

**KELIMPAHAN DAN KARAKTRISTIK BAKTERI TANAH DI
PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

OLEH

MUHAMMAD SEPTIAN

178210013



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

**KELIMPAHAN DAN KARAKTRISTIK BAKTERI TANAH DI
PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

OLEH

MUHAMMAD SEPTIAN

178210013

*Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk Menyelesaikan studi S1 di
Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.*

Di Ketahui Oleh:

Komisi Pembimbing

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

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 29/10/25

Access From (repository.uma.ac.id)29/10/25

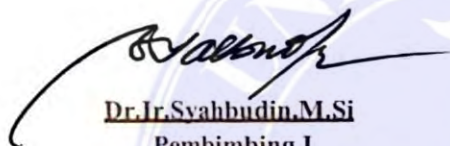
Judul Skripsi : Kelimpahan Dan Karakteristik Bakteri Tanah Di Perkebunan Kelapa Sawit

Nama : Muhammad Septian

NIM : 178210013

Fakultas : Pertanian

Disetujui oleh :
Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Syahbudin, M.Si
Pembimbing I


Indah Apriliya, S.P.M.Si
Pembimbing II

Diketahui Oleh:

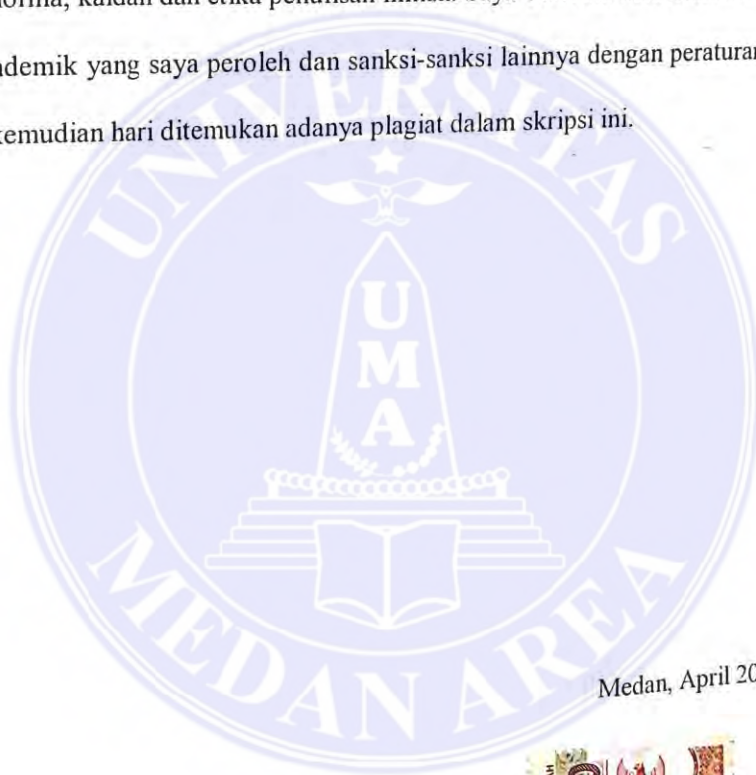

Dr. Siswa Panjang Hernosa, S.P., M.Si
Dekan Fakultas Pertanian


Angga Ade Sahfitra, S.P.M.Sc
Ketua Program Studi

Bulan Lulus : April 2024

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 kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, April 2024



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Septian

NIM : 178210013

Program Studi : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul **"KELIMPAHAN DAN KARAKTERISTIK BAKTERI TANAH DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT"** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian penyampaian ini saya buat dengan sebenarnya.

Di Buat : Medan

Pada Tanggal : April, 2024

Yang Menyatakan

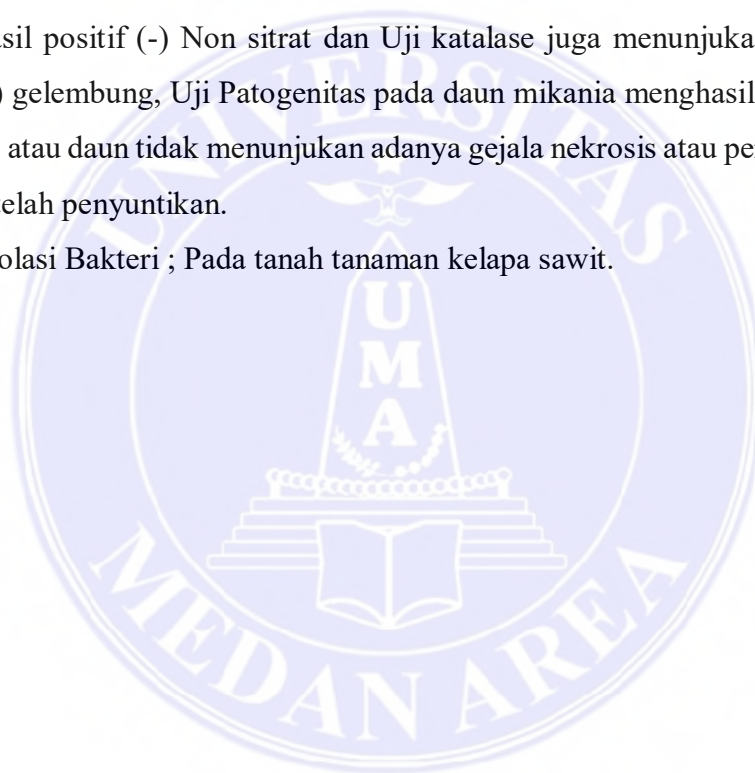


Muhammad Septian

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa bakteri-bakteri tanah yang terdapat pada tanaman kelapa sawit. Kelimpahan paling banyak terdapat pada gawangan (TBM) dengan jumlah populasi 9.000.000 bakteri dan kelimpahan paling sedikit dipiringan (TM) dengan jumlah populasi 4.000.000 bakteri. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa 25 isolat bakteri berhasil ditemukan dari rhizosfer tanaman kelapa sawit di PTPN IV Unit Adolina. 25 isolat terdiri atas 16 isolat berbentuk irregular, 2 isolat berbentuk filamentous, 7 isolat berbentuk circle, dan 4 isolat berbentuk rhizoid. Sebanyak 25 isolat pada Uji 25 isolat menunjukkan hasil positif (-) Non sitrat dan Uji katalase juga menunjukkan hasil yang sama yaitu positif (+) gelembung, Uji Patogenitas pada daun mikania menghasilkan hal yang sama yaitu negatif (-) atau daun tidak menunjukkan adanya gejala nekrosis atau perubahan warna yang ditimbulkan setelah penyuntikan.

