

**ISOLASI DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI BAKTERI
ENDOFIT DAUN ALPUKAT (*Persea americana* Mill.)
TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus epidermidis***

SKRIPSI

**Diajukan Oleh:
UCE KARLINA
NIM. 170703017**

**Mahasiswa Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**ISOLASI DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI BAKTERI
ENDOFIT DAUN ALPUKAT (*Persea americana* Mill.)
TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus epidermidis***

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 Biologi

Oleh:

UCE KARLINA

NIM. 170703017

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

Disetujui Untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I



Diannita Harahap, M.Si

NIDN.2022038701

Pembimbing II



Syafrina Sari Lubis, M.Si

NIDN. 2025048003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi



Arif Sardi M, Si.

NIDN. 2019068601

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ISOLASI DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI BAKTERI ENDOFIT DAUN
ALPUKAT (*Persea americana* Mill.) TERHADAP BAKTERI
*Staphylococcus epidermidis***

SKRIPSI

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

Pada Hari/Tanggal: Sabtu, 16 Juli 2022
17 Dzulhijjah 1443
di Darusalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Diannita Harahap, M.Si
NIDN. 2022038701

Sekretaris,



Ayu Nirmala Sari, M.Si
NIDN. 2027028901

Penguji I,



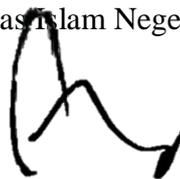
Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN. 2025048003

Penguji II,



Raudhah Hayatillah, M.Sc
NIDN. 2025129302

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uce Karlina

NIM : 170703017

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun
Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri
Staphylococcus epidermidis

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 yang 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 di kemudian 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, 6 Juli 2022

Yang menyatakan,



(Uce Karlina)

ABSTRAK

Nama : Uce Karlina
NIM : 170703017
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*
Tanggal Sidang : 16 Juli 2022
Jumlah Halaman : 80
Pembimbing I : Diannita Harahap, M.Si
Pembimbing II : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Kata Kunci : Daun alpukat, antibakteri, bakteri endofit, *Persea americana*, *Staphylococcus epidermidis* ATTC 2332

Alpukat (*Persea americana* Mill.) merupakan tanaman yang berkhasiat sebagai obat yang dapat tumbuh di daerah sub tropis dan tropis di Indonesia. Tanaman alpukat ini memiliki banyak manfaat salah satunya sebagai antibakteri. Antibakteri yang terdapat pada tanaman alpukat dapat juga dimiliki oleh bakteri endofit. Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan efek negatif pada tanaman inangnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakteristik bakteri endofit dari daun alpukat (*Persea americana* Mill.) dan bagaimana aktivitas dari bakteri endofit daun alpukat dalam menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengisolasi bakteri endofit dari daun alpukat metode *Spread plate*. Lalu, dilanjutkan uji aktivitas antibakteri dengan menggunakan metode *Kirby bauer*. Hasil penelitian didapatkan 10 isolat bakteri endofit terdiri dari 3 genus yaitu genus *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Hasil uji aktivitas dari sepuluh isolat bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 yang ditandai dengan adanya zona bening di sekitar cakram. Diameter zona hambat untuk kategori terkuat terdapat pada isolat EP 3 sebesar 14,63 mm dan diameter dengan kategori terlemah terdapat pada isolat EP 1 sebesar 1,66 mm.

Kata Kunci : Daun alpukat, antibakteri, bakteri endofit, *Persea americana*, *Staphylococcus epidermidis* ATTC 2332

ABSTRACT

Name : Uce Karlina
NIM : 170703017
Study Program : Biology Faculty of Science and Tecnology (FST)
Title : Isolation and Antibacterial Aktivity of Leaf Endophytic Bacteria Avocado (*Persea americana* Mill.) Agains Bacteria *Staphylococcus epidermidis*
Date of Session : 16 July 2022
Number of pages : 80
Advisor I : Diannita Harahap, M.Si
Advisor II : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Keyword : Avocado leaf, antibacterial, endophytic bacteria, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223

Avocado (Persea americana Mill.) is a medicinal plant that can grow in sub-tropical and tropical areas in Indonesia. This avocado plant has many benefits, one of which is as an antibacterial. The antibacterials found in avocado plants can also be possessed by endophytic bacteria. Endophytic bacteria are bacteria that live in plant tissues without causing negative effects on the host plant. The purpose of this study was to determine the characteristics of endophytic bacteria from avocado leaves (Persea americana Mill.) and how the activity of endophytic bacteria from avocado leaves to inhibit Staphylococcus epidermidis bacteria. ATCC 3223. The method used in this study was to isolate endophytic bacteria from avocado leaves with the Spread plate method. Then, it was continued to test the antibacterial activity using the Kirby Bauer method. The results showed 10 isolates of endophytic bacteria consisting of 3 genera, namely the genus Staphylococcus sp., Bacillus sp. and Pseudomonas sp. The activity test results from ten isolates of endophytic bacteria had the ability to inhibit Staphylococcus epidermidis ATCC 3223 which was indicated by the presence of a clear zone around the disc. The diameter of the inhibition zone for the strongest category was found in EP 3 isolates of 14.63 mm and the diameter with the weakest category was found in EP 1 isolates of 1.66 mm.

Keyword : Avocado leaf, antibacterial, endophytic bacteria, Staphylococcus epidermidis ATCC 3223

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*”**. Shalawat beriring salam tidak lupa pula penulis sanjungkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW.

Selama penyusunan skripsi ini, banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi, namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

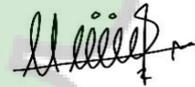
1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Arif Sardi, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar – Raniry Banda Aceh.
3. Kamaliah, M.Si, selaku Sekretaris Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu dalam segala keperluan.
4. Diannita Harahap, M.Si, selaku Penasehat Akademik dan dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama kuliah serta bimbingan dalam menulis.
5. Syafrina Sari Lubis, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menulis.
6. Muslich Hidayat, M.Si, Ilham Zulfahmi, M.Si, Ayu Nirmala Sari, M.Si Feizia Huslina, M.Sc, Raudhah Hayatillah, M.Sc selaku dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
7. Staf Prodi Biologi yang telah membantu segala keperluan mahasiswa.
8. Ayahanda Muhammad Yusuf dan Ibunda Nurhayati serta saudara kandung saya, Kakak Dahlia, Kakak Rosmala Dewi, Kakak Marlinda, Kakak Diana, Abang Darmawan dan Abang Muhammad Nasir yang

telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material untuk kesuksesan anaknya dan adiknya dalam menyelesaikan kuliah.

9. Sahabat terbaik saya Ridha Maulidia Arif, Nadiya Yuliyana, Ismi Mauliasari, Rizkina Zurriani ZN, Putri Rahil Marissa, Tuti Aulia, Amalia Maysarah, Lisda Ariyanti, Nabilla Munawarah dan Rayyan Putri Bahari yang selalu memberikan dukungan, motivasi terbaik dan nasihat yang membangkitkan semangat agar tidak pernah menyerah.
10. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2017 dan senior-senior yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Penulis pun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan semoga Allah SWT memberi perlindungan bagi kita semua.

Banda Aceh, 6 Juli 2022



Uce Karlina



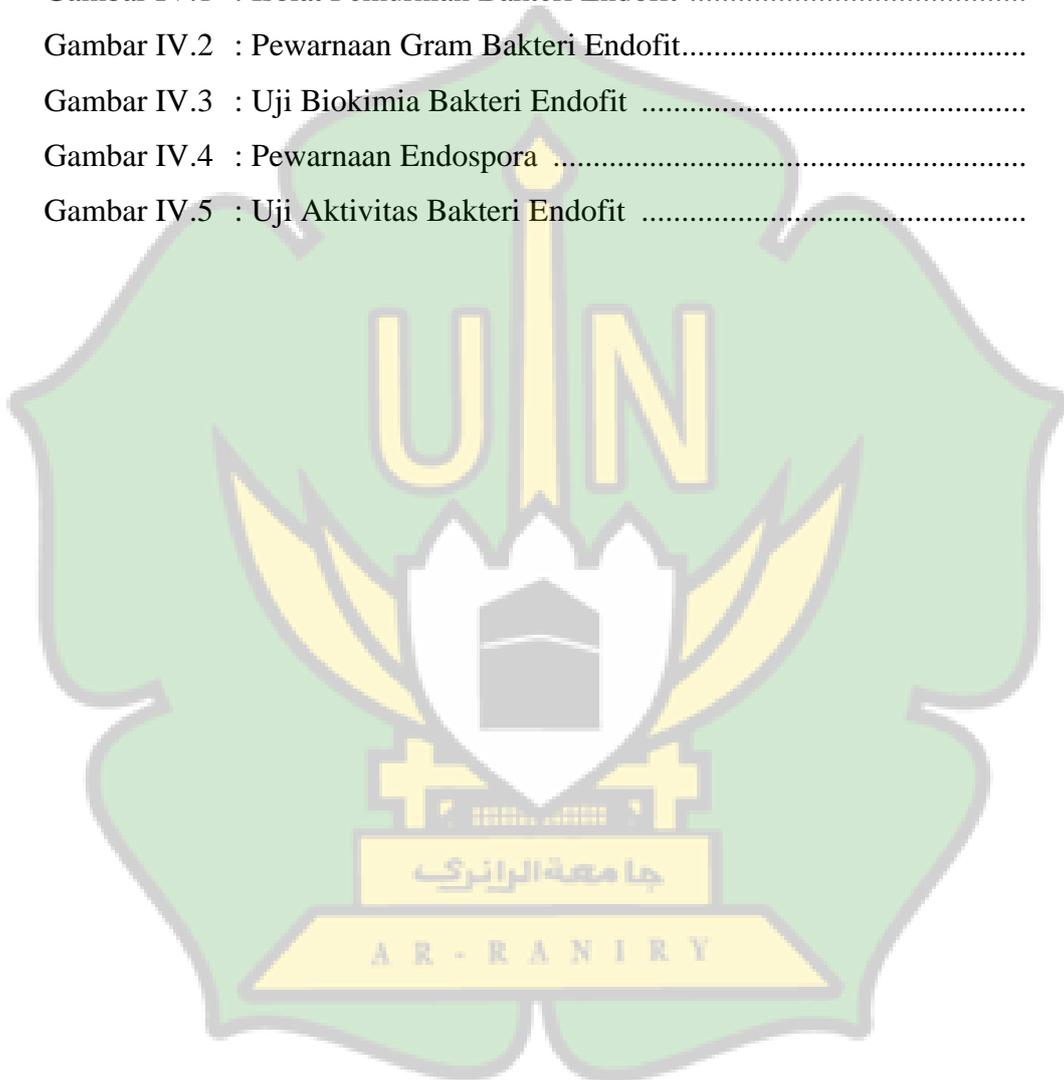
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
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	6
II.1. Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.).....	6
II.1.1. Morfologi Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.)	6
II.1.2. Manfaat Daun Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.).....	7
II.1.3. Kandungan Senyawa dalam Daun Alpukat.....	8
II.1.4. Penyebaran Tanaman Alpukat.....	8
II.1.5. Klasifikasi Ilmiah Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.).	9
II.2. Bakteri Endofit	9
II.2.1. Metabolit Sekunder Bakteri Endofit.....	9
II.2.2. Mekanisme Kerja Bakteri Endofit.....	10
II.3. <i>Staphylococcus epidermidis</i>	11
II.4. Klasifikasi Ilmiah Genus Bakteri Endofit	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
III.1. Tempat dan Waktu Penelitian	14
III.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	14
III.3. Objek Penelitian (Populasi dan Sampel)	14
III.4. Isolat Bakteri Uji	15
III.5. Alat dan Bahan Penelitian	15
III.6. Metode Penelitian.....	15
III.7. Prosedur Kerja.....	15
III.7. 1. Pengambilan Sampel	15
III.7. 2. Isolasi Bakteri Endofit	16

III.7. 3. Pemurnian Bakteri Endofit	16
III.7. 4. Karakteristik Bakteri Endofit.....	16
III.7. 5. Pembuatan Suspensi Bakteri Endofit.....	20
III.7. 6. Penyiapan Bakteri Uji.....	20
III.7. 7. Peremajaan Bakteri Uji.....	20
III.7. 8. Pembuatan Suspensi Bakteri Uji	20
III.7. 9. Kontrol Positif dan Negatif.....	21
III.7. 10. Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit...	21
III.7. 11. Pengukuran Zona Hambat	21
III.8. Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
IV.1. Hasil Penelitian	23
IV.1.1. Karakteristik bakteri endofit pada daun alpukat (Persea americana Mill.).....	23
IV.1.2. Uji Aktivitas Bakteri Endofit pada Daun Alpukat (Persea americana Mill.) Terhadap Bakteri Staphylococcus epidermidis ATCC 3223	29
IV.2. Pembahasan.....	31
IV.2.1. Karakteristik bakteri endofit pada daun alpukat (Persea americana Mill.).....	31
IV.2.2. Uji Aktivitas Bakteri Endofit pada Daun Alpukat (Persea americana Mill.) Terhadap Bakteri Staphylococcus epidermidis ATTC 3223.....	38
BAB V PENUTUP	41
V.1. Kesimpulan.....	41
V.2. Saran.....	41
DAFTAR KEPUSTAKAAN	42
LAMPIRAN.....	56
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	66

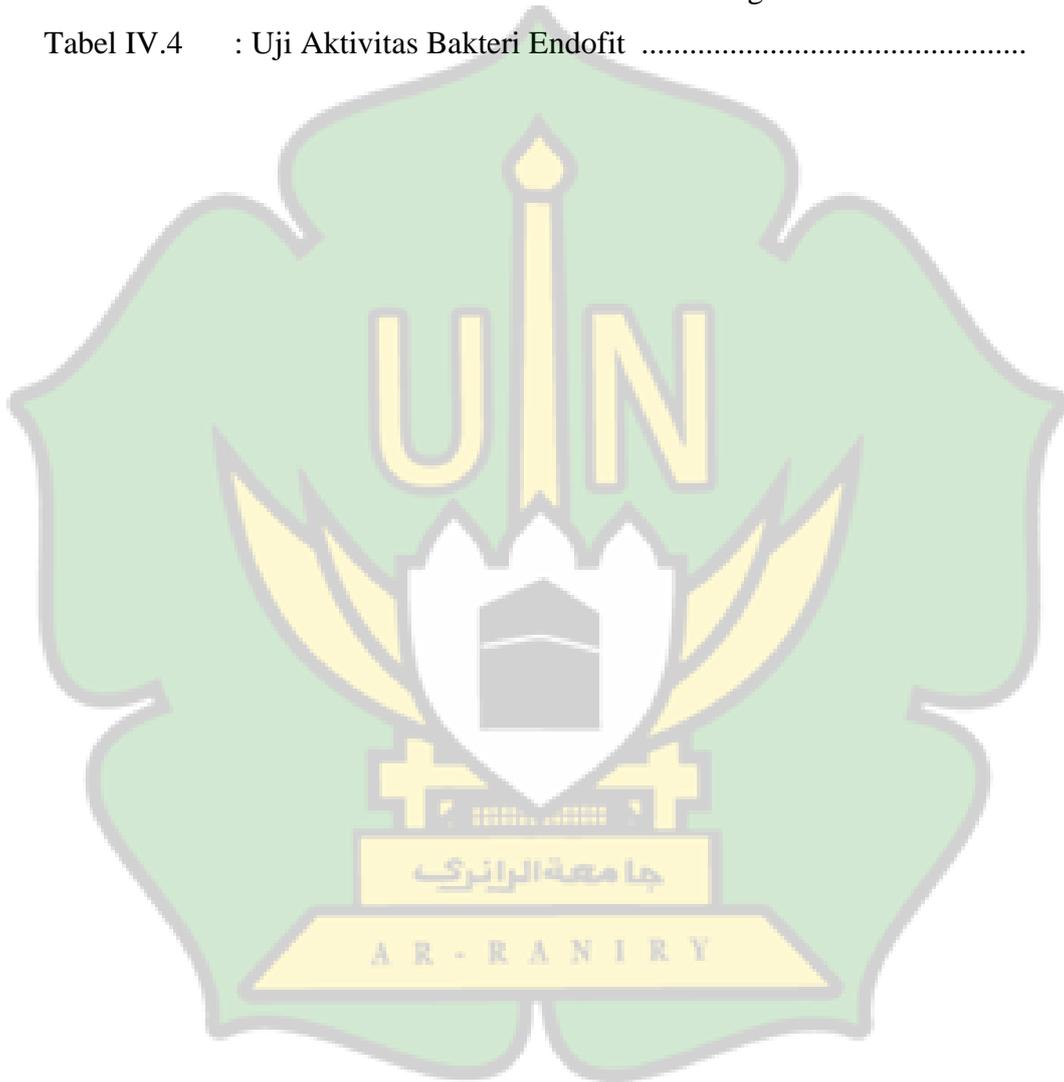
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 : Alpukat	7
Gambar II.2 : Bakteri Endofit	11
Gambar II.3 : Bakteri Staphylococcus epidermidis	12
Gambar III.1 : Pengukuran Zona Hambat	22
Gambar IV.1 : Isolat Pemurnian Bakteri Endofit	24
Gambar IV.2 : Pewarnaan Gram Bakteri Endofit.....	25
Gambar IV.3 : Uji Biokimia Bakteri Endofit	25
Gambar IV.4 : Pewarnaan Endospora	28
Gambar IV.5 : Uji Aktivitas Bakteri Endofit	30



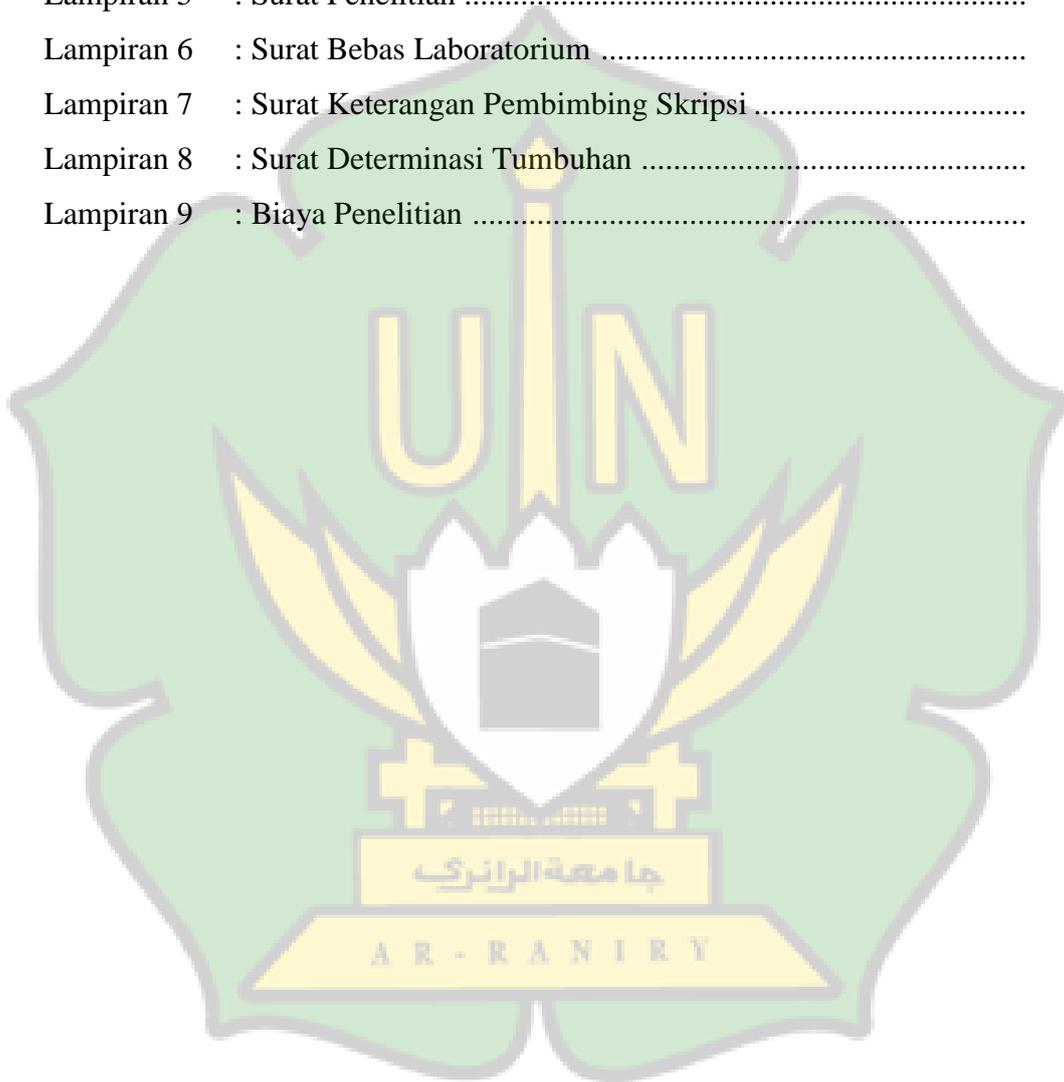
DAFTAR TABEL

Tabel III.1	: Jadwal Pelaksanaan Penelitian	14
Tabel III.2	: Kriteria Zona Hambat	22
Tabel IV.1	: Karakteristik Bakteri Endofit	23
Tabel IV.2	: Uji Biokimia Bakteri Endofit	26
Tabel IV.3	: Identifikasi Bakteri Endofit dari Berbagai Sumber	28
Tabel IV.4	: Uji Aktivitas Bakteri Endofit	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Alur Penelitian	56
Lampiran 2	: Dokumentasi Kegiatan	57
Lampiran 3	: Isolat Bakteri	58
Lampiran 4	: Rumus Pengulangan Uji Aktivitas	59
Lampiran 5	: Surat Penelitian	60
Lampiran 6	: Surat Bebas Laboratorium	61
Lampiran 7	: Surat Keterangan Pembimbing Skripsi	62
Lampiran 8	: Surat Determinasi Tumbuhan	63
Lampiran 9	: Biaya Penelitian	64



DAFTAR SINGKATAN

TSIA	: <i>Triple Sugar Iron Agar</i>	15
SIM	: <i>Sulfide Indole Motility</i>	15
NA	: <i>Nutrient Agar</i>	15
MHA	: <i>Mueller Hinton Agar</i>	15
SCA	: <i>Simon citrate Agar</i>	26



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme uniseluler atau multiseluler satu sel atau banyak sel diantaranya seperti bakteri, fungi, parasit dan virus (Novard *et al.*, 2019). Organ tubuh yang sering terinfeksi oleh mikroorganisme tersebut salah satunya adalah kulit. Kulit adalah bagian dari tubuh manusia pada lapisan yang terluar dan sangat mudah terkena berbagai macam mikroorganisme jika terjadi kontak langsung manusia dengan lingkungannya (Arfani, 2021). Infeksi kulit yang disebabkan oleh bakteri akibat dari ketidakseimbangan antara kemampuan mikroorganisme patogen dan mekanisme pertahanan tubuh manusia. Selain itu, infeksi kulit terjadi akibat dari kerusakan pertahanan kulit. Seperti mencukur, luka kronis, ekskoriasi gigitan serangga, variasi pH kulit, kondisi kulit kering, kelainan inflamasi kulit dan kerusakan *barrier* epidermis akibat bakteri patogen (Hidayati *et al.*, 2019). Penyakit yang termasuk ke dalam penyakit infeksi pada kulit yang disebabkan oleh bakteri yaitu eksim, bisul, impetigo, campak, kudis, kurap dan jerawat (Mulyani *et al.*, 2017).

