 2023). Hasil penelitian Sari (2022) mengenai identifikasi bakteri endofit tanaman (*Lemna perpusilla*) menunjukkan bahwa isolat LP2 dan LP3 teridentifikasi sebagai *Acinetobacter baumannii*. Selain itu, penelitian Zahara *et al* (2018) juga didapatkan bakteri endofit *Acinetobacter* sp. pada batang kacang tanah (*Arachis hypogaeae*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri endofit *Acinetobacter* sp. memiliki potensi sebagai agens hayati untuk mengendalikan *Aspergillus flavus* pada kacang tanah.

Bakteri endofit genus *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. sering ditemukan sebagai bakteri endofit. Hal ini dikarenakan bakteri tersebut merupakan bakteri dominan di lingkungan mikro tanah dan juga tanaman serta memiliki tingkat pertumbuhan yang tinggi dengan kebutuhan yang sederhana (Tangapo, 2020). Bakteri *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., dan *Acinetobacter* sp. umumnya dapat ditemukan di tanah, air, dan udara. Namun, *Pseudomonas* sp. dan *Acinetobacter* sp. juga banyak ditemukan sebagai patogen bagi hewan dan tumbuhan.

Bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Acinetobacter* sp. merupakan flora bakteri pada kulit terutama didaerah yang lembab (Mahdani *et al.*, 2020; Kurniawan *et al.*, 2021; Rahminiwati *et al.*, 2020).

Bakteri endofit masuk ke dalam jaringan tanaman dimulai dari rhizosfer sebagai respon dari eksudat akar, dilanjutkan ke bidang akar dan bagian dalam akar. Bakteri endofit dapat masuk ke perakaran sekunder dengan mengekskresikan enzim pektinase atau selulase. Beberapa dari bakteri endofit pada bagian akar menuju ke batang dan daun melalui pembuluh *xylem* (Afzal *et al.*, 2019). Bakteri endofit juga dapat berasal dari udara, lalu menempel pada permukaan daun dan dilakukan penetrasi melalui stomata (Pratiwi, 2018). Semakin jauh jarak dari akar, dimungkinkan semakin berkurang jumlah nutrisi sehingga populasi bakteri endofit pun berkurang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dwimartina *et al* (2021) yang mendapatkan jumlah bakteri endofit pada akar, batang, dan daun tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yaitu sebanyak 10, 7, dan 12 isolat. Jumlah bakteri endofit pada daun didapatkan lebih banyak diduga karena bakteri endofit tidak hanya berasal dari tanah saja, tetapi juga berasal dari udara yang melakukan penetrasi melalui stomata daun.

IV.2.2 Aktivitas Bakteri Endofit Pada Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

Berdasarkan hasil uji aktivitas bakteri endofit dari daun kenanga (*C. odorata*) terhadap *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 menghasilkan zona bening di sekitar cakram *disk*. Hasil uji aktivitas ke-12 isolat bakteri endofit terhadap kedua bakteri uji dapat dilihat pada (Tabel IV.4) dan (Tabel IV.6). Rerata zona hambat dari ke-12 bakteri endofit dikategorikan lemah dan sedang terhadap *Staphylococcus epidermidis* dengan rerata 1,41-7,18 mm, sedangkan pada *Pseudomonas aeruginosa* berkisar 1,0-13,9 mm dengan kategori lemah, sedang, dan kuat. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya zona hambat

yaitu kepadatan populasi bakteri uji, komposisi media kultur, suhu, sensitivitas organisme, kecepatan difusi agar, dan kandungan senyawa aktif dalam bahan antimikroba (Sari *et al.*, 2023 dan Husain *et al.*, 2022).

Uji aktivitas ini menggunakan kontrol positif kloramfenikol 30 µg yang berguna sebagai pembanding dalam menentukan kemampuan bakteri endofit dalam menghambat bakteri patogen. Hasil rerata zona hambat kontrol positif pada kedua bakteri uji didapatkan kategori kuat dan sangat kuat. Menurut Arqom (2023) kloramfenikol bekerja dengan menghambat enzim peptidil transferase. Peran dari enzim ini yaitu sebagai biokatalisator dalam pembentukan ikatan-ikatan peptida pada proses sintesis protein. Kloramfenikol dapat digunakan untuk melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri Gram positif dan Gram negatif serta bersifat bakteristatik.

Penelitian Irwandi *et al* (2023) mendapatkan semua isolat bakteri endofit dari tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan kategori sedang, sedangkan zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* termasuk kategori lemah. Hasil penelitian Wulansari *et al* (2019) mendapatkan bakteri endofit dari daun tanaman Bangle (*Zingiber cassumunar*) mempunyai aktivitas antibakteri dalam menghambat pertumbuhan *S. epidermidis* dan *P. aeruginosa* dengan rerata zona hambat masing-masing 6,80 dan 7,21. Selain itu, Husain *et al* (2022) mendapatkan hasil zona hambat bakteri endofit dari daun gedi (*Abelmoschus manihot*) terhadap *E. coli* dengan rerata 1,66-12,3 mm, sedangkan zona hambat terhadap *S. aureus* memiliki rerata 2,3 mm, 4,0 mm, 6,8 mm, dan 13 mm yang dikategorikan lemah, sedang, dan kuat. Aktivitas antibakteri yang bersifat rendah menandakan bahwa bakteri tidak dapat bekerja dengan baik dalam membunuh bakteri uji, sedangkan antibakteri yang bersifat sedang barangkali dapat bekerja lebih baik apabila diberi dengan dosis yang lebih tinggi (Fitri *et al.*, 2022).

Hasil pengujian didapatkan zona hambat terbesar yang berpotensi menghambat *S. epidermidis* adalah isolat EC5 dengan rerata 7,18 mm, sedangkan pada *P. aeruginosa* didapatkan zona hambat terbesar oleh isolat EC1 dengan rerata 13,9 mm. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan struktur dinding sel bakteri, dimana lapisan peptidoglikan pada bakteri Gram positif lebih tebal dibandingkan dengan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif memiliki lapisan peptidoglikan 20-80 nm sedangkan lapisan peptidoglikan pada bakteri Gram negatif hanya 5-10 nm. Bakteri Gram positif juga mengandung asam teikoat yang membuatnya lebih sulit untuk dihancurkan oleh zat aktif atau antibiotik (Rohde, 2019; Irwandi *et al.*, 2023).

Perbedaan zona hambat juga dipengaruhi oleh jenis Gram bakteri endofit. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa EC1 merupakan bakteri *Pseudomonas* sp. sedangkan EC5 adalah bakteri *Bacillus* sp. Hasil uji aktivitas menunjukkan bahwa EC1 (*Pseudomonas* sp.) potensial dalam menghambat *Pseudomonas aeruginosa* dan EC5 (*Bacillus* sp.) potensial dalam menghambat *Staphylococcus epidermidis*. Hasil penelitian Oktavia dan Pujiyanto (2018) didapatkan bahwa uji antagonisme bakteri endofit Gram positif memiliki aktivitas penghambatan yang lebih tinggi terhadap bakteri target Gram positif dibandingkan dengan Gram negatif. Menurut Lubis (2015), efektifitas kemampuan menghambat isolat potensial memiliki pola; bakteri Gram positif akan lebih aktif menghambat bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif akan lebih aktif menghambat bakteri Gram negatif. Hal ini disebabkan bakteri Gram positif memproduksi bakteriosin yang mampu menekan pertumbuhan bakteri Gram positif begitupun sebaliknya.

Kandungan senyawa metabolit sekunder pada isolat EC1 dan EC5 juga mempengaruhi zona hambat yang dihasilkan. Hasil uji fitokimia dari ekstrak etanol bakteri endofit isolat EC1 dan EC5 didapatkan hasil yang berbeda. Berdasarkan uji fitokimia pada ekstrak etanol isolat EC1 didapatkan hasil positif senyawa alkaloid, saponin, dan terpenoid. Sedangkan uji fitokimia ekstrak etanol isolat EC5 didapatkan hasil positif alkaloid dan terpenoid. Karen (2022) menyatakan bahwa aktivitas

antibakteri tiap isolat bakteri endofit dipengaruhi oleh jumlah metabolit sekunder yang dihasilkan pada fase stasioner. Pada fase stasioner terjadi persaingan untuk mempertahankan diri dengan mengeluarkan metabolit sekunder, sehingga jumlah sel yang tumbuh sama dengan sel yang mati. Semakin banyak jumlah metabolit sekunder yang dihasilkan isolat bakteri endofit maka semakin besar zona hambat yang terbentuk.

Uji fitokimia ekstrak etanol EC1 dan EC5 keduanya menghasilkan senyawa alkaloid, saponin, dan terpenoid yang juga dimiliki oleh daun kenanga (*C. odorata*). Terpenoid merupakan senyawa bioaktif utama minyak atsiri yang dihasilkan oleh tumbuhan (Heliawati, 2018). Daun kenanga (*C. odorata*) mengandung senyawa metabolit berupa minyak atsiri, glikosida antrakuinon, flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, steroid, dan senyawa fenolik (Jiea *et al.*, 2022 dan Sepriani *et al.*, 2023). Bakteri endofit dapat menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang sama dengan inangnya, hal ini diduga sebagai akibat koevolusi dan transfer gen horizontal (*Horizontal Gen Transfer*) dari tanaman inang ke bakteri tersebut. Transfer gen horizontal yaitu proses masuknya bahan-bahan genetik suatu mikroorganisme ke mikroorganisme lain tanpa melalui reproduksi (Gao *et al.*, 2019).

Terpenoid berperan sebagai hormon tanaman, pigmen fotosintesis, pembawa elektron, serta fitosterol sebagai komponen struktur membran tanaman. Senyawa ini juga berperan sebagai toksin bagi herbivora, antimikroba serta prekursor feromon seks dalam penyerbukan (Purwanto dan Irianto, 2022). Terpenoid bersifat nonpolar sehingga mudah bereaksi dengan lipid pada membran luar bakteri Gram negatif yang juga bersifat nonpolar (Fransiska *et al.*, 2021). Mekanisme terpenoid dalam membunuh bakteri yaitu bereaksi dengan porin (protein trans membran) pada membran luar dinding sel bakteri serta membentuk ikatan polimer yang kuat, hal ini membuat porin menjadi rusak. Rusaknya porin menyebabkan senyawa penghambatan akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga proses keluar masuknya

nutrisi akan terganggu. Oleh karena itu, pertumbuhan bakteri menjadi terhambat atau sel bakteri akan mati (Egra *et al.*, 2019).

