

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
ASAL DAUN TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.)
SEBAGAI BAKTERI PELARUT FOSFAT**

SKRIPSI

OLEH:

EMMANUEL SAPUTRA HALAWA

228210054



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/8/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/8/26

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
ASAL DAUN TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.)
SEBAGAI BAKTERI PELARUT FOSFAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Pertanian
Universitas Medan Area*

OLEH:

EMMANUEL SAPUTRA HALAWA

228210054

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 7/8/26

Access From (repository.uma.ac.id)7/8/26

Judul Skripsi : EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT
ASAL DAUN TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.)
SEBAGAI BAKTERI PELARUT FOSFAT

Nama : EMMANUEL SAPUTRA HALAWA
NPM : 228210054
Fakultas : PERTANIAN

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Saipul Sihotang, S.Si, M.Biotek

Diketahui Oleh:



Dr. Ir. Syahbudin Hasibuan, M.Si
Dekan Fakultas Pertanian



Dwika Karima Wardani, S.P, M.P
Ketua Program Studi Agroteknologi

Tanggal Lulus : 13 Maret 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan 13 Maret 2026



Emmanuel Saputra Halawa
NPM : 228210054

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya civitas akademik Universitas Medan Area, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Emmanuel Saputra Halawa

NPM : 228210054

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Karya : Skripsi

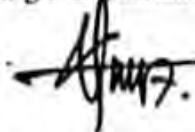
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT ASAL DAUN TANAMAN NILAM (*Pogostemon Cablin Benth.*) SEBAGAI BAKTERI PELARUT FOSFAT**”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media, atau format mengolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Medan

Pada Tanggal : 13 Maret 2026

Yang menyatakan,

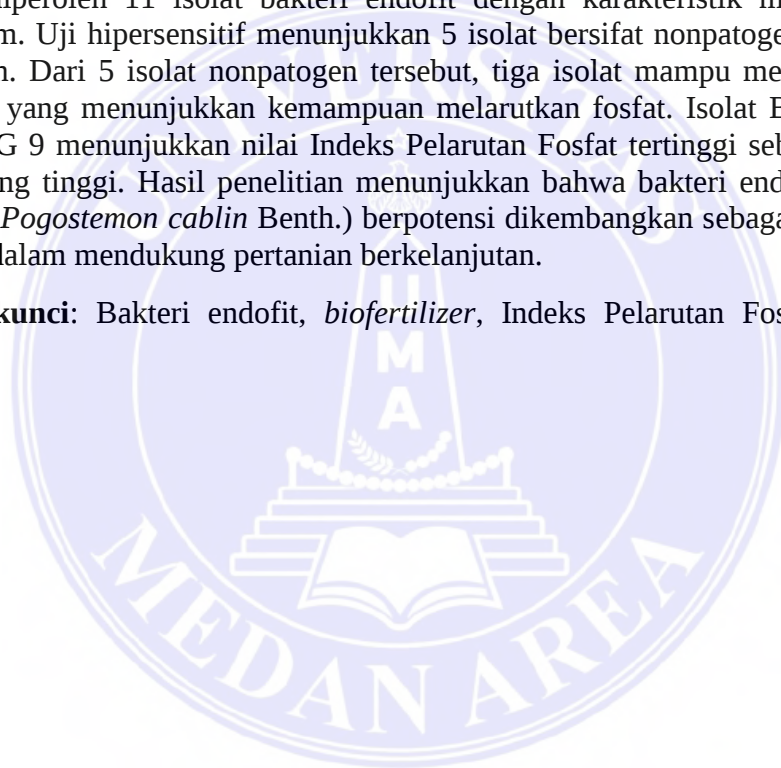


Emmanuel Saputra Halawa

ABSTRAK

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit dan berpotensi dimanfaatkan sebagai biofertilizer ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan mengevaluasi kemampuan bakteri endofit asal daun nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) sebagai kandidat *biofertilizer* pelarut fosfat. Isolasi dilakukan melalui sterilisasi permukaan daun dan penanaman pada media *Nutrient Agar* (NA), dilanjutkan dengan karakterisasi morfologi koloni dan pewarnaan Gram. Uji patogenisitas dilakukan menggunakan metode reaksi hipersensitif pada daun *Mirabilis jalapa*, sedangkan uji pelarutan fosfat dilakukan pada media Pikovskaya dengan perhitungan Indeks Pelarutan Fosfat (IPF). Dari 16 potongan daun diperoleh 11 isolat bakteri endofit dengan karakteristik morfologi yang beragam. Uji hipersensitif menunjukkan 5 isolat bersifat nonpatogen dan 6 isolat patogen. Dari 5 isolat nonpatogen tersebut, tiga isolat mampu membentuk zona bening yang menunjukkan kemampuan melarutkan fosfat. Isolat BEDNG 7 dan BEDNG 9 menunjukkan nilai Indeks Pelarutan Fosfat tertinggi sebesar 2,2 yang tergolong tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri endofit asal daun nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) berpotensi dikembangkan sebagai agen pelarut fosfat dalam mendukung pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Bakteri endofit, *biofertilizer*, Indeks Pelarutan Fosfat, Tanaman Nilam.



ABSTRACT

Endophytic bacteria are microorganisms that live in plant tissues without causing symptoms of disease and have the potential to be used as environmentally friendly biofertilizers. This study aims to isolate, identify, and evaluate the ability of endophytic bacteria of patchouli leaf origin (*Pogostemon cablin Benth.*) as a candidate for phosphate solvent biofertilizer. Isolation was carried out through sterilization of the leaf surface and planting on Nutrient Agar (NA) media, followed by colony morphological characterization and Gram staining. The pathogenicity test was carried out using the hypersensitive reaction method on *Mirabilis jalapa* leaves, while the phosphate dissolution test was carried out on Pikovskaya media with the calculation of the Phosphate Solubilization Index (PSI). From 16 leaf pieces, 11 isolate of endophytic bacteria with diverse morphological characteristics were obtained. The hypersensitivity test showed 5 isolates were non-pathogenic and 6 were pathogenic. Of the 5 non-pathogenic isolates, three are able to form a clear zone that shows the ability to dissolve phosphate. BEDNG 7 and BEDNG 9 isolates showed the highest Phosphate Dissolution Index value of 2.2 which was relatively high. The results of the study show that endophytic bacteria derived from patchouli leaves (*Pogostemon cablin Benth.*) have the potential to be developed as phosphate solvent agents in support of sustainable agriculture.

Keywords: *Biofertilizer, Endophytic bacteria, Patchouli Plant, Phosphate Dissolution Index.*

RIWAYAT HIDUP

Emmanuel Saputra Halawa adalah nama Penulis Skripsi ini. Penulis ini lahir dari orang tua Toloni Halawa (Ayah) dan Suryawati Halawa (Ibu) sebagai anak ke-Tiga dari Tiga bersaudara. Penulis di lahirkan di Medan pada tanggal 13 Oktober 2003.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar SDN 071196 Sisarahili Oyo, pada tahun 2015. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan Menengah Pertama di SMPN 2 ONOHAZUMBA dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2018. Selanjutnya, Penulis menyelesaikan pendidikan pada Menengah Atas di SMAN 1 ONOHAZUMBA dan kembali melanjutkan Pendidikan Perguruan Tinggi di Universitas Medan Area, dan mengambil Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian pada Tahun 2022.

Selama duduk di bangku perkuliahan penulis ikut serta dalam kegiatan kampus baik Akademik maupun non Akademik dan bergabung dalam beberapa Himpunan dan Organisasi. Pada tahun 2024, penulis bergabung dalam tim kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) oleh Dosen dan mendapatkan Dana Hibah, Penghargaan, Sertifikat serta Surat Hak Cipta. Penulis juga mengikuti kegiatan Program Magang & Studi Independent Bersertifikat (MSIB) pada tahun 2024 pada mitra Kementerian Pertanian di Kalimantan Tengah dalam rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Penulis pernah menjadi tim Asisten Dosen dalam Perkuliahan Praktikum di Laboratorium UMA dan ikut serta dalam publikasi jurnal. Pada tahun 2025, penulis menjalani kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di UPT. Balai Induk Hortikultura Johor, Kota Medan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT ASAL DAUN TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth.) SEBAGAI BAKTERI PELARUT FOSFAT”**.

Adapun skripsi penelitian ini dibuat untuk memenuhi syarat guna mencapai gelar sarjana strata 1 (S1) pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Ir. Syahbuddin Hasibuan M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
3. Ibu Dwika Karima Wardani S.P, M.P Selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Universitas Medan Area.
4. Bapak Saipul Sihotang, S.Si, M.Biotek selaku Pembimbing yang telah membimbing dan memperhatikan, serta meluangkan waktunya selama masa penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff Fakultas Pertanian Universitas Medan Area yang telah membimbing dan memperhatikan selama masa Pendidikan di program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.