Jerawat atau disebut juga dengan *acne vulgaris* adalah penyakit yang ditimbulkan pada permukaan kulit seperti pada wajah, leher, dada dan punggung yang muncul ketika kelenjar minyak yang terdapat pada kulit terlalu aktif sehingga pori-pori kulit akan tersumbat oleh timbunan lemak yang berlebihan (Prasetyorini *et al.*, 2019). Jerawat umumnya menyerang remaja yang sedang mengalami perubahan hormonal. Jerawat biasanya terjadi ketika masa pubertas dan merupakan tahap ketika Jerawat biasanya terjadi ketika masa pubertas dan merupakan tahap ketika kelenjar sebacea, infeksi bakteri, kosmetika, bahan kimia dan infeksi bakteri (Meilina dan Hasanah, 2018). Bakteri yang menyebabkan jerawat adalah bakteri *Staphylococcus aureus* (Sarlina *et al.*, 2017), *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* (Retnaningsih *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Azzahra dan Madhani *et al.*, (2021) mengenai uji daya hambat ekstrak etanol daun alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*,

diketahui bahwa ekstrak daun alpukat (*Persea americana* Mill.) pada konsentrasi terendah yaitu 2% mampu menghambat pertumbuhan *S. epidermidis* dengan diameter yang didapatkan adalah 7,68 mm dan konsentrasi tertinggi 10% rerata diameter zona hambat sebesar 8,50 mm. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Puluh *et al.*, (2019) mengenai uji antibakteri dari sediaan masker *peel off* ekstrak etanol daun alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai antijerawat terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan konsentrasi terbesar yaitu 0,3% dengan diameter zona hambat sebesar 3 mm dan termasuk kategori zona hambat lemah.

Bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah bakteri yang termasuk ke dalam flora normal pada kulit manusia. Selain itu, bakteri ini menjadi patogen oportunistik yang dapat menyebabkan nosokomial pada persendian dan pembuluh darah (Pertwi *et al.*, 2022). Bakteri ini merupakan spesies yang termasuk ke dalam genus *Staphylococcus* dan diketahui dapat menyebabkan infeksi oportunistik yaitu menyerang individu yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah (Rabima dan Sunyaluri, 2021). Penularan penyakit oleh bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah melalui kontak secara langsung dengan peralatan yang telah terkontaminasi, dikarenakan bakteri *S. epidermidis* memiliki kemampuan yang dapat membentuk biofilm di atas permukaan peralatan sehingga penularan penyakit akan lebih mudah terjadi dengan lingkungannya (Rahminiwati *et al.*, 2020).

Penanganan yang dapat dilakukan untuk menghambat aktivitas bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah dengan menggunakan antibiotik, namun penggunaan antibiotik yang terlalu sering dan juga tidak teratur dapat menyebabkan bakteri menjadi resisten terhadap antibiotik (Nafi'ah *et al.*, 2021). Selain antibiotik, obat tradisional dapat digunakan dalam menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Qomar *et al.*, (2018) mengenai penggunaan ekstrak daun kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap diameter zona hambat pertumbuhan dari bakteri *Staphylococcus epidermidis* yaitu dengan konsentrasi 100% dan rerata zona hambatnya adalah 15, 16 mm, kategori zona hambat adalah kuat. Selain kedua penanganan tersebut penghambat aktivitas bakteri patogen dapat dilakukan dengan penggunaan bakteri endofit dikarenakan bakteri endofit merupakan bakteri yang bermanfaat (Khusnul *et al.*, 2017). Manfaat dari bakteri endofit diantaranya memiliki kandungan senyawa

bioaktif. Kelebihan bakteri endofit dalam memproduksi senyawa bioaktif antara lain dapat diproduksi dalam skala besar dan kemungkinan diperoleh komponen bioaktif baru dengan memberikan kondisi yang berbeda (Sagita *et al.*, 2017).

Bakteri endofit adalah bakteri yang secara alami hidup pada jaringan tanaman tanpa menimbulkan efek negatif. Beberapa bakteri endofit memiliki potensi sebagai aktivitas antibakteri, antifungi dan antimalaria (Oktavia dan Pujiyanto, 2018). Senyawa bioaktif yang dihasilkan bakteri endofit bersifat antibakteri yang sama dengan tanaman inangnya (Yati *et al.*, 2018). Beberapa tanaman yang dimanfaatkan sebagai obat dalam menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* diantaranya adalah daun ungu atau wungu (*Graptophyllum pictum* L.) (Retnaningsih *et al.*, 2019), daun tapak kuda (*Ipomoea pes-caprae* L.) R. Br.) (Putri *et al.*, 2021), getah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) (Mahdiva *et al.*, 2021), daun ashibata (*Angelicakeiskei*) (Wardania *et al.*, 2020) dan tanaman bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) (Wulansari *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian Wulansari *et al.*, (2019) mengenai uji aktivitas antibakteri bakteri endofit dari tanaman bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) pada bagian daun terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* rerata sebesar 6,80 mm dapat dikategorikan zona hambatnya adalah sedang. Sedangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sari *et al.*, (2020) mengenai uji aktivitas tanaman teh (*Camellia sinensis*) pada bagian daun terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan zona hambat terbesar adalah 6,1 mm. Hal ini dapat dikategorikan diameter zona hambatnya yaitu lemah. Selain kedua tanaman tersebut ada tanaman lain yang juga memiliki bakteri endofit yang juga berpotensi untuk dikembangkan menjadi antibakteri untuk menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* yaitu tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.).

Alpukat (*Persea americana* Mill.) merupakan tanaman yang berkhasiat obat yang dapat tumbuh di daerah sub tropis dan tropis di Indonesia. Bagian dari tanaman alpukat yang dapat dimanfaatkan yaitu bagian buah dan daun. Buah alpukat digunakan sebagai makanan segar dan sebagai bahan dasar kosmetik sedangkan bagian daun digunakan sebagai obat tradisional (Widarta dan Arnata, 2017). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian bakteri

endofit yang telah dilakukan pada organ tanaman alpukat adalah pada daun, buah dan akar.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nwe *et al.*, (2018) pada bagian daun dan buah tanaman alpukat dengan spesies yang berbeda yaitu pada spesies *Persea gratissima* Gaertn. Isolat yang diperoleh adalah sebanyak 10 isolat. Pada penelitian ini belum didapatkan spesies bakteri endofit. Dari ke-10 isolat yang didapat dan berhasil diujikan pada 4 bakteri uji dan yeast. Hasil yang didapat dari 10 isolat tersebut hanya beberapa isolat yang dapat menghambat ke-4 bakteri uji dan yeast dengan zona hambat sebesar 10 mm, 14 mm, 15 mm, 16 mm, 17 mm, 18 mm dan 25 mm dan kategori zona hambat yang didapat berdasarkan Nugraheni *et al.*, (2021) termasuk ke dalam kategori lemah, sedang dan kuat. Sedangkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Hakizimana *et al.*, (2011) mengenai bakteri endofit yang diisolasi dari akar alpukat (*Persea americana* Mill.) ditemukan beberapa bakteri endofit diantaranya adalah *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus fusiformis*, *Bacillaceae bacterium*, *Lysinibacillus* sp., *Paenibacillus polymyza*, *Enterobakter* sp. bakteri endofit yang paling banyak ditemukan pada akar alpukat adalah bakteri *Bacillus* sp.

Keberadaan bakteri endofit pada daun alpukat memungkinkan bakteri endofit tersebut untuk memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti yang dihasilkan pada tanaman inangnya seperti pada daun alpukat (Susilowati *et al.*, 2018). Senyawa bioaktif yang terkandung dalam alpukat yang digunakan sebagai antibakteri diantaranya alkaloid, flavonoid, terpenoid, antrakuinon, tanin dan saponin (Tuldjanah *et al.*, 2022; Kolopita *et al.*, 2022). Selain itu daun alpukat juga dapat digunakan sebagai krim tabir surya dari ekstrak etanol daun alpukat (Permatasari, 2021). Daun alpukat dapat digunakan untuk pengobatan anti jerawat (Faisal *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti tertarik ingin melakukan penelitian dengan judul **“Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*”**.

I.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik bakteri endofit yang terdapat pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.)?
2. Bagaimana aktivitas antibakteri bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*?

I.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik bakteri endofit yang terdapat pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.).
2. Untuk mengetahui bagaimana aktivitas antibakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*.

I.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada mahasiswa yang ingin meneliti mengenai karakteristik bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.) dan melakukan pengujian bakteri endofit sebagai aktivitas antibakteri dalam menghambat bakteri patogen dan dapat dijadikan sebagai alternatif lain sebagai pengganti antibiotik.

BAB II

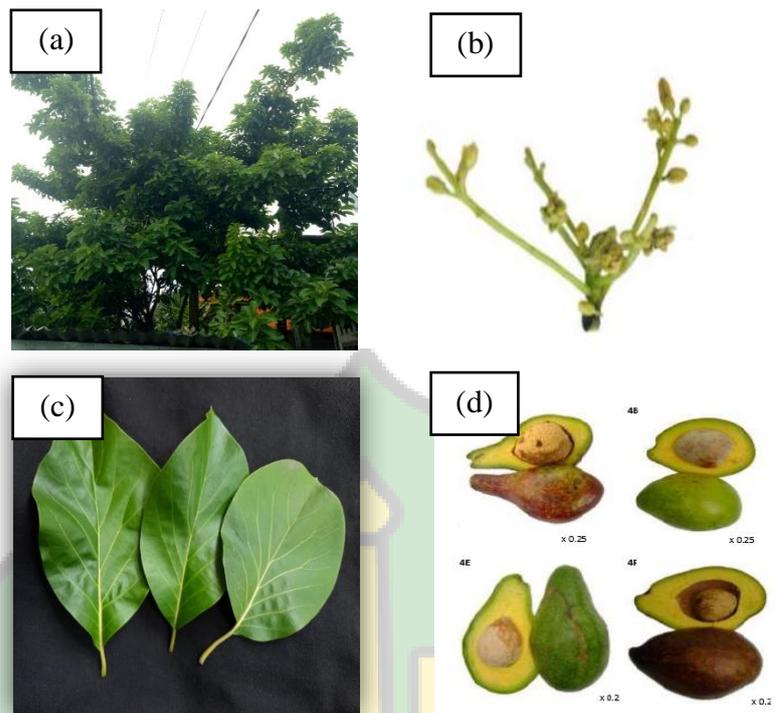
TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Alpukat (*Persea americana* Mill.)

II.1.1. Morfologi Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Alpukat tersebar di Indonesia hampir di seluruh provinsi. Alpukat termasuk ke dalam buah yang paling sering dikonsumsi karena dapat dimanfaatkan sebagai minuman dan makanan. Buah alpukat ini memiliki nama asing yaitu *avocado*. Buah alpukat sering dimanfaatkan sebagai minuman seperti dibuat jus atau bahan es campur. (Subhan, 2021). Alpukat tumbuh di habitat alam tropis dan sangat cocok ditanam di lahan-lahan kering karena bermanfaat dalam memperbaiki lingkungan dan dapat mencegah terjadinya erosi (Sarinastiti, 2018). Alpukat termasuk ke dalam tanaman buah yang berupa pohon. Penamaan nama alpukat di setiap daerah berbeda-beda seperti di Jawa Barat disebut alpuket atau alpukat, di Jawa Tengah dan Jawa Timur dikenal dengan nama alpokat, di Sumatera Utara (Batak) bernama boah pokat dan jamboo pokat dan di Lampung dikenal dengan sebutan jamboo mentega, jamboo pooan dan pookat (Ardiansyah, 2010).

Pohon alpukat memiliki ketinggian mencapai 20 m dan daunnya berukuran 12 hingga 25 cm. Tanaman alpukat memiliki bunga berwarna hijau kekuningan. Buah dari tanaman alpukat berwarna hijau atau hijau kekuningan dan daging buahnya bertekstur lembut berwarna hijau muda pada bagian yang dekat dengan kulit dan warna kuning dekat biji dan buah dari tanaman alpukat berbentuk bola hingga bulat telur (Ulung dan Studi, 2014; Hidayat dan Napitupulu, 2015). Alpukat memiliki daun tunggal, tumbuh berdesakan di ujung ranting, bentuknya bulat telur, bertangkai, letak tersebar, ujung dan pangkal runcing, berbulu, panjangnya 10-20 cm, lebar 3-10 cm dan berwarna hijau. Alpukat dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga dataran tinggi dan membutuhkan penyesuaian lingkungan seperti iklim dan tanah (Santoso, 2020). Bagian lain dari tanaman alpukat adalah buah apukat. Buah alpukat mempunyai biji tunggal dan tertutup dalam dua kulit biji coklat, tipis, berbentuk bulat, kerucut ataupun bulat telur. Berwarna gading dan panjangnya bisa mencapai anatar 5-6,4 cm (Abraham *et al.*, (2018).



Gambar II.1 (a) Pohon Alpukat (b) Bunga Alpukat (c) Daun Alpukat (d) Buah Alpukat, Sumber: Dokumentasi Pribadi; Abraham *et al.*, 2018; Nasution, 2020

II.1.2. Manfaat Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.) memiliki manfaat sangat banyak karena adanya senyawa fenolik dan flavonoid yang terdapat kandungan aktivitas antioksidan (Abubakar dan Khaerah, 2022). Daun alpukat bermanfaat dalam mengatasi berbagai penyakit kardiovaskuler yang diperoleh dari komponen bioaktif, salah satunya yaitu senyawa flavonoid (Widarta *et al.*, 2018). Tanaman alpukat memiliki banyak manfaat bagi kesehatan diantaranya dapat digunakan sebagai obat sariawan, melembabkan kulit kering, mengobati kencing batu, mengobati darah tinggi atau hipertensi, mengatasi sakit kepala, mengatasi penyakit nyeri saraf, nyeri lambung, mengatasi saluran napas yang membengkak, mengobati penyakit kencing manis, mengobati sakit gigi dan dapat mengatasi bagi wanita yang mengalami menstruasi yang tidak teratur (Subhan, 2021). Ekstrak dari daun alpukat dapat digunakan sebagai anti kolesterol (Muqowwiyah dan Dewi, 2021).

Bagian daun alpukat dan buah alpukat begitu banyak manfaatnya meliputi mengobati sariawan, darah tinggi, kulit muka kering, sakit gigi berlubang, bengkak peradangan, kencing batu dan kencing manis (Santoso, 2020). Sebagian masyarakat

memanfaatkan daun alpukat dengan cara mengolah daun alpukat sebagai minuman. Pengolahannya juga sangat sederhana yaitu dengan merebus daun alpukat kemudian air rebusan digunakan untuk diminum (Widarta *et al.*, 2018).

II.1.3. Kandungan Senyawa dalam Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Daun alpukat terdapat senyawa bioaktif berupa alkaloid. Senyawa alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme kerja alkaloid dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri mengakibatkan lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh, terganggunya sintesis peptidoglikan sehingga pembentukan sel menjadi tidak sempurna dikarenakan tidak mengandung peptidoglikan dan dinding selnya hanya meliputi membrane sel (Suhartati dan Roziqin, 2017). Selain alkaloid, senyawa lainnya yaitu flavonoid (Elisa *et al.*, 2021). Kelebihan dari senyawa flavonoid yang terdapat dalam daun alpukat yaitu sebagai antioksidan, analgesik, dan antiinflamasi yang dapat mengurangi kerusakan jaringan pulpa dan juga rasa sakit (Yuniarty dan Hasjim, 2017). Adapun senyawa bioaktif daun alpukat lainnya adalah tanin. Tanin termasuk ke dalam golongan senyawa bioaktif tumbuhan yang bersifat fenol dan memiliki rasa yang sepat (Maharia dan Yuniwati 2017).

Saponin juga terdapat di dalam kandungan daun alpukat. Saponin adalah senyawa bioaktif dan termasuk mudah terdeksi melalui kemampuannya dalam membentuk busa. Golongan senyawa dalam saponin mengandung gugus glikosil yang memiliki sifat polar dan gugus steroid dan triterpenoid yang bersifat non polar (Kopon *et al.*, 2020). Daun alpukat memiliki kandungan metabolit sekunder diantaranya kandungan tanin sebesar 0.68 ± 0.06 mg/100 g, saponin sebesar 1.29 ± 0.08 mg/100 g, flavonoid sebesar 8.11 ± 0.14 mg/100 g, fenol sebesar 3.14 ± 0.64 mg/100 g, alkaloid sebesar 0.51 ± 0.21 mg/100 serta steroid sebesar 1.21 ± 0.14 mg/100g. Senyawa bioaktif dalam daun alpukat tersebut memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Erwiyani *et al.*, 2018; Azzahra *et al.*, 2019).

II.1.4. Penyebaran Tanaman Alpukat

Daerah yang menjadi pusat penyebaran tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.) meliputi Hawaii, California, Argentina, Australia, dan daerah-daerah di kawasan Afrika Selatan. Tanaman alpukat masuk ke Indonesia diduga bermula pada zaman Kerajaan Hindu dan juga ketika Islam masuk ke Indonesia. Masyarakat

Spanyol dan Portugis yang datang ke Indonesia awalnya untuk berdagang dan dianggap berjasa dalam memperkenalkan beraneka macam jenis tanaman. Sehingga dalam perkembangan selanjutnya, orang-orang yang berasal dari Belanda berhasil dalam mengembangkan budidaya berbagai jenis tanaman termasuk tanaman alpukat. (Sarinastiti, 2018).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, peningkatan produksi alpukat di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2017 hingga 2020. Produksi alpukat pada tahun 2017 mencapai 363.148 ton, tahun 2018 mencapai 410.094 ton, tahun 2019 mencapai 461.613 dan pada tahun 2020 peningkatan alpukat mencapai 609.049 ton. Daerah produksi alpukat terbanyak pada tahun 2020 adalah Provinsi Jawa Barat sebesar 104.665 ton, Jawa Tengah 73.933 ton, Sumatera Barat sebesar 69.787 ton, Sumatera Selatan sebesar 36.343 ton, Sumatera Utara sebesar 32.012 ton, Aceh sebesar 20 ton dan Nusa Tenggara Barat (NTB) sebesar 19.260 ton (Badan Pusat Statistik, 2021).

II.1.5. Klasifikasi Ilmiah Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Menurut Itis.gov (2021), secara sistematis klasifikasi tanaman alpukat dapat diuraikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Laurales
Famili	: Lauraceae
Genus	: <i>Persea</i>
Spesies	: <i>Persea americana</i> Mill.