Alkaloid bersifat toksik bagi patogen dan predator. Peran dari alkaloid yaitu membantu tanaman bertahan pada kondisi stres akibat cekaman kekeringan dan suhu ekstrim (Khafid *et al.*, 2023). Adapun mekanisme alkaloid dalam menghambat bakteri patogen yaitu mengganggu komponen penyusun peptidoglikan. Hal ini membuat pembentukan lapisan dinding sel menjadi terganggu sehingga sel bakteri tersebut mati (Tjandra *et al.*, 2020). Selain itu, komponen alkaloid diketahui sebagai interkelator DNA dan menghambat enzim topoisomerase sel bakteri (Purwanto dan Iroanto, 2022).

Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri adalah dengan mendenaturasi protein. Zat aktif permukaan saponin mirip deterjen sehingga saponin dapat mengganggu permeabilitas membran bakteri dengan menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri. Kelangsungan hidup bakteri menjadi terganggu akibat rusaknya membran sel. Gangguan permeabilitas membran pada sel bakteri menyebabkan sitoplasma mengalami kebocoran dan keluarnya substansi sel seperti protein dan asam nukleat yang mengakibatkan kematian sel (Putri *et al.*, 2023). Senyawa saponin juga mampu meredam superoksida melalui pembentukan intermediet hiperoksida sehingga mampu mencegah kerusakan biomolekul oleh radikal bebas (Hasan, 2022).

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik bakteri endofit dari daun kenanga (*Cananga odorata*) didapatkan sebanyak 12 isolat yang menyerupai genus *Pseudomonas* sp. (EC1, EC3, dan EC9), *Acinetobacter* sp. (EC6), dan *Bacillus* sp. (EC2, EC4, EC5, EC7, EC8, EC10, EC11, dan EC12).
2. Bakteri endofit pada daun kenanga (*Cananga odorata*) mempunyai aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan kategori zona hambat lemah dan sedang sedangkan zona hambat terhadap *Pseudomonas aeruginosa* memiliki kategori lemah, sedang, dan kuat.

V.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Diharapkan agar melakukan penelitian lanjutan mengenai identifikasi sampai ketingkat spesies dengan menggunakan uji molekuler.
2. Diharapkan agar dilakukan pengukuran pertumbuhan bakteri untuk mengetahui optimasi pertumbuhan bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawarman., Mahyarudin., & Effiana. (2019). Isolasi, Identifikasi, dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica*) terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Cerebellum*, 5(4B), 1569-1582. DOI: [10.26418/jc.v5i4B.44821](https://doi.org/10.26418/jc.v5i4B.44821).
- Advinda, L., Fifendy, M., & Anhar, A. (2018). The Addition of Several Mineral Sources on Growing Media of Fluorescent *Pseudomonad* for the Biosynthesis of Hydrogen Cyanide. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1), 1-5. DOI: [10.1088/1757-899X/335/1/012016](https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012016).
- Afzal, I. Shinwari, Z.K., Sikandar, S. and Shahzad, S. (2019). Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiol Research*, 221, 36–49. DOI: [10.1016/j.micres.2019.02.001](https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.02.001).
- Agustina, F., Zakaria, R. & Santi, T. D. (2022). Hubungan Personal Hygiene Dengan Keluhan Penyakit Kulit Masyarakat Desa Tuwi Kayee Kecamatan Panga Kabupaten Aceh Jaya Tahun 2022. *Journal of Health and Medical Science*, 1(4), 142-149. <https://pusdikra-publishing.com/index.php/jkes/home>.
- Aini, F. (2018). Isolasi dan Identifikasi *Shigella* sp. Penyebab Diare pada Balita. *BIO-SITE: Biologi Sains Terapan*, 4(1), 1-40. ISSN: 2502-6178.
- Aji, O. R & Lestari, I. D. (2020). Bakteri Endofit Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Penghasil Asam Indol Asetat (AIA). *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 13(2), 179-191. DOI: <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v13i2.13044>.
- Amanda, S., Mastra, N. & Sudarmanto, I. G. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Rebusan Daun Sirih (*Piper betle* Linn) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Meditory J Med Lab*, 7(1), 37-43. ISSN Online: 2549-1520; ISSN Cetak: 2338–1159. DOI: <https://doi.org/10.33992/m.v7i1.639>.
- Amaria, W., Kasim, N. N. & Munif, A. (2019). Kelimpahan Populasi Bakteri Filosfer, Rizosfer dan Endofit Tanaman Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma*

- (Blanco) Airy Shaw), Serta Potensinya Sebagai Agens Biokontrol. *Journal TABARO Agriculture Science*, 3(1), 305-317. P-ISSN: 2580-6165; E-ISSN: 2597-8632. DOI: <http://dx.doi.org/10.35914/tabaro.v3i1.200>.
- Amelia, D & Rubiyanto, D. (2020). Perbandingan Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) Segar dan Kenanga Layu. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(1), 16-23. P-ISSN: 2354-9610; E-ISSN: 2614-5081.
- Anggia, M., Mutiara, S. & Arziah, D. (2018). Teknologi Ekstraksi Bunga Kenanga (*Cananga odorata* L.) dan Sereh Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) Sebagai Aroma Terapi Sabun Cair. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 5-9. ISSN: 2615-1626. DOI: <http://dx.doi.org/10.33087/daurling.v1i1.2>.
- Anie, O. C., Egbon, O. T., Enemchukwu, C. M., & Adushoke, E. L. (2022). The Michobial Quality of Herbal Products. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 12(5), 64-69. ISSN: 2250-1177.
- Apriyanthi, D. P. R. V., Laksmi, A. S., dan Widayanti, N. P. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminan pada Gelang Tri Datu. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 7(2), 24-33. P-ISSN: 2528-7168. E-ISSN: 2548-6659.
- Astuty, E. & Sari, S. R. (2020). Uji Daya Hambat Isolat Bakteri Endofit Tanaman Kayu Jawa *Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr. Terhadap *Candida albicans*. *Syifa' MEDIKA*, 11(1), 8-14. DOI: <https://doi.org/10.32502/sm.v11i1.2140>.
- Aqlinia, M., Pujiyanto, S. & Wijanarka, W. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Bangle (*zingiber cassumunar* Roxb.) dan Uji Antibakteri Supernatan Crude Metabolit Sekunder Isolat Potensial terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(1), 23-31. ISSN: 2621-9824.
- Arqom, A. (2023). *Buku Ajar Farmakologi Bagi Mahasiswa PPDGS Bedah Mulut dan Maksifasial*. Surabaya: Airlangga University Press. ISBN: 978-623-6738-62-7.
- Astuty, E., Syam, F. & Sari, S. R. (2019). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Kayu Jawa (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr) dan Potensinya Sebagai

- Antimikroba Terhadap Beberapa Bakteri Patogen. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 16(2), 199-208. P-ISSN 1693-3591; E-ISSN 2579-910X. DOI: [10.30595/pharmacy.v16i2.4962](https://doi.org/10.30595/pharmacy.v16i2.4962).
- Aulia, U., Helmi, T. Z., Darmawi, D., & Fakhurrazi, F. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Micrococcus luteus* dan *Staphylococcus epidermidis* pada Ambing Sapi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 6(2), 46-56. E-ISSN: 2540-9492. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v6i2.8630>.
- Aviany, H. B. & Pujiyanto, S. (2020). Analisis Efektivitas Probiotik di Dalam Produk Kecantikan Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Berkala Bioteknologi*, 3(2), 24-30.
- Ayuni, R. S., Rahmawati, D. & Indriyanti, N. (2021). Formulasi Sediaan Liniment Aromaterapi dari Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga odorata*). *In Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 249-253. E-ISSN: 2614-4778. DOI: <https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.580>.
- Bassy, L. L., Tunny, R., & Sahari, S. W. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Asal Desa Waimital Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* dengan Metode Difusi Sumuran. *Termometer: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan dan Kedokteran*, 1(2), 164-175. E-ISSN: 2964-9676; P-ISSN: 2964-9668. DOI: <https://doi.org/10.55606/termometer.v1i2.1326>.
- Breed, R. S., Murray, E. G. D., & Smith, N. R. (1957). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Seven Edition*. United States of America: The Wiliam and Wilkins Company.
- Budi, J. J. S., Damayanti, N. L. Y., Dhani, Y. R. & Dewi, N. P. A. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) dan Aplikasinya Sebagai Penolak Nyamuk pada Lotion dan Parfum. *Jurnal Kimia*, 12(1), 19-24. P-ISSN: 1907-9850; E-ISSN: 2599-2740.

- Bulele, T., Rares, F. E. & Porotu'o, J. (2019). Identifikasi Bakteri dengan Pewarnaan Gram pada Penderita Infeksi Mata Luar di Rumah Sakit Mata Kota Manado. *EBiomedik*, 7(1), 30-36.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/ebiomedik/article/view/22820>.
- Butar-butur, D. E. L., Manulu, K., & Nasution, R. A. (2023). Potensi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Bangun-bangun (*Couleur amboinicus*) Sebagai Pelarut Fosfat. *Lentera Bio*, 12(3), 423-429. P-ISSN: 2252-3979. E-ISSN: 2685-7871.
- Cappuccino, J. G. & Sherman, N. (2014). *Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi Kedelapan*. Jakarta: EGC.
- Deswita, W. (2021). Uji Efektifitas Antibakteri Ekstrak Umbi Lobak Putih (*Raphanus sativus* L) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Skripsi*. Sumatra Utara: Universitas Islam Negeri Sumatra Utara.
- Dewi, K., Asih, E. K. N., Fitri, D. A., & Astutik, S. (2022). Karakterisasi Fisiologis Isolat Bakteri Halofilik dari Kolam Peminihan Tambak Garam Rakyat di Kabupaten Pamekasan. *Juvenil*, 3(3), 79-84. E-ISSN: 2723-7583.
- Dongoran, S. S. I., Subagiyo., & Setyati, W. A. (2022). *Pseudomonas* sp., *Moraxella* sp., *Vibrio* sp. dari Sedimen Mangrove Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella thypi*. *Journal of Marine Research*, 11(3), 475-482. E-ISSN: 2407-7690. DOI: [10.14710/jmr.v11i3.35037](https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.35037).
- Dwimartina, F., Joko, T., & Arwiyanto. (2021). Karakteristik Morfologi dan Fisiologi Bakteri Endofit dan Rhizobakterium dari Tanaman Cengkeh Sehat. *Jurnal Agro Wiralodra*, 4(1), 1-8. DOI: <https://doi.org/10.31943/agrowiralodra.v4i1.58>.
- Egra, S., Mardhiana, M., Rofin, M., Adiwena, M., Jannah, N., Kuspradini, H., & Mitsunaga, T. (2019). Aktivitas Antimikroba Ekstrak Bakau (*Rhizophora mucronata*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia solanacearum*