6. Teristimewa, kepada kedua Orang tua tercinta, Saudara-saudara saya, Teman - teman se-Angkatan saya Stambuk 2022. Terimakasih atas doa, bimbingan, dukungan, serta kepeduliannya yang selalu tercurah selama ini.
7. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Emmanuel Saputra Halawa. Terima kasih sudah bertahan atas segala perjuangan, air mata, dan ketidakpastian diperjalanan panjang ini, meskipun sering kali ingin menyerah dan merasa putus asa. Terima kasih karena telah menemukan kekuatan didalam ketidakpastian dan kegagalan. Terima kasih sudah melibatkan Tuhan Yesus Kristus dalam setiap perjalananmu dan mengizinkan Yesus untuk menjadi batu sandaranmu. Berbanggalah kepada diri sendiri karena telah menjadi pahlawan dalam cerita hidupmu sendiri. Apapun kurang dan lebihmu, mari merayakan diri sendiri.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Kekurangan tersebut tentunya dapat dijadikan peluang untuk peningkatan penelitian selanjutnya, oleh karena kritik dan saran sangat penulis harapkan agar dapat melengkapi dan menyempurnakan skripsi ini.

Penulis tetap berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat juga bagi para pembaca. Akhir kata penulis ucapkan Terimakasih

Medan, 13 Maret 2026

Emmanuel Saputra Halawa

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin Benth.</i>).....	5
2.2 Taksonomi Tanaman Nilam.....	6
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Nilam	7
2.4 Manfaat Tanaman Nilam	8
2.5 Bakteri Endofit.....	8
 III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13

3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	13
3.4.2 Penyediaan Sampel Daun Tanaman nilam (<i>P.cablin</i>).....	13
3.4.3 Isolasi Bakteri Endofit	13
3.4.4 Pemurnian Bakteri Endofit.....	14
3.4.5 Pembuatan Suspensi.....	14
3.4.6 Uji Hipersensitif.....	15
3.4.7 Uji Bakteri Endofit Pelarut Fosfat	15
3.5 Parameter Penelitian	17
3.5.1 Pengamatan Secara Morfologi	17
3.5.2 Pengamatan Secara Fisiologi	17
3.6 Diagram Alir Penelitian	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
4.1 Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Endofit Tanaman Nilam	19
4.2 Uji Hipersensitif.....	20
4.3 Karakterisasi Makroskopis Koloni Bakteri Endofit Tanaman Nilam	22
4.4 Karakterisasi Mikroskopis Bakteri Endofit Tanaman Nilam.....	24
4.5 Uji Biokimia Bakteri Endofit.....	26
4.6 Uji Pelarutan Fosfat	31
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

No.	Keterangan	Halaman
1.	Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Endofit Tanaman Nilam.....	19
2.	Uji Hipersensitif Bakteri Endofit.....	21
3.	Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Endofit.....	22
4.	Karakteristik Mikroskopis Bakteri Endofit Tanaman Nilam	25
5.	Uji Biokimia Isolat Bakteri Endofit Tanaman Nilam	28
6.	Hasil Uji Pelarutan Fosfat Bakteri Endofit	30



DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan	Halaman
1.	Tanaman Nilam (Sumber: Radar Sorong 2025)	5
2.	Diagram Alir Penelitian	18
3.	Hasil Isolasi Bakteri Endofit Tanaman Nilam	19
4.	Hasil Uji Hipersensitif (a) Non-patogen, (b) Patogen.....	20
5.	Karakteristik Mikroskopis Bakteri Endofit Tanaman Nilam	25



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan	Halaman
1.	Deskripsi Tanaman Nilam (<i>Pogostemon cablin Benth.</i>).....	40
2.	Timeline Penelitian	41
3.	Komposisi Media <i>Pikovskaya's</i>	42
4.	Pelaksanaan Penelitian.....	43
5.	Hasil Pemurnian Bakteri Endofit Daun Nilam	45
6.	Hasil Uji Hipersensitif	46
7.	Hasil Pewarnaan Gram	47
8.	Hasil uji Pelarutan Fosfat.....	48
9.	Data Mentah Penelitian.....	48
10.	Uji Sitrat, Hidrolisis Gelatin, dan SIM	49
11.	Hasil uji Hidrolisis Pati	50
12.	Surat Pengantar Riset.....	51
13.	Surat Selesai Penelitian.....	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fosfat merupakan nutrisi makro yang sangat dibutuhkan dalam proses fisiologis tanaman, termasuk fotosintesis, respirasi, dan pembentukan DNA. Ketersediaan fosfat di tanah menjadi tantangan penting dalam pertanian, mengingat perannya yang krusial dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Meskipun fosfat tergolong unsur hara makro yang melimpah di tanah, sebagian besar fosfat berada dalam bentuk tidak larut karena terikat oleh kalsium (Ca), besi (Fe), dan aluminium (Al), sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman sehingga banyak petani lebih cenderung menggunakan pupuk fosfat kimiawi secara berlebihan sebagai solusi umum dalam kegiatan budidaya, tetapi hal tersebut dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah, air dan mengurangi aktivitas mikroorganisme yang bermanfaat dalam tanah (Sari *et al.*, 2023)

Salah satu bakteri yang dapat dijadikan sebagai agens hayati yaitu bakteri Endofit. Bakteri Endofit merupakan suatu organisme berukuran kecil yang tumbuh pada jaringan tanaman (xilem dan floem) yaitu daun, akar, buah dan juga batang, tanpa menimbulkan gejala penyakit yang sebenarnya pada inangnya (Suryani & A'yun., 2022) Bakteri pelarut fosfat (BPF) menawarkan solusi alternatif yang berkelanjutan. Mereka mampu melarutkan bentuk fosfat yang tidak larut menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman melalui produksi asam organik dan enzim fosfatase. Aplikasi BPF sebagai pupuk hayati dapat meningkatkan efisiensi penggunaan fosfat, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, serta

memberikan manfaat tambahan dalam mempertahankan kesehatan tanah (Rahman *et al.*, 2023).

Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk sumber bakteri Endofit adalah tanaman nilam. Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) adalah salah satu tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri dengan nilai ekonomi yang tinggi (Zuyasna *et al.*, 2021). Tanaman ini termasuk salah satu penyumbang devisa yang tinggi bagi negara (Hariyani *et al.*, 2015). Minyak nilam di Indonesia sudah diketahui memiliki mutu minyak nilam yang paling baik di dunia sehingga menjadi pemasok minyak nilam terbesar di dunia dengan kontribusi mencapai 90% dari kebutuhan dunia (Zuyasna *et al.*, 2021). Minyak atsiri nilam memiliki banyak manfaat sehingga sering digunakan dalam industri kimia sebagai salah satu bahan baku produk wewangian (parfum), antidepresan, antiseptik, afrodisiak, astringen, deodoran, diuretik, penurun panas dan obat penenang serta tonik (Afdhaliyah, 2017) dan juga memiliki manfaat sebagai insektisida, antibakteri dan antijamur (Liana *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman nilam berpotensi sebagai sumber mikroorganisme yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman (Yuniarti & Juliansyah, 2023).

Hubungan simbiosis bakteri Endofit dengan tanaman saling menguntungkan, karena bakteri Endofit memperoleh unsur hara dari metabolisme tumbuhan, dan tumbuhan memperoleh unsur hara dan zat aktif yang diperlukan selama siklus hidupnya. Tumbuhan menggunakan senyawa aktif ini untuk meningkatkan produktivitas dan memproduksinya untuk melawan herbivora, serangga, dan patogen (Yuniawati & Akhdiya., 2021)

Salah satu penelitian terdahulu telah menemukan berbagai isolat bakteri pelarut fosfat yang berasal dari tanaman nilam dengan kemampuan melarutkan fosfat berbeda-beda, yang diukur melalui zona bening pelarutan fosfat pada media selektif. Isolat bakteri yang diidentifikasi mampu melarutkan fosfat tersebut menunjukkan potensi signifikan untuk digunakan sebagai biofertilizer guna mendukung pertumbuhan tanaman nilam secara berkelanjutan (Yuniawati, *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri endofit asal tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) dan mendapatkan keragaman bakteri endofit yang memiliki kemampuan pelarutan fosfat. Dengan memfokuskan pada langkah-langkah seperti isolasi, identifikasi, dan pengujian kemampuan pelarutan fosfat, diharapkan diperoleh isolat bakteri endofit yang efisien untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati. Temuan dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pertanian yang lebih berkelanjutan, serta mendukung praktik agrikultur yang ramah lingkungan (Prasetyo *et al.*, 2023)

Sehubung besarnya potensi bakteri Endofit pada tanaman, maka penting untuk mempelajari bakteri Endofit dan beberapa potensinya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan keragaman bakteri Endofit dan mengetahui potensi isolat bakteri dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) sebagai pelarut fosfat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*)?
2. Apakah isolat bakteri endofit yang diperoleh dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) mampu melarutkan fosfat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui adanya bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*).
2. Untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri endofit asal tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) dalam melarutkan fosfat.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat menambah informasi ilmiah tentang potensi bakteri endofit sebagai pelarut fosfat asal tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*).
2. Memberikan alternatif agen hayati *biofertilizer* yang efisien dan ramah lingkungan.