II.2. Bakteri Endofit

II.2.1. Metabolit Sekunder Bakteri Endofit

Bakteri endofit hidup pada jaringan tanaman atau di dalam pembuluh vascular dan ruang antar sel dari bagian-bagian pada tanaman. Proses kolonisasi bakteri endofit dimulai dari bagian perakaran kemudian menyebar ke seluruh bagian tanaman (Nugraheni *et al.*, 2021). Keragaman suatu bakteri endofit pada tanaman inang dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan suatu tanaman, khususnya kondisi tanah. Pada tanaman umumnya terdapat bakteri endofit yang berbeda-beda

(Anwar dan Putra, 2019). Mikroba endofit ketika menghasilkan senyawa metabolit memiliki kesamaan dengan senyawa metabolit yang terdapat pada tanaman inangnya. Mikroba endofit dalam memproduksi metabolit sekunder adalah salah satu untuk memperoleh senyawa antibakteri dalam waktu singkat (Kartikasari dan Purwestri, 2021).

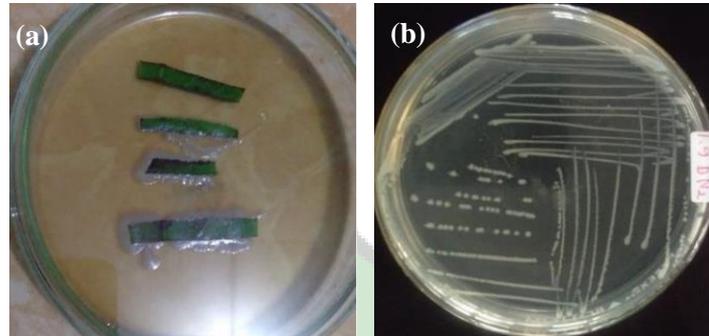
Bakteri endofit memiliki peran sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder yang dapat melindungi sel inang dari pengaruh lingkungan dan serangan dari mikroba lainnya (Afzal *et al.*, 2019). Kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam bakteri endofit dan dalam jaringan tumbuhan memiliki banyak manfaat seperti dalam bidang pertanian (Zulfarina *et al.*, 2022). Senyawa bioaktif yang terdapat pada bakteri endofit memiliki manfaat diantaranya dapat bermanfaat sebagai antibakteri, antifungi, antivirus, antidiabetes, antikanker serta berpotensi sebagai pemacu hormon pertumbuhan tanaman (Pratiwi, 2021).

II.2.2. Mekanisme Kerja Bakteri Endofit

Mikroba endofit merupakan mikroba yang hidupnya di dalam jaringan tumbuhan dan hidup saling menguntungkan tanpa memberikan efek negatif pada inang tumbuhan Maheshwari (2017). Hubungan antara bakteri dan tumbuhan merupakan hubungan simbiosis mutualisme yang dapat memungkinkan bakteri dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang sama seperti tumbuhan inangnya, mikroba endofit berinteraksi dengan inang yang di temukan pada bagian organ tumbuhan tertentu berhubungan erat dengan siklus hidup yang di lalui (Pulungan dan Tumanger, 2018).

Proses masuknya bakteri endofit bermula melalui perakaran sekunder dan mengeluarkan enzim yaitu selulase atau pektinase dan melalui bagian atas tanaman meliputi bunga, batang, stomata, radikel kecambah dan daun yang rusak. Bakteri endofit ini kemudian berkoloni di titik tempat bakteri endofit ini masuk kemudian menyebar ke seluruh tanaman, ruang intraseluler, hidup dalam sel atau dalam sistem pembuluh (Pratiwi, 2018). Menurut (Sihombing *et al.*, 2019) cara bakteri endofit dalam menguntungkan tanaman inangnya yaitu dengan menstimulasi pertumbuhan tanaman, mengfiksasi nitrogen, dan meningkatkan sistem pertahanan tanaman terhadap adanya gangguan penyakit tanaman. Hal ini terjadi dikarenakan bakteri

endofit mampu memproduksi senyawa sekunder, enzim, etilena, dan senyawa antibakteri

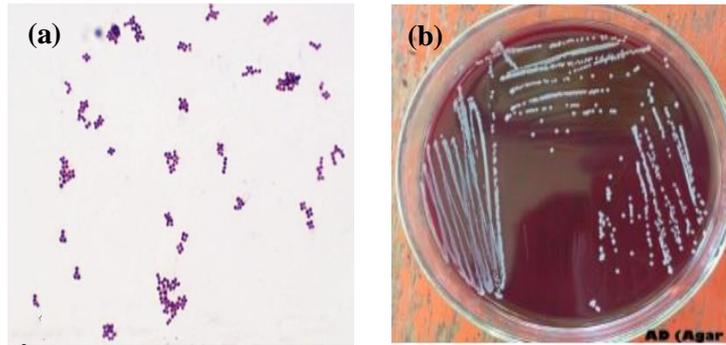


Gambar II.2 (a) Bakteri Endofit yang Tumbuh di Daun (2x24 jam) (b) Isolat Bakteri Endofit dari Daun Namnam (*Cynometra cauliflora* L.)
Sumber: Hamtini *et al.*, 2021

II.3. *Staphylococcus epidermidis*

Staphylococcus epidermidis merupakan bakteri yang termasuk ke dalam genus *Staphylococcus* yang tergolong ke dalam bakteri Gram positif dan memiliki sifat aerob. Bakteri ini memiliki sel yang berbentuk coccus (bulat) dan memiliki diameter 1 μm yang tersusun dalam kelompok yang tidak teratur. Selain itu, bakteri *S. epidermidis* berupa coccus (bulat) tunggal, berpasangan dan berbentuk rantai yang terlihat dalam kultur cair. Bakteri *S. epidermidis* hidup optimum pada suhu berkisar antara 30 °C-37 °C. Koloni bakteri *S. epidermidis* biasanya berwarna abu-abu hingga berwarna putih terutama pada isolasi primer. Beberapa koloni bakteri ini menghasilkan pigmen hanya pada inkubasi yang diperpanjang. *S. epidermidis* tidak memiliki sifat invasif yang dapat menghasilkan koagulase negatif dan cenderung non hemolitik (Jawetz *et al.*, 2013).

Bakteri *S. epidermidis* terdapat pada flora normal kulit dan membran mukosa pada manusia (Wulansari *et al.*, 2019). Bakteri ini merupakan salah satu bakteri yang dapat menyebabkan infeksi oportunistik yang menyerang individu yang memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah (Mopangga *et al.*, 2021). Bakteri *Staphylococcus epidermidis* memiliki dinding peptidoglikan yang tebal. Peptidoglikan merupakan komponen dasar dari dinding sel dan komponen dasar dari dinding sel. Dinding peptidoglikan ini dan asam teikoat hanya menyumbang sekitar 90% dari berat dinding sel, sisanya terdiri dari permukaan, hidrolase peptidoglikan (autolisis) dan exoprotein (Wulansari *et al.*, 2019).



Gambar II.3 (a) Gambar Bakteri *Staphylococcus epidermidis* (Mikroskopis)
 (b) Bakteri *Staphylococcus epidermidis* pada Media Agar Darah
 Sumber: (Karimela *et al.*, 2018; Indrayati dan Diana 2020)

Berdasarkan Itis.gov (2021), taksonomi dari bakteri *Staphylococcus epidermidis* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Staphylococcaceae
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus epidermidis*

II.4. Klasifikasi Ilmiah Genus Bakteri Endofit

Berdasarkan Itis.gov (2022), taksonomi dari bakteri *Staphylococcus* adalah sebagai berikut:

Klasifikasi Ilmiah Bakteri *Bacillus* sp.

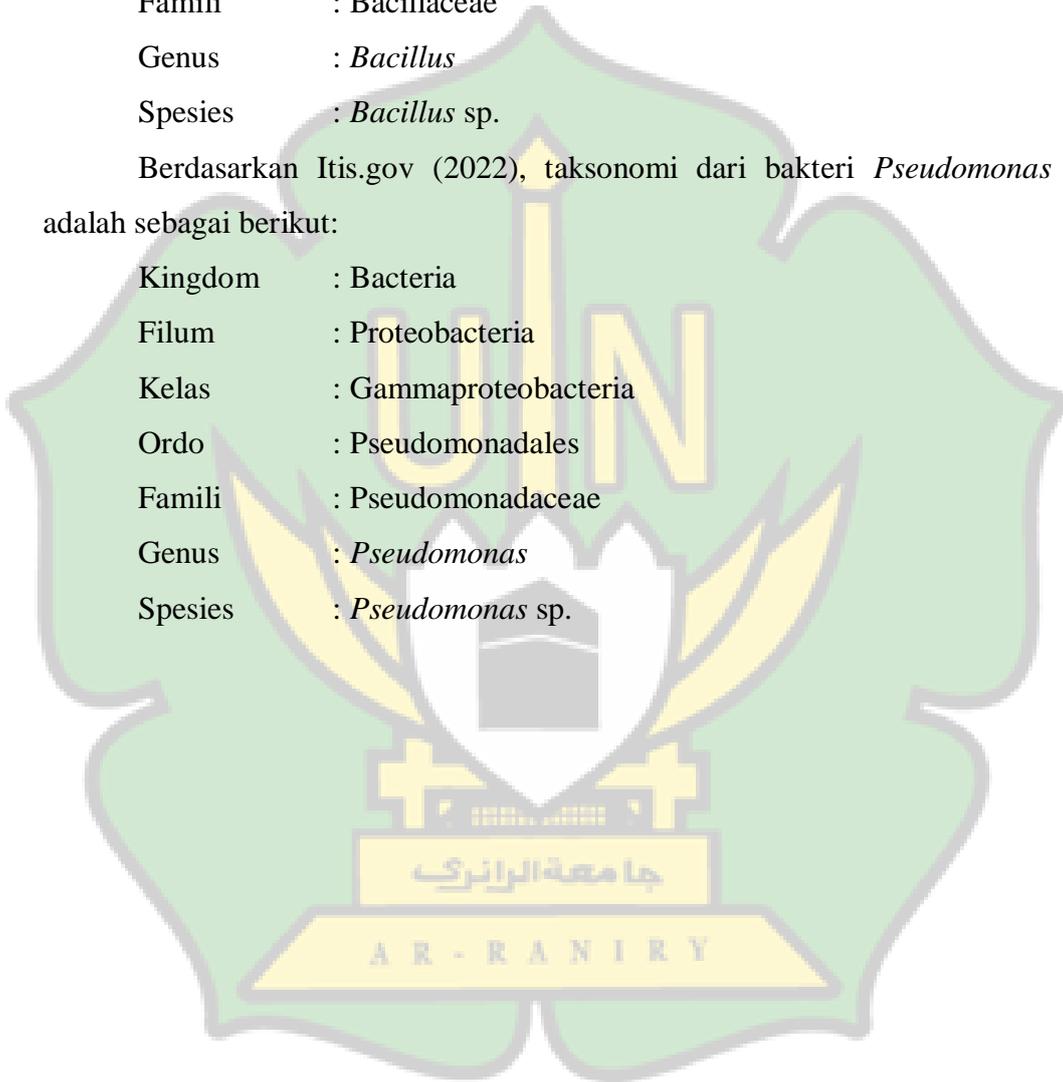
Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Famili : Staphylococcaceae
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus* sp.

Berdasarkan Itis.gov (2022), taksonomi dari bakteri *Bacillus* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus* sp.

Berdasarkan Itis.gov (2022), taksonomi dari bakteri *Pseudomonas* sp. adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Pseudomonadales
Famili : Pseudomonadaceae
Genus : *Pseudomonas*
Spesies : *Pseudomonas* sp.



BAB III

METODE PENELITIAN

III.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada bulan 15 Desember 2021 sampai 15 Februari 2022.

III.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 15 Desember 2021 sampai 15 Februari 2022. Adapun jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel III.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Desember				Januari				Februari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Penyiapan alat dan bahan												
2.	Pengambilan sampel												
3.	Isolasi bakteri endofit dan pemurnian												
4.	Identifikasi bakteri endofit												
5.	Uji aktivitas antibakteri												
6.	Analisis data												

III.3. Objek Penelitian (Populasi dan Sampel)

Objek dalam penelitian ini adalah bakteri endofit yang diisolasi dari daun alpukat (*Persea americana* Mill.) dan daun alpukat muda yang diperoleh dari Gampong Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh.

III.4. Isolat Bakteri Uji

Isolat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 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 dalam penelitian ini adalah cawan petri (*Petridish*), *laminar air flow*, autoklaf, jarum ose, bunsen, spiritus, pinset, inkubator, gelas ukur, tabung reaksi, erlenmeyer, jangka sorong, *hot plate*, pipet tetes, timbangan digital, silet, kaca objek, mikroskop, kaca penutup, aluminium foil, *beaker glass*, mikropipet, spidol, dan gunting.

III.5.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun alpukat (*Persea americana* Mill, tisu, swab steril, aquades, larutan Natrium Hipoklorit (NaOCl) 5,3%, alkohol 70%, nistatin, media Nutrient Agar (NA), media *Mueller Hinton Agar* (MHA), bahan pewarnaan Gram (safranin, lugol, iodine, kristal violet dan larutan hapusan etanol absolut/alkohol 95%), larutan standar Mc Farland 0,5%, media *Triple Sugar-Iron Agar* (TSIA), media *Sulfide Indole Motility* (SIM), media urea agar, media simon sitrat, Reagen Kovac's, *melachite green*, disk cakram dan kloramfenikol 30 µg

III.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif untuk melihat keberadaan bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.) dan metode kuantitatif digunakan untuk menghitung zona hambat yang terbentuk dari aktivitas bakteri endofit terhadap bakteri patogen.

III.7. Prosedur Kerja

III.7. 1. Pengambilan Sampel

Sampel daun alpukat (*Persea americana* Mill.) diperoleh dari satu tanaman utuh yang terdapat di Gampong Lhong raya, Banda Aceh, Kecamatan Banda Raya. Sampel daun alpukat yang diambil adalah daun alpukat muda dan kondisinya masih utuh. Hal ini dikarenakan pada daun muda memiliki kandungan

senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun tua (Putri *et al.*, 2018). Kemudian, sampel dimasukkan ke dalam kantong sampel.

III.7. 2. Isolasi Bakteri Endofit

Metode yang digunakan adalah metode *direct culture* (penanaman langsung). Sampel daun alpukat (*Persea americana* Mill.) diambil sebanyak 10 gram dalam keadaan segar dan dibersihkan permukaan dengan air mengalir. Kemudian dipotong-potong sepanjang 1x1 cm dengan menggunakan gunting steril (Astuty *et al.*, 2019; Rori *et al.*, 2020). Selanjutnya permukaan daun alpukat disterilisasi secara bertahap dengan cara merendam daun alpukat di dalam alkohol 70% selama 1 menit. Kemudian, direndam di dalam larutan 1% natrium hipoklorit (NaOCl) selama 5 menit. Setelah itu, direndam kembali dengan alkohol 70% selama 1 menit. Pada tahap akhir sampel daun alpukat disterilisasi kembali yaitu sampel daunnya dibilas 3 kali dengan menggunakan aquades steril (Adityawarman *et al.*, 2019). Potongan daun yang telah disterilkan kemudian diletakkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA dan telah ditambahkan nistatin (Sagita *et al.*, 2017). Cawan petri yang telah berisi potongan daun alpukat, selanjutnya diberi label/nama. Kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam (Oktavia dan Pujiyanto 2018).

III.7. 3. Pemurnian Bakteri Endofit

Pemurnian isolat dari bakteri endofit menggunakan metode cawan gores (*streak plate*) untuk mendapatkan koloni yang terpisah dari koloni yang lain. Kemudian, isolat bakteri endofit yang tumbuh diinokulasikan menggunakan jarum ose dengan cara digoreskan pada media NA. Selanjutnya media diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam (Pratiwi, 2015).

III.7. 4. Karakteristik Bakteri Endofit

Karakterisasi bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.) dilakukan dengan 2 cara yaitu karakterisasi secara makroskopis dan secara mikroskopis.

III.7. 4.1. Karakteristik Bakteri Endofit Secara Makroskopis

Pengamatan bakteri endofit secara mikroskopis dilakukan dengan melihat morfologi dari koloni tunggal yang muncul setelah dilakukan *streak plate*.

Pengamatan morfologi koloni tunggal meliputi bentuk koloni, warna, tepian, dan elevasi koloni bakteri. Masing-masing bakteri endofit diamati di bawah mikroskop stereo, kemudian difoto untuk didokumentasikan (Pranoto *et al.*, 2014).

III.7. 4.2. Karakteristik Bakteri Endofit Secara Mikroskopis

Karakterisasi bakteri endofit secara makroskopis pada bakteri endofit dilakukan dengan cara pewarnaan Gram yaitu dengan diamatinya jenis Gram bakteri endofit dan bentuk sel bakteri endofit di laboratorium. Pewarnaan Gram dilakukan dengan menyiapkan zat-zat pewarna meliputi larutan kristal violet, lugol, safranin serta larutan hapusan etanol absolut atau alkohol 95%. Lalu, larutan Kristal violet diteteskan pada preparat dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades. Selanjutnya, diberikan larutan lugol pada preparat dan didiamkan selama 2 menit, lalu dibilas dengan menggunakan aquades. Setelah itu, diteteskan larutan hapusan etanol atau alkohol 95% secara perlahan selama 30 detik hingga luntur, lalu dibilas dengan aquades. Selanjutnya diberikan larutan safranin sebagai larutan pembeda antara warna kristal violet dan didiamkan selama 30 detik, kemudian dibilas lagi dengan aquades. Setelah itu, preparat dikeringkan dengan menggunakan kertas tisu dan siap diamati dengan menggunakan mikroskop pembesaran 1000x. Tujuan dari pewarnaan bakteri ini dilakukan untuk dapat mengetahui sifat-sifat Gram dari kelompok bakteri Gram positif (+) dan bakteri Gram negatif (-) (Nuruwe *et al.*, 2020). Jika berwarna biru atau ungu maka bakteri tersebut termasuk ke dalam Gram positif dan jika berwarna merah maka bakteri tersebut termasuk ke dalam bakteri Gram negatif (Sihombing *et al.*, 2019).

III.7. 4.3. Uji Biokimia

Adapun beberapa uji biokimia yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Uji TSIA (*Triple Sugar-Iron Agar*)

Pengujian TSIA ini bertujuan untuk membedakan antara kelompok yang berbeda atau genus Enterobacteriaceae yang dapat memfermentasikan antara glukosa dengan produksi asam. Pengujian ini dilakukan dengan menginokulasikan isolat bakteri pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dengan menggoreskan isolat bakteri pada media miring dan menusuk bagian tegaknya. Selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam.

Kemudian dilakukan pengamatan dengan mengamati perubahan warna medianya. Jika pada bagian media miringnya berubah warna menjadi warna merah dan bagian bawah dari medianya berwarna kuning maka bakteri mampu memfermentasikan glukosa. Jika pada kedua bagian media tersebut berwarna kuning, maka bakteri tersebut mampu memfermentasikan glukosa, laktosa dan sukrosa (Cappuccino dan Sherman, 2014).

b. Uji Motilitas

Pengujian ini dilakukan pada media *Sulfida Indole Motility* (SIM), dengan menginokulasikan satu isolat bakteri uji. Selanjutnya, diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 48 jam. Hasil dari pengujian motilitas ini ditandai dengan adanya pertumbuhan bakteri di sekitar tusukan dan menunjukkan hasil ujinya negatif. Jika hasilnya positif maka ditandai dengan menyebarnya pertumbuhan bakteri pada media (Cappuccino dan Sherman, 2014).

c. Uji Indol

Pengujian indol ini dilakukan dengan menginokulasikan isolat bakteri pada media *Sulfida Indole Motility* (SIM), selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 48. Kemudian hasil pengujiannya diamati dengan menambahkan 10 tetes reagen Kovac's. Jika hasil uji positif maka ditandai dengan terbentuknya lapisan berwarna merah pada bagian atas biakan (Cappuccino dan Sherman, 2014).

d. Urease

Pengujian urease ini dilakukan pada media urea agar dengan menginokulasikan satu (1) isolat bakteri uji dengan menggunakan jarum ose. Selanjutnya digoreskan pada media, kemudian diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24-48 jam. Hasil pengujian tersebut diamati, jika hasilnya positif (+) ditandai dengan warnanya berubah menjadi warna merah muda dan jika hasilnya negatif (-) maka tidak adanya perubahan yang terjadi (Cappuccino dan Sherman, 2014).

e. Uji Simon Sitrat

Pengujian Simon sitrat ini dilakukan pada media Simon sitrat dengan cara menginokulasikan satu isolat bakteri uji dengan menggunakan jarum ose. Selanjutnya, bakteri tersebut digoreskan pada media dan diinkubasi pada suhu

37 °C selama 48 jam. Hasil pengujiannya diamati, jika hasilnya positif (+) maka ditandai dengan adanya pertumbuhan pada agar miring dan berwarna biru. Sedangkan jika hasilnya negatif (-) maka ditandai dengan tidak adanya perubahan yang terjadi dan berwarna hijau (Cappuccino dan Sherman, 2014).

f. Uji Katalase

Uji katalase dilakukan dengan menginokulasikan 1 jarum ose bakteri yang akan diuji di atas kaca benda. Kemudian diteteskan 3 atau 4 tetes hidrogen peroksida (H₂O₂) 3%. Hasilnya jika ditandai dengan adanya gelembung gas (O₂) atau buih maka bakteri tersebut dapat menghasilkan enzim katalase (Cappuccino dan Welsh 2018).

g. Uji Kebutuhan Oksigen

Uji kebutuhan oksigen dilakukan dengan cara diambil 1 jarum ose secara aseptik biakan murni bakteri. Kemudian diinokulasikan pada tabung reaksi yang telah berisi 9 mL media NA semi solid, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pertumbuhan bakteri ditunjukkan jika terdapat kekeruhan pada tabung media di permukaan, di tengah, di bagian dasar maupun yang tersebar dalam media (Panjaitan *et al.*, 2020). Apabila bakteri tumbuh pada permukaan media maka bakteri tersebut bersifat aerob obligat. Jika bakteri tumbuh di sepanjang kolom tabung maka bakteri tersebut bersifat aerob toleran, apabila bakteri tumbuh hanya di permukaan bawah dan tidak sampai sepanjang kolom tabung maka mikroaerofilik dan apabila bakteri hanya tumbuh pada dasar tabung maka bakteri bersifat anaerob obligat (Kurniasari dan Putra, 2011).