- Penyebab Penyakit Layu. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 26-31. E-ISSN: 2477-0353; P-ISSN: 1979-5777. <https://ecoentrepreneur.trunojoyo.ac.id/agrovigor/article/view/5143>.
- Fatmariza, M., Inayati, N., & Rohmi, R. (2017). Tingkat Kepadatan Media Nutrient Agar Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 4(2), 69-73. E-ISSN: 2656-2456; P-ISSN: 2356-4075. DOI: <https://doi.org/10.32807/jambs.v4i2.88>.
- Firdha, R. (2022). Isolasi Bakteri Endofit pada Daun Kari (*Murraya koenigii* L. Spreng) dan Uji Daya Hambat Terhadap Bakteri *Bacillus cereus* dan *Shigella sonnei*. *Sripsi*. Banda Aceh: UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Fitri, L., Armanisa, K., & Suhartono. (2022). Isolasi Bakteri Endofit dari Daun Kirinyuh (*Cromolaena odorata* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Bioleuser*, 6(3), 9-13. ISSN: 2597-6753. DOI: <https://doi.org/10.24815/j.%20bioleuser.v6i3.30486>.
- Fitriana, Y. A. N., Fatimah, V. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Aktivitas Anti Bakteri Daun Sirih: Uji Ekstrak KHM (Kadar Hambat Minimum) dan KBM (Kadar Bakterisidal Minimum). *Sainteks*, 16(2), 101-108. E-ISSN: 2686-0546; P-ISSN: 0852-1468. DOI: [10.30595/sainteks.v16i2.7126](https://doi.org/10.30595/sainteks.v16i2.7126).
- Fransiska, A. N., Masyrofah, D., Marlian, H., Sakina, I. V., & Tyasna, P. S. (2021). Identifikasi Senyawa Terpenoid dan Steroid pada Beberapa Tanaman Menggunakan Pelarut N-Heksan. *Jurnal Health Sains*, 2(6), 733-741. P-ISSN: 2723-4339; E-ISSN: 2548-1398. DOI: <https://doi.org/10.46799/jhs.v2i6.180>.
- Gao, S., Gold, S. E., Wisecaver, J. H., Zhang, Y., Guo, L., Ma, L., Rokas, A., & Glenn, A. E. (2019). Genome-Wide Analysis of *Fusarium verticillioides* Reveals Inter-Kingdom Contribution of Horizontal Gene Transfer to The Expansion of Metabolism. *Fungal Genetics and Biology*, 128, 60-73. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1087184518301816>.
- Ginting, L., Wijanarka, W. & Kusdiyantini, E. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) dan Uji Aktivitas Enzim

- Amilase. Berkala Bioteknologi, 3(2), 1-7. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/9654>.
- Hala, Y., Arifin, A. N., Karim, H., & Arsal, A. F. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Batang dan Akar Tanaman Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*). *Seminar Nasional Hasil Penelitian*. Makassar: LP2M-Universitas Negeri Makassar.
- Hamdan & Musniati, N. (2019). Ekstrak Bunga Kenanga terhadap Dislipidemia. *Journal of Holistic and Traditional Medicine*, 3(4), 321-326. E-ISSN: 2541-5409; P-ISSN: 2541-4178.
- Hamtini., Anliza, S. & Nuraeni, I. (2021). Eksplorasi Bakteri Endofit dari Daun Namnam (*Cynometra cauliflora* L.). *Media Informasi Kesehatan*, 8(1), 137-144. DOI: <https://doi.org/10.36743/medikes.v8i1.209>.
- Hanafi, A., Purwantisari, S., & Raharjo, B. (2017). Uji Potensi Bakteri Endofit Kitinolitik Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Sebagai Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*). *BIOMA*, 19(1), 76-82. ISSN: 1410-8801.
- Handayani, S. (2021). *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Bandung: Media Sains Indonesia. ISBN: 9786236068472.
- Hanif, A. & Susanti, R. (2017). Analisis Senyawa Antifungal Bakteri Endofit Asal Tanaman jagung (*Zea mays* L.). *AGRINTECH*, 1(1), 23-29. E-ISSN: 2614-1213.
- Hartanti, D. A. S. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) var.situbagendit. *Stigma*, 13(1), 8-14. ISSN: 1412 – 1840; e-ISSN: 2621 – 9093. DOI: <https://doi.org/10.36456/stigma.13.1.2417.8-14>.
- Haryati, K. (2020). Pengujian Kualitas Mikrobiologi Ikan Ekor Kuning Asap dari Pasar Youtefa Papua. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 468-494. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32434>.
- Hasan, H., Thomas, N. A., Hiola, F., Ramadhani, F. N., & Ibrahim, A. S. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode 1, 1-Diphenyl-2 picrylhidrazyl (DPPH).

- Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 2(1), 67-73. E-ISSN: 2775-3670. <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/ijpe/index>. DOI: [10.37311/ijpe.v2i1.10995](https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i1.10995).
- Hasanah, N. & Novian, D. R. (2020). Daya Hambat Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Propionibacterium acnes*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 46-53. P-ISSN: 2089-5313; E-ISSN: 2549-5062. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/2209>.
- Hasiolan, Y. E., Naharia, O., Lawalata, H. J., Mamangkey, J. J., & Djarang, R. (2022). Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit pada Tanaman Bangun-bangun (*Coleus amboinicus* L.). *NUKLEUS BIOSAINS*, 3(1), 1-11. ISSN: 2774-6852.
- Hasliani. (2021). *Sistem Integumen*. Makassar: CV. Tohar Media. ISBN: 9786237485919.
- Herlina, E., Widiastuti, D. & Triadi, A. (2020). Potensi Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga Odorata*) Sebagai Antibakteria dalam Sediaan Hand Sanitizer Gel. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Dasar dan Lingkungan Hidup*, 20(2), 88-94. E-ISSN: 2686-4894; P-ISSN: 1411-9447.
- Huda, N. A., Mahyarudin, M., Handini, M., Rialita, A., & Mardhia, M. (2020). Potensi Bakteri Gram-Negatif Endofit Tanaman Pegagan (*Centella asiatica*) yang Memiliki Kemampuan Quorum-Quenching. *Majalah Kedokteran Andalas*, 43(2), 71-83. P-ISSN: 0126-2092; E-ISSN: 2442-5230. DOI: <http://jurnalmka.fk.unand.ac.id>.
- Husain, R., Kandou, F. E. F., & Pelealu, J. J. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *PHARMACON*, 11(1), 1245-1254. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.11.2022.39130>.
- Husna, A., Yuliani. & Lisdiana, L. (2018). Identifikasi Bakteri Endofit Isolat B2 dan B3 dari Akar Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) var. Papua patippi

- Berdasarkan Karakter Fenotipik. *LenteraBio*, 7(1), 76-82. ISSN: 2252-3979. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>.
- Hutabarat, R. & Ismail, D. D. (2022). Formulasi dan Uji Aktivitas Gel Ekstrak Etanol 96% Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 7(1), 32-43. <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/INRPJ/article/view/5931>.
- IHME. (2019). *Acne vulgaris – Level 3*. Institute for Health Metrics and Evaluation. https://www.healthdata.org/results/gbd_summaries/2019/acne-vulgaris-level-3-cause. Diakses pada 17 Juni 2023.
- Irawati, W., Ambarita, P. P., Sihombing, D. L., Advenita, V. E. S. R. & Marvella, E. B. (2022). Isolation and Characterization of Indigenous Copper Resistant Bacteria from Yogyakarta Tannery Factory Waste. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 795-802. DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v22i3.3621>.
- Irwandi., Azyelena, L., Sari, H. P., Wardi, E. S., & Sartika, D. (2023). Isolasi dan Identifikasi Dengan Gen 16s rRNA Bakteri Endofit dari Tanaman Pepaya (*Carica papaya*) Serta Uji Aktivitas Antibakterinya. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1065-1078. E-ISSN: 2656-3088.
- Irwandi., Djamaan, A., dan Agustien, A. (2018). Pengaruh Konsentrasi Minyak Kelapa Sawit Mentah Terhadap Jumlah Biomassa Bakteri *Bacillus* spp. Penghasil Biopolimer Poli (3-Hidroksibutirat). *SCIENTIA*, 8(1), 64-72. E-ISSN: 2502-1834; P-ISSN: 2087-5045.
- Isnayanti, I. (2020). Isolasi Identifikasi Bakteri Endofit dari Daun dan Kulit Batang Tanaman Lelak (*Uvaria rufa* Blume) Sebagai Zat Antibakteri. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Itsa, N. S., Sukohar, A. & Anggraini, D. I. (2018). Pemanfaatan Cuka Sari Apel Sebagai Terapi Antifungi Terhadap Infeksi *Candida albicans* (Kandidiasis). *Majority*, 7(3), 290-295. <https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/2093>.