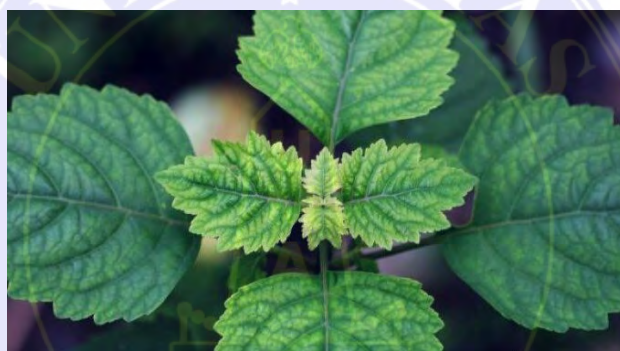
1.5 Hipotesis

1. Didapatkan isolat bakteri endofit dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) yang memiliki karakteristik morfologi dan fisiologi yang berbeda beda.
2. Didapatkan isolat bakteri endofit dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) mampu melarutkan fosfat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*)

Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) merupakan tanaman obat asal Indonesia. Berdasarkan sifat pertumbuhannya, tanaman nilam merupakan tanaman tahunan, yaitu tanaman perdu yang tumbuh dalam kelompok dengan beberapa cabang, buku dan berbau khas. Tanaman nilam merupakan famili *Labiatae* yang mencakup sekitar 200 genus, termasuk *Pogostemon* (Hendri, 2019).



Gambar 1. Tanaman Nilam (Sumber: Radar Sorong 2025)

Klasifikasi tanaman nilam adalah sebagai berikut, Kingdom: *Plantae*, Divisi: *Sprematophyta*, Subdivisi: *Angiospermae*, Ordo: *Labiatalesu*, Famili: *Labiatae*, Genus: *Pogostemon* Spesies : *Pogostemon cablin Benth.*

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) adalah sejenis tanaman perdu rendah dan cabangnya dekat pada tanah, bukan termasuk batang yang tegak, dan merupakan sejenis tumbuhan herba. Tanaman nilam memiliki nama latin yang berupa *Pogostemon cablin Benth.* Tanaman nilam memiliki daun yang beraroma wangi. Tanaman ini berasal dari Negara India dan Cina dan tumbuh pada bagian semak di taman ataupun pada tepi hutan di india. Pada tanaman nilam yang

diambil berupa minyak, daun dan ranting-ranting kecil yang menyertainya direbus, kemudian pada uap/asapnya disuling menjadi minyak nilam, sejenis minyak atsiri. Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri terpenting dan dapat menyumbang lebih dari 50% total ekspor minyak atsiri Indonesia (Hendri, 2019).

Indonesia merupakan pemasok minyak nilam terbesar di perdangan dunia yang dapat menghasilkan pangsa sebesar 90 persen. Minyak nilam dapat diekspor dengan nilai sekitar 1.295 atau seenilai dengan 22,5 juta dolar Amerika. Pada tumbuhan, minyak atsiri biasanya dapat dihasilkan dari daun, biji, kulit kayu, buah, bunga, dan juga akar atau rimpang. Minyak atsiri dari tanaman nilam diproses melalui proses metabolisme tanaman pada kelenjar minyak pada daun dan batang, yang terbentuk sebagai hasil berbagai proses senyawa kimia dengan adanya air (Rambe *et al.*, 2023).

2.2 Taksonomi Tanaman Nilam

Tanaman nilam (*P. cablin*) merupakan jenis tanaman perdu yang memiliki ukuran setengah hingga satu meter. Tanaman nilam (*P. cablin*) saat berumur 6 bulan dapat tumbuh setinggi lebih dari 1 meter, dengan radius cabang sekitar 60 cm (Hendri, 2019). Akar sekunder tanaman nilam (*P. cablin*) dewasa memanjang 20–30 cm. Tumbuhan yang diperbanyak secara vegetatif (dengan stek) yang biasanya mempunyai akar kuat supaya bisa berdiri kokoh serta tegak (Kusumaningrum *et al.*, 2016).

Batang tanaman nilam (*P. cablin*) berkayu berbentuk segiempat yang memiliki panjang kisaran 20-40 cm dan diameter kurang lebih 10-20 mm. Batang

tumbuhan nilam (*P. cablin*) tumbuh tegak di permukaan tanah. Tanaman nilam (*P. cablin*) memiliki struktur percabangan bertingkat, biasanya berjumlah 3 sampai 5 cabang per tingkat (Hendri, 2019).

Daun tanaman nilam (*P. cablin*) berwarna hijau yang tersusun secara phyllotaxy berlawanan, berbentuk lonjong, panjang daun tanaman nilam (*P. cablin*) sekitar 10-12 cm dengan lebar 8 cm, dengan ujung meruncing. Tangkai pada daun warna hijau-kemerahan dan panjangnya sekitar 4 cm, Permukaan atas daun kasar dan ditumbuhi trikoma. Mayoritas daun menempel pada ranting dengan pasangan yang hampir sempurna. Daun yang diremukkan akan mengeluarkan aroma manis. Daun nilam dulunya digunakan untuk mengeluarkan aroma harum dan sebagai pengganti sabun (Kusumaningrum *et al.*, 2016).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Nilam

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) adalah tanaman tropis yang mampu tumbuh optimal hingga pada tinggi 1.200 meter atas permukaan laut, sedangkan ketinggian ideal untuk budidaya berada pada kisaran 100 hingga 400 meter. Tanaman ini lebih cocok ditanam di daerah beriklim hangat dan lembap, dengan curah hujan tahunan antara 1.500 hingga 3.000 mm yang merata sepanjang tahun. Selain itu, tanaman nilam memerlukan tanah dengan pH 5,5 hingga 7,0, kelembapan udara antara 70-90%, serta suhu lingkungan berkisar antara 24 hingga 28 °C. Karakter tanah yang berdebu, berpasir atau lempung, daya serapnya kuat, dan tidak meluap pada musim hujan merupakan kondisi tanah yang baik bagi pertumbuhan nilam (*P. cablin*) selain itu nilam juga dikenal dapat tumbuh diberbagai jenis tanah (Aluvial, latosol, dan regosol) (Setiawan & Sukanto,

2016). Kondisi pertumbuha lain yang dibutuhkan nilam adalah curah hujan, suhu maksimum 30 °C-21 °C, setidaknya 18-21 °C, suhu optimal adalah 27 °C, serta reproduksi tanaman nilam biasanya secara vegetatif (Kusumaningrum *et al.*, 2016).

2.4 Manfaat Tanaman Nilam

Tanaman nilam menghasilkan minyak nilam atau *patchouly oil* (PA) yang diperoleh melalui proses penyulingan seluruh bagian tanaman nilam (daun, ranting, dan batang tanaman) setelah dikeringkan terlebih dahulu. PA merupakan komponen utama minyak nilam dan standar bagi pedagang dalam menentukan mutu minyak nilam. PA digunakan sebagai pemberi aroma dan rasa, bahan pengawet karena dapat berfungsi sebagai insektisida, antibakteri dan antijamur, serta dapat digunakan sebagai fiksasi untuk industri wewangian dan obat-obatan. Ampas yang dihasilkan dari penyulingan tanaman nilam dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk menyuburkan tanah (Liana *et al.*, 2023).

2.5 Bakteri Endofit

Bakteri Endofit merupakan bakteri yang hidup pada jaringan tanaman yang dapat melakukan kolonisasi ruang antar sel dan area vaskular. Bakteri Endofit bisa diisolasi melalui daun, batang dan akar (Nursulistyarini & Ainy, 2014). Tanaman memperoleh keuntungan dari adanya bakteri Endofit, seperti dalam merangsang pertumbuhan tanaman, karena bakteri Endofit bisa meningkatkan unsur hara dan menghasilkan hormon pertumbuhan. Beberapa bakteri Endofit juga dapat memberikan senyawa aktif yang memiliki sifat antibiotik, antimalaria, antijamur, dan imunosupresif (Husain *et al.*, 2022). Bakteri

Endofit juga memiliki peran sebagai agens pengendali hayati, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan juga dapat menginduksi ketahanan tanaman (Wibowo 2013). Bakteri Endofit bisa menghasilkan senyawa yang dapat menjaga jaringan tanaman dari serangan mikroorganisme patogen, sedangkan pada jaringan tanaman dapat menyediakan nutrisi bagi bakteri Endofit untuk dapat bertahan hidup (Rho *et al.*, 2017). Bakteri Endofit masuk kedalam jaringan tanaman melalui biji ataupun menyerang jaringan akar, stomata atau pada bagian tanaman yang mengalami kerusakan (Ferrando, L., & Scavino A. F., 2013). Metabolit yang dihasilkan oleh Endofit yaitu alkaloid, terpenoid, ceroid, flavonoid, kuinon, turunan isocoumarin, fenol, asam fenolik, peptida dan lain – lain yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis (Sadikin, 2019).