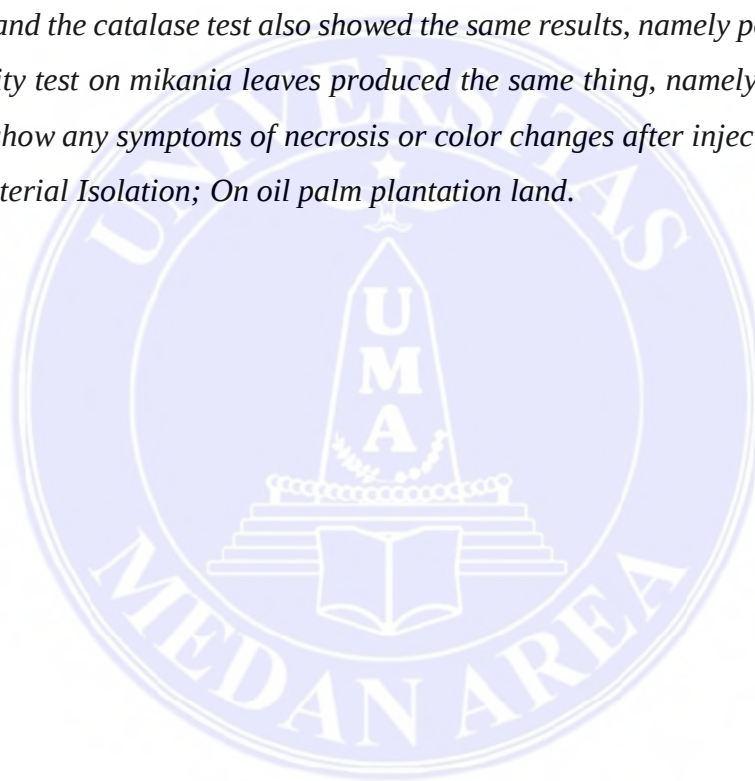
Kata kunci: Isolasi Bakteri ; Pada tanah tanaman kelapa sawit.



Abstract

This research aims to determine several soil bacteria found in oil palm plants. The greatest abundance is found in the barrier (TBM) with a population of 9,000,000 bacteria and the lowest abundance is in the plate (TM) with a population of 4,000,000 bacteria. Based on the research results, it was concluded that 25 bacterial isolates were found from the rhizosphere of oil palm plants at PTPN IV Adolina Unit. The 25 isolates consisted of 16 isolates with irregular shapes, 2 isolates with filamentous shapes, 7 isolates with circle shapes, and 4 isolates with rhizoid shapes. A total of 25 isolates in the 25 isolate test showed positive results (-) Non citrate and the catalase test also showed the same results, namely positive (+) bubbles, the pathogenicity test on mikania leaves produced the same thing, namely negative (-) or the leaves did not show any symptoms of necrosis or color changes after injection.

Keywords: Bacterial Isolation; On oil palm plantation land.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Bahwa yang Bertanda Tangan di Bawah Ini:

A. DATA DIRI

Nama : Muhammad Septian
Tempat,Tgl lahir : Ajamu, 07 September 1999
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status Pernikahan : Belum Kawin
Nomor HP : 081361974817
Alamat Email : muhammadseptian395@gmail.com

B. DATA PENDIDIKAN

1.SD : SD Negeri 121009
2.MTs : MTS Al-Ikhlas Kebun Ajamu
3.SMA : SMA Negeri 1 Panai Hulu
4.S1 : Universitas Medan Area (UMA)

Demikian Daftar Riwayat Hidup Saya Buat Dengan Sebenarnya, Untuk Dapat
Dipergunakan Sebagaimana Mestinya.

Medan, April 2024

Hormat Saya

Muhammad Septian

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi penelitian yang berjudul: “Kelimpahan dan Karakteristik Bakteri Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.Ir.Syahbudin,M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Indah Apriliya, SP,M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
2. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staf dan Pegawai Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
3. Kedua Orang Tua Ayahanda dan Ibunda tercinta atas jerih payah dan doa serta dorongan moril maupun materi kepada penulis.
4. Seluruh teman-teman yang telah membantu dan memberikan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan yang terdapat dalam Skripsi ini.Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

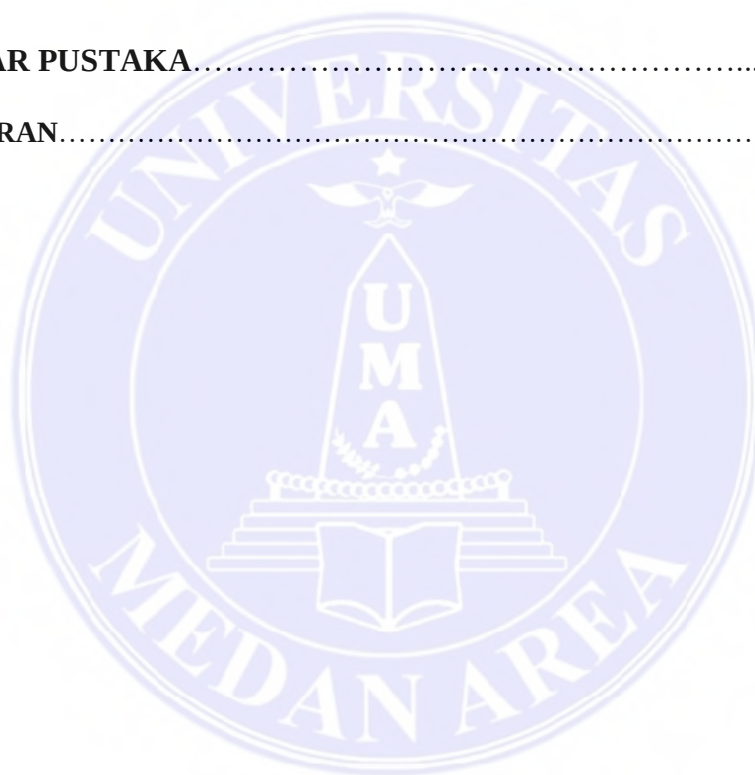
Medan, April 2024

Muhammad Septian

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	
ABSTRAK.....	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	5
2.2 Bakteri	7
2.2.1 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit	8
2.2.2 Bakteri Rhizosfer.	8
2.2.3 Kelimpahan Bakteri.....	9
2.2.4 Peranan Bakteri Rhizosfer.....	10
III. BAHAN DAN METODE.....	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Bahan dan Alat.....	11
3.3 Metode deskriptif.....	12
3.2.1. Pengambilan Sampel Tanah.....	12
3.2.2. Pembuatan Media NA (Nutrient Agar).....	13
3.3 Isolasi Bakteri.....	14
3.3.1 Uji Gram menggunakan KOH 3%.....	15
3.3.2 Uji Motilitas.....	15
3.3.3 Uji Patogenitas.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Kelimpahan Bakteri Tanah.....	16