- Jiea, C. K., Fuloria, S., Subrimanyan, V., Sekar, M., Sathasivam, K. V., Kayarohanam, S., Wu, Y. S., Velaga, V. S. S.R., Janakiraman, A. K., Maziz, M. N. H. & Fuloria, N. K. (2022). Phytochemical Screening and Antioxidant Scitivity of *Cananga odorata* Extract. *Research J. Pharm and Tech*, 15(3), 1230-1234. ISSN: 0974-3618 (Print); ISSN: 0974-360X.
- Josephine, A. C., & Rahadiyanti, A. (2020). Efek Ekstrak Tomat (*Solanum lycopersicum*) terhadap Enzim Katalase Hepar Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) yang Terpapar Minyak Jelantah. *Journal of Nutrition and Health*, 8(1), 1-11. E-ISSN: 2622-8483; P-ISSN: 2338-3380. DOI: [10.14710/jnh.8.1.2020.1-11](https://doi.org/10.14710/jnh.8.1.2020.1-11).
- Juhl, C. R., Bergholdt, H. K. M., Miller, I. M., Jemec, G. B. E., Kanters, J. K., & Ellervik, C. (2018). Dairy Intake and Acne Vulgaris: A Systematic Review and Meta-Analysis of 78,529 Children, Adolescents, and Young Adults. *Nutrients*, 10, 1-13. DOI: [https://10.3390/nu10081049](https://doi.org/10.3390/nu10081049).
- Kadhum, H. A., & Hasan, T. H. (2019). The Study of Bacillus Subtilis Antimicrobial Activity on Some of the Pathological Isolates. *International Journal of Drug Delivery Technology*, 9(2), 193-196. ISSN: 0975 4415. DOI: [10.25258/ijddt.9.2.12](https://doi.org/10.25258/ijddt.9.2.12).
- Karen, D. A. (2022). Optimasi Produksi Metabolit Sekunder dari Isolat Bakteri Endofit Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Menggunakan Substrat Berbasis Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi Sarjana Farmasi*. Padang: Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang.
- Karlina, U. (2023). Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. *Skripsi*. Banda Aceh: UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Kartikasari, N. & Pursestri, Y. A. (2021). Kemampuan Antibakteri Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng Terhadap *Escherechia coli*. *Jurnal Ilmu Hayat*, 5(1), 17-24. ISSN: 2549-4686 (Online).

- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2021). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020*. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI. ISBN: 978-623-301-218-8.
- Khafid, A., Wiraputra, M. D., Putra, A. C., Khoirunnisa, N., Putri, A. A. K., Suedy, S. W. A., & Nurchayati, Y. (2023). Uji Kualitatif Metabolit Sekunder pada Beberapa Tanaman yang Berkhasiat sebagai Obat Tradisional. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 8(1), 61-70. e-ISSN 2541-0083; p-ISSN 2527-6751. DOI: [10.14710/baf.8.1.2023.61-70](https://doi.org/10.14710/baf.8.1.2023.61-70).
- Kirtanayasa, I. G. Y. A. (2022). Literatur Review: Aktivitas Antibakteri Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap Bakteri *Klebsiella pneumoniae*. *Gema Agro*, 27(2), 107-111. P-ISSN 1410-0843; E-ISSN 2614-6045. DOI: [10.22225/ga.27.2.5389.107-111](https://doi.org/10.22225/ga.27.2.5389.107-111).
- Kuntari, Z., Sumpono. & Nurhamidah. (2017). Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Akar Tanaman *Moringa oleifera* L (Kelor). *ALOTROP Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 1(2), 80-84. ISSN: 2252-8075.
- Kurnianto, E., Rahman, I. R., & Hairunnisa. (2021). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Matoa yang Berasal dari Pontianak Timur dengan Variasi Konsentrasi Pelarut. *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*, 1(2), 131-138. ISSN: 2798-8740. DOI: <https://jkfn.akfaryarsiptk.ac.id/index.php/jkfn/article/view/26>.
- Kurniawan, S. E., Mahyarudin, & Rialita, A. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica*) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *BIOMA: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 14-29. DOI: [10.26877/bioma.v10i1.7140](https://doi.org/10.26877/bioma.v10i1.7140).
- Kusuma, S. M., Susilorini, T. E., dan Surjowardojo, P. (2017). Pengaruh Lama dan Suhu Penyimpanan Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) Dengan Aquades Terhadap Daya Hambat Bakteri *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah. *Jurnal Ternak Tropika*, 18(2), 14-21. DOI: [10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.3](https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2017.018.02.3).

- Lailiya, N. R., Munir, M., Tyastirin, E., Pribadi, E. T., & Faizah, H. (2022). Identifikasi Bakteri Toleran Terhadap Logam Berat Pb yang Diisolasi dari Air dan Sedimen di Sungai Porong, Sidoarjo. *BIOTROPIC the Journal of Tropical Biology*, 6(2), 33-43. ISSN 2580-5029.
- Lani, Y. S., Darmayasa, I. D. G. & Parwanayoni, .N. M. S. (2021). Elusidasi dan Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Sembung Delan (*Sphaeranthus indicus* L.) Terhadap *Candida albicans* ATCC 1023. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 8(2), 336-348. DOI: [10.24843/metamorfosa.2021.v08.i02p18](https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v08.i02p18).
- Laoli, I. A. P & Indrawati, I. (2021). Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit dari Jamur Shitake (*Lentinula edodes*) dan Jamur Kuping Hitam (*Auricularia polytricha*) Terhadap Bakteri Patogen dari Plak Gigi. *Seminar Nasional Biologi (SEMABIO) 6 Tahun*, 6, 233-241. ISSN: 2774-6585.
- Lathifah, Q. A., Turista, D. D. R. & Puspitasari, E. (2021). Daya Antibakteri Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Klebsiella pneumonia*. *Jurnal Analisis Kesehatan*, 10(1), 29-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.26630/jak.v10i1.2718>.
- Lestari, H. D. & Asri, M. T. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *LenteraBio*, 10(3), 302-308. P-ISSN: 2252-3979; E-ISSN: 2685-7871. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>.
- Lestari, N. K. D., Deswiniyanti, N. W., Mardiaty, N. N. A. & Angguni, N. K. D. (2020). Uji Aktifitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Lili (*Lilium longiflorum* Thumb.) Berdasarkan Umur Daun. *In Seminar Ilmiah Nasional Teknologi, Sains dan Sosial Humaniora (SINTESA)*, 3, 443-448. ISBN: 978-602-53420-6-6.
- Lolou, V. & Panayiotidis, M. I. (2019). Functional Role of Probiotics and Prebiotics on Skin Health and Disease. *Fermentation*, 5(2), 41. 1-17. DOI: [10.3390/fermentation502004](https://doi.org/10.3390/fermentation502004).

- Lubis, S. S. (2015). Penapisan Bakteri Laut Penghasil Antimikroba dari Pesisir Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 87-96. <http://dx.doi.org/10.22373/ekw.v1i1.521>.
- Mahdani, W., Hayati, Z., & Yusriadi, T. (2020). Peta Distribusi dan Resistensi *Acinetobacter baumannii* dari Spesimen Klinik di RSUD DR. Zainal Abidin Tahun 2018. *Jurnal Averrous*, 6(1), 104-114. DOI: <https://doi.org/10.29103/averrous.v6i1.2666>.
- Mahdani, W., Rizal, S., dan Amirsyah, M. (2022). Evaluasi Kejadian Infeksi pada Pasien Luka Bakar yang Dirawat Inap di RSUD dr. Zainal Abidin. *Jurnal of Medical Science*, 3(2), 71-79. E-ISSN: 2721-7884.
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., & Momuat, L. I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal Mipa*, 9(2), 64-69. E-ISSN: 2302-3899. DOI: [10.35799/jmuo.9.2.2020.28725](https://doi.org/10.35799/jmuo.9.2.2020.28725).
- Marimuthu, M., Sorimuthu, A., & Muruganatham, S. (2019). Production and Optimization of Xylanase Enzyme from *Bacillus subtilis* Using Agricultural Wastes by Solid State Fermentation. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, 9(4), 169-173. DOI: https://www.researchgate.net/profile/Dr-SankareswaranMuruganatham/publication/337974858_Production_and_Optimization_of_Xylanase_Enzyme_from_Bacillus_subtilis_using_Agricultural_Wastes_by_Solid_State_Fermentation/links/6086ddfb881fa114b42dbabc/Production-an.
- Miljaković, D., Marinković, J., & Balešević-Tubić, S. (2020). The Significance of *Bacillus* spp. in Disease Suppression and Growth Promotion of Field and Vegetable Crops. *Microorganisms*, 8(7), 1-19, 1037. DOI: <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/7/1037>.
- Muthmainnah, B. (2017). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum* L.) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*. 8(2): 23-28. E-ISSN: 2622-0962; P-ISSN: 0216-2083.

- Ningsih, D. S., Henri., Roanisca, O., & Mahardika, R. G. (2020). Skrining Fitokimia dan Penetapan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Daun Tumbuhan Sapu-Sapu (*Baeckea frutescens* L.). *Journal of tropical Biology*, 8(3), 178-185. E-ISSN: 2549-8703; P-ISSN: 2302-7282. DOI: <https://10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.06>.
- Nurhayani, F. O., Wulandari, A. S. & Suharsi, T. K. (2019). Morphology and Anatomy of The Fruit and Seed of (*Cananga odorata* Lam.) Hook. F. & Thomson. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(11), 3199-3206. P-ISSN: 1412-033X; E-ISSN: 2085-4722. DOI: [10.13057/biodiv/d201112](https://doi.org/10.13057/biodiv/d201112).
- Nurhayati, L. S., Yahdiyani, N., & Hidayatulloh, A. (2020). Perbandingan Pengujian Aktivitas Antibakteri Starter Yogurt dengan Metode Difusi Sumuran dan Metode Difusi Cakram. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(2), 41-46. ISSN: 2722-4783. DOI: [10.24198/jthp.v1i2.27537](https://doi.org/10.24198/jthp.v1i2.27537).
- Nursanty, R., Sari, W., & Safranita. (2019). Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri *Enterobacteriaceae* Pada Penyu Lekang (*Lepidochelys olivacea*) Asal Lhok Pante Tibang, Banda Aceh. *Jurnal Sains Veteriner*, 37(1), 41-48. P-ISSN: 0126-0421. E-ISSN: 2407-3733.
- Nuruwe, C. D., Matinahoru, J. M. & Hadijah, M. H. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Beberapa Jenis Pohon Berhabitat Basah. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(1), 65-70. ISSN: 1858-4322 (Print); ISSN: 2620-892X (Online). DOI: [10.30598/jbdp.2020.16.1.65](https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.1.65).
- Obiefu, W. N., Okolie, N. J., Ndubueze, C. W., & Dike-Ndudim, J. N. (2021). Antibacterial Effect of *Chromolaena odorata* (Awolowo Leaf) Aqueous Leaf Extract on *Pseudomonas aeruginosa* Induced Gastrointestinal Tract Infection in Adult Wistar Rat. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 14(1), 055-064. E-ISSN: 2581-3250. DOI: [10.30574/gscbps.2021.14.1.0006](https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.14.1.0006).
- Oktavia, N. & Pujiyanto, S. (2018). Isolasi dan Uji Antagonisme Bakteri Endofit Tapak Dara (*Catharanthus roseus*, L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan

Staphylococcus aureus. *Berkala Bioteknologi*, 1(1): 6-12. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/2209>.