Bakteri Endofit umumnya ditemukan berasal dari genus *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Staphylococcus* (Nursulistyarini & Ainy, 2014). Karakteristik dari masing-masing genus yaitu:

a. Genus *Pseudomonas*

Genus *Pseudomonas* termasuk bakteri batang gram negatif yang berukuran 0,6-2 μm , bersifat aerob, bergerak dengan flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub), katalase positif, oksidase positif, bersifat patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini tidak berspora, dan tidak mempunyai selubung. Suhu optimum untuk pertumbuhan *pseudomonas* adalah 42°C. Genus *Pseudomonas* tidak menghasilkan gas pada uji glukosa, *indol negative*, *methyl red negative*, *Voges Proskauer negative*. Genus *Pseudomonas* memiliki bentuk koloni

yang bulat, tepi tidak rata, transparan, dan tidak memperlihatkan warna hijau (Sianipar, 2019).

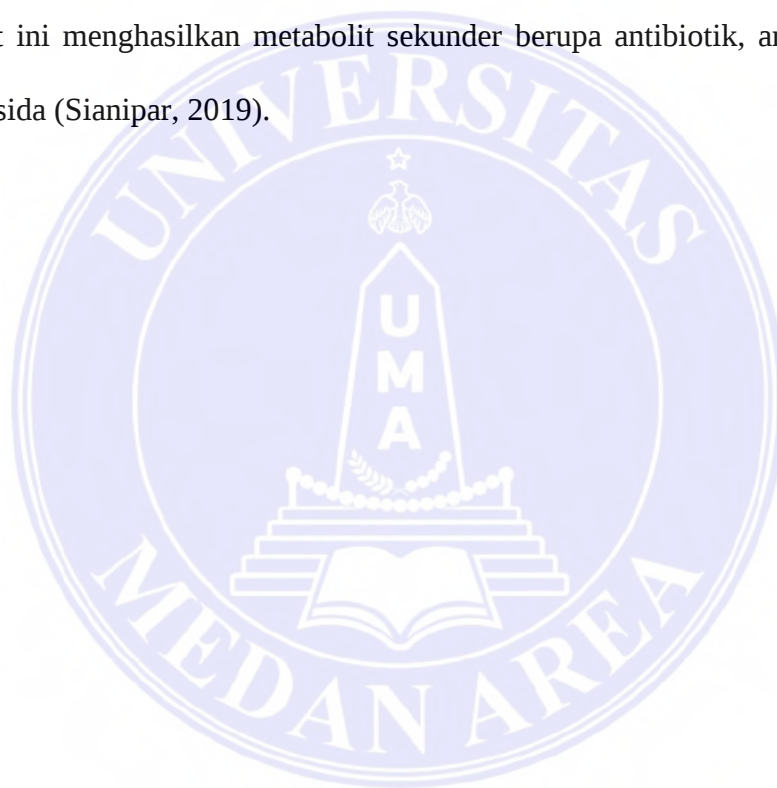
b. Genus *Bacillus*

Genus *Bacillus* termasuk genus yang memiliki batang besar berukuran $1 \times 3-4 \mu\text{m}$, gram positif yang membentuk rantai, motil, menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas, bersifat aerob, katalase positif, dan oksidasi bervariasi. Pada masing – masing spesies itu berbeda dalam penggunaan gula, sebagian melakukan fermentasi dan sebagian lagi tidak melakukan fermentasi. Kebanyakan genus *Bacillus* dapat membentuk endospora yang dibentuk secara intraseluler sebagai respon terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, oleh karena itu anggota genus *Bacillus* memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Genus *Bacillus* memiliki kemampuan dalam mereduksi nitrat, menghidrolisis pati dan gelatin, dan 14 memproduksi β -galaktosidase. Bakteri ini merupakan organisme saprofitik, biasanya ditemukan dalam air, udara, debu, tanah dan sedimen. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada tanah, air, udara dan tumbuhan, seperti *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis*. Koloni bakteri ini berbentuk bulat dan menyerupai kaca yang diukir bila disinari cahaya, dapat mengencerkan gelatin, dan pertumbuhan pada pembenihan agar-agar tegak mirip pohon cemara yang terbalik (Sianipar, 2019).

c. Genus *Staphylococcus*

Genus *Staphylococcus* merupakan sel gram positif yang memiliki bentuk bulat dengan ukuran $1 \mu\text{m}$, biasanya tersusun dalam rangkaian yang tidak

beraturan seperti anggur dan tidak membentuk spora. Bakteri ini mudah tumbuh pada berbagai pembenihan dan mempunyai metabolisme yang aktif, dapat merangkai karbohidrat, serta dapat menghasilkan pigmen yang bervariasi dari warna putih hingga warna kuning tua bundar, halus, menonjol dan berkilau. Bakteri ini akan tumbuh secara optimal pada suhu 22°C-37°C, bersifat aerob, atau mikroaerofilik. Bakteri Endofit yang berasal dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* dapat mengendalikan berbagai jenis jamur patogen, karena bakteri Endofit ini menghasilkan metabolit sekunder berupa antibiotik, antijamur, dan nematisida (Sianipar, 2019).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2025 sampai Januari 2026 dan dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Medan Area dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Negeri Medan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, *laminar air flow cabinet*, inkubator, jarum ose, bunsen, objek glass, kaca slide, mikroskop, penjepit tabung reaksi, tabung reaksi, rak tabung reaksi, botol semprot, label, labu erlenmeyer, cawan petri 60 mm, penggaris, jarum suntik ukuran 0,3 mL, *hotplate*, *cotton swab* steril, *aluminium foil*, alat tulis dan *handphone*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel daun tanaman nilam, alkohol 70%, aquades, media *Nutrient Agar*, media *Pikovskaya's Agar*, NaOCl (*Natrium hipoklorit*) 3%, reagen pewarna gram (kristal violet, iodin, safranin, alkohol 70%), dan spirtus.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yaitu untuk mengisolasi, mengidentifikasi, serta mendeskripsikan karakter bakteri pelarut fosfat (BPF) asal daun nilam.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Untuk mensterilkan alat yang digunakan pada penelitian ini alat dibungkus menggunakan kertas, kemudian dimasukkan kedalam plastik dan diautoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Basri, 2016).

Untuk mensterilkan bahan media yang digunakan pada penelitian ini media dimasukkan kedalam erlenmeyer kemudian ditutup dengan menggunakan kapas yang dilapisi aluminium foil dan dimasukkan kedalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Sihotang *et al*, 2023).

3.4.2 Penyediaan Sampel Daun Tanaman nilam (*P.cablin*)

Kriteria daun tanaman nilam yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun tanaman nilam yang segar yang tidak terserang oleh hama dan penyakit; daun berwarna hijau muda dan tidak terlalu muda dan tua yaitu daun ke 3. Kemudian potong bagian daun dan dicuci pada air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang ada seperti tanah kemudian dikering anginkan. Selanjutnya sampel daun yang telah bersih dimasukkan kedalam Laminar Air Flow (Sihotang *et al*, 2025)

3.4.3 Isolasi Bakteri Endofit

Isolasi bakteri Endofit dilakukan dengan cara daun tanaman nilam dipotong kecil – kecil dengan ukuran 1 – 2 cm setelah itu dilakukan sterilisasi permukaan dengan cara merendamkan sampel ke dalam alkohol 70% selama 1 menit, 2 % clorox selama 1 menit, alkohol 70 % selama 1 menit dan aquades steril selama 1 menit sebanyak 2 kali, selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan

tissu steril. Sampel akar dan daun tanaman nilam diletakkan diatas permukaan *Nutrient Agar* NA, kemudian diinkubasikan selama 1 x 24 jam pada inkubator dengan suhu 37°C (Butar – Butar, 2024)

3.4.4 Pemurnian Bakteri Endofit

Pemurnian bakteri Endofit dilakukan untuk mendapatkan kultur murni dari bakteri Endofit. Semua koloni bakteri Endofit yang tumbuh dimurnikan dengan cara memindahkan isolat ke cawan petri yang baru dengan menggunakan jarum ose yang sudah distreillkan dengan api bunsen kemudian digoreskan pada media NA. Pemurnian dilakukan hingga diperoleh isolat bakteri Endofit yang sangat murni. Selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi dan fisiologis. Jika bakteri yang tumbuh masih belum murni maka dipurtifikasi kembali. Hal ini berfungsi untuk memperoleh isolat bakteri Endofit yang murni (Sihotang *et al*, 2023).

3.4.5 Pembuatan Suspensi

Pembuatan suspensi bakteri endofit dilakukan dengan menambahkan akuades steril sebanyak 10 mL ke dalam cawan petri yang berisi isolat bakteri endofit pada medium *Nutrient Agar* (NA). Permukaan koloni bakteri kemudian digosok secara perlahan menggunakan ose steril hingga sel bakteri terlepas dari permukaan media dan tersuspensi dalam akuades, suspensi bakteri yang terbentuk selanjutnya dituangkan ke dalam tabung reaksi steril dan dihomogenkan menggunakan vortex hingga diperoleh suspensi yang homogen. Homogenisasi bertujuan untuk memastikan distribusi sel bakteri merata di dalam suspensi. Penentuan tingkat kekeruhan suspensi bakteri dilakukan melalui metode

pengenceran bertingkat. Sebanyak 9 mL akuades steril dimasukkan ke dalam tabung reaksi steril, kemudian ditambahkan 1 mL suspensi bakteri yang telah dihomogenkan sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Untuk memperoleh pengenceran 10^{-2} , sebanyak 1 mL suspensi dari pengenceran 10^{-1} dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL akuades steril. Prosedur ini dilakukan secara berulang untuk memperoleh tingkat pengenceran selanjutnya (10^{-3} , 10^{-4} , dan seterusnya) sesuai dengan tingkat kekeruhan yang diinginkan (Waluyo, 2008).