4.2 Identifikasi Karakteristik Bakteri.....	18
4.2.1 Identifikasi Morfologi Bakteri	19
4.2.2 Pewarnaan Gram	21
4.2.3 Uji TSIA	30
4.2.4 Uji SCA	32
4.2.5 Uji Katalase	34
4.2.6 Uji Patogenesis	36
 V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
 DAFTAR PUSTAKA	42
 LAMPIRAN	48



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Titik sampel pengambilan tanah.....	15
Gambar 2. Sample tanah TBM.....	15
Gambar 3. Sample tanah TM.....	15
Gambar 4. Isolasi dan pemurnian bakteri.....	20



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Populasi Bakteri.....	19
Tabel 2. Pengamatan Morfologi Mikroba.....	22
Tabel 3. Pengamatan Pewarnaan Gram.....	24
Tabel 4. Hasil Uji <i>Triple Sugar Iron Agar (TSIA)</i>	33
Tabel 5. Hasil Uji <i>Simmon Citrate Agar</i>	35
Tabel 6. Hasil Uji Katalase.....	37
Tabel 7. Hasil Uji <i>Triple Sugar Iron Agar (TSIA)</i>	39
Tabel 8. Rangkuman Identifikasi Bakteri.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rincian Kegiatan Penelitian.....	48
Lampiran 2. Proses pengambilan sampel sampai pengamatan mikroba.....	49



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman industri perkebunan utama di Indonesia. Kelapa sawit memiliki peranan penting bagi perekonomian nasional terutama sebagai sumber devisa negara dan penyedia lapangan pekerjaan (Cakrawaba dan Nurhayati, 2014). Selain itu, tanaman kelapa sawit menjadi sumber utama bahan baku yang berkelanjutan dan terbarukan dalam industri pangan dan biofuel dunia, karena produk utamanya berupa minyak sawit (*crude palm oil*) dan minyak inti sawit (*palm kernel oil*) (Basiron, 2007).

Kelapa sawit memiliki tingkat produktivitas yang tinggi dibandingkan dengan tanaman minyak nabati lainnya. Dalam satu hektar lahan yang sama, kelapa sawit menghasilkan minyak nabati dalam volume yang lebih besar dibandingkan kedelai, rapeseed, dan bunga matahari. Produktivitas kelapa sawit relatif lebih tinggi dibandingkan tanaman minyak nabati lainnya, namun aktual produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia saat ini masih di bawah potensi dari varietas benih kelapa sawit pada skala laboratorium. Produktivitas minyak yang dihasilkan oleh perkebunan sawit rakyat sebesar 2,8 ton/ha, negara sebesar 3,8 ton/ha dan swasta sebesar 3,7 ton/ha masih jauh lebih rendah dibandingkan potensi produktivitas minyak dari benih yang dihasilkan oleh PPKS sebesar 7,8 ton/ha (Ditjenbun, 2022).

pada tahun 2022, luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai lebih dari 14,62 juta hektar dengan produksi minyak kelapa sawit mencapai lebih dari 45,12 juta ton (Basuki et al., 2023).

Produktivitas diartikan sebagai kemampuan menghasilkan produksi dari suatu kegiatan dengan memanfaatkan sumber daya produksi yang ada. Produktivitas tanaman merupakan sebuah komponen yang penting dan harus dimiliki oleh suatu perusahaan untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh karena itu perusahaan harus selalu meningkatkan produktivitasnya dari waktu ke waktu untuk memobilisasi dan mengejar target tersebut Hasil produksi kelapa sawit pada perusahaan Faktor – faktor yang mempengaruhi pada perusahaan, antara lain: bahan tanam, lahan, budidaya tanaman, dan manajemen. Faktor – faktor ini menjadi penentu produksi pada sebuah perusahaan dalam mencapai target atau tidaknya produksi yang sudah ditentukan. (Sufriadi, 2015).

Di alam terdapat banyak mikroba rizosfer yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman. Dilaporkan beberapa jenis bakteri, baik rizosfer maupun endofit perakaran tanaman banyak memiliki kemampuan sebagai agensia antagonis. Menurut Prayudyaningsih et al., (2015).

Aktivitas mikroorganisme rizosfer di pengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh perakaran tanaman, dapat berperan dalam siklus hara, pertumbuhan tanaman serta sebagai pengendali hayati patogen akar. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bakteri sebagai agensia antagonis yaitu dengan melihat karakter fisiologisnya (Eliza et al., 2007).

Penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh jamur *G. boninense* tergolong penting karena gejala serangan mencapai 50% pada tanaman yang produktif dan gejala serangan di fase pembibitan mencapai 20 %. Penyakit busuk pangkal batang sulit di kendalikan, karena *G. boninense* merupakan patogen tular tanah yang memiliki kisaran inang luas (Suryanto et al., 2002).

Besarnya tingkat kematian yang dapat ditimbulkan oleh *G. boninense* menyebabkan patogen ini perlu dikendalikan pada fase pembibitan dan di lapangan (Alhadda et al., 2009).

Perusahaan harus selalu meningkatkan produktivitasnya dari waktu ke waktu untuk memobilisasi dan mengejar target tersebut (Sufriadi, 2015).

Hasil produksi kelapa sawit pada perusahaan ditentukan berdasarkan faktor – faktor yang mempengaruhi dari produktivitas itu sendiri. Kemampuan *G. boninense* dalam menginfeksi tanaman kelapa sawit sangat di pengaruhi oleh kelimpahan dan keragaman bakteri yang terdapat pada daerah rizosfer (Soesanto, 2000 dalam Mukhlis et al., 2017). Menurut Adinda (2017), rizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman.

Khaeruni et al. (2010) melaporkan bahwa di daerah rizosfer terdapat berbagai jenis bakteri yang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda.

Bakteri memiliki berbagai peran seperti menyediakan nutrisi bagi tanaman, melindungi tanaman dari infeksi bakteri patogen (terutama di daerah perakaran) menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti indol acetic acid, pelarut fosfat, pengikat nitrogen, dan lain-lain. Selain itu, bakteri rizosfer dapat memengaruhi ketersediaan dan siklus nutrisi tanaman dengan menjaga kestabilan tekstur tanah (Susilawati, et al, 2016).