- Oley, M. H., Oley, M. C., Wewengkang, L. A. J. W., Kepel, B. J., Langi, F. L. F. G., T., Aling, D. M. R., Gunawan, D. F., Tulong, M. T., & Faruk, M. (2022). Bactericidal Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy in Burn Injuries. *Annals of Medicine and Surgery*, 74 (December 2021), 103314. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103314>.
- 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. E-ISSN: 2656-9612; P-ISSN: 2656-8187. DOI: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jsscr>.
- Prabowo, W. C., Widayat, W. & Defriana, S. (2018). Formulasi Infusan Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Gel Antiseptik Tangan. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(10), 525-530. P-ISSN: 2303-0267; E-ISSN: 2407-6082. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i10.59>.
- Pratiwi, I., Gustomo, D. & Kusuma, Z. (2018). Aplikasi Kompos Vinasse dan Bakteri Endofit Untuk Memperbaiki Serapan Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 949-957. E-ISSN: 2549-9793.
- Pratiwi, R. H. (2021). *Monograf: Senyawa Bioaktif Bakteri Endofit Tumbuhan Bengang (Nesia altissima)*. Solok: Mitra Cendekia Media. ISBN: 978-623-5856-07-0.
- Premandari, I. A. W. S., Abadi, M. F., & Arwidiana, D. P. (2023). Bakteri Penyebab Bakteremia dan Pola Resistensi Terhadap Antibiotik pada Kultur Darah. *Jurnal Insan Cendekia*, 10(3), 189-200. P-ISSN: 2443-0854; E-ISSN. DOI: [10.35874/jic.v10i3.1239](https://doi.org/10.35874/jic.v10i3.1239).
- Prihanto, A. A., Timur, H. D. L., Jaziri, A. 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. *Indonesian Journal of Halal*, 1(1), 31-42. ISSN: 2623-162X.
- Propantoko, H. (2018). Teknik Silvikultur Kenanga Jawa (*Cananga odorata* forma *macrophylla*) di Blitar Jawa Timur. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pujawati, R. S., Rahmat, M., Djuminar, A. & Rahayu, I. G. (2019). Uji Efektivitas Ekstrak Serai Dapur (*Cymbopogon citratus* (Dc.) Stapf) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* Metode Makrodilusi. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(2), 267-273. DOI: <https://www.juriskes.com/index.php/jrk/article/view/771>.
- Pulungan, A. S. S. & Tumangger, D. E. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Penghasil Enzim Katalase dari Daun Buas-buas (*Premna pubescens* Blume). *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 5(1): 71-80. P-ISSN: 2356-458X; E-ISSN: 2550-1305. DOI: [10.31289/biolink.v5i1.1665](https://doi.org/10.31289/biolink.v5i1.1665).
- Purwaningsih, D. & Wulandari, D. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Hasil Fermentasi Bakteri Endofit Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L) Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 3(5), 750-759. P-ISSN: 2303-0267; E-ISSN: 2407-6082. DOI: [10.25026/jsk.v3i5.622](https://doi.org/10.25026/jsk.v3i5.622).
- Purwanto., & Irianto, I. D. K. (2022). *Senyawa Alam sebagai Antibakteri dan Mekanisme Aksinya*. Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-623-359-050-1.
- Puspita, F., Saputra, S. I., & Merini, J. (2018). Uji Beberapa Konsentrasi Bakteri *Bacillus* sp. Endofit untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agron Indonesia*, 46(3), 322-327. ISSN: 2085-2916; e-ISSN: 2337-3652. DOI: [10.24831/jai.v46i3.16342](https://doi.org/10.24831/jai.v46i3.16342).
- Putri, A. M., Muhammad, A. O., Anggarini, S. & Yulis, P. A. R. (2020). Analisis Kualitatif Kandungan Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) Secara Fitokimia dengan Menggunakan Pelarut Etanol. *Journal of Research and Education*

- Chemistry*, 2(1), 43-43. E-ISSN: 2685-8959; P-ISSN: 2685-8967. DOI: [10.25299/jrec.2020.vol2\(1\).4783](https://doi.org/10.25299/jrec.2020.vol2(1).4783).
- Putri, M. F., Fifendy, M. & Putri, D. H. (2018). Diversitas Bakteri Endofit pada Daun Muda dan Tua Tumbuhan Andaleh (*Morus macroraura* Miq.). *Eksakta Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 19(1), 125-130. E-ISSN: 2549-7464; P-ISSN: 1411-3724. <http://eksakta.ppj.unp.ac.id>.
- Putri, P. A., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 252-256. E-ISSN: 2722-2829. DOI: <https://serambibiologi.ppj.unp.ac.id/index.php/srmb/article/view/207>.
- Raharja, H., Zubaidah, A., & Prasetyo, D. (2023). Analisis Biokimia Bakteri Kandidat Probiotik yang Diisolasi dari Saluran Pencernaan Udang Jerbung (*Penaeus merguensis*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(2), 158-162. P-ISSN: 2406-9825. E-ISSN: 2614-3178.
- Rahmadani, B. A. (2018). Karakterisasi Bakteri Endofit Daun Pare (*Momordica charantia* L.) yang Memiliki Aktivitas Antibakteri Terhadap *Shigella flexneri*. *Skripsi*. Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Ramadhani, I. A. M. R. & Salamah, A. (2021). Study of *Cananga odorata* (Lam.) Hook. F. & Thoms. Flower Development: Morphological Variations in an Urban Environment. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 940(1), 1-8. DOI: [10.1088/1755-1315/940/1/012015](https://doi.org/10.1088/1755-1315/940/1/012015).
- Rahman, I. W., Fadlilah, R. N., Kristiana, H. N., & Dirga, A. (2022). Potensi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Serratia marcescens*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 13(1), 14-22. P ISSN: 2086-4604; E-ISSN: 2549-8819. DOI: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2>.
- Rahmatullah, W., Novianti, E. & Sari, A. D. L. (2021). Identifikasi Bakteri Udara Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya*

- Medika*, 6(2), 83-91. P-ISSN: 2528-7621; E-ISSN: 2579-938.
<http://www.jurnal.poltekkes-bsi.ac.id/index.php/bsm/article/view/62>.
- Rahminiwati, M., Ramadhan, J. & Komala, O. (2020). Aktivitas Antimikroorganisme Ekstrak Etanol 70% Biji Bengkuang Terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida Albican*. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(3), 289-298. ISSN: 0126-0421 (Print). ISSN: 2407-3733 (Online). DOI: [10.22146/jsv.44589](https://doi.org/10.22146/jsv.44589).
- Retnaningsih, A., Primadiamanti, A. & Febrianti, A. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Ungu (*Graptophyllum Pictum* (L.) Griff) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan Bakteri *Propionibacterium acnes* Penyebab Jerawat Dengan Metode Cakram. *Jurnal Analis Farmasi*, 4(1), 1-9. DOI: [10.33024/jaf.v4i1.1300](https://doi.org/10.33024/jaf.v4i1.1300).
- Rismanto, R., Yunhasnawa, Y. & Mauliwidya. (2019). Pengembangan Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia Menggunakan Metode Naive Bayes. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika*, 1(1), 18-24.
- Rifai, K. R. (2021). Uji Indole Sebagai Kegiatan Penjaminan Mutu Tambahan Pada Hasil Pengujian Coliform Dalam Sampel Air Mineral. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 6(1), 1-6. DOI: [10.36048/jtpii.v6i1.6670](https://doi.org/10.36048/jtpii.v6i1.6670).
- Rita, W. S., Suirta, I. W., Sahara, E. & Asih, I. A. R. A. (2019). Pemanfaatan Vco dan Ekstrak Bunga Kenanga dalam Pembuatan Sabun Antibakteri di Desa Ababi Kecamatan Abang Karangasem, 18(2), 65-71. DOI: <https://doi.org/10.24843/BUM.2019.v18.i02.p11>.
- Rizqiyah, N., Zulkifli, L., & Ramdani, A. (2022). Isolation og Endophytic Bacteria from the Roots of *Gliricidia sepium* and Their Ability as IAA-Producing Bacteria and Phosphate Solubilizers. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 723-731. DOI: <http://dx.org/10.29303/jbt.v22i3.3790>.
- Rodiah, S. A., Fifendy, M. & Indriati, G. (2022). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Beringin (*Ficus benjamina* L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida*

- albicans* Secara in Vitro. *SERAMBI BIOLOGI*, 7(4), 318-325. E-ISSN: 2722-2829.
- Rohde, M. (2019). Dinding Sel Bakteri Gram Positif. *Spectrum Mikrobiology*, 7(3), 1-21. DOI: [10.1128/microbiolspec.GPP3-0044-2018](https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0044-2018).
- Rollando, S. (2019). *Senyawa Antibakteri Dari Fungi Endofit*. Malang: CV. Seribu Bintang. ISBN: 978-623-7000-07-5.
- Rori, C. A., Kandou, F. E. F. & Tangapo, A. M. (2020). Aktivitas Enzim Ekstraseluler dari Bakteri Endofit Tumbuhan Mangrove *Avicennia marina*. *Jurnal Bios Logos*, 10(2), 48-55. E-ISSN: 2656-3282; P-ISSN: 2088-9569. DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.11.2.2020.28338>.
- Rustini., Ismed, F. & Nabila, G. S. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bakteri Endofit dan Identifikasi Bakteri yang Diisolasi dari Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(1), 42-49. P-ISSN: 2407-7062; E-ISSN: 2442-5435. DOI: [10.25077/jsfk.9.1.42-49.2022](https://doi.org/10.25077/jsfk.9.1.42-49.2022).
- Sadiyah, H. H., Cahyadi, A. I. & Windria, S. (2022). Kajian Potensi Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) sebagai Antibakteri. *Jurnal Sains Veteriner*, 40(2), 128-138. ISSN: 0126-0421 (Print); ISSN: 2407-3733 (Online). DOI: [10.22146/jsv.58745](https://doi.org/10.22146/jsv.58745).
- Sadikin, N. A. N., Bintari, S. H., Widiatningrum, T. & Dewi, P. (2021). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Life Science*, 10(2), 109-119. P-ISSN: 2252-6277; E-ISSN: 2528-5009.
- Sah, S., Krishnani, S., & Singh, R. (2021). *Pseudomonas* Mediated Nutritional and Growth Promotional Activities for Sustainable Food Security. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100084>.
- Sahu, P. K., Jayalakshmi, K., Tilgam, J., Gupta, A., Nagaraju, Y., Kumar, A., Hamid, S., Singh, H. V., Minkina, T., Rajput, V. D., & Rajawat, M. V. S. (2022). ROS generated from Biotic Stress: Effects on Plants and Alleviation by