3.4.6 Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif merupakan salah satu uji penting untuk menguji patogenisitas bakteri, yaitu kemampuan bakteri dalam menyebabkan penyakit pada tumbuhan, dengan menggunakan tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) (Umesha *et al.*, 2008). Dalam pengujian ini, uji hipersensitif dilakukan dengan mengambil suspensi bakteri Endofit sebanyak 1 ml lalu diinjeksi pada daun bunga pukul empat. Selanjutnya diamati selama 3 hari pada suhu 27°C , untuk melihat ada tidaknya gejala nekrosis pada daun bunga pukul empat dan apabila tidak terdapat gejala nekrosis pada bagian daun yang diinjeksikan maka bakteri tersebut tidak patogenik (Yatni *et al.*, 2018).

3.4.7 Uji Bakteri Endofit Pelarut Fosfat

Uji bakteri yang berpotensi dalam pelarutan fosfat. Kemampuan bakteri dalam pelarutan fosfat diuji pada media pikovskaya agar dengan metode *inoculation spot* dan di inkubasi selama tiga hari. Adanya zona bening disekitar koloni menunjukkan adanya pelarutan fosfat (Etesami *et al.*, 2014). Uji ini terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diuji terdiri dari:

N1 = Penggunaan bakteri endofit isolat 1

N2 = Penggunaan bakteri endofit isolat 2

N3 = Penggunaan bakteri endofit isolat 3

N4 = Penggunaan bakteri endofit isolat 4

N5 = Penggunaan bakteri endofit isolat 5

Diameter koloni bakteri diukur dengan mengambil dua pengukuran garis diameter secara tegak lurus (d_1 dan d_2) menggunakan penggaris, kemudian dihitung rata-rata menggunakan rumus:

$$\text{Diameter Koloni} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Zona halo yang terbentuk diamati dan digunakan untuk menghitung Indeks Solubilisasi (IS) sesuai metode Nautiyal (1999). Kemampuan bakteri melarutkan fosfor (P) dinilai berdasarkan nilai IS, yaitu rasio antara diameter total (koloni + zona bening) terhadap diameter koloni (Husen *et al.*, 2007). Indeks solubilisasi fosfat dihitung menggunakan rumus:

$$IS = \frac{(\text{Diameter Koloni} + \text{Diameter Zona Bening})}{\text{Diameter Koloni}}$$

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Pengamatan Secara Morfologi

Identifikasi morfologi dilakukan oleh peneliti dan juga tim Laboratorium. Identifikasi dilakukan berdasarkan dengan ciri – ciri warna dan karakter fenotipe/morfologis baik dilakukan dengan cara maskroskopis (visual) maupun secara mikroskopis dibawah mikroskop (Ningrum *et al.*, 2018). Karakteristik bakteri Endofit secara visual meliputi bentuk koloni, tepi koloni, elevasi, warna koloni dan permukaan koloni (Sianipar, 2019).

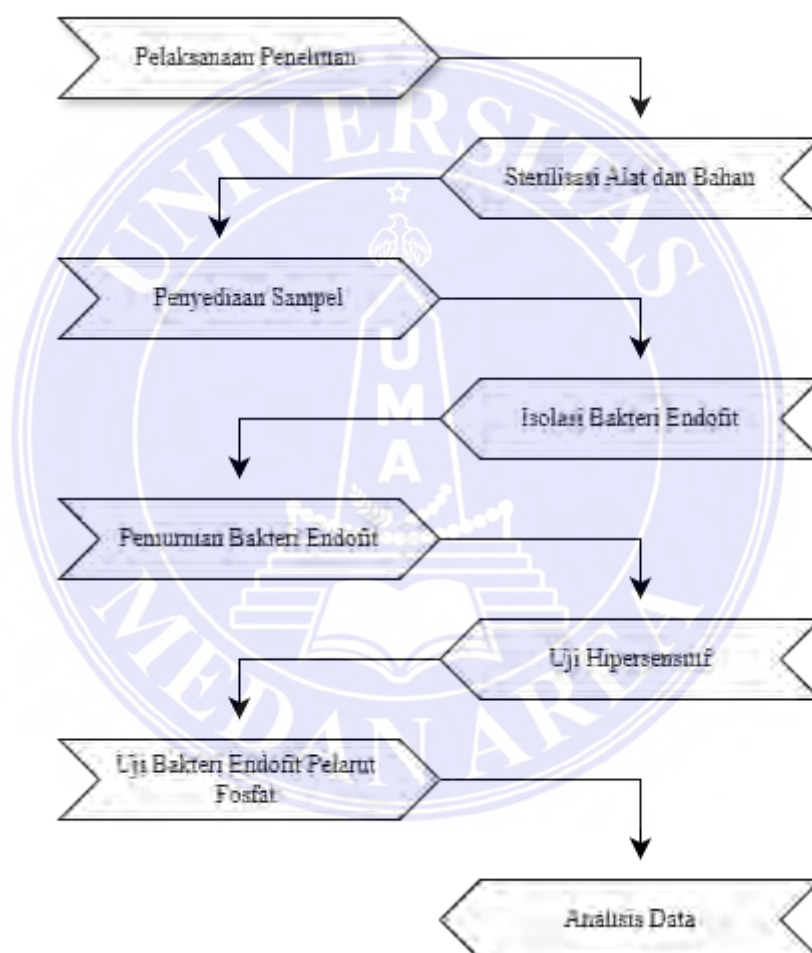
3.5.2 Pengamatan Secara Fisiologi

1. Uji Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram dilakukan untuk melihat ciri – ciri mikroskopis seperti bentuk sel dan susunan sel. Pewarnaan gram dilakukan pada kultur bakteri Endofit lalu disebar pada permukaan kaca slide dengan menggunakan jarum ose, kemudian ditambahkan aquades sebanyak 1 – 2 tetes. Selanjutnya dengan menggunakan penjepit tabung reaksi dilakukan fiksasi bakteri Endofit pada permukaan kaca slide didekat bunsen. Selanjutnya ditetaskan sekitar 1 – 2 tetes kristal violet pada kultur yang sudah difiksasi, lalu didiamkan selama 60 detik. Setelah itu kaca slide tersebut dicuci dengan air yang mengalir dengan menggunakan botol semprot lalu ditetaskan larutan iodine dan dibiarkan selama 30 detik. Kemudian larutan iodine tersebut dicuci dengan air yang mengalir dan ditetaskan dengan larutan aseton alkohol, setelah itu dicuci kembali dengan air yang mengalir selama kurang lebih 15 detik. Tahap terakhir ditetaskan sekitar 1 – 2 tetes safranin dan dibiarkan selama 60 detik lalu dicuci dengan air yang mengalir. Selanjutnya kaca slide diamati dibawah mikroskop pada pembesaran

100x. Pengamatan yang dilihat meliputi warna dan bentuk sel bakteri. Bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu karena mampu mengikat kristal violet. Bakteri gram negatif ditandai dengan terbentuknya warna merah muda karena tidak mampu mengikat warna kristal violet dan hanya terwarnai oleh safranin (Butar – Butar, 2024).

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil isolasi bakteri diperoleh 11 isolat bakteri dan setelah dilakukan pengujian uji hipersensitif di dapatkan 5 isolat bakteri endofit atau non patogen yaitu BEDNG 1, BEDNG 2, BEDNG 3, BEDNG 7 dan BEDNG 9.
2. Di dapatkan sebanyak 3 isolat bakteri endofit yang mampu melarutkan fosfat secara in vitro dengan hasil nilai IPF yang tinggi dari uji kemampuan pelarutan fosfat yaitu BEDNG 3, BEDNG 7, BEDNG 9 dan berpotensi dikembangkan sebagai agen biofertilizer ramah lingkungan.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian ini adalah :

1. Sebaiknya dilakukan penelitian tingkat molekuler untuk mengetahui spesies bakteri Endofit dari daun dan akar tanaman nilam
2. Menggunakan metode imprint agar memastikan bakteri sub kutikula tidak lolos saat melakukan sterilisasi
3. Melakukan pengujian terhadap penyakit nilam dengan menggunakan bakteri Endofit