III.7. 4.4. Pewarnaan Endospora

Pewarnaan spora bakteri dilakukan dengan cara menginokulasikan bakteri ke dalam medium agar miring. Kemudian diinkubasi selama 3-7 hari. Diambil satu isolat bakteri secara aseptik dengan menggunakan jarum ose. Setelah itu, dioleskan pada kaca benda yang sebelumnya telah disterilkan dengan menggunakan alkohol 70%, kemudian diberi aquades. Selanjutnya, dilakukan fiksasi kaca benda di atas Bunsen hingga mengering, menutup preparat dengan kertas yang mudah menyerap air, lalu diletakkan di atas air mendidih. Kemudian diteteskan larutan pewarna *malachite green* selama lebih kurang selama 10 menit.

Selanjutnya, dicuci dengan air mengalir selama 30 detik dan dikeringanginkan. Lalu, ditetesi dengan larutan safranin selama 1 menit, dilanjutkan dengan mencuci dengan air dan dikeringanginkan. Selanjutnya, diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran kuat, endospora ditandai dengan bentuk semua bewarna hijau sedangkan untuk negatif endospora ditandai dengan bagian selnya bewarna merah terang (Rahma, 2016).

III.7. 5. Pembuatan Suspensi Bakteri Endofit

Isolat murni bakteri endofit diambil ± 1 ose. Selanjutnya isolat bakteri endofit disuspensikan ke dalam tabung yang telah berisi 5 mL larutan NaCl steril 0,9%. Kekeruhan yang diperoleh, kemudian disetarakan dengan standar Mc Farland 0,5% yaitu setara dengan jumlah pertumbuhan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL (Aqlinia *et al.*, 2020).

III.7. 6. Penyiapan Bakteri Uji

Isolat bakteri uji yang berasal dari Laboratorium Fundament Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, dikultur kembali yang bertujuan untuk memperbanyak populasi bakteri yang diujikan. Kemudian, disiapkan media NA miring dalam tabung reaksi. Selanjutnya bakteri uji digoreskan secara zig-zag pada media miring. Kultur bakteri hasil perbanyakan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C (Allo, 2016).

III.7. 7. Peremajaan Bakteri Uji

Peremajaan bakteri uji dilakukan dengan cara menanam bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA steril. Kemudian isolat bakteri digoreskan pada media NA dan dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*) untuk menghindari terjadinya kontaminasi. Hasil dari peremajaan bakteri kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24-48 jam dalam inkubator (Oktavia dan Pujiyanto 2018).

III.7. 8. Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Bakteri uji yang digunakan *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 yang telah diinokulasikan diambil ± 1 ose. Kemudian disuspensikan ke dalam tabung yang berisi 5 mL larutan NaCl 0,9% sehingga diperoleh kekeruhan yang sama

dengan standar kekeruhan larutan Mc Farland 0,5 setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL. Suspensi bakteri tersebut dipipet sebanyak 200 μ L dan dituangkan ke dalam media pembenihan (Sihombing *et al.*, 2018).

III.7. 9. Kontrol Positif dan Negatif

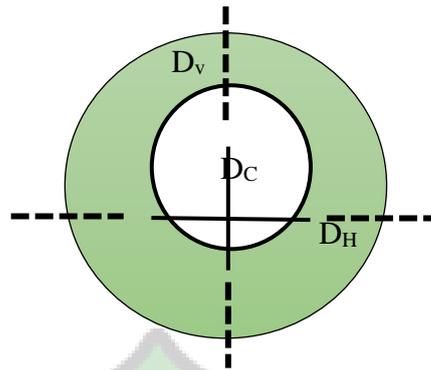
Pada pengujian ini, kontrol positif yang digunakan adalah Kloramfenikol, karena antibiotik ini memiliki spektrum yang luas sehingga dapat menghambat bakteri yang tergolong Gram positif dan Gram negatif (Oktavia dan Pujiyanto 2018). Sedangkan aquades steril digunakan sebagai kontrol negatif. Fungsi dari digunakan kontrol negatif adalah untuk mengetahui adanya pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* (Amanda *et al.*, 2019).

III.7. 10. Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode *Kirby-Bauer* dan menggunakan *paper disk*. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Suspensi bakteri uji, kemudian disebar dengan menggunakan swab steril di atas media MHA. Pada saat melakukan swab, cawan petri diputar dengan sudut 60 °C sampai suspensi bakteri uji menyebar merata pada permukaan media MHA. Selanjutnya, diambil sebanyak 40 μ L suspensi bakteri endofit dan diinokulasikan dengan cara meneteskan ke atas *paper disk* kosong yang telah diletakkan di atas permukaan bakteri uji yang telah disebar. Kemudian digunakan kloramfenikol 30 μ g sebagai kontrol positif dan digunakan aquades steril sebagai kontrol negatif. Selanjutnya, hasil pengujian tersebut diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam dan diameter zona hambatnya diukur dengan menggunakan jangka sorong (Astuty *et al.*, 2019) dan (Sagita *et al.*, 2017).

III.7. 11. Pengukuran Zona Hambat

Zona hambat yang terbentuk diukur dengan menggunakan jangka sorong dan diukur diameter vertikal dan horizontal dengan satuannya adalah mm.



Gambar III.1: Pengukuran diameter zona hambat
Sumber : Toy *et al.*, 2015

Keterangan:

- D_v** : Diameter Vertikal
D_H : Diameter Horizontal
D_c : Diameter Cakram

Rumus diameter zona hambat sebagai berikut:

$$\frac{(D_v - D_c) + (D_H - D_c)}{2}$$

Tabel 3.2 Kriteria Zona Hambat Antibakteri (Nugraheni *et al.*, 2021):

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

III.8. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu berdasarkan jumlah isolat dan karakteristik morfologi bakteri endofit baik secara makroskopik dan mikroskopik yang disajikan dalam bentuk gambar. Dilanjutkan dengan mengidentifikasi genus bakteri endofit dengan menggunakan buku panduan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* dan beberapa dari sumber jurnal. Sedangkan data kuantitatif dianalisis berdasarkan hasil dari pengukuran diameter zona hambat/bening hasil dari uji aktivitas bakteri endofit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

IV.1.1. Karakteristik bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.)

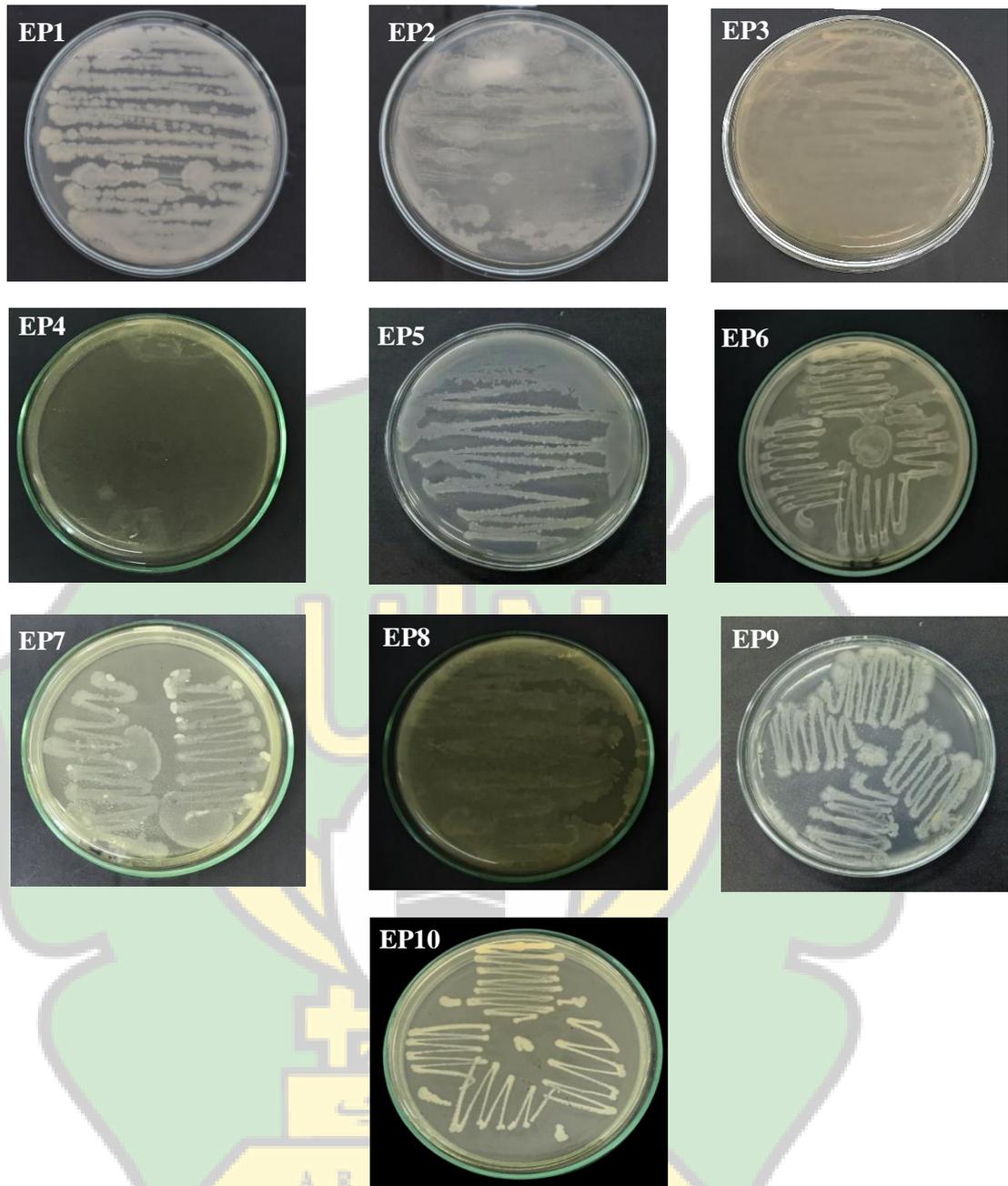
Pengambilan sampel daun alpukat (*Persea americana* Mill) diambil di Gampong Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ditemukan 10 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari daun alpukat dengan karakteristik morfologinya berbeda-beda. Isolat bakteri endofit diberi nama kode isolat yaitu EP 1 hingga EP 10. Karakteristik morfologi yang dilihat adalah bentuk koloni, tepian, elevasi dan warna koloni. Karakteristik morfologi koloni dapat dilihat pada Tabel IV.1 sebagai berikut:

Tabel IV.1. Karakteristik Morfologi Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Karakteristik Makroskopis bakteri endofit daun alpukat					
Bentuk Makroskopis					
No	Kode Isolat	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna
1.	EP1	Bulat	Rata	Cembung	Krem Putih
2.	EP2	Seperti akar	Benang-benang (halus)	Datar	Krem
3.	EP3	Bulat	Berlekuk	Cembung	Kuning
4.	EP4	Seperti akar	Benang-benang (Kasar)	Datar	Krem
5.	EP5	Bulat	Rata	Timbul datar	Krem
6.	EP6	Bulat	Rata	Cembung	Krem
7.	EP7	Tidak Beraturan	bergelombang	Datar	Krem
8.	EP8	Bulat	Rata	Datar	Putih
9.	EP9	Bulat	Rata	Cembung	Krem
10.	EP10	Bulat	Berlekuk	Cembung	Krem Putih Transparan

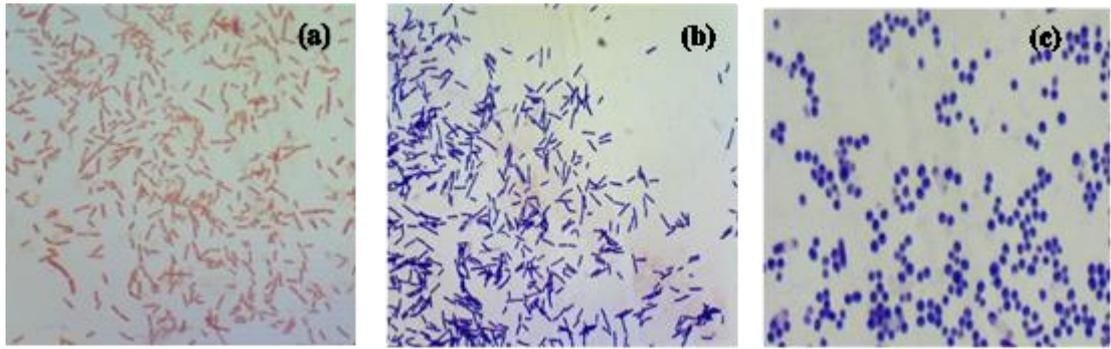
EP: Endofit *Persea* (Nomor urut menyatakan perbedaan karakteristik morfologi isolat bakteri endofit yang diperoleh)

Morfologi isolat bakteri endofit dari ke-10 isolat yang berhasil diisolasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Gambar isolat bakteri endofit dapat dilihat pada Gambar IV.1 berikut ini:



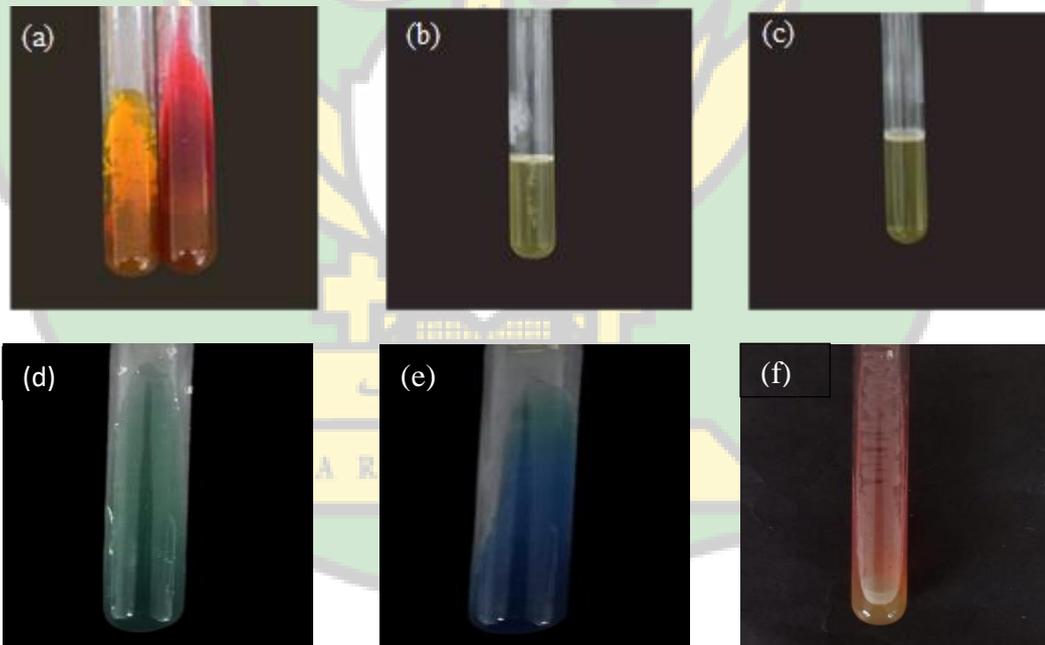
Gambar IV.1: Isolat pemurnian bakteri endofit asal daun alpukat (*Persea americana* Mill)

Identifikasi bakteri endofit dilakukan karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis. Setelah melakukan identifikasi karakteristik secara makroskopis maka dilakukan identifikasi secara mikroskopis diantaranya uji pewarnaan Gram, uji biokimia dan uji pewarnaan endospora. Gambar pewarnaan Gram bakteri endofit dapat dilihat pada gambar IV.2 sebagai berikut:



Gambar IV.2. (a) Bentuk Sel Batang Gram Negatif (b) Bentuk Sel Batang Gram Positif (c) Bentuk Sel Bulat Gram Positif

Hasil pewarnaan Gram yang dilakukan pada ke-10 isolat bakteri endofit didapatkan Gram positif dan Gram negatif, sedangkan untuk bentuk selnya didapatkan batang dan bulat. Setelah dilakukan pewarnaan Gram, dilakukan uji biokimia diantaranya uji TSIA, indol, motilitas, simon sitrat, urease, katalase dan kebutuhan oksigen. Gambar hasil uji biokimia dapat dilihat pada Gambar IV.3 berikut ini:



Gambar IV.3 (a) Uji Biokimia TSIA (b) Uji Biokimia Motilitas (+) (c) Motilitas (-) (d) Uji Biokimia Sitrat (e) Uji Biokimia Sitrat (+) (f) Urease (+)

Tabel IV.2 Uji Biokimia Bakteri Endofit pada Daun Alpukat (*Persea americana* Mill).

No	Kode isolat	Bentuk sel	Gram	TSIA	Motilitas	Indol	SCA	Urease	Katalase	Kebutuhan Oksigen	Spora	Genus
1.	EP 1	Bulat	+	K/A	+	-	-	+	+	AF	TD	<i>Staphylococcus</i> sp.
2.	EP 2	Batang	+	K/K	-	-	-	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 1
3.	EP 3	Batang	+	K/A	+	-	-	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 2
4.	EP 4	Batang	+	K/A	+	-	+	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 3
5.	EP 5	Batang	+	A/A	+	-	-	+	+	AOb	+	<i>Bacillus</i> sp. 4
6.	EP 6	Batang	+	K/A	+	-	+	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 3
7.	EP 7	Batang	+	K/A	+	-	+	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 3
8.	EP 8	Batang	+	K/A	-	-	+	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 4
9.	EP 9	Batang	-	K/A	+	-	-	+	+	AF	-	<i>Pseudomonas</i> sp.
10.	EP 10	Batang	+	K/A	+	-	+	+	+	AF	+	<i>Bacillus</i> sp. 3

Keterangan: EP : Endofit Persea
 (+) : Positif
 (-) : Negatif
 AF : Anaerob Fakultatif
 AOb : Aerob obligat
 K/A : Kalis/Acid
 KK : Kalis/Kalis
 A/A : Acid/Acid
 TD : Tidak diuji

Berdasarkan hasil uji biokimia yang telah dilakukan pada uji TSIA didapatkan hasil bahwa dari kesepuluh isolat bakteri endofit yang diujikan didapatkan ada beberapa isolat hanya mampu memfermentasi glukosa, memfermentasi glukosa, laktosa dan sukrosa dan ada juga ada yang tidak dapat memfermentasikan baik itu glukosa, sukrosa dan laktosa. Hasil uji biokimia motilitas didapatkan hasil untuk kesepuluh isolat yaitu positif dan negatif. Hasil positif ditunjukkan dengan menyebarnya pertumbuhan bakteri pada media. Sedangkan untuk hasil negatif tidak menunjukkan penyebaran bakteri di sekitar media. Uji biokimia selanjutnya adalah uji indol yaitu didapatkan hasil dari EP 1 hingga EP 10 menunjukkan hasil negatif yang ditandai dengan tidak adanya terbentuk cincin merah di permukaan tabung.

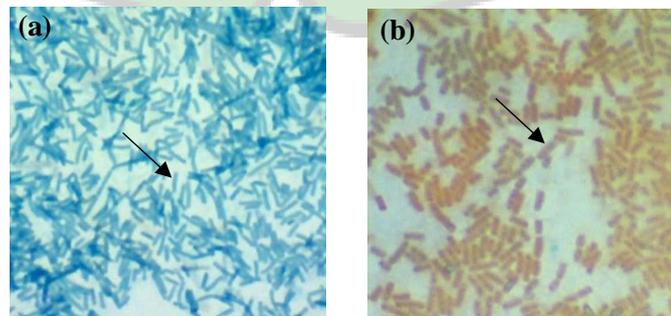
Uji biokimia simon sitrat didapatkan hasil untuk kesepuluh isolat bakteri endofit yaitu positif dan negatif. Hasil uji positif yang ditandai dengan terjadinya perubahan pada media agar miring menjadi warna biru dan untuk hasil negatif yang ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna pada media. Setelah dilakukan uji simon sitrat, bakteri endofit dilanjutkan dengan uji urease yaitu dari isolat EP 1 hingga EP 10 didapatkan hasil positif semua yang ditandai dengan warna berubah menjadi merah muda. Uji biokimia katalase didapatkan hasil dari kode isolat EP 1 hingga EP 10 didapatkan hasil positif, yang ditandai dengan adanya gelembung gas (O_2) atau buih yang dapat dinyatakan bahwa ke-10 isolat tersebut mampu menghasilkan enzim katalase. Uji kebutuhan oksigen didapatkan hasil yaitu ada beberapa bakteri yang kebutuhan oksigennya bersifat anaerob fakultatif, sedangkan untuk isolat bakteri endofit EP 5 bersifat aerob obligat.