- Endophytic Microbes. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1-19, 1042936. DOI: [10.3389/fpls.2022.1042936/full](https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1042936/full).
- Saputri, A., Soesanto, L., Mugiastuti, E., Umayah, A., & Sarjito, A. (2020). Eksplorasi dan Uji Virulensi Bakteri *Bacillus* sp. Endofit Jagung Terhadap Penyakit Busuk Pelepah Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(2), 70-78. p-ISSN: 1411-0067; e-ISSN: 2684-9593. DOI: [10.31186/jipi.22.2.70-78](https://doi.org/10.31186/jipi.22.2.70-78).
- Sari, I. Y. (2022). Uji Resistensi dan Identifikasi Bakteri Endofit Tanaman *Lemna perpusilla* Terhadap Kromium Heksavalen (Cr6+). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. DOI: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/217611>.
- Sari, R., Muhani, M., dan Fajriaty, I. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis*. *Pharm Sci Res*, 4(3), 1-12. ISSN 2407-2354.
- Sari, W. E., Zamzami, R. S., Vanda, H., Nurliana., Etriwati., & Amanda, L. (2023). Isolasi Bakteri Endofit Balakacida (*Cromolaena odorata*) Asal Banda Aceh dan Uji Aktivitas Antimikroba Terhadap Bakteri Patogen *Pasteurella multocida* dan *Bacillus subtilis*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1): 364-374. P-ISSN: 2338-5006; E-ISSN: 2654-4571. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/biscientis>.
- Semadhi, P. G. M., Mahardika, K. I. K., Megayanthi, R. S., Kirana, N. W. P., Palaguna, I. D. G. B. P. & Hendrayana, M. A. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri Penyebab Infeksi Kulit *Staphylococcus aureus* In Vitro. *Intisari Sains Medis*, 13(1), 6-10. P-ISSN: 2503-3638; E-ISSN: 2089-9084. DOI: [10.15562/ism.v13i1.1201](https://doi.org/10.15562/ism.v13i1.1201).
- Sepriana, C., Sumiati, E., Jekti, D. S. D. & Zulkifli, L. (2020). Identifikasi dan Uji Daya Hambat Isolat Bakteri Endofit Bunga Tanaman Cengkeh (*Syzygium*

- aromaticum* L.) Terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 101-106. DOI: [10.29303/jppipa.v6i1.340](https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.340).
- Sepriani, A., Nasution, H. M., Mambang, D. E. P., & Rahayu, Y. P. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksana dan Etil Asetat Daun Kenanga (*Cananga odorata* (Lam.) Hook. F. & Thimson) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1(1), 73-79. E-ISSN: 2656-3088. Homepage: <https://www.journal-jps.com>.
- Setianah, H., Nugraheni, I. A. & Wibowo, D. S. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Asal Daun Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Health of Studies*, 5(1): 50-61. ISSN: 2549-3353. DOI: <https://doi.org/10.31101/jhes.1485>.
- Shafira, M. L., Ethica, S. N., & Ernanto, A. R. (2022). Deteksi *Pseudomonas aeruginosa* Isolat Pus Luka Berbasis *Polymerase Chain Reaction* Menggunakan Gen *algD*. In *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, 5, 795-806. E-ISSN: 2654-3168; P-ISSN: 2654-3257. DOI: <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/semnas/article/view/1246>.
- Sifatullah, N & Zulkarnain. (2021). *Jerawat (Acne vulgaris): Review Penyakit Infeksi pada Kulit*. Prosiding Biologi Aciieving the Sustainable development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change. ISBN: 987-602-72245-6-8. <http://journal.uin.alauddin.ac.id/index.php/psb>.
- Silalahi, L. F., Mukarlina, M., & Rahmawati, R. (2020). Karakterisasi dan Identifikasi Genus Bakteri Endofit dari Daun dan Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Sehat di Desa Anjungan Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 9(1), 26-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v9i1.40064>.
- Sitanggang, H. D., Linnobi, W. & Martias, I. (2021). Personal Hygiene Pada Anak Usia Sekolah Suku Laut Duano di Kecamatan Kundur Kabupaten Karimun *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan Terpadu (JITKT)*, 1(1), 13-19.
- Situmorang, N. (2018). Efek Ekstrak dan Fraksi Herbal *Peperomia pellucida* (L.)

Terhadap Beberapa Bakteri Patogen Kulit. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 4(2), 90-101. P-ISSN: 2356-458x; E-ISSN: 2597-5269.

Sivakumar, J., Sundaram, C. S., Krishnasamy, L., & Rao, U. S. M. (2019). Relative Bioremediation of Used Engine Oil Contaminated Soil from an Industrialised Area by Various Microbes. *Research J. Pharm and Tech*, 12(1), 330-338. P-ISSN: 0974-3618. E-ISSN: 0974-360X.

Sondang, Y., Anty, K., Siregar, R., & Hayatunufus, H. (2018). *Application of Corn Endofit Bacteria (Pseudomonas sp and Bacillus sp) to the Physiological Quality of Corn Seed*. Limapuluh Kota: Prosiding Seminar Nasional. ISBN: 978-602-51262-2-2.

Soylu, S., Kara, M., Soylu, E. M., Uysal, A., & Kurt, S. (2022). Penyakit Busuk Asam Jeruk Disebabkan oleh *Geotrichum citri-aurantii* Potensi Biokontrol Bakteri Endofit dalam Pengendalian Hayati Tekad. *Jurnal Fakultas Pertanian Tekirdag*, 19(1), 177-191. DOI: [10.33462/jotaf.944704](https://doi.org/10.33462/jotaf.944704).

Suci, R. P., Dewi, L. K. & Perdana, Y. A. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Markisa Kuning (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) pada *Salmonella typhi*. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*, 9(2), 122-132. P-ISSN: 2355-6498; E-ISSN: 2442-6555. DOI: <https://www.wiyata.iik.ac.id/index.php/wiyata/article/view/678>.

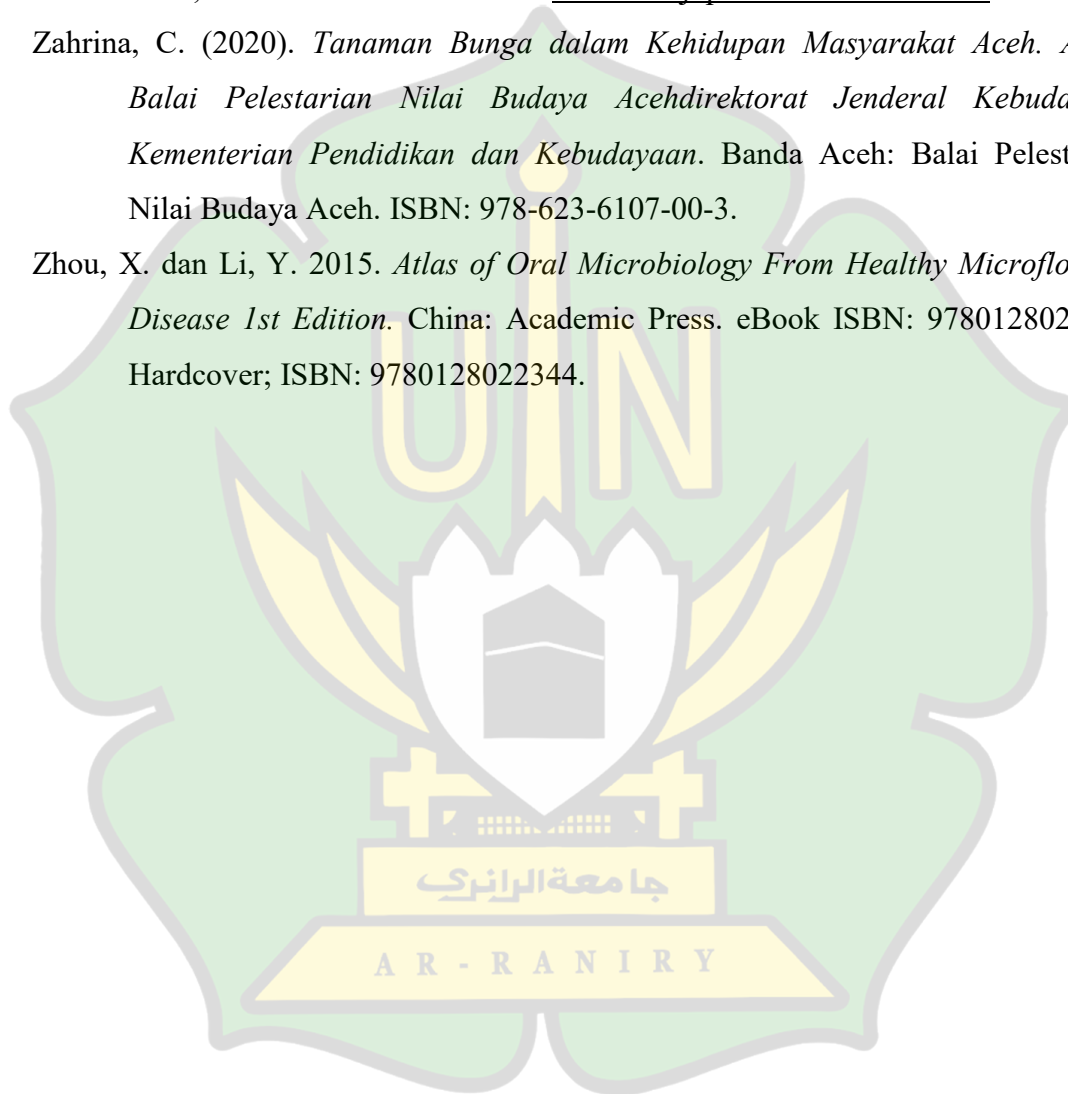
Sulistiyan, T. R. & Kusumawati, D. I. (2019). Keragaman Bakteri Endofit Penghasil L-Asparaginase Bebas L-Glutaminase. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 9(1): 28-39. P-ISSN: 2085-675X; E-ISSN: 2354-8770. DOI: [10.22435/jki.v9i1.1302](https://doi.org/10.22435/jki.v9i1.1302).