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, Asrianti. 2016. Isolasi Dan Identifikasi Molekuler Bakteri Endofit Tanaman Sarang Semut (*Myrmecodia Pendans*). Skripsi Uin Alauddin Makassar. Makkassar
- Butar-Butar, Alfons. 2024. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Asaltanaman Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Agen Biokontrol *Xanthomonas Oryzae* Penyebab penyakit Hawar Daun Bakteri. Skripsi Universitas Medan Area. Medan.
- Chaitanya, K. J., & Meenu. (2015). *Plant growth promoting Rhizobacteria(PGPR): a review*. E3 Journal of Agricultural Research and Development, 5(2), 108–119.
- Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). *A review on the plant microbiome: Ecology, functions, and emerging trends in microbial application*. Journal of Advanced Research, 19, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.004>
- Hartanti, D.A.S. (2020). Isolasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). Jurnal Stigma
- Hendri. (2019). Produktifitas Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) Pada Hutan Rakyat di Desa Bone-bone. Skripsi. Makassar: Fakultas Pertanian UnIversitas Muhammadiyah Makassar. <https://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/viabel>
- Indraswati, F. (2022). Penapisan dan Karakterisasi Kapang Endofit dalam Meningkatkan Kandungan Senyawa Isoeugenol Tanaman Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*). Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Kalay, A. M., Kesaulya, H., & Talahaturuson, A. (2020). Aplikasi pupuk hayati konsorsium strain *Bacillus* sp. dengan berbagai konsentrasi dan cara pemberian terhadap pertumbuhan bibit pala (*Myristica fragrans* Houtt). Jurnal Pertanian, 2(1), 45-59

- Khan, K. S., Qadir, M. F., Ahmad, A., Naveed, M., Raza, T., & Ditta, A. (2022). Efficacy of different endophytic bacterial strains in enhancing growth, yield, and physiological and biochemical attributes of *Linum usitatissimum* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(4), 4365-4376.
- Kusumaningrum, H.P., Endang, D.P & Agus, S. (2016). Pemuliaan Tanaman Nilam (Pogostemon Cablin) Lokal Melalui Perkembangbiakan Vegetatif. *Jurnal Biokimia*. Vol 18(12). 123-130. <https://doi.org/10.14710/bioma.18.2.123-130>
- Li, X., Wang, J., Zhang, S., & Zhao, Q. (2023). Endophytic phosphate-solubilizing bacteria improve phosphorus availability and plant growth under low-P conditions. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1189456. <https://doi.org/10.3389/fmicBenth.2023.1189456>
- Liana, D. Sayuthi, Muhammad & Alfizar. 2023. Efektifitas Agens Hayati (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viridae*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus* sp.) untuk Mengendalikan Penyakit Budok pada Tanaman Nilam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8 (2) : 503 – 504.
- Meyuliana, A., Yora, M., Elinda, F., Miranda,CND.,Sihotang,S. 2024. The Combination of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Paitan Root with Several Types of Bokashi and Its Effect on Tatsoi Agrotekma: *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 9 (1)
- Napitupulu, H. G., Rumengan, I.F.M., Wullur, S., Ginting, E.L., Rimper, J.R.T.S., dan Toloh, B. H. 2019. *Bacillus* sp. As a Decomposition Agent in The Maintenance of *Brachionus rotundiformis* Which Uses Raw Fish as a Source of Nutrition. *Jurnal Ilmiah Platax*. 7 (1):2302-3589.
- Nasution, L., Sembiring, D., S., P., S. Sihotang, Sihotang. dan Simbolon, D., H. Effectiveness of *Bacillus nigr* Liquid Organic Fertilizer on Early Growth Parameters of Coconut Plants. *Journal of Information Technology, computer science and Electrical Engineering* 2(2): 36-41

- Ningrum, Y., Tuhumury, G. N., & Leiwakabessy, C. 2018. Potensi Bakteri Endofit dari Tanaman Sagu (Metroxylon spp.) sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi. Jurnal Budidaya Pertanian, 14(2), 75-80.
- Noer, Z., Manik, P., J, Sihotang, S. 2023. Rat Taro Extract (Typhonium flagelliforme (Lodd.)) as A Biofungicide Against the Cause of Leaf Fall (Pestalotiopsis sp.) on Rubber Plants (Hevea brasiliensis). Jurnal Penelitian Pendidikan IPA. 9(6): 4699-4704
- Pratiwi, L., Rasyidah & Mayasari, Ulfayani. 2023. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Heterotrofik di Perairan Pantai Pandaratan Kecamatan Sarudik Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. Jurnal Bioma, 25 (1) : 32 – 35.
- Premono, M.E., Moawad, A.M., dan Vlek, P.L.G. (1996). "Selection of phosphate-solubilizing bacteria to enhance solubilization of rock phosphate in vitro and in soil." Induced Rock Phosphate Solubilization. pp. 1-7.
- Putra, I. P., Sibero, M. T., Sihotang, S., Supratman, L., Hermawan, R., and Nurhayat, O. D. 2023. An Introduction to Indonesian Wild Shiitake. HAYATI Journal of Biosciences. 30(6):1133-1138
- Rafif, M., Marlina, & Syamsuddin. (2023). Eksplorasi bakteri endofit pada tanaman padi dari Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 8(4), 523-530.
- Rahman, M. M., Sabir, A. A., Mukta, J. A., Khan, M. M. A., Mohi-Ud-Din, M., Miah, M. G., & Islam, M. T. (2022). Plant probiotic bacteria with phosphate-solubilizing, nitrogen fixation and phytohormone-producing traits enhance growth of rice plants. *Agronomy*, 12(2), 345. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020345>
- Rambe, T.R., Parinduri, W.P., & Susanti, H. 2023. Pengenalan Morfologi Dan Taksonomi Daun Nilam Di Desa Namo Sialang. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Jpkm), 4 (1) : 61 – 63.

- Salo, E. N., & Novero, A. (2020). Identification and characterisation of endophytic bacteria from coconut (*Cocos nucifera*) tissue culture. *Tropical life sciences research*, 31(1), 57.
- Santoyo, G., Moreno-Hagelsieb, G., Orozco-Mosqueda, M. del C., & Glick, B. R. (2016). *Plant growth-promoting bacterial endophytes*. Microbiological Research, 183, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.11.008>
- Sari, D., & Nugroho, B. (2021). *Pengaruh teknik budidaya terhadap kualitas minyak atsiri tanaman nilam (Pogostemon cablin)*. Jurnal Agronomi Indonesia, 49(3), 245–253.
- Sartika, D., *et al.* (2023). Endophytic bacteria associated with medicinal plants. *Journal of Applied Microbiology*.
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2020). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springer Nature Applied Sciences*, 2(3), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2361-6>
- Sianipar, G. W. 2019. Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L). Skripsi Universitas Medan Area. Medan.
- Sihotang, S., Butar-Butar, A. D. P., Nasution, L., Rahma, H., Trizelia, T., Saragih, M., Kuswardani, R. A., Listiana, I., Sofranes, B., & Napitupulu, N. (2025). Isolation, morphological characterization, biochemistry, and antagonistic activity of endophytic bacteria from rice against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 14(2), 825–829.
- Sihotang, S., Hermawan, R., Putra, IP. 2025. Characteristics of Wild Edible Mushroom Knowledge of Mushroom Foragers in Indonesia. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI) 30 (2): 368-380
- Sihotang, S., Manurung, M., Halawa, E., Alfazri, I., Tarigan, N., Purba, F., Siregar, Y., Aldy, M. 2023. Isolasi Bakteri Endofit Pada Daun Terong Ungu (*Solanum melongena* L.). Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian. 7(2): 25-30

- Sihotang, S; Prasetyo, D; Noer, Z; Setiyabudi, L; Sari, D, N.,; Munaeni, W; Putri, D., F., A.,; Fatma, Y., S.; Mujtahidah, T.; Sulthoniyah, S. T. M.; Rohmah, M. K. 2022. Pengantar Bioteknologi. Tohar Media
- Sinaga, A., H, Utami, I.,W, Muharomah, R., Tamam, M., B. Putra, A., H. Malau, J., Sihotang, S., Saroh, D., Kamaliah, T., L. dan Hernahadini, N. 2024. Biologi Molekuler. PT. Penerbit Qriset Indonesia
- Sitepu, D., P. dan Sihotang, S. 2025. Pengaruh Mikoriza dan POC Urin Sapi terhadap Pertumbuhan Cabai Merah di Zona Iklim Kering E. Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA) 7(2) : 240-248
- Suryani, D., & Lestari, R. (2020). *Pengembangan Minyak Atsiri Nilam untuk Peningkatan Pendapatan Petani*. Jurnal Pertanian Tropika, 8(1), 12–20.
- Suryani, Sulis & A'yun, Qurrota. 2022. Isolasi Bakteri Endofit Dari Mangrove *Sonneratia Alba* Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. Jurnal Ilmiah Biologi, 1 (2) : 13.
- Verma, P., Yadav, A. N., Raghuwanshi, R., & Singh, B. (2023). *Mechanisms of endophytic colonization and their role in sustainable agriculture*. Journal of Applied Microbiology, 134(1), 12–25.
- Wandita, R.H., Pujiyanto, S., Supriyadi, A., dan Hastuti, R.D. (2025). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Pelarut Fosfat pada Tanaman Bawang Merah di Kabupaten Garut. Jurnal Bioma
- Widawati, S., & Suliasih. (2022). Potensi bakteri endofit pelarut fosfat sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 46(2), 85–94.
- Yuniawati, D., Sari, R., & Putra, Z. (2022). Isolasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat dari tanaman nilam (*Pogostemon cablin*). Jurnal Agroteknologi, 10(2), 123-130. Universitas Tadulako.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Deskripsi Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*) Var. Lhokseumawe