Tabel identifikasi genus bakteri endofit dari beberapa sumber dapat dilihat pada Tabel IV.3 berikut ini:

Tabel IV.3 Hasil Identifikasi Genus Bakteri Endofit dari Beberapa Sumber

Karakteristik	<i>Staphylococcus</i> sp	<i>Bacillus</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp
Bentuk sel	Coccus	Basil	Basil
Gram	Positif	Positif	Negatif
Pewarnaan endospora	TD	+	-
Katalase	+	+	+
Motilitas	+/-	+/-	+
Indol	-	-	-
Urease	+	+/-	+
Simon sitrat	-	+/-	+
Glukosa	+	+	-
Sukrosa	+	+	-
Laktosa	+	+/-	-
Kebutuhan oksigen	Fakultatif anaerob	Aerob/anaerob fakultatif	
Referensi	Aji <i>et al.</i> , (2020); Breed <i>et al.</i> , (1957); Fani <i>et al.</i> , (2022); Yanti <i>et al.</i> , (2021)	Silalahi <i>et al.</i> , 2020; Kurniawan <i>et al.</i> , (2021), Aji <i>et al.</i> , (2020); Bergeys (1957); Fani <i>et al.</i> , (2022)	Aji <i>et al.</i> , (2020); Bergeys (1957) Fani <i>et al.</i> , (2022) Yuanita <i>et al</i> (2019)

Berdasarkan hasil pewarnaan endospora, kode isolat EP 2, EP 3, EP 4, EP 5, EP 6, EP 7, EP 8 dan EP 10 didapatkan hasil pewarnaan spora positif ditandai dengan warna dari bentuk selnya berwarna hijau, sedangkan untuk EP 9 pewarnaan sporanya negatif ditandai dengan warna bentuk selnya berwarna merah. Gambar Pewarnaan Spora dapat dilihat pada gambar IV.4, sebagai berikut:



Gambar IV.4: (a) Positif Endospora (b) Negatif Endospora

IV.1.2. Uji Aktivitas Bakteri Endofit pada Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

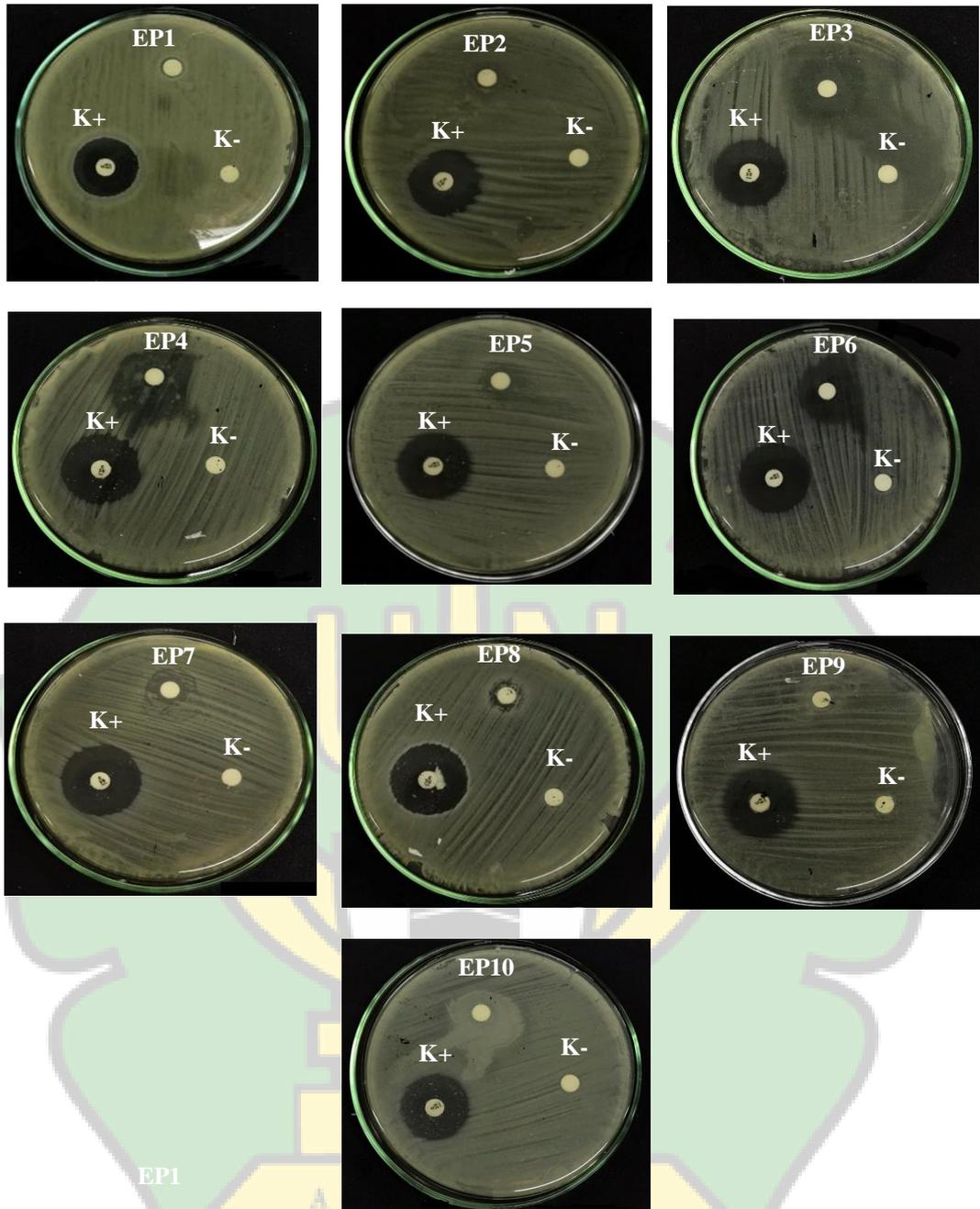
Pengujian uji aktivitas isolat bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 dilakukan dengan menggunakan metode Kirby Bauer difusi cakram. Hasil pengujian aktivitas bakteri endofit dapat dilihat pada tabel IV.4.

Tabel IV.4 Aktivitas zona hambat bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Kode Isolat	Diameter zona hambat				Kriteria zona hambat
	Pengulangan			Rata-Rata	
	I	II	III		
EP1	1,315	2,845	0,805	1,66	Lemah
EP2	3,35	1,66	4,95	3,32	Lemah
EP3	14,165	8,445	21,29	14,63	Kuat
EP4	17,4	4,67	18,23	13,43	Kuat
EP5	6,495	4,77	2,98	4,75	Lemah
EP6	2,42	2,72	17,75	7,63	Sedang
EP7	2,23	0,68	3,89	2,27	Lemah
EP8	1,45	12,685	5,415	6,52	Sedang
EP9	2,43	2,96	1,985	2,46	Lemah
EP10	3,515	3,26	2,15	2,97	Lemah
Kontrol	17,575	19,545	19,825	18,98	Kuat

EP: Endofit Persea

Hasil uji aktivitas dari ke-10 isolat bakteri endofit hampir semua isolat dapat menghambat bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223. Gambar hasil uji aktivitas dapat dilihat pada gambar IV.5 berikut ini:



Gambar IV.5 Uji Aktivitas Isolat Bakteri Endofit Terhadap Bakteri *S. epidermidis* ATCC 3223

IV.2. Pembahasan

IV.2.1. Karakteristik bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill.)

Bakteri endofit adalah bakteri menguntungkan yang hidup di dalam jaringan tanaman yang sehat tanpa menyebabkan kerusakan atau gangguan pada tanaman inangnya (Tangapo, 2020). Beberapa penelitian mengenai bakteri endofit menunjukkan bahwa bakteri endofit memproduksi senyawa kimia atau zat bioaktif yang memiliki manfaat bagi kesehatan, terutama bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman obat (Sadikin *et al.*, 2021). Selain itu, bakteri endofit dan tanaman inang memiliki hubungan simbiosis mutualisme, meliputi yaitu tanaman inang menyediakan tempat tinggal dan nutrisi bagi bakteri endofit sedangkan bakteri endofit memberikan keuntungan bagi tanaman (Aji *et al.*, 2020).

Bakteri dapat masuk ke dalam jaringan tanaman dapat melalui jaringan kecambah, akar, stomata, dan jaringan yang rusak (Herlina *et al.*, 2017). Isolasi bakteri endofit dilakukan dengan menggunakan media NA dan ditambahkan nistatin. Nistatin digunakan sebagai anti jamur dan hasil yang didapatkan dari penambahan nistatin adalah tidak tumbuhnya jamur dipermukaan daun yang isolasi bakteri endofit pada daun alpukat (*Persea americana* Mill). Hal ini sesuai dengan penelitian wulansari *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa penambahan nistatin pada medium NA bertujuan untuk mengoptimalkan hasil isolasi dikarenakan nistatin ini hanya mampu menghambat jamur dan ragi namun tidak aktif terhadap bakteri, virus dan protozoa. Isolat bakteri endofit yang telah diisolasi dilakukan karakteristik morfologi diantaranya yaitu bentuk koloni, tepian koloni, elevasi dan warna koloni (Sadikin *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan sepuluh isolat dengan karakteristik morfologi yang berbeda. Karakteristik morfologi dari ke-10 isolat bakteri endofit memiliki bentuk koloni berupa bulat, tidak beraturan, dan seperti akar. Tepian koloninya rata, berbenang-benang dengan tekstur halus, berlekuk, berbenang-benang dengan tesktur kasar, bulat dan tidak beraturan. Elevasi dari koloni cembung, timbul datar dan datar. Sedangkan untuk warna koloni memiliki warna krem putih, krem, kuning, putih dan krem putih transparan. Setelah dilakukan identifikasi secara morfologi, dilanjutkan dengan identifikasi secara

mikroskopis yaitu uji pewarnaan Gram dan uji biokimia. Penelitian ini memperoleh jumlah isolat lebih banyak dibandingkan dengan Sarjono *et al.*, (2020) pada tumbuhan asal kulit kayu manis dari famili lauraceae yang berkerabat dengan Alpukat (*Persea americana* Mill.) didapat sebanyak 4 isolat.

Uji Pewarnaan Gram dilakukan untuk dapat mengetahui bentuk sel dan pewarnaan Gram dari bakteri yang diujikan apakah bakteri tersebut tergolong ke dalam Gram positif yang ditandai dengan sel berwarna ungu atau tergolong Gram negatif yang ditandai dengan selnya berwarna merah (Prihanto *et al.*, 2018). Hasil pewarnaan Gram ke sepuluh isolat bakteri endofit didapatkan hasil golongan Gram positif dan Gram negatif. Isolat bakteri endofit yang tergolong ke dalam Gram positif dan bentuk bulat adalah EP 1, yang termasuk Gram positif bentuk selnya batang yaitu EP 2, EP 3, EP 4, EP 5, EP 6, EP 7, EP 8 dan EP 10. Sedangkan, yang termasuk ke dalam Gram negatif bentuk batang yaitu kode isolat EP 9. Hasil penelitian yang dilakukan Kurniawan *et al.*, (2021) didapatkan lebih banyak Gram negatif dari pada Gram positif. Selanjutnya dilakukan uji biokimia untuk menentukan genus bakteri endofit. Uji biokimia yang dilakukan meliputi uji TSIA, motilitas, indol, SCA, Urease, Katalase dan kebutuhan oksigen.

Uji Biokimia TSIA bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri yang diujikan memiliki kemampuan dalam menfermentasi karbohidrat (Hala *et al.*, 2021). Hasil uji TSIA yang telah dilakukan didapatkan hasil dapat menfermentasi glukosa, sukrosa, laktosa dan ada yang tidak dapat memfermentasi baik itu glukosa, sukrosa dan laktosa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Aji dan Lestari (2020) mengenai bakteri endofit pada tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang diambil pada bagian organ daun, batang dan akar ada beberapa isolat dapat menghasilkan glukosa, sukrosa dan laktosa dan ada beberapa isolat yang tidak dapat menfermentasi glukosa, sukrosa dan laktosa. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hartanti (2020) untuk uji TSIA menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini yaitu isolat bakteri hanya dapat memfermentasikan glukosa saja.

Uji biokimia motilitas digunakan untuk mengetahui apakah bakteri endofit diujikan bersifat motil (bergerak) atau non-motil (tidak bergerak) (Kurniasih, 2021). Hasil uji motilitas yang telah dilakukan didapatkan hasil positif dan negatif.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Muhsinin *et al.*, (2019) juga didapatkan hasil uji motilitas positif dan negatif untuk beberapa isolat bakteri endofit. Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sepriana *et al.*, (2017) hasil uji motilitas bakteri endofit pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) menunjukkan hasil positif semuanya untuk isolat bakteri endofit yang diujikan.

Uji biokimia indol ini digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan bakteri dalam menghasilkan indol dengan menggunakan enzim *tryptophanase* (Wardani dan Tanikolan, 2021). Hasil pengujian uji indol pada bakteri endofit asal daun alpukat didapatkan hasil negatif semuanya. Hal ini juga sama dengan penelitian yang telah didapatkan oleh penelitian Muhsinin *et al.*, (2019) yaitu didapatkan hasil uji indol negatif untuk semua isolat yang diujikan. Sedangkan penelitian yang dilakukan Aji dan Lestari (2020) didapatkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini yaitu untuk uji indol didapatkan hasil untuk beberapa isolat positif dan negatif.

Uji biokimia sitrat ini bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri yang diujikan ini menggunakan sitrat sebagai sumber karbon (Hala *et al.*, 2021). Hasil uji simon sitrat menunjukkan hasil terdapat beberapa isolat yang mendapatkan hasil positif dan juga negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sepriana *et al.*, (2017) didapatkan hasil uji untuk beberapa isolat positif dan negatif. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yuanita *et al.*, (2019) menunjukkan hasil positif pada isolat bakteri endofit dari tanaman kunyit (*Curcuma longa* L.).

Uji biokimia urease ini digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam mendegradasi urea oleh enzim urease dan mengubah molekul urea menghasilkan amoniak dan karbondioksida (Fahrudin *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hasilnya didapatkan positif semuanya untuk ke sepuluh isolat bakteri endofit. Hal ini sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Isnayanti (2020) hasil uji urease untuk semua isolat didapatkan hasil yaitu positif semuanya. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Utami *et al.*, (2017) hasil uji urease yang didapatkan yaitu beberapa isolat positif dan beberapa isolat yaitu negatif.

Uji biokimia katalase digunakan untuk melihat apakah bakteri endofit yang diujikan dapat menghasilkan enzim katalase atau tidak (Kurniasih, 2021). Hasil pengamatan uji katalase bakteri endofit asal daun alpukat didapatkan hasil dari ke sepuluh isolat yaitu positif semuanya, ditandai dengan adanya gelembung gas pada permukaan kaca benda. Hal ini didapatkan bahwa ke sepuluh isolat dapat menghasilkan enzim katalase. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sianipar *et al.*, (2020) uji biokimia katalase terhadap bakteri endofit pada akar papaya (*Carica papaya* L.) didapatkan hasil positif semua. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Iramadhan *et al.*, (2018) mengenai bakteri endofit dari akar tanaman pletekan (*Ruelia tuberosa* L) terhadap uji katalase didapatkan hasil positif dan negatif untuk isolat yang diujikan.

Uji biokimia kebutuhan oksigen yang telah diujikan didapatkan hasil ke sembilan isolat mendapatkan hasil anaerob fakultatif dan hanya satu isolat aerob obligat. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan Kurniawan *et al* (2021) bakteri endofit pada daun pegagan (*Centella asiatica*) didapatkan hasil uji kebutuhan oksigen yaitu aerob. Berdasarkan hasil karakteristik yang didapatkan secara makroskopis, mikroskopis dan fisiologis, selanjutnya dilakukan proses identifikasi bakteri dengan menggunakan buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* dan beberapa dari sumber jurnal. Hasil identifikasi bakteri endofit dari ke-10 bakteri endofit dari daun alpukat (*Persea americana* Mill) didapatkan genus bakteri endofit yaitu genus *Staphylococcus* sp, *Bacillus* sp. dan genus *Pseudomonas* sp.

Berdasarkan hasil pengamatan isolat bakteri endofit EP 1 secara karakteristik morfologis dan uji fisiologisnya memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus*, yang memiliki bentuk koloni bulat, tepiannya rata, elevasi cembung dan warna koloni krem putih. Karakter lainnya genus *Staphylococcus* memiliki bentuk sel bulat dan Gram positif, dan menyerupai anggur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fani *et al.*, (2020) genus bakteri yang ditemukan dari daun *Avicennia marina* salah satunya genus *Staphylococcus* yang memiliki karakteristik morfologinya yaitu memiliki bentuk koloni bulat, berwarna putih, tepiannya rata dan bergelombang dan elevasinya cembung. Bentuk sel dari genus *Staphylococcus* yaitu bulat, bentuknya tidak beraturan berkelompok dan

bergerombol seperti anggur. Sedangkan berdasarkan penelitian Yanti *et al.*, (2021) genus dari *Staphylococcus* memiliki bentuk sel bulat, Gram positif, katalase positif, non motil dan memiliki sifat oksidatif fermentatif. Selain pada daun alpukat (*Persea americana* Mill) genus *Staphylococcus* dapat ditemukan pada beberapa tumbuhan lainnya diantaranya yaitu, genus *Staphylococcus* yang diisolasi dari tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Aji dan Lestari, 2020), genus *Staphylococcus* yang diisolasi dari daun *Avicennia marina* (Steenis) (Fani *et al.*, 2022) dan genus *Staphylococcus* yang diisolasi dari Akar napas tumbuhan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh Di Mempawah Mangrove Park (Mmp) (Yanti *et al.*, 2021).

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada isolat bakteri endofit EP 2, EP 3, EP 4, EP 5, EP 6, EP 7, EP 8 dan EP 10 memiliki kemiripan dengan genus dari *Bacillus* sp. baik secara morfologis maupun secara fisiologis diantaranya yaitu bentuk koloni seperti akar, bulat, dan tidak beraturan, tepian koloninya bulat, berbenang-benang dengan tekstur halus dan kasar, berlekuk, bulat dan tidak beraturan, elevasinya cembung, rata, datar dan timbul datar, warna dari koloni yaitu krem, kuning, putih dan krem putih transparan. Selain itu, ciri khusus dari genus *Bacillus* sp. adalah memiliki endospora. Bakteri yang terbentuk spora termasuk ke dalam famili *Bacillaceae* dan yang paling sering ditemukan pada terdiri dari 3 jenis bakteri diantaranya *Bacillus*, *Clostridium* dan *Desulfatomaculum*. Bentuk spora yang dimiliki oleh bakteri *Bacillus* beragam macam. Seperti pada bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus cereus* yang memproduksi spora yaitu berbentuk silinder yang tidak membengkak sedangkan untuk *B. polymyxa* dan *B. sphaericus* memproduksi spora yang tebal (Boleng, 2015).

Penelitian yang dilakukan Isnayanti (2020) ditemukan genus *Bacillus* yang memiliki karakteristik bentuk koloni bulat dan tidak beraturan, tepian koloni bergelombang, berlekuk dan bergerigi, permukaan koloni yaitu rata dan warna koloni putih. Bentuk sel batang, hasil perwarnaan Gram yaitu Gram positif, dan menghasilkan spora. Selain itu, bakteri endofit dari genus *Bacillus* banyak ditemukan di berbagai tanaman, diantaranya meliputi genus *Bacillus* bakteri endofit pelarut fosfat pada tanaman padi (*Oryza sativa*) (Hartanti *et al.*, 2020). Genus *Bacillus* sp. yang diisolasi dari tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Aji dan Lestari, 2020). Genus *Bacillus* sp. yang diisolasi dari daun dan batang jeruk siam

(*Citrus nobilis*) (Silalahi *et al.*, 2020). Genus *Bacillus* yang diisolasi dari daun *Avicennia marina* di *Mangrove Center* (Fani *et al.*, 2022). Genus *Bacillus* sp. pada umumnya dapat ditemukan di tanah, air dan pada bahan yang telah terdekomposisi (Afizar dan Parlina, 2017).

Hasil pengamatan terhadap bakteri endofit dengan kode isolat EP 9 secara morfologis dan fisiologis memiliki kemiripan dengan genus *Pseudomonas* sp. bentuk koloni dari EP 9 ini yaitu bulat, tepian berlekuk, elevasi cembung dan warna koloninya krem putih transparan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Fani *et al.*, (2022) salah satu genus bakteri endofit yang didapatkan yaitu isolat yang menyerupai genus *Pseudomonas* baik secara morfologis maupun fisiologis yaitu dengan bentuk koloninya bulat, tepian rata, elevasi bakterinya cembung dan memiliki warna kuning kecoklatan. Berdasarkan penelitian Afizar dan Parlina (2017) mengenai bakteri endofit yang diisolasi dari akar kopi, ditemukan bakteri endofit yang menyerupai genus *Pseudomonas* sp. dengan karakteristik morfologinya, bentuk koloninya bulat, elevasi koloni cembung, warna koloni hijau gelap. Bakteri termasuk ke dalam Gram negatif dan memiliki bentuk basil atau batang yang lurus dengan ukuran 0,5-1x1,5-4 μm . Genus *Pseudomonas* pada umumnya ditemukan di tanah, di air dan juga kebanyakan merupakan dapat menjadi patogen bagi hewan dan juga tanaman.