Beberapa spesies bakteri yang berasal dari perakaran dan tanah dapat berperan sebagai pestisida, fungisida, biofertilizer, dan memiliki kemampuan dalam memacu

pertumbuhan tanaman (Madigan et al., 2012). Selain memproduksi IAA (*Indole Acetic Acid*) bakteri rhizosfer juga mampu melarutkan fosfat dan sebagai agen biokontrol dengan cara menginduksi sistem kekebalan tanaman (Marista et al., 2013). Mikroorganisme ini akan berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah, karena mikroorganisme memegang peranan penting dalam proses pelapukan bahan organik dalam tanah sehingga unsur hara menjadi tersedia bagi tanaman. Hasil identifikasi bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik yang terdapat pada rhizosfer tanaman umbi menunjukkan ciri makroskopik dan mikroskopik yang sama pada semua jenis tegakan yaitu berasal dari *genera Azotobacter*. Jenis ini mampu bertahan menghadapi persaingan dengan mikroorganisme tanah lainnya. *Azotobacter* memiliki kelebihan dibandingkan dengan bakteri penambat N non-simbiotik lainnya karena mampu mensintesis hormon seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman (Widiastuti et al. 2010).

Rizobakteri dari kelompok *Bacillus spp.* dan *Pseudomonas spp.* mampu melarutkan fosfat (Sutariati et al., 2006). Selain itu, bakteri yang di isolasi dari tanah perakaran berbagai jenis tanaman (kelapa sawit, melinjo, gamal, semangka, ubi jalar, lamtoro, dll.) mampu melarutkan fosfat. Isolat bakteri yang mampu melarutkan fosfat ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri yang di tumbuhkan pada media pikovskaya padat. Zona bening di sekitar koloni bakteri merupakan tanda adanya aktivitas bakteri pelarut fosfat dalam melarutkan P terikat (Purwaningsih, 2012).

Penelitian mengenai kelimpahan bakteri pada tanaman sawit pada TBM dan TM penting di lakukan karena peran bakteri tanaman sawit dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruh inokulasi dan meningkatkan dayaadaptasi bibit kelapa sawit. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pendekatan konvensional yang dapat memberikan hasil berupa sifat fisiologis bakteri melalui hasil uji biokimia, serta sifat morfologis bakteri melalui hasil pengamatan morfologikoloni dan sel bakteri.

Informasi mengenai identitas rizobakteri penting untuk mengetahui penyebaran dan keragamannya (Zahid, et al., 2015). Identifikasi bakteri dapat dilakukan secara fenotipik, fisiologis, biokimia dan molekuler. Identifikasi bakteri secara fenotipik memiliki kelemahan yaitu tidak stabil terhadap waktu dan dapat berubah akibat kondisi lingkungan seperti substrat media, suhu dan pH.

1.2 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana kelimpahan bakteri rhizosfer di perkebunan kelapa sawit?
2. Bagaimana Karakteristik bakteri tanah di perkebunan kelapa sawit?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui kelimpahan bakteri tanah di perkebunan kelapa sawit.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik bakteri tanah yang terdapat di perkebunan kelapa sawit.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan informasi tentang kelimpahan dan karakteristik bakteri tanah yang terdapat di perkebunan kelapa sawit.
2. Sebagai pengetahuan baru bagi yang membutuhkan tentang kelimpahan dan karakteristik bakteritanah yang terdapat di perkebunankelapa sawit di PTPN IV Adolina.

1.5 HIPOTESIS PENELITIAN

1. Terdapat beberapa jenis bakteri di perkebunan kelapa sawit .
2. Terdapat perbedaan karakteristik bakteri di perkebunan kelapa sawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit

Menurut *United States Department of Agriculture* (USDA, 2019), tanaman kelapa sawit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Arecaceae/Palmae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis*

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) adalah tanaman perkebunan penting penghasil minyak makanan, minyak industri, maupun bahan bakar nabati (*biodiesel*). Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Sebanyak 85% lebih pasar dunia kelapa sawit dikuasai oleh Indonesia dan Malaysia (Kementan, 2018).

Pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dalam maupun faktor luar tanaman kelapa sawit itu sendiri. Faktor dalam terdiri dari bagian-bagian tanaman, yaitu seperti akar, batang, daun dan buah. Sedangkan faktor luar yaitu faktor lingkungan seperti iklim, curah hujan menyerap mineral dari dalam tanah. Oleh sebab itu, musim kemarau yang berkepanjangan akan menurunkan produksi (Kiswanto *et al.*, 2008).

Kondisi ekosistem pada wilayah ini adalah ditumbuhi gulma jenis paku (*Nephrolepis* sp.). Terdapat lumut di permukaan tanah dan memiliki jenis tanah paleudults. Paleudults termasuk ke dalam ordo ultisols. Tanah ultisols merupakan tanah yang miskin unsur hara, terutama kandungan bahan organik. Pada umumnya, tanah mempunyai kadar bahan organik yang rendah (<1%). Paleudult memiliki tekstur liat. Biasanya tanah-tanah bertekstur liat mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi. Paleudults memiliki kriteria masam, yaitu memiliki pH 4,3 hingga 4,9 (Syahputra *et al.*, 2015).

Kondisi ekosistem pada wilayah ini adalah dominan ditumbuhi gulma jenis paku (*Nephrolepis* sp.), kondisi kering (tidak ada air tergenang), banyak pasir, buah tidak terlalu banyak, terdapat lumut di permukaan tanah dan memiliki jenis tanah haplohumods. Haplohumods termasuk ke dalam ordo *Spodosol*. *Spodosol* adalah tanah bermasalah dan terbentuk di daerah beriklim dingin dan tropika basah dari bahan pasir atau pasir berlempung, masam. Secara fisiografis penyebarannya dijumpai di dataran pasir pantai, *sand dune*, dataran alluvial, koluvial, dataran tektonik, dan plateau. Sifat fisik spodosol adalah tekstur kasar (pasir atau pasir berlempung), yang berdampak pada rendahnya kemampuan tanah meretensi air (rawan kekeringan). Sifat kimia tanah dicirikan oleh reaksi tanah masam. Hara P dan K serta cadangan mineral sangat rendah (Suharta dan Yatno, 2009). Kondisi ekosistem pada wilayah ini adalah dominan di tumbuhi gulma jenis paku (*Nephrolepis* sp.), lumut tumbuh cukup tebal dipermukaan tanah, terdapat parit buntu untuk menampung air, kondisi lahan tidak tergenang meskipun setelah hujan, sebagian ditanami *Legum Cover Crop* (LCC) dan memiliki jenis tanah haplohumods.

Penyakit busuk pangkal batang dapat diketahui dari mahkota pohon. Pohon yang sakit mempunyai janur (daun yang belum membuka, *spear leaf*) lebih banyak dari pada biasanya. Daun berwarna hijau pucat, daun-daun yang tua layu, patah pada pelepahnya dan menggantung di sekitar batang. Meskipun mudah dilihat, namun kenyataannya gejala tersebut bukan gejala yang khas dari penyakit busuk pangkal batang, karena gejala seperti ini dapat juga disebabkan oleh gangguan lain yang menyebabkan terhambatnya pengangkutan air dan hara tanaman. (Semangun, 2000).