Nama Varietas	: Lhokseumawe (NAD)
Tinggi Tanaman	: 61,07 – 65,97 cm
Warna Batang Muda	: Ungu
Warna Batang Tua	: Ungu Kehijauan
Bentuk Batang	: Persegi
Percabangan	: Lateral
Jumlah Cabang Primer	: 7,00 – 19,76
Jumlah Cabang Sekunder	: 11,42 – 25,72
Panjang Cabang Primer	: 38,40 – 63,12 cm
Panjang Cabang Sekunder	: 18,96 – 35,06 cm
Bentuk Daun	: Delta, bulat telur
Pertulangan Daun	: Meyirip
Warna Daun	: Hijau
Panjang Daun	: 6,23 – 6,75 cm
Lebar Daun	: 5,16 – 6,36 cm
Tebal Daun	: 0,31 – 0,81 mm
Panjang Tangkai Daun	: 2,66 – 4,28 cm
Jumlah Daun/ Cabang Primer	: 48,05 – 118,62
Ujung Daun	: Runcing
Pangkal Daun	: Datar, membulat
Tepi Daun	: Bergerigi ganda
Bulu Daun	: Banyak, lembut
Produksi Ternak Segar	: 19,58 – 59,20 ton/ha
Kadar Minyak	: 125,83 – 380,06 %
Kadar Patchouli Alkohol	: 29,11 – 34,46 %
Ketahanan Terhadap <i>Meloidogyne incognita</i>	: Rentan Ketahanan
Terhadap <i>Pratylenchus brancyurus</i>	: Agak Rentan Ketahanan
Terhadap <i>Radhopolus similis</i>	: Rentan Ketahanan
Terhadap <i>Ralstonia solanacerum</i>	: Rentan

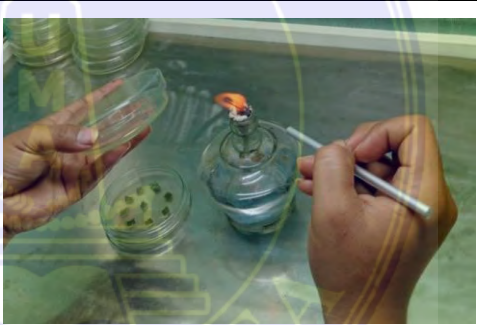
Lampiran 2. Timeline Penelitian

N0	Kegiatan	Oktober		November				Desember				Januari
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1.	Persiapan alat dan bahan											
2.	Sterilisasi alat dan bahan											
3.	Penyediaan sampel daun tanaman nilam											
4.	Isolasi bakteri endofit											
5.	Pemurnian bakteri endofit											
6.	Uji hipersensitif											
7.	Uji bakteri endofit pelarut fosfat											
8.	Analisis data											

Lampiran 3. Komposisi Media *Pikovskaya's Agar*

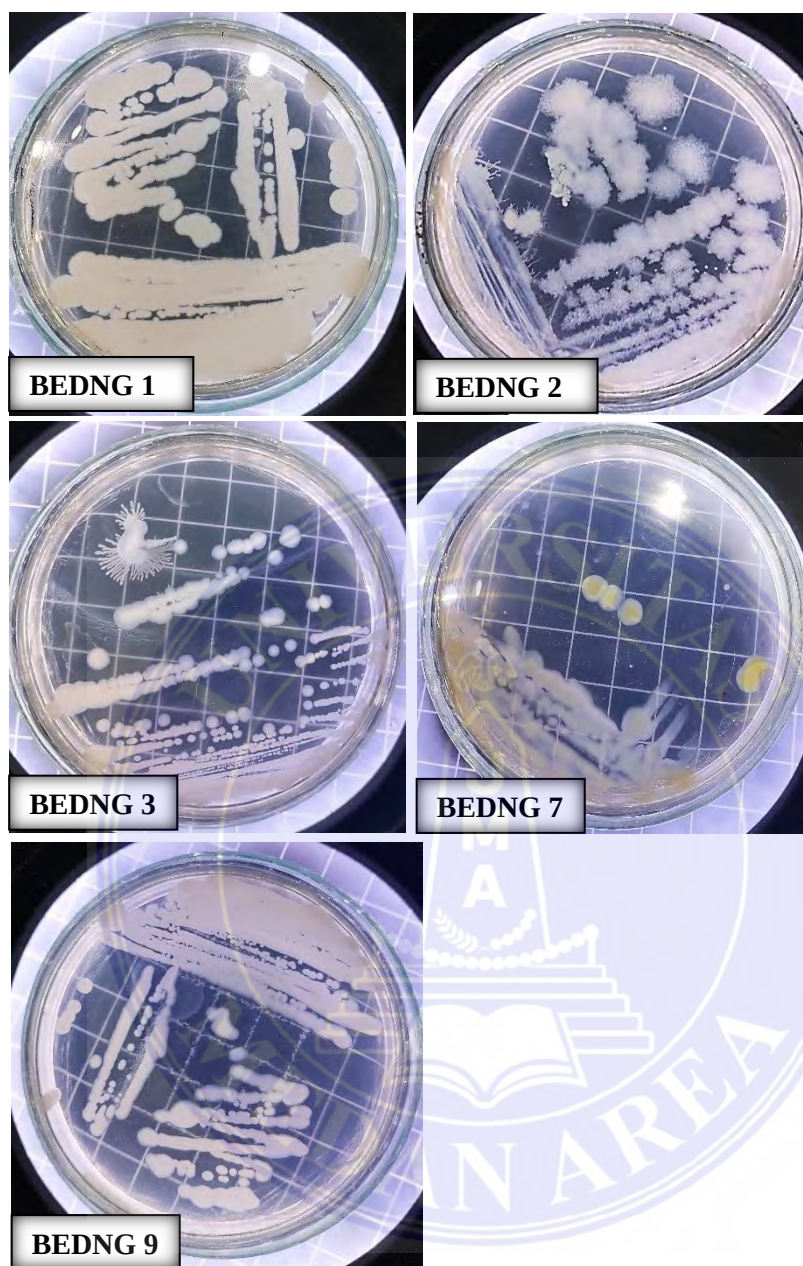
Bahan	Jumlah (g/L)	Fungsi
Glukosa	10	Sumber karbon dan energi
Trikalسيوم fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)	5	Sumber fosfat tidak larut
Amonium sulfat ($\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.5	Sumber nitrogen
Natrium klorida (NaCl)	0.2	Menjaga keseimbangan osmotik
Magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.1	Kofaktor aktivitas enzim
Kalium klorida (KCl)	0.2	Sumber kalium
Mangan sulfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0.002	Mikronutrien
Ferrous sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.002	Mikronutrien
Ekstrak ragi	0.5	Menyediakan vitamin B, asam amino
Agar	15	Agen pengental / pematat

Lampiran 4. Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan Penelitian	Dokumentasi
Penyediaan Sampel Daun Tanaman Nilam	
Isolasi Bakteri Endofit	
Pemurnian Bakteri Endofit	
Uji Pewarnaan Gram	