Suryani, S & A'yun, Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit Dari Mangrove *Sonneratia alba* Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. *Bio Sains: Jurnal ilmiah Biologi*, 1(2), 12-18. <http://uia.e-journal.id/bisnis/about>.

- Tangapo, A. M. (2020). *Bakteri Endofit Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Penghasil Enzim*. Bandung: CV. Patra Media Grafindo. ISBN: 978-623-6626-17-7.
- Tjandra, R. F., Fatimawali., & Datu, O. S. (2020). Analisis Senyawa Alkaloid dan Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Sirih (*Piper betle* L) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *eBiomedik*, 8(2), 173-179. E-ISSN 2337-330X. DOI: <https://doi.org/10.35790/ebm.8.2.2020.28963>.
- Tomi., Rialita, A. dan Mahyarudin, M. (2022). Aktivitas Antijamur Isolat Bakteri Endofit Tanaman Kunyit Terhadap Penghambatan Pertumbuhan *Malassezia furfur* Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmiah Umum dan Kesehatan Aisyiyah*, 7(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.35721/jakiyah.v7i1108>.
- Untu, S. D. (2019). Aktivitas Antibakteri Kulit Batang Santigi *Pemphis acidula* Forst Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *BIOFARMASETIKAL TROPIS*, 2(2), 61-68. E-ISSN: 2685-3167.
- Utami, P. R. & Ramadhani, R. (2020). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Pannmed (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 15(2), 255-259. ISSN: 2623-0046 (Print); ISSN: 2685-2764 (Online). DOI: [10.36911/panmed.v15i2.726](https://doi.org/10.36911/panmed.v15i2.726).
- Viogenta, P., Nurjanah, S., Mulyani, Y. W. T. & Susanti, L. (2020). Isolation and Antimicrobial Test of Endophytic Bacteria from Pearl Grass (*Hedyotis corymbosa* (L.) Lamk). *Int J Sci Technol Res*, 9(1), 2768-2772. ISSN: 2277-8616.
- Wardani, A. K., Fitriana, Y., dan Malfadinata. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Penyebab Jerawat *Staphylococcus epidermidis* Menggunakan Ekstrak Daun Ashitaba (*Angelica keiskei*). *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), 14-19. P-ISSN: 2715-5943; E-ISSN: 2715-5277.
- Wibowo, R. H., Darwis, W., Sipriyadi, S., Adfa, M., Silvia, E., Wahyuni, R. & Masrukhin, M. (2022). Bakteri Penghasil Amilase yang Diisolasi dari

- Ekoenzim Limbah Buah-buahan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 4(2), 107-117. P-ISSN: 2622-4275; E-ISSN: 2622-7770. DOI: 10.31540/biosilampari.v4i2.153.
- Wilson, W., Purwestri, Y. A., Sembiring, L. (2017). Isolasi, Karakterisasi, dan Skrining Antimikrobia Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molck.). *Jurnal Labora Medika*, 1(1), 1-6. E-ISSN: 2549-9939. <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JLabMed>.
- Wulandari, A. S. & Nurhayani, F. O. (2019). Morfologi dan Mutu Fisik Benih Kenanga (*Cananga odorata* (Lam.) Hook. F. & Thomson forma genuina). *Journal of Tropical Silviculture*, 10(2), 95-99. ISSN: 2086-8227. DOI: [10.29244/j-siltrop.10.2.95-99](https://doi.org/10.29244/j-siltrop.10.2.95-99).
- Wulandari, D., & Purwaningsih, D. (2019). Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Amilolitik pada Umbi *Colocasia esculenta* L. secara Morfologi, Biokimia, dan Molekuler. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 6(2), 247-258. ISSN 2548 – 611X. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI>.
- Wulansari, A., Aqlinia, M., Wijanarka, W. & Raharja, B. (2019). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) dan Uji Aktivitas Antibakterinya terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Kulit *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Berkala Bioteknologi*, 2(2), 25-36. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/bb/article/view/6713>.
- Yati, S. J., Sumpono. & Candra, I. N. (2018). Potensi Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder dari Bakteri Endofit pada Daun *Moringa oleifera* L. *ALOTROP, Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 2(1), 82-87. ISSN: 2252-8075.
- Zahara, N., Soekarno, B. P. W., & Munif, A. (2018). Metabolit Bakteri Endofit Asal Tanaman Kacang Tanah Sebagai Penghambat Pertumbuhan *Aspergillus flavus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(1), 15-22. ISSN: 0215-7951. DOI: [10.14692/jfi.14.1.15](https://doi.org/10.14692/jfi.14.1.15).

- Zahrah, H., Mustika, A., & Debora, K. (2018). Aktivitas Antibakteri dan Perubahan Morfologi dari *Propionibacterium acnes* Setelah Pemberian Ekstrak *Curcuma xanthorrhiza*. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 20(3), 160-169. E-ISSN: 2621-4849; P-ISSN: 1412-1433. DOI: [10.20473/jbp.v20i3.2018.160-169](https://doi.org/10.20473/jbp.v20i3.2018.160-169).
- Zahrina, C. (2020). *Tanaman Bunga dalam Kehidupan Masyarakat Aceh*. Aceh: Balai Pelestarian Nilai Budaya Aceh/direktorat Jenderal Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Banda Aceh: Balai Pelestarian Nilai Budaya Aceh. ISBN: 978-623-6107-00-3.
- Zhou, X. dan Li, Y. 2015. *Atlas of Oral Microbiology From Healthy Microflora to Disease 1st Edition*. China: Academic Press. eBook ISBN: 9780128025314 Hardcover; ISBN: 9780128022344.



Lampiran 2 Surat Izin Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Aceh Rauf Kopelra Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557921, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-2855/Un.08/FST-1/PP.00.9/12/2023

Lamp : -

Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,

Kepala laboratorium

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : RIADHATUL MUNA / 190703007

Semester/jurusan : IX / Biologi

Alamat sekarang : Jalan perintis, Kampung Punge Jurong, Kecamatan Meuraxa, kota
Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka proses belajar mengajar di lembaga tersebut. Untuk keperluan ini saya mengajukan Surat Izin Penelitian Ilmiah Mahasiswa kepada Bapak/Ibu sebagai kepala laboratorium. Atas kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih.

Demikian surat ini dibuat, saya mohon maaf apabila ada kesalahan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat gambar berikut ini.

Banda Aceh, 18 Desember 2023
Dr. Zuhri
Ketua Lembaga Penelitian dan
Pengabdian Masyarakat



Tanda: 309, IX, 02.

Ditandatangani oleh Peneliti
2023

Lampiran 3 Surat Selesai Laboratorium



**LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

Jl. Syekh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id Email: biolab.ar-raniry@gmail.com



SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No: B-72/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/12/2023

Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini menerangkan bahwa:

Nama	: Riadhatul Muna
NIM	: 190703007
Program Studi	: S1-Biologi
Fakultas	: Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat	: Jalan Perintis, Kampung Punge Jurong, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan telah menyelesaikan kewajiban atas penggunaan fasilitas (alat dan bahan) laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

“Karakterisasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kenanga (*Cananga odorata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*”

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

A R - R A N I R Y
Banda Aceh, 13 Desember 2023
Laboran Biologi



Firman Riya Arhas, S.Pd.L, M.Si

Lampiran 4 Determinasi Tanaman Kenanga (*Cananga odorata*)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN BIOLOGI

Jalan Syech Abdurrauf Nomor 3, Darussalam, Banda Aceh 23111, Gedung F Lt. 2
Laman: biologi.unsyiah.ac.id, Surel: Biologi@unsyiah.ac.id

Nomor : 722/UN11.1.8.4/TA.00.03/2023
Hal : Identifikasi Sampel herbarium

8 Agustus 2023

Yth. Sdr. Riadhatul Muna
Mahasiswa Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Fakultas Sains & Teknologi
Jurusan Biologi
Darussalam - Banda Aceh

Bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan daun kenanga dengan klasifikasi taksonomi sebagai berikut :

Regnum/Kingdom	: Plantae
Sub Regnum/Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Divisio/Super Division	: Spermatophyta
Divisio/Division	: Magnoliophyta
Classis/Class	: Magnoliopsida
Sub Classis/Sub Class	: Magnoliidae
Ordo/Order	: Magnoliales
Familia/Family	: Annonaceae
Genus/Genus	: <i>Cananga</i> (DC.) Hook. f. & Thomson
Species/Species	: <i>Cananga odorata</i> (Lamk.) Hook. f. & Thomson

Staf Pengajar yang mengidentifikasi:
Dr. Saida Rasnovi, S.Si., M.Si (NIP. 197111131997022002)