Gejala serangan ditandai dengan mati dan mengeringnya tanaman dapat terjadi bersamaan dengan adanya serangan rayap. Gejala yang muncul dari serangan *Ganoderma* pada tanaman TBM mengakibatkan kematian pada tanaman setelah berumur 7 sampai 12 bulan, sementara tanaman dewasa akan mati setelah 2 tahun. Saat gejala tajuk muncul, biasanya setengah dari jaringan di dalam pangkal batang sudah mati oleh *Ganoderma*. Dalam jaringan yang busuk, luka terlihat dari area berwarna coklat muda diikuti dengan area gelap seperti bayangan pita, yang umumnya disebut zona reaksi resin (Semangun, 2000).

2.2 Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme prokariotik bersel tunggal dengan ukuran berkisar 0,5 μ (Habazar dan Rivai, 2004). Populasi bakteri di dalam tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain, yaitu kandungan air, tekstur tanah, ketersediaan substrat organik dalam tanah, pH, praktek pertanian, pemupukan, pemakaian pestisida dan penambahan bahan organik. Dalam tanah terdapat bakteri autotrof maupun heterotrof. Bakteri autotrof merupakan bakteri tanah yang memperoleh energi dari oksidasi mineral seperti ammonium, belerang atau besi. Bakteri heterotrof merupakan bakteri yang memperoleh energi dari bahan organik dan hujan, suhu, kelembaban, jenis tanah, dan pH tanah. Kontaminasi akibat mikroorganisme yang tersebar di dalam ruangan dapat disebabkan oleh jamur dan bakteri yang dapat berasal dari dalam ruangan atau kondisi banyak orang (crowded). Menurut penelitian Wismana (2015), faktor yang dapat mempengaruhi kontaminasi dalam ruangan salah satunya adalah kelembaban yang diakibatkan oleh kepadatan populasi dan tingginya aktivitas manusia dengan meningkatkan konsentrasi bakteri udara.

Bakteri merupakan salah satu golongan organisme prokariotik (tidak mempunyai selubung inti) namun bakteri memiliki informasi genetik berupa DNA yang berbentuk sirkuler, panjang dan bisa disebut nucleoid. Tes biokimia pewarnaan gram merupakan kriteria yang efektif untuk klasifikasi. Bakteri merupakan salah satu golongan mikroorganisme prokariotik (bersel tunggal) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti namun mampu hidup dimana saja (Jawetz et al., 2004). Menurut klasifikasinya bakteri dibagi menjadi 2 yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Beberapa bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif merupakan flora normal pada tubuh manusia. Flora normal adalah mikroorganisme yang menempati suatu daerah tanpa menimbulkan penyakit pada inang yang ditempati. Pada kulit normal biasanya ditempati sekitar 10^2 - 10^6 CFU/cm² bakteri (Trampuz dan Widmer, 2004). Ada juga sebagian dari bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif misalnya *Staphylococcus aureus* yang dapat menyebabkan penyakit jika mencapai jumlah 1.000.000 atau 10^6 per Gram yang merupakan suatu jumlah yang cukup untuk memproduksi toksin.

2.2.1 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit

Lama penyinaran matahari yang baik untuk kelapa sawit antara 5-7 jam/hari. Tanaman ini memerlukan curah hujan tahunan 2000-2500 mm, temperatur optimal 24-28 °C. Ketinggian tempat yang ideal untuk sawit antara 1-500 m dpl (di atas permukaan laut). Kelembaban optimum yang ideal untuk tanaman sawit sekitar 80-90% dan kecepatan angin 5-6 km/jam untuk membantu proses penyerbukan (Dalwai, 2015).

Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah podsolik, latosol, hidromorfik kelabu, alluvial atau regosol, tanah gambut saprik, dataran pantai dan muara sungai. Tingkat keasaman (pH) yang optimum untuk sawit adalah 5,0- 5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase (beririgasi) baik dan memiliki lapisan solum cukup dalam (80 cm) tanpa lapisan padas. Kemiringan lahan pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari 15° (Kiswanto *et al.*, 2008).

Curah hujan optimum yang diperlukan tanaman kelapa sawit rata-rata 2.000-2.500 mm/tahun dengan distribusi merata sepanjang tahun tanpa bulan kering yang berkepanjangan. Curah hujan yang merata dapat menurunkan penguapan dari tanah dan tanaman kelapa sawit. Namun yang penting adalah tidak terjadi defisit air sebesar 250mm. Tanah yang dalam keadaan kering, akar tanaman sulit berkembang.

2.2.2 Bakteri Rizosfer

Istilah rizosfer menunjukkan bagian tanah yang dipengaruhi perakaran tanaman. Rizosfer merupakan bagian tanah yang berada di sekitar perakaran tanaman (Adinda, 2017). Rizosfer dicirikan oleh lebih banyaknya aktivitas mikrobiologis dibandingkan di dalam tanah yang jauh dari perakaran tanaman. Intensitas aktivitas semacam ini tergantung dari panjangnya jarak tempuh yang dicapai oleh eksudasi sistem perakaran. Kehadiran bakteri fungsional dari rizosfer kelapa sawit dapat mempengaruhi ketersediaan nutrisi tanaman, menjaga keseimbangan mikroba dalam tanah, dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres lingkungan (Anggara *et al.*, 2020). Pemahaman yang mendalam tentang keragaman, aktivitas, dan interaksi bakteri fungsional dalam ekosistem rizosfer kelapa sawit sangat penting untuk pengembangan praktik pertanian yang berkelanjutan (Utami *et al.*, 2022).

Beberapa penelitian mikroba tanah yang dilakukan di lahan gambut berhasil mengisolasi bakteri fungsional dari rhizosfer kelapa sawit. Bakteri fungsional memiliki beragam aktivitas biologis yang penting bagi pertumbuhan dan kesehatan tanaman, serta kualitas tanah (Rahayu et al., 2020).

2.2.3 Kelimpahan Bakteri

Perubahan tata guna lahan menjadi perkebunan sawit dapat mengubah dominasi dan aktivitas bakteri tanah. Perubahan komunitas bakteri tanah secara langsung dapat mempengaruhi fungsi ekosistem tanah, terutama siklus karbon dan nitrogen. Nitrogen dapat menjadi pembatas nutrisi dan ketersediaan nitrogen di lingkungan tanah menjadi faktor utama dalam mengendalikan produksi biomassa. Pertumbuhan bibit kelapa sawit erat kaitannya dengan kelimpahan mikroba fungsional di perakaran tanaman. Populasi mikroba pada rizosfer kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh ketersediaan eksudat akar tanaman kelapa sawit. Eksudat akar tersebut merupakan sumber energi bagi mikroba untuk melakukan aktivitas perombakan bahan organik serta membantu dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman.