Bakteri endofit dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan genus yang sering ditemukan sebagai bakteri endofit yang mudah dikultur dan diidentifikasi dengan pendekatan kultivasi (penanaman) (Tangapo, 2020). Kedua genus ini merupakan bakteri dominan di lingkungan mikro tanah dan juga tanaman, dikarenakan tingkat pertumbuhan yang tinggi dan memiliki kebutuhan yang sederhana. Spesies bakteri ini banyak dikenal luas dikarenakan aktivitas metabolisme yang beragam efek menguntungkan pada kekuatan dan kesehatan tanaman. Hal lainnya yaitu dari tindakan menguntungkan kedua bakteri ini dapat diekspresikan pada sejumlah besar tanaman dalam pengembangan biopreparasi. Hal ini diduga karena persistensi sel bakteri yang singkat di lingkungan rizosfer/tanah dan kerentanannya terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan (Malfanova, 2013). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Yanti *et al.*, (2021) genus paling banyak yang ditemukan adalah genus *Staphylococcus*,

dikarenakan bakteri *Staphylococcus* merupakan bakteri Gram positif dan juga termasuk bakteri halotolerant yang memiliki kemampuan dalam beradaptasi dengan habitat yang spesifik seperti Mangrove.

Akses masuknya bakteri endofit ke bagian dalam tanaman ada beberapa tahap yaitu dimulai dari rizosfer. Setelah kolonisasi rizosfer, bakteri akan menempel pada bagian rhizoplane (yaitu permukaan akar). Langkah dari pembentukan endofit selanjutnya yaitu dengan terjadi perlekatan sel bakteri ke akar. Kemudian, tempat perlekatan bakteri dan masuknya bakteri selanjutnya adalah pada bagian zona akar apikal dengan lapisan permukaan akar berding tipis seperti pemanjangan sel dan zona rambut akar (zona penetrasi pasif). Untuk penetrasi aktif, bakteri endofit harus dilengkapi dengan baik enzim selulolitik yang menghidrolisis sel eksodermal tanaman. Bakteri endofit dapat tetap berada di tempat masuknya atau bergerak lebih dalam dan menempati ruang antar sel korteks dan pembuluh xilem. Kemungkinan konsentrasi hara yang tersedia di xilem semakin berkurang sepanjang sumbu tanaman. Hal ini dapat menjelaskan fakta bahwa keanekaragaman dan kepadatan populasi bakteri endofit semakin berkurang dengan semakin jauhnya jarak dari akar dan hanya sedikit bakteri yang mencapai bagian atas pucuk, apoplas daun dan organ reproduksi, seperti bunga, buah dan biji. Bakteri juga dapat masuk ke dalam tanaman melalui bunga, buah, dan biji. Namun ini sebagian besar dikenal untuk fitopatogen khusus dan tidak ditunjukkan untuk bakteri endofit (non-patogen) (Malfanova, 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan bakteri endofit yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor abiotik yang berperan salah satunya penggunaan pupuk sintetis yang tinggi dapat mempengaruhi keberadaan bakteri tanah dan dapat mengganggu kemampuan bakteri endofit dalam melakukan proses masuknya ke dalam jaringan tanaman (Hartanti *et al.*, 2020). Selain itu, pertumbuhan dari genera bakteri endofit dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan pH. Hal ini dapat dilihat berdasarkan pertumbuhan koloni bakteri yang dapat menyebabkan kekeruhan pada media (Yanti *et al.*, 2021). Manfaat genus bakteri endofit diantaranya yaitu dapat memproduksi fitohormon sebagai keutungan bagi tanaman, salah satunya dapat menghasilkan hormon AIA (*Indol Acetic Acid*). Bakteri endofit yang dapat menghasilkan hormon AIA diantaranya *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*,

Staphylococcus (Aji dan Lestari (2020). Selain itu, bakteri endofit banyak digunakan sebagai agen biokontrol pada tanaman (Amaria *et al.*, 2019).

IV.2.2. Uji Aktivitas Bakteri Endofit pada Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATTC 3223

Berdasarkan pengujian aktivitas isolat bakteri endofit daun alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 memiliki zona hambat. Hasil uji aktivitas ke sepuluh isolat bakteri endofit dapat dilihat pada Tabel IV.4. Kriteria pengukuran zona hambat berdasarkan Nugraeheni *et al.*, (2021) kategori zona hambat yang tergolong lemah sebesar <5 mm, kategori sedang sebesar 6-10 mm, kategori kuat 11-20 mm dan untuk kategori sebesar > 20 mm. Hasil uji aktivitas menggunakan kontrol positif yaitu kloramfenikol 30 µg didapatkan hasil dengan kategori kuat semua pada perbandingan semua isolat bakteri endofit yang diujikan terhadap bakteri *S. epidermidis* ATCC 3223 yaitu pada isolat EP 1 sebesar 15,63 mm, EP 2 sebesar 16,26 mm, EP 3 sebesar 15,36 mm, EP 4 sebesar 18,04 mm, EP 5 sebesar 18,27 mm, EP 6 sebesar 18,98 mm, EP 7 sebesar 17,83 mm, EP 8 sebesar 18,44 mm, EP 9 sebesar 17,25 mm dan EP 10 sebesar 15,41 mm. Zona hambat yang terbentuk pada pengujian menggunakan kontrol positif kloramfenikol dikarenakan antibiotik kloramfenikol dapat menghambat proses sintesis protein mikroba dan dapat bersifat bakteriostatik. Kontrol positif digunakan sebagai pembanding untuk dapat menentukan tingkat kepekaan dari zat uji yang akan diteliti (Dewi *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Husain *et al.*, (2022) mengenai pengujian aktivitas antibakteri dari bakteri endofit daun gedi (*Abelmoschus manihot* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* didapatkan hasil dari isolat bakteri endofit terhadap pertumbuhan bakteri endofit adalah sebesar 12,3 mm, 1,66 mm dan 74,8 mm tergolong kategori kuat dan lemah, dan isolat bakteri endofit daun gedi ada juga yang tidak menunjukkan hambatan terhadap bakteri *Escherichia coli*. Sedangkan pengujian aktivitas pada ke empat bakteri endofit daun gedi terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* didapatkan hasil diameter zona hambat sebesar 13 mm, 2,3 mm, 4.0 mm dan 6,8 mm dan dikategorikan kuat, lemah dan sedang.

Hasil pengujian didapat dua isolat bakteri endofit potensial yaitu yang memiliki daya hambat yang tergolong ke dalam kategori kuat. Dari kedua isolat tersebut tergolong ke dalam genus *Bacillus* sp. Kategori kuat atau lemahnya hasil uji aktivitas bakteri endofit tidak dipengaruhi oleh fase pertumbuhan. Tetapi, dipengaruhi oleh metabolit sekunder yang dimiliki oleh bakteri endofit yang memiliki kesamaan dengan tanaman inangnya. Dalam hal ini, penelitian juga tidak mengukur fase-fase pertumbuhan bakteri endofit. Hal ini dapat dilihat pada pengujian fitokimia pada alpukat (*Persea americana* Mil.) yang dimana terdapat senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam alpukat berupa senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid (Kafelau *et al.*, 2022).

Flavonoid merupakan senyawa biokatif yang termasuk dalam golongan terbesar dari senyawa fenol. Senyawa ini memiliki potensi sebagai antibakteri. Aktivitas Senyawa ini terhadap bakteri dilakukan dengan cara merusak dinding sel dari bakteri yang tersusun atas lipid dan asam amino yang akan bereaksi dengan gugus alkohol pada senyawa ini. Senyawa alkaloid berperan sebagai antibakteri dan sama hal juga dengan senyawa seperti senyawa bioaktif flavonoid, fenol dan tanin (Marfuah *et al.*, 2018). Senyawa tanin memiliki kemampuan sebagai antibakteri yaitu dengan cara menghambat enzim transcriptase dan DNA topoisomerase menjadi tidak terbentuk, sehingga dapat menyebabkan kematian pada sel bakteri (Roanisca dan Mahardika, 2021).

Senyawa saponin ini memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri Gram positif (Handarni *et al.*, 2020). Senyawa saponin juga memiliki ikatan glikosida, sehingga dapat mudah larut dalam pelarut polar (Dwicahyani *et al.*, 2018). Senyawa steroid memiliki kemampuan sebagai antibakteri dan berhubungan dengan membran lipid dan sensitivitas terhadap komponen steroid yang dapat mengakibatkan kebocoran pada liposom. Senyawa ini dapat berinteraksi dengan membrane fosfolipid sel dan bersifat permeabel terhadap senyawa-senyawa yang tergolong lipofilik sehingga mengakibatkan ketahanan membran menjadi menurun dan morfologi membran sel mengalami perubahan yang dapat menyebabkan sel rapuh dan menjadi lisis (Rahmawati *et al.*, 2020).

Zona bening yang terbentuk menandakan bahwa bakteri endofit memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa metabolit sekunder ataupun sebagai sifat

antagonis dari bakteri endofit yang dapat bersifat antibakteri. Selain itu, perbedaan diameter zona bening yang terbentuk memiliki kemungkinan dapat disebabkan karena setiap isolat bakteri endofit jenis senyawa antibakteri yang dihasilkan berbeda-beda saat dikeluarkan ke lingkungan. Penghambatan bakteri endofit terhadap bakteri patogen pada tanaman dilakukan dalam dua mekanisme meliputi mekanisme langsung dan mekanisme secara tidak langsung. Terdapat beberapa mekanisme yang dapat mengontrol penghambatan secara langsung dalam jaringan tanaman yaitu melalui antibiosis dan kompetisi dalam memperoleh nutrisi (Rori *et al.*, 2020). Antibiosis adalah salah satu mekanisme penekanan dari agens hayati dan juga mekanisme penekanan lainnya diantaranya seperti memproduksi siderofor yang dapat bermanfaat dalam menghambat pertumbuhan patogen atau terjadinya kompetisi ruang dan nutrisi (Andriani dan Oktafiyanto, 2019). Mekanisme secara tidak langsung, diantaranya yaitu sebagai biokontrol yang dapat berperan dalam melawan atau berperan sebagai pengendalian mikroorganisme patogen melalui produksi senyawa antipatogen seperti siderofor, enzim, antibiotik, sianida dan dapat melalui induksi sistemik resistensi inang (Tangapo, 2020).

Dalam hal ini, penelitian uji aktivitas dalam menghambat pertumbuhan patogen yang telah dilakukan tergolong ke dalam mekanisme langsung, yaitu melalui antibiosis. Menurut Leiwakabessy *et al.*, (2019) dalam menghambat pertumbuhan patogen melalui mekanisme antibiosis dari bakteri endofit dikarenakan isolat bakteri endofit mampu menghasilkan zat antibiotik. Zat antibiotik adalah zat salah satu zat yang dimiliki oleh organisme tertentu yang dapat bersifat racun dan dapat menghambat organisme lain sehingga kedua organisme tersebut tidak dapat hidup secara bersamaan.

BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil isolasi bakteri endofit dari daun alpukat (*Persea americana* Mill) didapatkan sebanyak 10 isolat bakteri endofit. Karakteristik dari ke-10 isolat bakteri endofit memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Diketahui 3 genus bakteri endofit yang memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. (EP1), *Bacillus* sp. (EP2, EP3, EP4, EP5, EP6, EP7, EP8 dan EP10) dan *Pseudomonas* sp. (EP9).
2. Hasil uji aktivitas zona hambat bakteri endofit terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* ATCC 3223 didapatkan zona hambat tertinggi pada genus *Bacillus* sp. Sebesar 14,63 mm dan zona hambat terendah terdapat pada genus *Staphylococcus* sp. sebesar 1,66 mm.

V.2. Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai uji fase pertumbuhan bakteri endofit dan isolat potensial yang kuat perlu diujikan lagi pada beberapa bakteri patogen lainnya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abraham, J. D., Abraham, J & Takrama, J. F. (2018). Morphological Characteristics of Avocado (*Persea americana* Mill.) in Ghana, 12(4), 88-97. ISSN: 1996-0824. DOI: 10.5897/AJPS2017.1625.
- Abubakar, A. N. F., & Khaerah, A. (2022). Formulation Of Avocado Seed and Eucalyptus Leave As Antioxidant Herbal Tea. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 13(1), 14-21. ISSN: 2715-9949.
- Adityawarman, A., Mahyaruddin, M., & Effiana, E. (2019). Isolasi, Identifikasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica* L.) Terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Cerebellum*, 5(4B), 1569–82. ISSN: 24074055. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jc.v5i4B.44821>.
- Afizar, A., & Parlina, P. (2017). Bakteri Endofit Asal Akar Kopi dan Potensinya Sebagai Agen Pengendali Penyakit Akar Putih *Rigidoporus microporus*. *Jurnal Bioleuser*, 1(2), 54–62. ISSN: 2597-7653. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/bioleuser/article/view/9073/7150>.
- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. (2019). Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiological Research*, 221, 3649. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0944501318304592?token=BB631F4B6070E17014F0B1D0380ED9B46FD2A9A6241FA1517F2BEC7E6B5F03655F57B68669A0E18A408C8F0FA&originRegion=euwest1&CAF1F4origincreation=20220629164620>. Diakses pada Tanggal 28 Juni 2022.
- Aji, O. R., & Lestari, I. D. (2020). Bakteri Endofit Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Penghasil Asam Indol Asetat (AIA). *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 13(2), 179-191. ISSN: 2502-6720. DOI: <https://doi.org/10.15408/ka.uniyah.v13i2.13044>.
- Allo, M. B. R. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air Kulit Buah Pisang Ambon Lumut (*Musa Racuminata* Colla) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sanata Dharma. http://repository.usd.ac.id/6854/2/121434067_full.pdf. Diakses pada tanggal 12 Juli 2021.
- Amanda, S., Mastra, N., & Sudarmanto, I. G. (2019). “Uji Aktivitas Antibakteri Rebusan Daun Sirih (*Piper betle* Linn) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes*.” *Meditory : The Journal of Medical Laboratory*, 7(1), 37–43. ISSN: 2549-1520.
- 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. ISSN: 2597-8632.
- Andriani, D. E. S. T. A., & Oktafiyanto, M. F. (2019). Potensi Bakteri Endofit dari Tanaman Paitan *Titonia Deversifolia* Sebagai Biofertilizer dan Biopestisida. *JUATIKA: Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 1(2), 84-90. ISSN: 2656-1727.
- Anwar, L., & Futra, D. (2019). Potensi Metabolit Sekunder Produksi Bakteri Endofit dari Tumbuhan Laban (*Vitex pubescens* Vahl) Sebagai Antikanker. *Chempublish Journal*, 4(2), 71-80. ISSN: 2503-4588. DOI: <https://doi.org/10.22437/chp.v4i2.7937>.
- 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(9), 23–31. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php>. Diakses pada Tanggal 25 Mei 2021.
- Ardiansyah, R. (2010). *Alpukat*. Surabaya: Penerbit JePe Press Media Utama (JPBOOKS). ISBN. 978-602-8567-38-1.
- Arfani, N. (2021). *Identifikasi Bakteri Staphylococcus aureus pada Kulit*. Penerbit: Kbm Indonesia. ISBN: 978-623-6297-72-8.
- 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 Isolation of Endophytic Bacteria from Indian Ash Tree (*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.) An. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 16(2), 199–208. ISSN: 2579-910X. DOI: [10.30595/pharmacy.v16i2.4962](https://doi.org/10.30595/pharmacy.v16i2.4962).
- Azzahra, F., Almalik, E. A., & Sari, A. A. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Salmonella typhi* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kefarmasia Akfarindo*, 4(2), 1–10. 1-10. ISSN: 2528-7257.
- Azzahra, F., & Madhani, V. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4(2), 293-301. ISSN: 2621-3184. DOI: <https://doi.org/10.36387/jifi.v4i2.79>.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi Tanaman Buahbuahan 2020. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>. Diakses pada Tanggal 30 Oktober 2021.

- Boleng, D. T. (2015). *Bakteriologi*. Malang: UMM Press. ISBN 978-979-796-329-3.
- Breed., S., R., Murray., D. G. E., Smith., R. N. (1957). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition*. America: The Williams & Wilkins Company. ISBN: 978-9387574007.
- Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, Mietzner TA. Jawetz, Melnick and Adelberg's. (2013). *Medical Microbiology*. 26th ed., USA: Mc Graw Hill Medical. ISBN: 978-0-07-181578-9
- Cappuccino. J. G. & Sherman. N. (2014). *Microbiology a Laboratory Manual Tenth Edition*. United States of America: Pearson Education. ISBN-10: 0-321-84022-4.
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. (2018). *Microbiology A Laboratory Manual*. In A. Williams (Ed.). United States of America: Pearson Education. ISBN: 9780134-09863-0.
- Dewi, D. G. D. P., Mastra, N., & Jirna, I. N. (2018). Perbedaan Zona Hambat Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada Berbagai Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Biduri Secara In Vitro. *Meditory*, 6(1), 39-45. ISSN: 2549-1520. DOI: <https://doi.org/10.33992/m.v6i1.227>.
- Dwicahyani, T., Sumardianto, S., & Rianingsih, L. (2018). Uji Bioaktivitas Ekstrak Teripang Keling *Holothuria Atra* Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 15-24. ISSN: 2442-4145.
- Elisa, N., Anggoro, A. B., & Indriyanti, E. (2021). Aktivitas Antihipertensi Ekstrak dan Fraksi-fraksi Daun Avokad (*Persea americana* Mill) pada Tikus Jantan dengan Parameter Sistolik dan Diastolik. *Jurnal Ilmiah Sains*, 21(2), 145-154. ISSN: 2540-9840. DOI: <https://doi.org/10.35799/jis.v21i2.35625>.
- Erwiyani, A. R., Destiani, D., & Kabelen, S. A. (2018). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Sediaan Fisik Krim Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) dan Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* Linn). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 01(01), 23–29. P-ISSN: 2656-3215 E-ISSN: 26156903. DOI: <https://doi.org/10.37012/anakes.v7i1.515>.
- Fahrudin, F., Haedar, N., Santosa, S., & Wahyuni, S. (2020). Ekplorasi dan Karakterisasi Biokimia Bakteri Resisten Timbal (Pb) dari Sungai Tallo Makassar. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3), 1215-1221. ISSN: 2541-1934. DOI: <https://doi.org/10.32672/jse.v5i3.2133>.
- Faisal, A. P., Nasution, P. R., Bintarti, T., & Wakidi, R. F. (2022). Formulasi Sediaan Masker Peel Off Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Miller) Sebagai Anti Jerawat Secara Studi Literatur. *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist)*, 17(1), 6-10. ISSN: 2685-2764. DOI: <https://doi.org/10.36911/pannmed.v17i1.1241>.

- Fani, E. F. (2022). Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Proteolitik Bakteri Endofit yang Diisolasi dari Daun *Avicennia marina* di Mempawah Mangrove Center. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 293-299. DOI: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n2.p293-299>. ISSN: 2252-3979.
- Hakizimana, J. D., Gryzenhout, M., Coutinho, T. A., & Van den Berg, N. (2011). Endophytic Diversity in *Persea americana* (Avocado) Trees and Their Ability to Display Biocontrol Activity against *Phytophthora Cinnamomi*. *Proceedings VII World Avocado Congress*, 1–10. https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Endophytic+diversity+in+Persea+americana+%28avocado%29+trees+and+their+ability+t%0A%0A%0A34%0A%0Ao+display+biocontrol+activity+against+Phytophthora+cinnamomi+&btnG=. Diakses pada Tanggal 24 Mei 2021
- Hala, Y., & Arifin, A. N. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Batang dan Akar Tanaman Mimba. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 7(2), 67-76. ISSN: 2621-6728. Doi: <https://doi.org/10.26858/ijfs.v7i2.26152>.
- Hamtini, Anliza, S., & Nuraeni, I. (2021). Eksplorasi Bakteri Endofit dari Daun Namnam (*Cynometra cauliflora* L.). *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 8(1), 137-144. e-ISSN: 2356-1718. DOI: <https://doi.org/10.36743/medikes.v8i1.209>.
- Handarni, D., Putri, S. H., & Tensiska, T. (2020). Skrining Kualitatif Fitokimia Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(2), 182-188. ISSN: 2656-243X. DOI: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.08>.
- Hartanti, D. A. S. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat pada Tanaman Padi (*Oryza sativa*) var. situbagendit. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNIPA*, 13(01), 8-14. ISSN: 2921-9093.
- Herlina, L., Pukan, K. K., & Mustikaningtyas, D. (2017). The Endophytic Bacteria Producing IAA (Indole Acetic Acid) in *Arachis hypogaea*. *Cell Biology and Development*, 1(1), 31-35. ISSN: 2580-4499. DOI <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v010106>.
- Hidayat S. dan Napitupulu R., (2015). *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: Penerbit AgriFlo (Penebar Swadaya Grup). ISBN: 978-979-002-660-5. EISBN: 978-979-002-931-6.
- Hidayati, A. N., Sari, M., Alinda, M. D., Reza, N. R., Anggraeni, S., & Widia, Y. (2019). *Infeksi Bakteri di Kulit*. Jawa Timur: Airlangga University Press. ISBN: 978-602-473-178-6.