A R - R A N I R Y

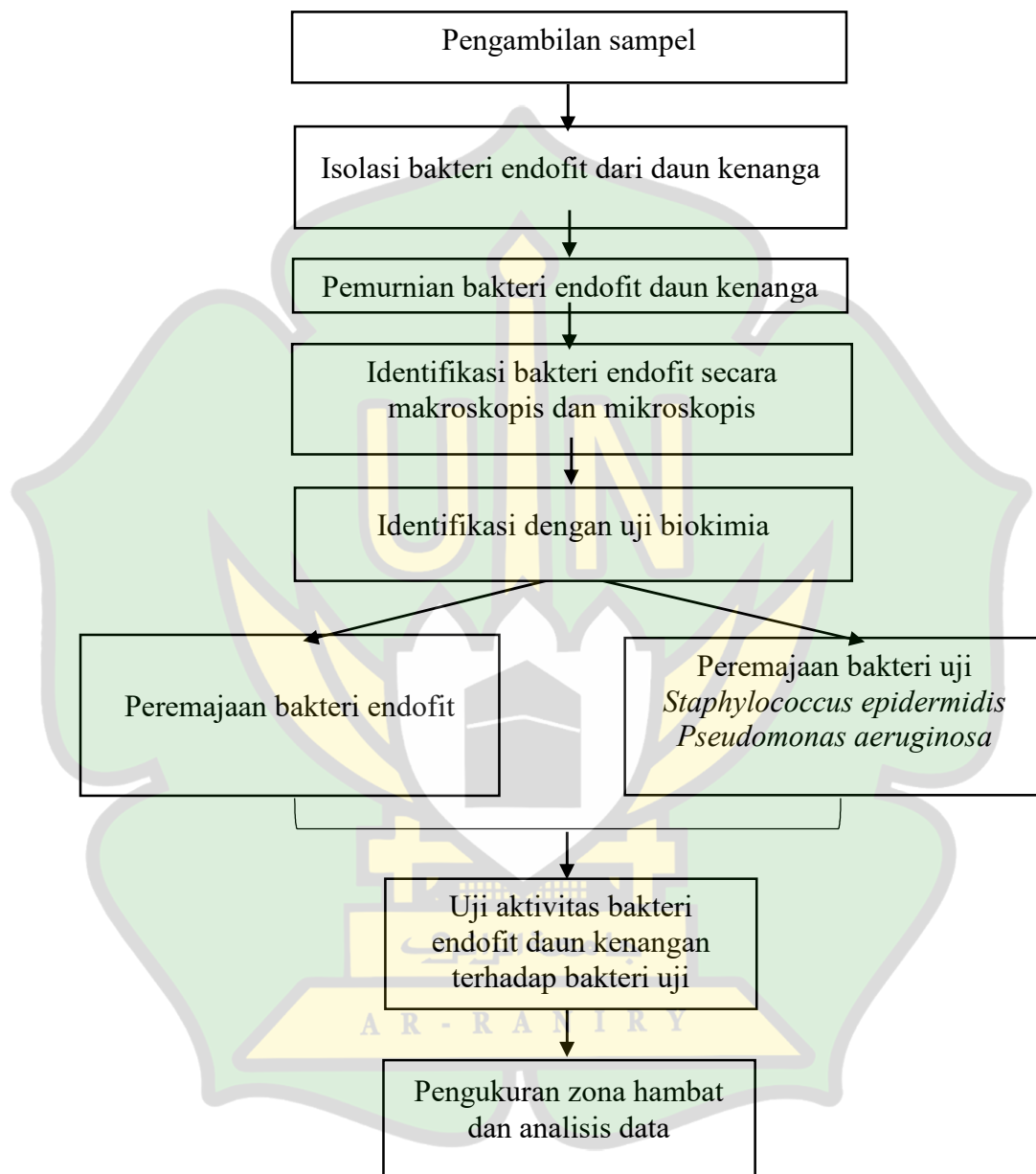


Dr. It. Dablan, S.Hut., M.Si, IPU
NIP 19760197610062006041003

Laboratorium Biosistemika
Kepala,

Prof. Dr. Syaukani, S.Si., M.Sc
NIP 197307271997021001

Lampiran 5 Skema Kerja



Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan

Sampel daun kenanga
(*Cananga odorata*)



Isolasi bakteri endofit
daun kenanga



Pemurniah bakteri
endofit daun kenanga



Peremajaan bakteri endofit
daun kenanga



Pewarnaan Gram



Uji biokimia TSIA isolat
EC1-EC6



Uji biokimia TSIA isolat
EC7-EC12



Uji biokimia indol



Uji biokimia motilitas



Uji biokimia sitrat isolat
EC1-EC6



Uji biokimia sitrat isolat
EC7-EC12



Uji biokimia MR isolat
EC1-EC6



Uji biokimia MR isolat
EC7-EC12



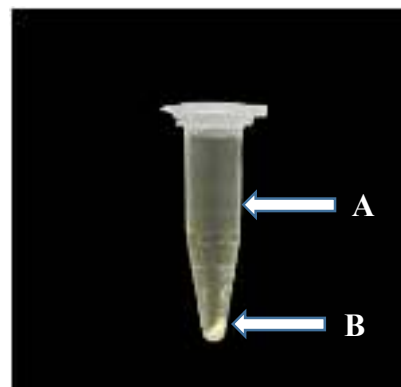
Uji biokimia katalase



Uji aktivitas antibakteri



Sentrifugasi isolat EC1 dan
EC5



A: Supernatan
B: Pelet



Ekstraksi supernatan isolat EC1 dan EC5



Ekstrak etanol isolat EC1



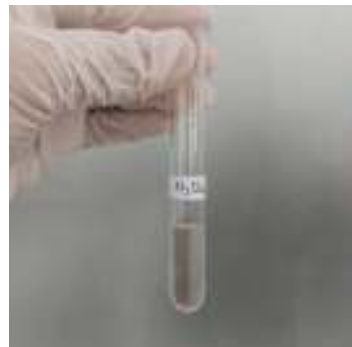
Ekstrak etanol isolat EC5



Uji alkaloid positif (pereaksi Dragendrof)



Uji alkaloid positif (pereaksi Wagner)



Uji Flavonoid negatif



Uji terpenoid positif dan steroid negatif



Uji saponin positif



Uji tanin serta fenol negatif

Lampiran 7 Rumus Pengulangan Uji Aktivitas

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(12-1)(n-1) \geq 15$$

$$11(n-1) \geq 15$$

$$11n - 11 \geq 15$$

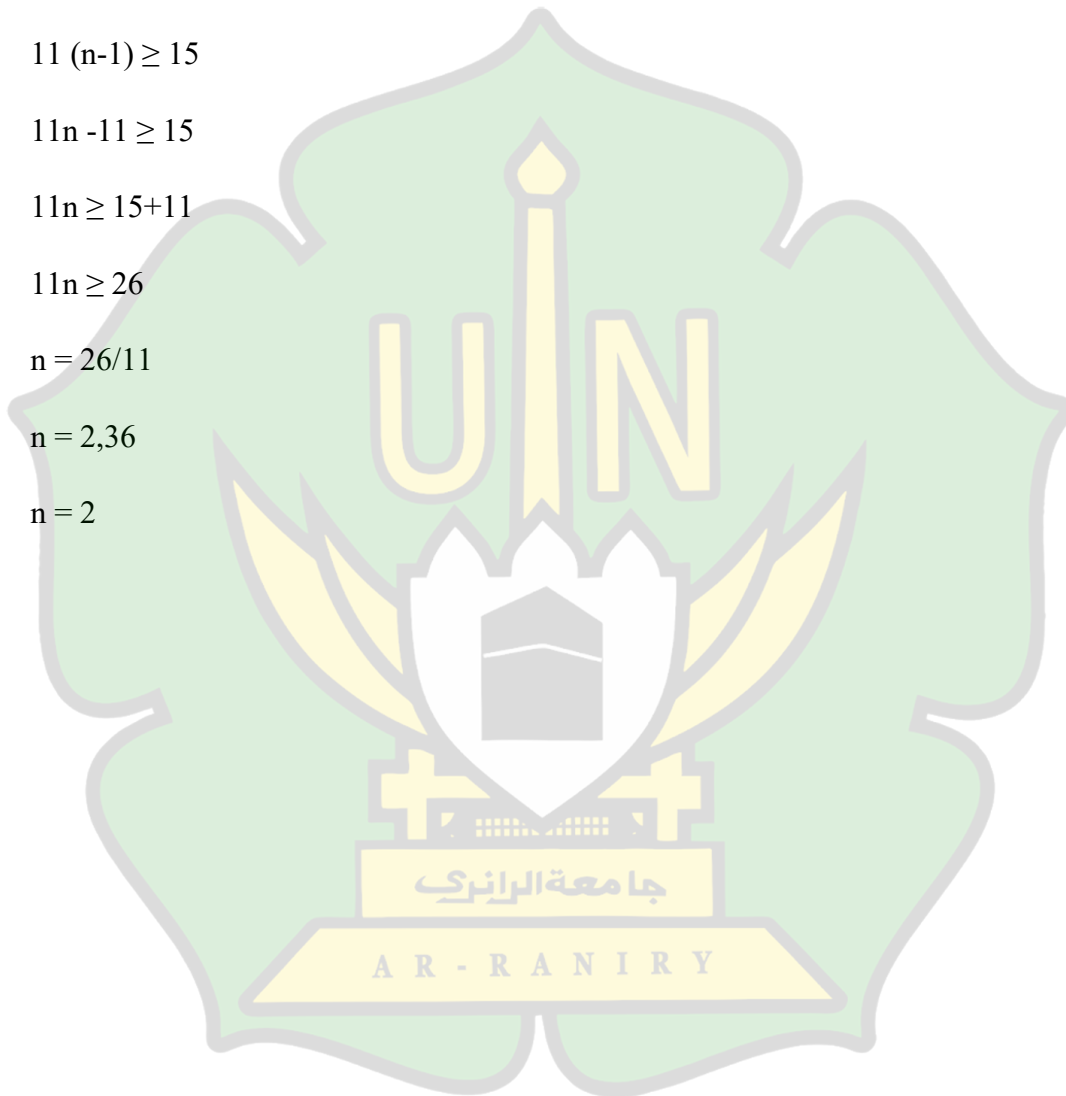
$$11n \geq 15 + 11$$

$$11n \geq 26$$

$$n = 26/11$$

$$n = 2,36$$

$$n = 2$$



Lampiran 8 Daftar Harga Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat dan Bahan	Jumlah	Harga (Rp)
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	230.000
2	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1	230.000
3	Alkohol 70 %	1 liter	45.000
4	Media NA	39 gr	195.000
5	Media MHA	38 gr	141.000
6	Media TSIA	6 gr	30.000
7	Media SIM	5,4 gr	27.000
8	Media Simmon's citrate	2,5 gr	14.000
9	Media MR-VP	1,7 gr	9.350
10	Safranin	2 ml	6.000
11	Iodine	1,8 ml	2.000
12	Kristal violet	1,8 ml	3.000
13	Minyak emersi	1,8 ml	23.500
14	Reagen Kovac's	2,4 ml	31.200
15	H ₂ O ₂	1,2 ml	3.600
16	Methyl red	3,6 ml	10.800
17	Alfa naftol 5%	6 ml	18.000
18	KOH	3,6 ml	10.800
19	Kloramfenikol 30 µg	24 disk	72.000
20	<i>Cotton Swab</i>	2	12.000
21	Spiritus	1	25.000
22	Blankdisk/cakram	48 disk	144.000
23	NB	6,5 gr	32.500
24	Uji fitokimia	2 isolat	300.000
25	Spiritus	1	25.000
26	Blankdisk/cakram	48 disk	144.000
Total			1.784.750