Kelimpahan dan interaksi saling menguntungkan antara komunitas mikroba tanah dengan tanaman dapat menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Othiwal et.al., 2017; Syarifain et. al., 2019).

Mikroba menguntungkan berperan penting dalam perbaikan kesehatan tanah, ketersediaan unsur hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dominasi rhizobakteri menguntungkan pada sistem perakaran dapat berdampak positif terhadap ekosistem rhizosfir. Interaksi dan kelimpahan isolat rhizobakteri penambat nitrogen (BPN) dan pelarut fosfat (BPF) di rhizosfir tanaman diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan bibit tanaman kelapa sawit.

Timmusk et. al. (1999) menyatakan bahwa bakteri yang terdapat pada tanah dapat menghasilkan hormon yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (fitohormon) baik secara langsung meningkatkan pertumbuhan tanaman serta sebagai fasilitator dalam penyerapan berbagai unsur hara dari lingkungan dan secara tidak langsung melalui mekanisme penghambatan organisme patogen pada tanaman oleh fitohormon yang dihasilkan.

2.2.4 Peranan Bakteri Rhizosfer

Rhizobakteri adalah sekelompok mikroorganisme yang hidup didalam sekitar perakaran tanaman. Interaksi mikroba dengan tanaman yang hidup di sekitar rizosfer bisa menguntungkan, netral, maupun mengganggu pertumbuhan tanaman. Kloepper dan Schroth (1978) pertama kali mendefinisikan Rhizobakteri adalah sekumpulan bakteri yang hidup disekitar perakaran tanaman (rhizosfer). Bakteri-bakteri yang mendiami rizosfer tidak hanya menawarkan dukungan nutrisi bagi tanaman, tetapi juga memiliki peran krusial dalam meningkatkan resistensi tanaman terhadap stres lingkungan, termasuk kekeringan (Kusrachdiyanti et al., 2020; Mudi et al., 2023).

Sistem akar yang berfungsi sebagai tempat menyimpan dan pertukaran nutrisi bagi tanaman. Senyawa yang dilepaskan oleh akar tanaman berperan sebagai penarik kimia untuk sejumlah mikroba. Komposisi senyawa ini tergantung pada status fisiologis dan mikroorganisme (Kang et al, 2010). Kesehatan tanah dapat didefinisikan sebagai kapasitas tanah sebagai sistem kehidupan untuk mempertahankan produktivitas biologis, meningkatkan kualitas lingkungan (Doran dan Zeiss, 2000).

Pentingnya mikroorganisme yang mampu melakukan proses dekomposisi bahan pencemarpada tanah, sedimen dan lingkungan perairan sudah banyak diteliti. Mikroba tersebut mampu menggunakan bahan pencemar untuk memenuhi kebutuhan energi, pertumbuhan dan reproduksi. Kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi hidrokarbon dalam minyak bumi merupakan suatu proses adaptasi dan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan jenis spesies (Nkwelang et.al., 2008).

Pertumbuhan mikroba tanah juga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba yaitu suhu, konsentrasi substrat, enzim, pH tanah. Didalam metabolisme terjadi suatu rangkaian senyawa kimia, dimana kenaikan suhu pada batas tertentu, dapat mepercepat nilai metabolisme. Tetapi suhu yang maksimum akan menyebabkan denaturasi protein dan enzim sehingga mengakibatkan terhentinya metabolisme oleh karena itu, pengelolaan mikroorganisme tanah yang tepat sangat penting dalam meningkatkan hasil pertanian organik. Di dalam sistem pertanian organik, konsep kesehatan tanah sangatlah penting karena tanah yang sehat akan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal, meminimalkan kerusakan lingkungan, serta meningkatkan keberlanjutan hasil pertanian. Bending, G. D., & Turnbull, G. A. (2018).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara (USU). Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei sampai dengan Juni 2024. Sampel tanah diperoleh dari gawangan dan rhizosfer kelapa sawit PT.Perkebunan Nusantara IV ADOLINA Kabupaten Deli Serdang Sumatra Utara.

3.2 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu: timbangan *analytic*, berfungsi untuk menimbang bahan laboratorium. *Magnetic stirer*, berfungsi untuk mengaduk larutan satu dengan larutan lain. inkubator, berfungsi untuk memunculkan kultur mikroba. bunsen, membantu memngkondisikan steril pada proses inokulasi. spatula, berfungsi untuk mengambil media. *vortex*, berfungsi untuk mencampur larutan yang ada dalam tabung reaksi. mikropipet, berfungsi untuk memindahkan larutan atau cairan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan volume yang kecil. *shaker*, berfungsi untuk pengadukan suatu bahan atau larutan hingga terbentuk bahan atau larutan yang homogen. *autoclave*, berfungsi untuk mensterilkan alat-alat seperti cawan petri dan spatula. *laminar air flow*, berfungsi untuk menanam isolat dalam kondisi steril, jarum ose, berfungsi untuk menginokulasikan mikroba dari suatu media ke media lainnya. cawan petri, berfungsi sebagai tempat berkembang biak mikroba. aluminium foil, berfungsi untuk menutup botol atau tabung secara rapat. sekop, berfungsi untuk mengambil sampel. *syringe*, berfungsi untuk menyuntikan atau menghisap cairan. penggaris, berfungsi untuk mengukur kedalaman sampel. cool box, berfungsi untuk membawa sampel ke laboratorium. masker, sarung tangan, plastik dan seperangkat alat tulis.

3.3 Metode deskriptif

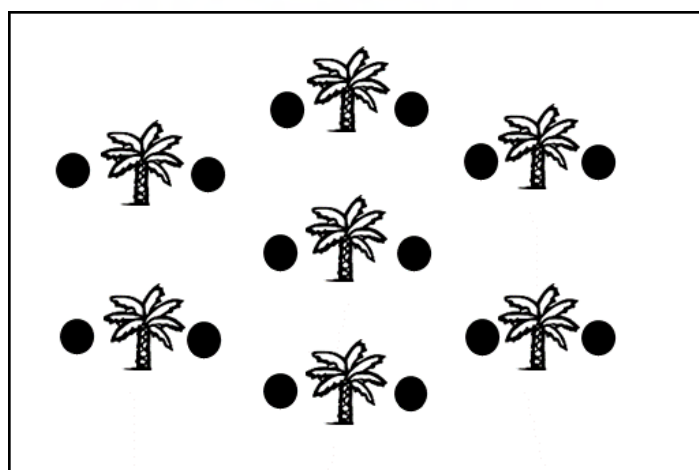
Metode penelitian yang digunakan adalah metode Deskriptif dengan memberikan penjelasan data yang diperoleh dari bakteri yang didapat hasil identifikasi. Penelitian ini mengacu pada metode Apriliya dkk (2020), yang terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Tahapan ini dimulai dari pengambilan sampel dan preparasi sampel tanah yang dilakukan dilahan pertanaman kelapa sawit.
2. Perhitungan populasi bakteri.
3. Identifikasi dan karakteristik bakteri uji gram dan uji motilitas.