Uji Hipersensitif	
Uji Pelarutan Fosfat	

Lampiran 5. Hasil Pemurnian Bakteri Endofit dari Daun Tanaman nilam



Lampiran 6. Hasil Uji Hipersensitif



BEDNG 1



BEDNG 2



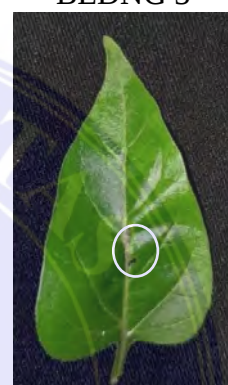
BEDNG 3



BEDNG 4



BEDNG 5



BEDNG 6



BEDNG 7



BEDNG 8



BEDNG 9

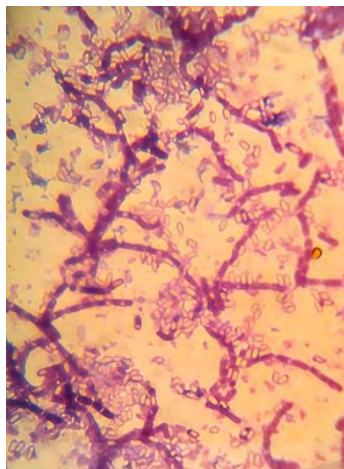


BEDNG 10

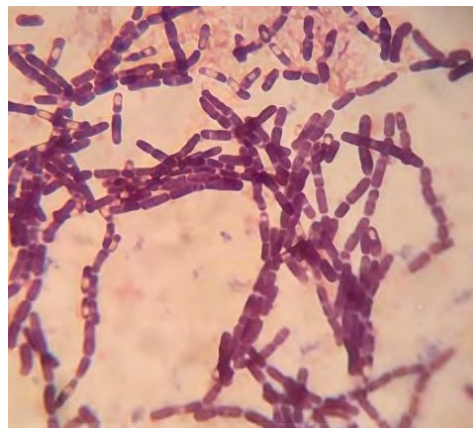


BEDNG 11

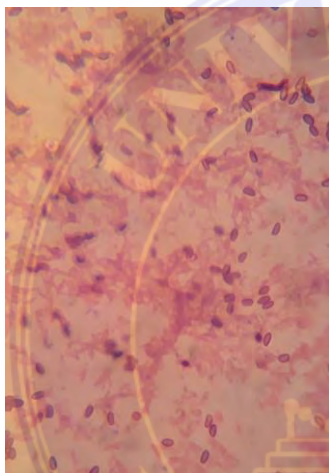
Lampiran 7. Hasil Pewarnaan Gram



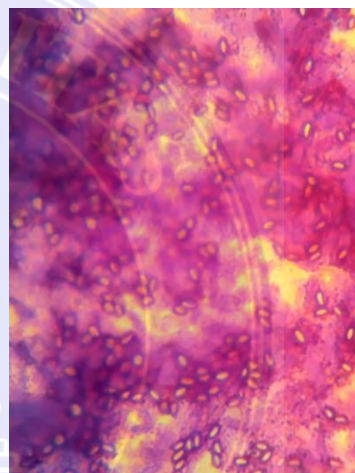
BEDNG 1



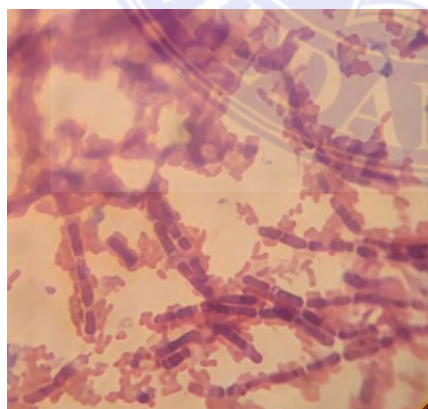
BEDNG 2



BEDNG 3

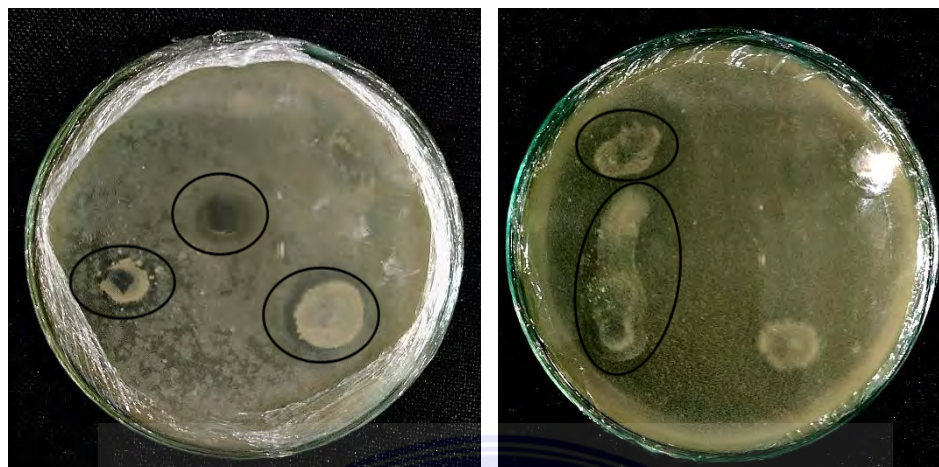


BEDNG 7



BEDNG 9

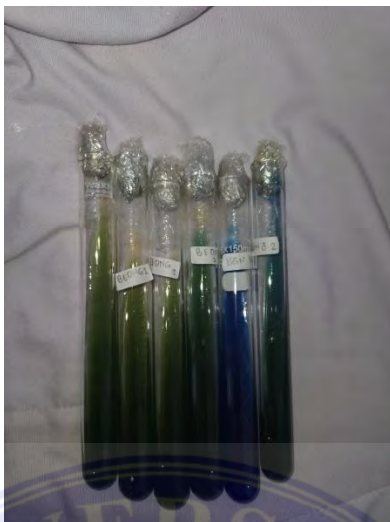
Lampiran 8. Hasil Uji Pelarutan Fosfat Bakteri Endofit Pelarut Fosfat



Lampiran 9. Data Mentah Uji Bakteri Endofit Pelarut Fosfat

Isolat	Diameter Koloni (mm)	Diameter Zona Bening (mm)
BEDNG 1	11	9
BEDNG 2	6,25	6
BEDNG 3	6	7
BEDNG 7	11,1	13
BEDNG 9	5,75	7

Lampiran 10. Uji Sitrat, Hidrolisis Gelatin, dan Uji SIM



Uji sitrat



Hidrolisis Gelatin



Uji SIM

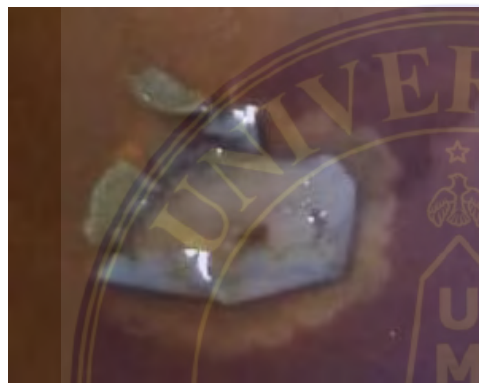
Lampiran 11. Hasil Uji Hidrolisis Pati



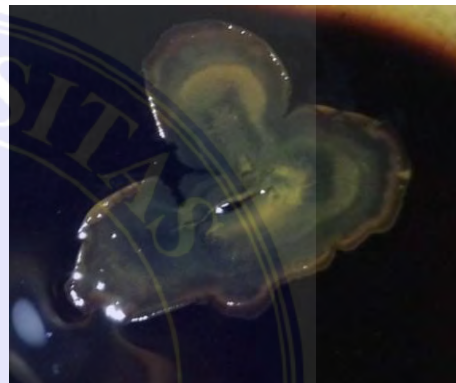
BEDNG 1 (+)



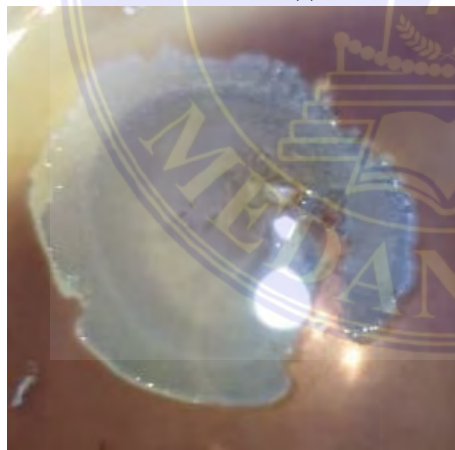
BEDNG 2 (+)



BEDNG 3 (-)



BEDNG 7 (-)



BEDNG 9 (+)

Lampiran 12. Surat Pengantar Riset Penelitian



UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS PERTANIAN
Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360168, Medan 20223
Kampus II : Jalan Sefibudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 42402994, Medan 20122
Website: www.uma.ac.id E-Mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 98/FP.0/01.10/I/2026
Lamp. : -
Hal : Pengambilan Data/Riset

Medan, 21 Januari 2026

Kepada yth.
Kepala Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Medan (UNIMED)
Jl. Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate, Kecamatan Medan Tuntungan, Kota Medan
di_

Tempat

Dengan hormat,
Dalam rangka penyelesaian studi dan penyusunan skripsi di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, maka bersama ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami atas nama:

N a m a : Emmanuel Saputra Halawa
NIM : 228210054
Program Studi : Agroteknologi

Untuk melaksanakan Pengambilan Data di Kepala Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Negeri Medan (UNIMED) untuk kepentingan skripsi berjudul "Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Asal Tanaman Nilam (Pogostemon cablin Benth.) sebagai Pelarut Fosfat".

Pengambilan Data ini dilaksanakan semata-mata untuk kepentingan dan kebutuhan akademik.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.


Dekan,
Dr. Ir. Syahbudin Hasibuan, M.Si

Tembusan:
1. Ka. Prodi Agroteknologi
2. Mahasiswa ybs
3. Arsip



Lampiran 13. Surat Selesai Penelitian

 **LABORATORIUM BIOLOGI**
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate Kotak Pos 1589 Medan 20221

SURAT KETERANGAN
No. 728 /UN33.4.8.3/LB/2026

Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, menerangkan bahwa :

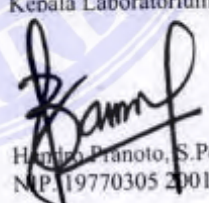
Nama : Emmanuel Saputra Halawa
NIM : 228210054
Program Studi : Agroteknologi
Judul Penelitian : Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Asal Tanaman Nilam (Pongostemon cablin Benth.) Sebagai Pelarut Fosfat.

Benar telah selesai melakukan penelitian sesuai dengan judul penelitian mahasiswa tersebut dari tanggal 13 Januari 2026 s/d 27 Januari 2026.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui
Wakil Dekan Bidang Akademik,

Dr. Enker P. Sinaga, M.Si
NIP. 19790802 200912 1 002

Medan, 27 Januari 2026
Kepala Laboratorium,

Hendro Pranoto, S.Pd., M.Si
NIP. 19770305 200112 1 002

Surat Keterangan ini sudah dicetak sebanyak 4 kali.
© SimanTep FMIPA Unimed - Dicitak Oleh : Mimi Diana Adinda Harde, N.Pd
Pada hari, tanggal : Tuesday, 27 January 2026 jam : 09:04:18