- 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*. *Pharmakon*, 11(1), 1245-1254. ISSN: 2721-4923. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.11.2022.39130>.
- Indrayati, S., & Diana, P. E. (2020). Uji Efektifitas Larutan Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 7(1), 22-31. ISSN: 2622-4135. DOI: <https://doi.org/10.33653/jkp.v7i1.403>.
- Internasional Treasury Service. (ITS.GOV). (2021). Taksonomi *Staphylococcus epidermidis*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=369#null. Diakses pada tanggal 20 Juni 2021.
- Internasional Treasury Service. (ITS.GOV). (2022). Taksonomi *Persea americana*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=369#null. Diakses pada Tanggal 20 Juni 2021.
- Internasional Treasury Service. (ITS.GOV). (2022). Taksonomi *Staphylococcus, Bacillus dan Pseudomonas*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=369#null. Diakses pada tanggal 20 Juni 2021.
- Iramadhan, Z. A. (2018). Isolasi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Pletakan (*Ruellia tuberosa* L) dan Uji Aktivitas Antibakteri. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Fakultas Sains dan Teknologi. *Jurusan Kimia*. <http://etheses.uin-malang.ac.id/13657>. Diakses pada Tanggal 10 Mei 2022).
- Isnayanti, I. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Daun dan Kulit Batang Tanaman Lelak (*Uvaria Rufa Blume*) Sebagai Zat Antibakteri. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Fakultas Sains dan Teknologi. Program Studi Biologi. <http://digilib.uinsby.ac.id/42950/>. Diakses pada Tanggal 13 April 2022.
- Kafelau, M. M., Kopon, A. M., Baunsele, A. B., Tukan, M. B., Leba, M. U., Komisia, F., & Boelan, E. G. (2022). Phytochemical Screening and TLC Profiling of Combination Extracts of Avocado (*Persea americana* Mill.) and Papaya (*Carica papaya*) Leaves from Timor Island. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 10(1), 32-37. ISSN: 2614-2627. DOI: 10.30598/ijcr.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G., Palawe, J. F., & Mandeno, J. A. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Staphylococcus Epidermis* pada Ikan Asap Pinekuhe. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 35-42. ISSN: 2087-4871. DOI: <https://doi.org/10.24319/jtpk.9.35-42>.

- Khusnul, Wahyuni, H. S., & Virgianti, D. P. (2017). Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Cincau (*Cyclea barbata* Miers) dan Uji Antagonis Terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 17(2), 406-413. ISSN: 2461-4660. DOI: <http://dx.doi.org/10.36465/jkbth.v17i2.267>.
- Kolopita, P. S., Hariyadi, H., Sambou, C. N., & Tulandi, S. S. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Kulit Batang Alpukat (*Persea americana* Mill) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Majalah INFO Sains*, 3(1), 19-26. ISSN: 2722-4481. DOI: <https://doi.org/10.55724/jis.v3i1.46>.
- Kopon, A. M., Baunsele, A. B., & Boelan, E. G. (2020). Skrining Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Asal Pulau Timor. *Akta Kimia Indonesia*, 5(1), 43-52. ISSN: 2549-3736 DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v5i1.6709>.
- Kurniasari, T. M., & Putra, S. R. (2011). Karakterisasi Berdasarkan Uji Aspek Morfologi dan Biokimia Serta Pengaruh Aerasi Terhadap Pertumbuhan *Zymomonas mobilis* Galur Liar (ZM JPG). *MJoCE*, 1(2), 129–141. ISSN: 2087-9024. DOI: <https://doi.org/10.30598/MJoCEvol1iss2pp129-141>.
- Kurniasih, N. (2021). Keanekaragaman Koloni Bakteri Endofit Pada Daun dan Batang Tanaman Nampu (*Homalomena javanica* VAVR). *Skripsi*. Medan: Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Fakultas Sains dan Teknologi. Program Studi Biologi. <http://repository.uinsu.ac.id/13192/>. Diakses pada Tanggal 21 Mei 2022.
- Kurniawan, S. E., Mahyarudin, M., & Rialita, A. (2021). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Endofit Daun Pegagan (*Centella asiatica*) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 14-29. ISSN: 2549-9890. DOI: <https://doi.org/10.26877/bioma.v10i1.7140>.
- Leiwakabessy, C. H., Yatni, Y., Uruilal, C., Ririhena, R. E., & Rumlalatu, F. J. (2019.) Kemampuan Antagonis Bakteri Endofit Asal Tanaman Sagu (*Metroxylon* spp) dalam Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia Solani* Kuhn. Secara *In Vitro*. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, 7(2), 48-52. ISSN: 2088-3609.
- Maharia, M. D. P., & Yuniwati, M. (2017). Pengambilan Zat Tanin dari Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Melalui Proses Ekstraksi dengan Pelarut Etanol (Variabel Kecepatan Pengadukan). *Jurnal Inovasi Proses*, 2(2), 54-61. ISSN: 2338-6452.
- Mahdiva, A. S., & Febriani, H. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Getah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 4(2), 109-114. ISSN: 2654-4652. DOI: <https://doi.org/10.30743/best.v4i2.4413>.

- Maheshwari, D. K., Maheshwari, R., & Rinaudo. (2017). *Endophytes: Biology and Biotechnology*. New York, NY, USA: Springer. ISBN: 978-3-319-66541-2.
- Malfanova, N. V. (2013). *Endophytic Bacteria With Plant Growth Promoting and Biocontrol Abilities*. ISBN: 978-90-9027408-9.
- Marfuah, I., Dewi, E. N., & Rianingsih, L. (2018). Kajian Potensi Ekstrak Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 7-14. ISSN: 2442-4245.
- Meilina, N. E., & Hasanah, A. N. (2018). Review Artikel: Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *Farmaka*, 16(2), 322-328. ISSN: 1693-1424. eISSN: 2716-3075. DOI: <https://doi.org/10.24198/jf.v16i2.17550>.
- Mopangga, E., Yamlean, P. V., & Abdullah, S. S. (2021). "Formulation Of Solid Bath Soap With Ethanol Extract Of Gedi Leaves (*Abelmoschus manihot* L.) to *Staphylococcus epidermidis* Bacteria Formulasi Sediaan Sabun Mandi Padat Ekstrak Etanol Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus* Ep. *Pharmacon*, 10(3), 1017–24. ISSN: 2685-5062.
- Muhsinin, S., Parida, I., Rum, I. A., & Kusnadi. (2019). Isolasi Bakteri Endofit Dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacopolium*, 2(3), 173-178. ISSN: 2621-1521. DOI: <http://dx.doi.org/10.36465/jop.v2i3.539>.
- Mulyani, Y. W. T., Hidayat, D., Isbiantoro, I., & Fatimah, Y. (2017). Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr) Sebagai Antibakteri Terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *JFL: Jurnal Farmasi Lampung*, 6(2), 46-54. e-ISSN: 2598-4896. DOI:<https://doi.org/10.37090/jfl.v6i2.21>.
- Muqowwiyah, L. Z., & Dewi, R. K. (2021). Potensi Ekstrak Daun Alpukat sebagai Anti Kolesterol. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 403-412. DOI: <https://doi.org/10.21154/jtii.v1i3.397>. 2776-3625.
- Nafi'ah, M. Q., Aisyah, R., Mahmudah, N., & Dewi, L. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Proceeding Book National Symposium and Workshop Continuing Medical Education XIV*. <https://publikasiilmiah.um.s.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/12824/106.pdf?sequence=1&isAllowed=>. Diakses pada Tanggal 30 November 2021.
- Nasution, M. S. (2020). Identifikasi Tanaman Alpukat (*Persea americana*) Sebagai Tanaman *Multi Purpose Tree Species* (MPTS) di Tiga Kabupaten Dataran Tinggi di Sumatera Utara. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara, Fakultas

Kehutanan. <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/27321>. Diakses pada Tanggal 24 Juli 2022.

- Novard, M. F. A., Suharti, N., & Rasyid, R. (2019). Gambaran Bakteri Penyebab Infeksi pada Anak Berdasarkan Jenis Spesimen dan Pola Resistensinya di Laboratorium RSUP DR. M. Djamil Padang Tahun 2014-2016. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(2S), 26-32. e-ISSN: 2615-1138. DOI: <https://doi.org/10.25077/jka.v8i2S>.
- Nugraheni, I. A., Setianah, H., & Wibowo, D. S. (2021). Aktivitas Antibakteri Dari Bakteri Endofit Asal Akar Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Biomedika*, 13(1), 48-55. ISSN: 2085-8345. DOI: 10.23917/biomedika.v13i1.11009.
- Nuruwe, C., 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. DOI: 10.30598/j bdp.2020.16.1. 65.
- Nwe, Y. Y., Aung, W. W., Htet, T. T., & Yi, S. T. (2018). Screening of Endophytic Bacteria From Leaves and Fruit of Avocado At Pin-Ta-Ya Township. *Taungoke Degree College Research Journal*, (1-B), 114. <http://www.tkuni.edu.mm/wp-content/uploads/2020/12/Research-1B.pdf#page=117>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2021.
- 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>. Diakses pada tanggal 12 Juni 2021.
- Panjaitan, F. J., Bachtiar, T., Arsyad, I., Lele, O. K., & Indriyani, W. (2020). Karakterisasi Mikroskopis dan Uji Biokimia Bakteri Pelarut Fosfat (Bpf) dari Rhizosfer Tanaman Jagung Fase Vegetatif. *CIWAL (Jurnal Ilmu Pertanian dan Lingkungan)*, 1(1), 9-17. <https://stikessantupaulus.ejournal.id/ciwal/article/view/93/63>. Diakses pada tanggal 9 November 2021.
- Permatasari, S. D. A. (2021). Formulasi dan Uji Potensi Sediaan Krim Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana*) Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Jawa Timur. Program Studi Farmasi. Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun. <http://eprints.unwahas.ac.id/id/eprint/2738>. Diakses pada Tanggal 22 Mei 2022.
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 7(2), 57-68. ISSN: 2338-2805. DOI: <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i2.471>.
- Pranoto, E., Fauzi, G., & Hingdri, H. (2014). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri

- Endofit pada Tanaman Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) Produktif dan Belum Menghasilkan Klon GMB 7 Dataran Tinggi. *Biospecies*, 7(1), 1-7. P-ISSN: 1979-0902 e-ISSN: 2503-0426.
- Prasetyorini, D., Utami, N. F., & Sukarya, A. S. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah dan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*). *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(2), 123-130. e-ISSN: 2087-9164. DOI: 10.33751/jf.v9i2.1611.
- Pratiwi, B., E. (2015). Isolasi dan Skrining Fitokimia Bakteri Endofit dari Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L) yang Berpotensi Sebagai Antibakteri. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Program Studi Farmasi. Universitas Islam Negeri Hidayatullah. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/29141/1/BRASTI%20EKA%20PRATIWI-FKIK.pdf>. Diakses pada tanggal 20 Juni 2021.
- 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. ISSN: 2549-9793. <http://jtsl.uib.ac.id>.
- Pratiwi, R. H. (2021). Monograf: *Senyawa Bioaktif Bakteri Endofit Tumbuhan Bengang (Neesia altissima N.): Sumatera Barat*. Penerbit: Mitra Cendikia Media. ISBN: 978-623-5856-07-0.
- Prihanto, A. A. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove (*Sonneratia alba*) Penghasil Enzim Gelatinase dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indonesia Journal of Halal*, 1(1), 3142. ISSN: 2656-4963 DOI: <https://doi.org/10.14710/halal.v1i1.3114>.
- Puluh, Esterlina Aldora, Hosea Jaya Edy & Jainer Pasca Siampa. (2019). Uji Antibakteri Sediaan Masker Peel Off Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis* Sebagai Antijerawat. *Jurnal Mipa*, 8(3), 101-4. ISSN: 23023899. DOI: <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.25773>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.31289/biolink.v5i1.1665>. ISSN: 2597-2569.
- Putri, S. W. K., Nurhasana, D., Avidlyandi, A., Gustian, I., Sipriyadi, S., & Adfa, M. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Tapak Kuda (*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(2), 355-362. e-ISSN: 2598-7453. DOI: <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v4i2.2864>.

- 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. DOI: 10.24036/eksakta/vol19-iss01/122. <http://www.eksakta.ppj.unp.ac.id>.
- Qomar, M. S., Budiyanto, M. A. K., Sukarsono, S., Wahyuni, S., & Husamah, H. (2018). Efektivitas Berbagai Konsentrasi Ekstrak Daun Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* [Ness.] BI) Terhadap Diameter Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Biota*, 4(1), 12-18. ISSN: 2460-7746. DOI: <https://doi.org/10.19109/Biota.v4i1.1454>.
- Rabima & Riris Arisma Sunyaluri. (2021). "Uji Aktivitas Fraksi Etil Asetat Daun Daruju (*Acanthus ilicifolius* L) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*." *Jurnal Health Sains*, 2(10), 1357-64. ISSN: 2723-6927.
- Rahma, Y. (2016). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Lahan Kopi Arabika yang Terserang Nematoda *Radopholus similis*. *Skripsi*. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Mipa. Universitas Jember. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/76375?show=full> Diakses pada tanggal 15 Februari 2022.
- Rahmawatiani, A., Mayasari, D., & Narsa, A. C. (2020). Kajian Literatur: Aktivitas Antibakteri Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia pellucida* L.). In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 12, 117-124. ISSN: 2614-4778.
- Rahminiwati, M., Ramadhan, J., & Komala, O. (2020). Aktivitas Antimikroorganisme Ekstrak Etanol 70% Biji Bengkuang terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida albicans*. *Jurnal Sain Veteriner*, 38(3), 289-298. ISSN: 2407-3733. DOI: 10.22146/jsv.44589. <https://jurnal.ugm.ac.id/jsv>.
- Retnaningsih, A., Primadhamanti, 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. ISSN: 2656-7598.
- Roanisca, O., & Mahardika, R. G. (2021). Skrining Fitokimia dan Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Binjai (*Mangifera caesia*) terhadap Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Pharmascience*, 8(2), 9-16. ISSN: 2460-9560. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/jps.v8i2.9166>
- 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. ISSN: 2656-3282. DOI:

<https://doi.org/10.35799/j.bl.11.2.2020.28338>.

- 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. ISSN: 2528-5009. DOI: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v10i2.54441>.
- Sagita, D., Suharti, N., & Azizah, N. (2017). Isolasi Bakteri Endofit dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ipteks Terapan*, 11(1), 65-74. ISSN: 1979-9292. DOI: 10.22216/jit.2017.v11i1.459.
- Santoso, H. B. (2020). *Mengenal Tanaman Obat "Alpukat"*. Yogyakarta: Penerbit Pohon Cahaya Semesta. <http://webad.min.ipusnas.id/ipusnas/publication/s/books/164311>. Diakses pada tanggal 5 Juni 2021.
- Sari, S. A., Pujiyanto, S., & Supriyadi, A. (2020). Antibacterial Activity Tests of Isolate Endophytic Bacteria from the Tea Plant (*Camellia sinensis*) Against *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1524(2020), 1-15 IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/1524/1/012067.
- Sarinastiti, N. (2018). Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Secara in Vitro. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan. http://repository.radenintan.ac.id/3175/1/Skripsi_Full.pdf. Diakses pada tanggal 20 Juni 2021.
- Sarjono, P. R., Mahardika, H. D. R., Mulyani, N. S., Ngadiwiyana, N., Prasetyawibowo, N. B. A., & Ismiyanto, I. (2020). Aktivitas Antidiabetes Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Asal Kulit Kayu Manis. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(2), 143-156. ISSN: 2528-7036. DOI: <https://doi.org/10.21831/jps.v25i2.32892>.
- Sarlina, S., Razak, A. R., & Tandah, M. R. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Daun Sereh (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Penyebab Jerawat. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 3(2), 143-149. ISSN: 2442-8744. DOI: 10.22487/j24428744.2017.v3.i2.8770. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Galenika/index>.
- Sepriana, C., Jekti, D. S. D., & Zulkifli, L. (2017). Bakteri Endofit Kulit Batang Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan Kemampuannya Sebagai Antibakteri. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(2), 52-59. ISSN: 2460-2582. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v3i2.92>.
- Sianipar, G. W. S., Sartini, S., & Riyanto, R. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Ilmiah*

Biologi UMA (JIBIOMA), 2(2), 83-92. ISSN: 2722-9777. DOI: https://doi.org/10.31289/jib_ioma.v2i2.312.

- Sihombing, I. H., Pinem, I. M., & Safni, I. (2019). Pengujian Bakteri Endofit Asal Cabai dalam Menekan Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* Penyebab Penyakit Layu Fusarium pada Cabai. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 7(2), 339-346. ISSN: 2337-6597. DOI: 10.32734/jaet.v7i2, April. 21839.
- Sihombing, M. C. H., Simbala, H. E. I., & Yudistira, A. (2018). Isolasi, Identifikasi Secara Molekuler Menggunakan Gen 16s rRna dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Symbion Endofit Alga *Padina* sp. *Pharmakon*, 7(2), 41- 52. ISSN: 2721-4923. DOI: 10.35799/pha.7.2018.19508.
- 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. ISSN: 2338-7874. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v9i1.40064>
- Subhan, AB. (2021). Pemberdayaan Budidaya Tanaman Alpukat di Kampung Gayo Murni Kecamatan Atu Lintang. *Krida Cendekia*, 1(05), 1-17. ISSN: 2797-006x.
- Suhartati, R. & Roziqin, D, R. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada. Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan. Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 17(2), 513-518. ISSN: 2338-6371. DOI: <http://dx.doi.org/10.36465/jkbth.v17i2.279>.
- Susilowati, D. N., Ginanjar, H., Yuniarti, E., Setyowati, M., & Roostika, I. (2018). Karakterisasi Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng Sebagai Penghasil Senyawa Steroid dan Antipatogen. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 24(1), 1-10. ISSN: 0853-8212. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/littri.v24n1.2018.1-10>.
- Tan, J., Frey, M. P., Thiboutot, D., Layton, A., & Eady, A. (2020). Identifying the Impacts of Acne: a Delphi Survey of Patients and Clinicians. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 24(3), 259-266. ISSN: 1203-4754. DOI: 10.1177/1203475420907088.
- Tangapo, A. M. (2020). *Bakteri Endofit Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Penghasil Enzim*. ISBN: 978-623-6626-17-7.
- Toy, S, S, T., Lampus, S, B & Hutagalung, P, S, B. (2015). Uji Daya Hambat Ekstrak Rumput Laut Gracilaria Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal e-GiGi (eG)*, 3(1), 153-159. ISSN: 2338-199X. DOI: 10.35790/eg.3.1.2015.6600.

- Tuldjanah, M., Fajarizki, G. R., Tandil, J. & Magfirah. (2022). Penetapan Kadar Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Farmakologika Jurnal Farmasi*, XIX(1), 1-13. ISSN: 2559-1558.
- Ulung, G., & Studi, P. (2014). *Sehat Alami dengan Herbal: 250 Tanaman Berkhasiat Obat*. Jakarta. Penerbit: PT Gramedia Pustaka Utama. ISBN: 9786020304601.
- Utami, D. P. (2017). Isolasi, Identifikasi dan Aktivitas Bakteri Endofit Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura. Skripsi*. Pontianak: Universitas Tanjungpura. Fakultas Kedokteran. Program Studi Pendidikan Dokter. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jfk/article/view/25672/75676> 576756. Diakses pada Tanggal 27 Mei 2022.
- Wardani, T. S., & Tanikolan, R. A. (2021). Analisis Cemaran Bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella* pada Depot Amiu Kelurahan Cemani Kabupaten Sukoharjo. *In Seminar Informasi Kesehatan Nasional (SIKESNAS)*, 148-157). ISBN: 978-623-97527-0-5.
- Wardania, A. K., Malfadinata, S., & Fitriana, Y. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Penyebab Jerawat *Staphylococcus epidermidis* Menggunakan Ekstrak Daun Ashitaba (*Angelica keiskei*). *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 1(1), 14-19. ISSN: 2715-5277. DOI: <https://doi.org/10.31764/lf.v1i1.1206>.
- Widarta, I. W. R., & Arnata, I. W. (2017). Ekstraksi Komponen Bioaktif Daun Alpukat Dengan Bantuan Ultrasonik pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Pelarut. *Agritech*, 37(2), 148-157. ISSN: 0216-0455.
- Widarta, I. W. R., Wiadnyani, A. A. I. S., & Permana, I. D. G. M. (2018). Kajian Waktu dan Suhu Pelayuan Daun Alpukat dalam Upaya Pemanfaatannya sebagai Teh Herbal. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(2), 55-61. ISSN: 2460-5921. DOI: <https://doi.org/10.17728/jatp.2163>.
- 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/6713/3527>. Diakses pada tanggal 6 November 2021.
- Yati, S. J., Sumpono, S., & 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.
- Yanti, D., Rahmawati, R., & Kurniatuhadi, R. (2021). Karakteristik Morfologis dan

Fisiologis Bakteri Endofit dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (fork) vierh di Mempawah Mangrove Park. *Biologica Samudra*, 3(2), 166-183. ISSN: 2715-1174. DOI: <https://doi.org/10.33059/jbs.v3i2.4220>.