3.2.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dari Perkebunan PT.Perkebunan Nusantara IV ADOLINA Kab.Deli Serdang Sumatra Utara Pada tiap estate ditentukan sebanyak 2 titik sampel tanah dipiringan dan gawangan kelapa sawit. Satu titik sampel mewakili 2 ha. Pada setiap titik sampel tersebut dipilih 1 pohon kelapa sawit yang terletak ditengah kebun, 2 titik sampel pada tanaman TBM dan 2 titik sample di tanaman TM setiap pohon. kelapa sawit diambil sampel tanah pada bagian piringan dan gawangan dan 4 titik sampel pengambilan untuk 2 pohon . Sampel tanah di ambil dengan cara melakukan pengeboran tanah pada 4 titik sampel tanah yang telah ditentukan dengan kedalaman 0-30 cm. Tanah yang telah diambil pada 4 titik tersebut (± 400 g), lalu diambil 100 g yang akan ditetapkan sebagai sampel tanah.lalu dibawa ke Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara (USU) untuk dilakukan pengujian.

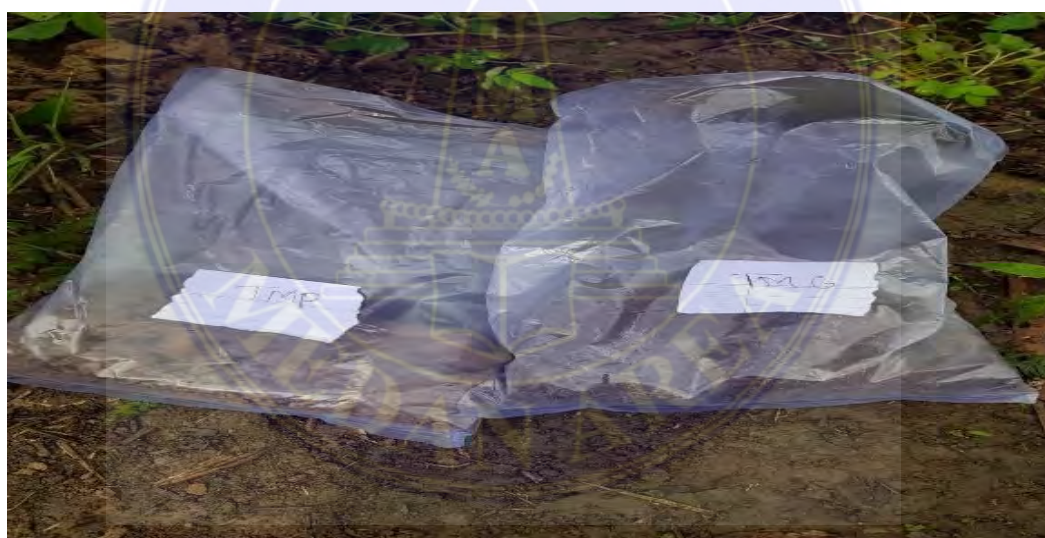
Gambar 1. Contoh Titik sampel pengambilan tanah



Gambar 2. Sample tanah TBM



Gambar 3. Sample tanah TM



3.2.2 Pembuatan Media NA (Nutrient Agar)

Media NA (Nutrient Agar) merupakan medium yang dibuat dari campuran ekstrak daging dan pepton dengan menggunakan agar sebagai pematat dan berbentuk padatan. Media NA termasuk kedalam kelompok media semi alami yang merupakan media berbahan alami yang ditambahkan dengan senyawa kimia. Media padat dari NA umumnya digunakan untuk mengamati penampilan atau morfologi koloni bakteri. Media NA ini juga bisa digunakan untuk pertumbuhan sebagian besar koloni (Munandar & Kukuh. 2016).

Pembuatan media NA dalam 1 liter, timbang media yang dibutuhkan sebanyak 23,5 gram medium instant. Tambahkan aquadest sebanyak 1000 ml dalam erlenmeyer. Kemudian bahan dipanaskan sampai bubuk benar-benar larut tetapi tidak sampai mendidih, selanjutnya diukur Ph menggunakan kertas Ph hingga $ph\ 7,4 \pm 2$. Kemudian di sterilisasi dengan menggunakan *autoclave* selama 15 menit pada suhu $121^{\circ}C$ dan menunggu media hingga memadat (Oxoid, 2019).

3.3 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode pengenceran. Suspensi sampel tanah dibuat dengan cara mengambil 10 g sampel tanah dan dimasukkan ke dalam botol kaca volume 100 ml yang berisi air steril sebanyak 90 ml. Suspensi kemudian dikocok hingga homogen (menghasilkan larutan stok). Suspensi yang dihasilkan digunakan untuk pengenceran hingga 10⁻⁵ dengan cara mengambil 1 ml suspensi dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml air steril, lalu dihomogenkan dengan *rotamixer* dan dilakukan sebanyak 5 kali pengenceran. Sebanyak 30 μ l suspensi dari tabung pengenceran 10⁻⁵ diambil menggunakan mikropipet dan disebar pada media YPA sebanyak 3 ulangan (menggunakan *drigalski*).

Hal yang sama dilakukan untuk media PDA, PCA. Setelah selesai, cawan petri yang telah diinokulasi diinkubasi selama 14 hari pada suhu kamar. Isolasi bakteri dilakukan pada 3 media bertujuan untuk mendapatkan keragaman bakteri yang didapatkan (Khaeruni, A., Kade, G. A., dan Wahyuni, S. 2010).

Mikroorganisme pada suatu lingkungan alami merupakan populasi campuran dari berbagai jenis, baik mikroorganisme pada tanah, air, udara, makanan, maupun yang terdapat pada tubuh hewan maupun tumbuhan. Pemisahan bakteri diperlukan untuk mengetahui jenis, mempelajari kultural, morfologi, fisiologi, dan karakteristik. Teknik pemisahan tersebut disebut isolasi yang disertai dengan pemurnian. Pengertian isolasi bakteri yaitu suatu proses mengambil bakteri dari medium atau dari lingkungan asalnya lalu menumbuhkannya di medium buatan sehingga diperoleh biakan yang murni (Singleton & Sainsbury, 2006).