Yuniarty, T., & Hasjim, L. (2017). Uji Daya Hambat Sari Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli*. Health Information. *Jurnal Penelitian*, 9(2), 58-64. ISSN: 2622-5905.

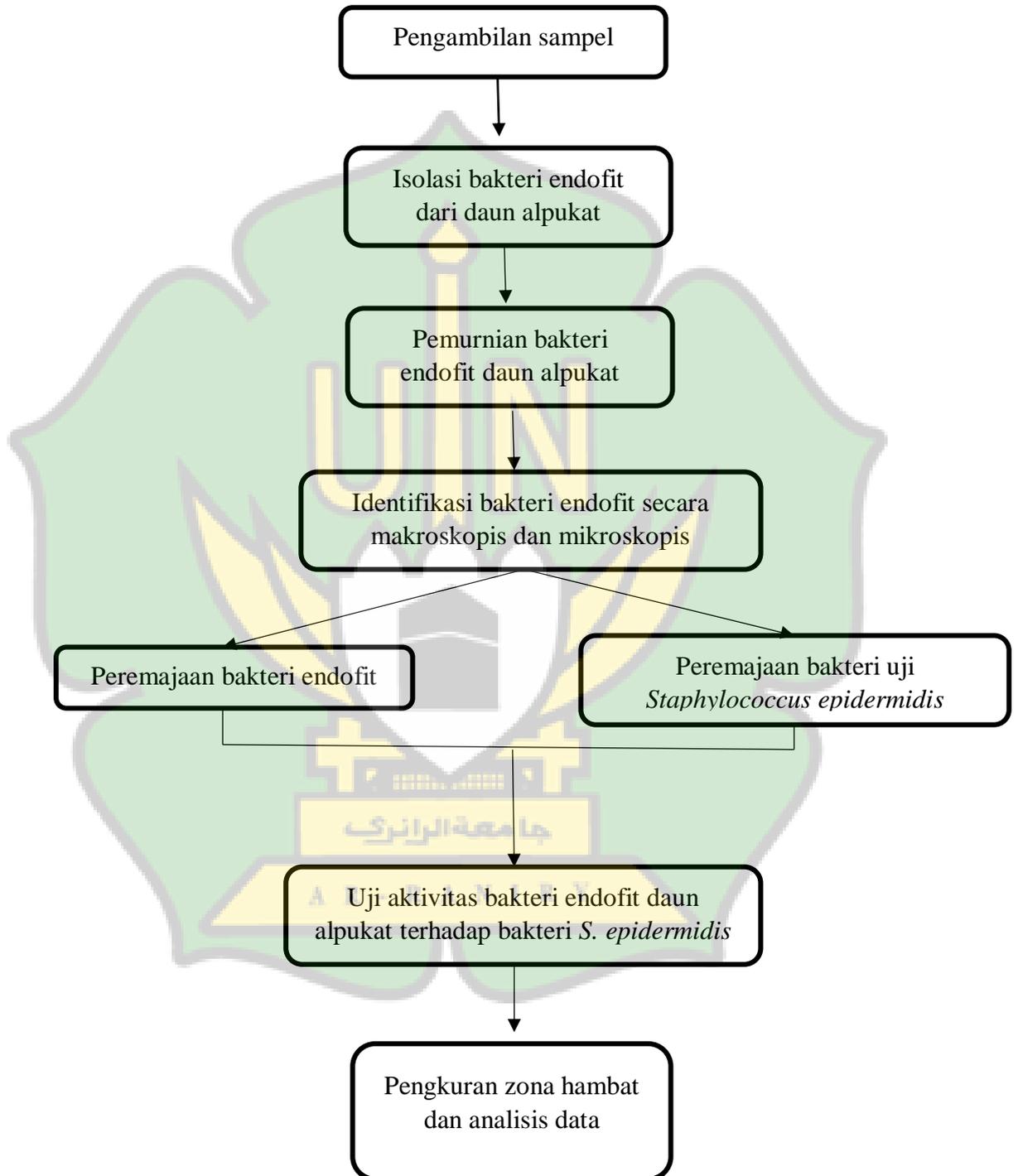
Yuanita, M. M., Putri, E. A., Mahyarudin, M., Mardhia, M., & Rialita, A. (2019). Eksplorasi Bakteri Gram Negatif Endofit Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) yang Memiliki Kemampuan Quorum Quenching. *Majalah Kedokteran Andalas*, 42(2), 80-90. ISSN: 2442-5230. DOI: <https://doi.org/10.25077/mka.v42.i2.p80-90.2019>.

Zulfarina, Z., Rosiana, Y., Ayudia, D., & Darmawati, D. (2022). Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Laban (*Vitex pubescens* Vahl) sebagai Antibakteri. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 11(1), 85-92. ISSN: 2548-8570. DOI: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v11i1.42781>.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Alur Penelitian



Lampiran 2

(Dokumentasi Kegiatan)



Gambar : Pengambilan Sampel



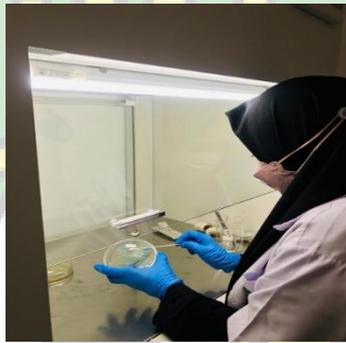
Gambar: Sampel Daun Alpukat



Gambar: Pemurnian Bakteri Endofit



Gambar: Uji Biokimia



Gambar: Uji Aktivitas Bakteri Endofit



Gambar: Pengukuran Zona Hambat



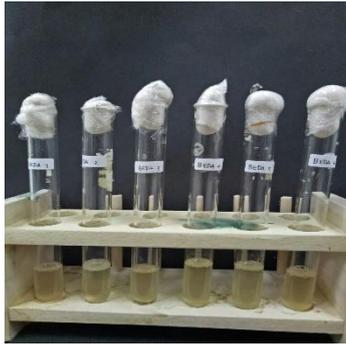
Gambar: Uji Biokimia TSIA



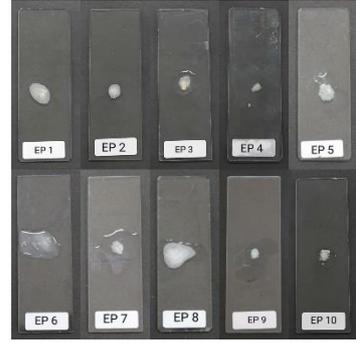
Gambar: Uji Biokimia Simon Citrat



Gambar: Uji Biokimia Urease



Gambar : Uji Biokimia Kebutuhan Oksigen



Gambar : Uji Biokimia Katalase



Gambar: Uji Biokimia Indol



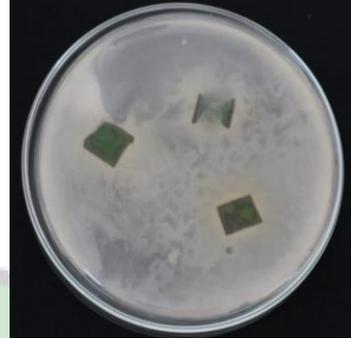
Gambar: Uji Biokimia Motilitas

Lampiran 3

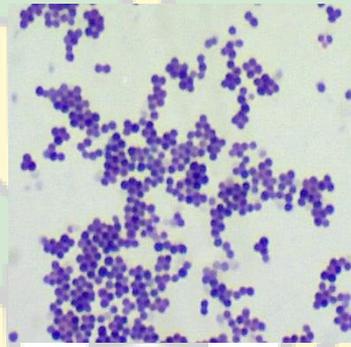
(Isolat Bakteri)



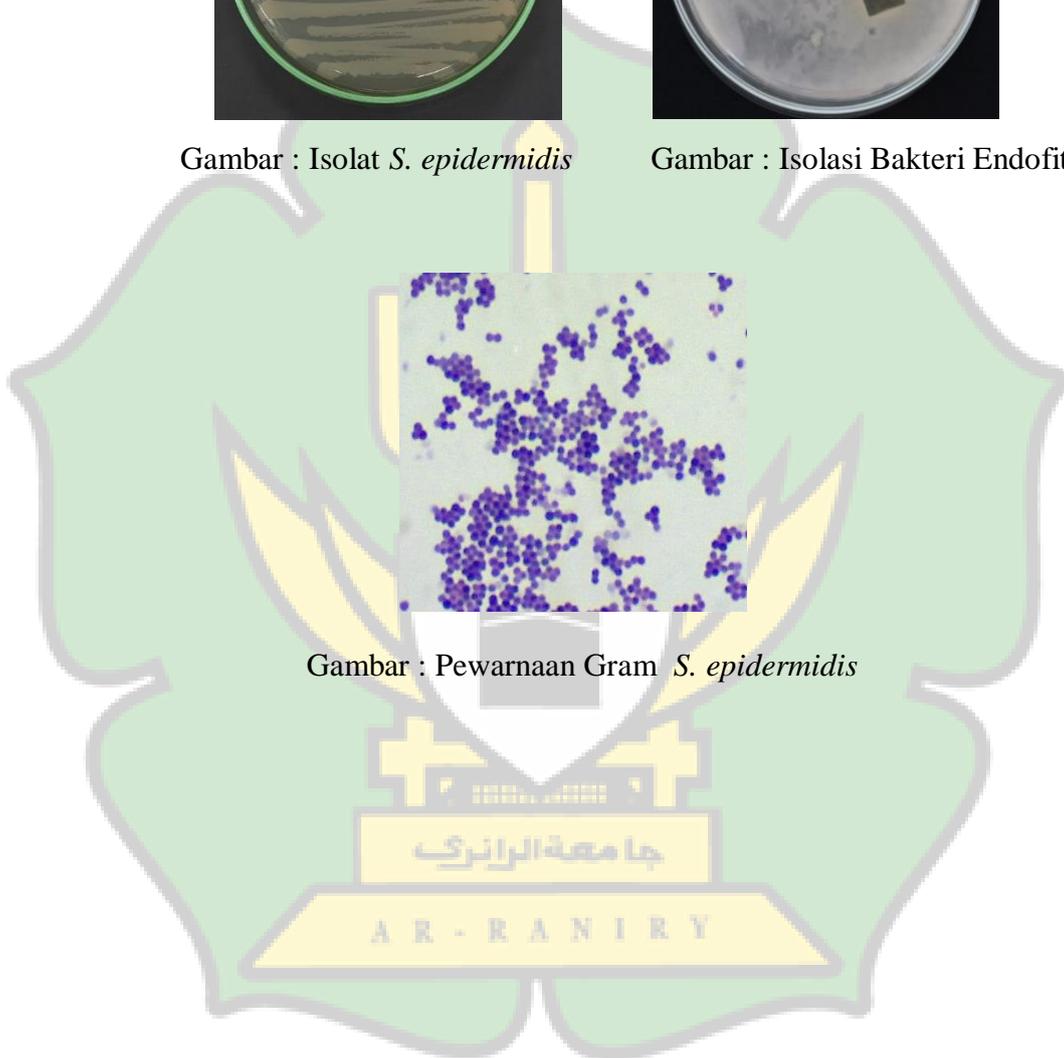
Gambar : Isolat *S. epidermidis*



Gambar : Isolasi Bakteri Endofit



Gambar : Pewarnaan Gram *S. epidermidis*



Lampiran 4 Rumus Pengulangan Uji Aktivitas Bakteri

(Rumus Pengulangan)

Pengulangan menggunakan rumus Federer, sebagai berikut:

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

$$(10-1)(n-1) \geq 15$$

$$9(n-1) \geq 15$$

$$9n - 9 \geq 15$$

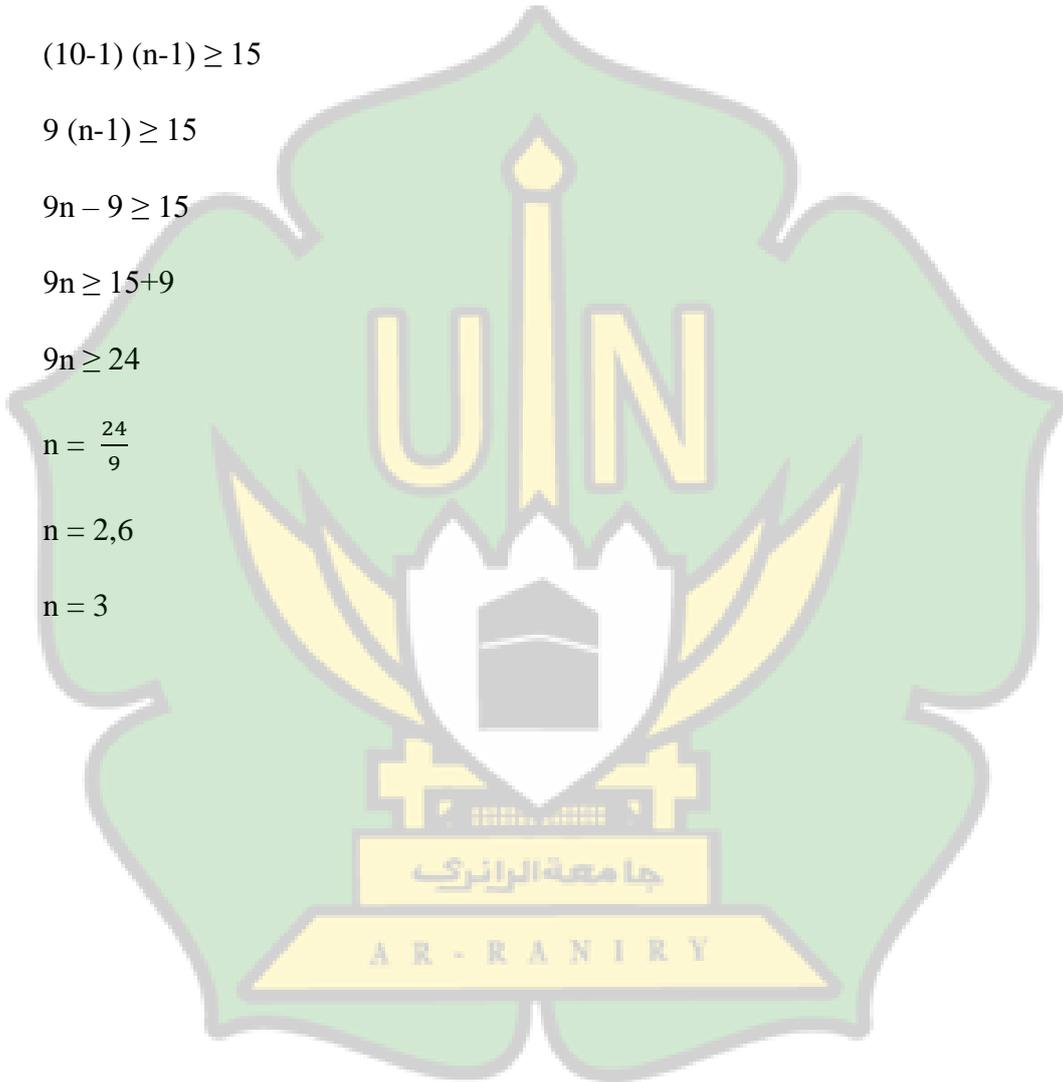
$$9n \geq 15 + 9$$

$$9n \geq 24$$

$$n = \frac{24}{9}$$

$$n = 2,6$$

$$n = 3$$



Lampiran 5 Surat Penelitian



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

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-3563/Un.08/FST-I/PP.00.9/12/2021
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
kepada Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : UCE KARLINA / 170703017
Semester/Jurusan : IX / Biologi
Alamat sekarang : Mibo, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana Mill.*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis***

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 07 Desember 2021
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Berlaku sampai : 11 Februari
2022

Dr. Mizaj, Lc., LL.M.

جامعة الرانيري
AR - RANIRY

Lampiran 6 Surat Bebas Laboratorium



LABORATORIUM BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
Jl. Syeikh Abdul Rauf Kopelma Darussalam, Banda Aceh
Web: www.biologi.fst.ar-raniry.ac.id, Email: biolab.arraniry@gmail.com



SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No: B-48/Un.08/Lab.Bio-FST/PP.00.9/06/2022

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

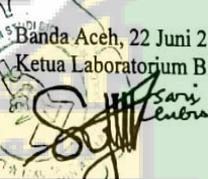
Nama : Uce Karlina
NIM : 170703017
Program Studi : S1-Biologi
Fakultas : Fakultas Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Alamat : Jln. Cemara Dusun Aulia No 32 Mibo, Kec. Banda Raya
Kota Banda Aceh

Benar yang namanya tersebut diatas adalah mahasiswa biologi yang melakukan penelitian dan menggunakan fasilitas alat dan bahan Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh sehingga tidak ada tanggungan biaya alat laboratorium (kecuali bahan & jasa), dan telah menyelesaikan biaya pemakaian bahan laboratorium dalam rangka melaksanakan penelitian skripsi dengan topik:

"Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*"

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat digunakan semestinya.

Banda Aceh, 22 Juni 2022
Ketua Laboratorium Biologi


Syafrina Sari Lubis, M.Si

Lampiran 7 Surat Sk Pembimbing



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-616/Un.08/FST/KP.07.6/12/2021

TENTANG

REVISI SURAT KEPUTUSAN DEKAN NOMOR: B-539/Un.08/FST/KP.06.7/11/2021 TANGGAL 04 NOVEMBER 2021
TENTANG PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 80 Tahun 2020 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2021 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 07 Oktober 2021.

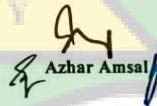
MEMUTUSKAN

Menetapkan :
Kesatu : Menunjuk Saudara:
1. **Diannita Harahap, M.Si** Sebagai Pembimbing I
2. **Syafrina Sari Lubis, M.Si** Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Uce Karlina
NIM : 170703017
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Bakteri Endofit Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 07 Desember 2021
Dekan,


Azhar Amsal

- Tembusan:**
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 8 Surat Determinasi Tumbuhan



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 : 494/UN11.1.8.4/TA.00.01/2022
Hal : *Identifikasi Sampel Herbarium*

8 Agustus 2022

Yth. Sdr. **Uce Karlina**
Mahasiswa Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Fakultas Sains & Teknologi
Program Studi Biologi
Darussalam - Banda Aceh

Bersama ini kami sampaikan bahwa telah dilakukan identifikasi tumbuhan **buah alpukat** 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	: Laurales
Familia/Family	: Lauraceae
Genus/Genus	: <i>Persea</i> Mill.
Species/Species	: <i>Persea americana</i> Mill.

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

Demikian hasil identifikasi ini dibuat untuk dapat digunakan sesuai keperluan.

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi,

Laboratorium Biosistemika
Kepala,



Dr. Ir. Dahlan, S.Hut., M.Si., IPU
NIP.197610062006041003

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

Lampiran 9 Biaya Penelitian

Pemakaian Alat dan Bahan Selama Penelitian

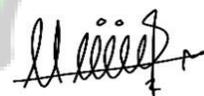
No	Alat dan Bahan	Jumlah	Harga
1.	Media Na	63 gr	315.000
2.	Media TSIA	8,6 gr	43.000
3.	Media SIM	6,03 gr	30.150
4.	Media Urea Base	2,94 gr	17.640
5.	Media SCA	2,42 gr	13.310
6.	Media MHA	17,1 gr	94.050
7.	H ₂ O ₂	1 ml	3.000
8.	Reagen Kovacs	3 ml	39.000
9.	Kristal Violet	1,5 ml	3.000
10.	Iodine	1,5 ml	4.500
11.	Safranin	3,5 ml	7.000
12.	Alkohol 96%	1,5 ml	750
13.	Melachite Green	2 ml	6.000
14.	Kloramfenikol	30 disk	90.000
15.	Blankdisk	63 disk	189.000
16.	Cotton Swab	1	2000
Total			857.400

RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Nama : Uce Karlina
2. Tempat/Tanggal Lahir : Banda Aceh, 26 Oktober 1998
3. Nomor Induk Mahasiswa : 170703017
4. Agama : Islam
5. Kebangsaan/Suku : Indonesia
6. Alamat : Jl. Cemara, Dusun Aulia, No. 32, Mibo,
Banda Raya, Banda Aceh
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Muhammad Yusuf
 - b. Ibu : Nurhayati
8. Alamat Orang Tua : Jl. Cemara, Dusun Aulia, No. 32, Mibo,
Banda Raya, Banda Aceh
9. Riwayat Pendidikan :

Jenjang	Nama Sekolah	Bidang Studi	Tempat	Tahun Ijazah
SD	SD Negeri 71	-	Banda Aceh	2011
SLTP	SMP Negeri 7	-	Banda Aceh	2014
SLTA	SMA Negeri 9	IPA	Banda Aceh	2017

Band Aceh, 6 Juli 2022



Uce Karlina
NIM. 170703017