3.3.1 Uji Gram menggunakan KOH 3%

Uji dilakukan dengan cara mengambil 1-2 ose bakteri dan meletakkannya di ataskaca preparat kemudian ditetesi KOH 3% sebanyak 1-2 tetes dan dicampur hingga rata. Setelah itu, tusuk gigi steril ditempelkan pada campuran tersebut dan diangkat secara perlahan. Apabila terbentuk benang lendir yang tidak terputus sepanjang kurang lebih 1 cm, maka bakteri yang dibiakkan merupakan kelompok bakteri gram negatif, namun apabila tidak terbentuk, maka bakteri tersebut merupakan kelompok bakteri gram positif (Anggraini *et al.*, 2016).

Dilakukan inokulasi dengan cara meletakkan suspensi biakan murni bakteri yang berumur 2 hari pada bagian hipokotil sebanyak 10 µl. Setiap perlakuan dengan isolat bakteri tertentu diulang sebanyak 3 kali atau 3 cawan yang masing-masing berisi 4 kecambah timun. Pengamatan dilakukan selama 7 – 8 hari untuk mencatat pertumbuhan dan perkembangan gejala penyakit pada sampel tanah yang teridentifikasi.

Apabila isolat tidak menunjukkan gejala penyakit atau gejala yang ditimbulkan pada sampel akibat isolat tersebut hanya sedikit ($DSI < 2,0$) maka isolat tersebut dikategorikan sebagai isolat yang hipovirulen atau dapat dikatakan sebagai bakteri yang tidak termasuk patogen atau bakteri yang memiliki virulensi rendah.

3.3.2 Uji Motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan diambil 1 ose isolat bakteri, kemudian ditanam dalam media agar tegak dengan metode stab (tusuk) kurang lebih $\frac{3}{4}$ tinggi tabung reaksi. Lalu inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan diamati perubahannya (Arifin, 2013).

3.3.3 Uji Patogenitas

Uji patogenitas dilakukan untuk mengetahui sifat patogenetik bakteri uji. Isolat yang diperoleh kemudian dilakukan uji patogenitas dengan menyuntikan suspensi sebanyak 3 ml ke daun tembakau dengan menggunakan *syringe steril* tanpa jarum kemudian diamati selama 7 hari. Jika terjadi nekrosis pada titik suntikan, maka isolat tersebut berpotensi sebagai patogen dan tidak bisa dikembangkan lagi untuk proses berikutnya (Arief Prambudi dkk, 2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kelimpahan paling banyak terdapat pada gawangan (TBM) dengan jumlah populasi 9.000.000 bakteri dan kelimpahan paling sedikit dipiringan (TM) dengan jumlah populasi 4.000.000 bakteri.
2. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa 25 isolat bakteri berhasil ditemukan dari rhizosfer tanaman kelapa sawit di PTPN IV Unit Adolina. 25 isolat terdiri atas 16 isolat berbentuk irregular, 2 isolat berbentuk filamentous, 7 isolat berbentuk circle, dan 4 isolat berbentuk rhizoid. Sebanyak 25 isolat pada Uji 25 isolat menunjukkan hasil positif (-) Non sitrat dan Uji katalase juga menunjukkan hasil yang sama yaitu positif(+) gelembung, Uji Patogenitas pada daun mikania menghasilkan hal yang sama yaitu negatif(-) atau daun tidak menunjukkan adanya gejala nekrosis atau perubahan warna yang ditimbulkan setelah penyuntikan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan di atas, dapat disarankan adanya penelitian selanjutnya mengidentifikasi isolat bakteri sampai pada tahap spesies, dan peneliti dapat memanfaatkan isolat yang telah didapatkan sebagai agen biodegradasi yang telah diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, D. S. 2017. Pengujian Antagonisme Bakteri Endofit Terhadap Patogen Penting Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Aditya, R. (2021). Implementasi, Tujuan dan Contoh Penerapannya (Pertama). Grasindo.
- Anggara, R., A. Alfari, A. M. Putra, I. W. Arsana and B. H. Purwanto. 2020. Metagenomic Insight into Bacterial Diversity in the Rhizosphere Soil of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Planted on Peatland in Indonesia. *Microbiology Resource Announcements*, 9(8): 15-19.
- Alhadda. Puspita, F., M. Ali., I. 2009. Uji Indikasi Beberapa Isolat *Bacillus* sp Lokal Riau Terhadap Jamur *Ganoderma boninense* Penyebab Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit dipembibitan Awal. Laporan Penelitian. Pekanbaru : Uni.
- Anggraini, R., Aliza, D., dan Mellisa, S. 2016. Identifikasi bakteri *Aeromonashydrophila* dengan uji mikrobiologi pada ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di kecamatan Baitussalam kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(2): 271–286.
- Apriliya, I., Prasetyo, D., & Selvany, R. (2020). Isolasi Bakteri Rhizosfer Resisten Pestisida dan Herbisida pada Berbagai Jenis Tutupan Lahan. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 64- 71.
- Arief Pambudi, Susanti, Taufiq Wisnu Priambodo. 2017. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Tanah Sawah di Desa Sukawali Dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang. Jakarta selatan. Universitas Al Azhar Indonesia.
- Arifin, M. I. 2013. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Senyawa Fenol Dari Limbah Cair Industri Kertas.
- Basuki, M., Pamungkas, I., & Tamalika, T. (2023). Identifikasi Penyebab Kehilangan Crude Palm Oil (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Optimalisasi*, 9(1), 40-44.
- Bending, G. D., & Turnbull, G. A. (2018). Mikroorganisme tanah pertanian: Kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman, dan keberlanjutan. *Soil and Environment*, 37(2), 241-254.
- Board, N. 2012. Biofertilizers and Organic Farming. Published by NPCS. Kamla Nagar.
- Brooks, G.F. (2005)., Janet, S.B., Stephen A.M. Jawetz, Melnick and Adelberg, Mikrobiologi Kedokteran (Medical Microbiology) Buku I, Alih Bahasa Oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L. Jakarta : Penerbit Salemba Medika. Delhi. India.

- Cappucino, J. G., Sherman. N. (2001). *Microbiology : A Laboratory Manual*. Edisi Kedua. New York : Benjamin Cummings Publishing Company.
- Dalwai, A. 2015. *AESA Based IPM Package for Oil Palm*. Department of Agriculture. India. Daulay, D. M., Syi'bli, M. A., dan Aini, L. Q. 2015. Potensi bakteri bermanfaat dari lumpur sidoharjo untuk mengendalikan penyakit busuk lunak *Erwinia* sp. Pada umbi kentang. *Jurnal HPT*. 3(2): 108-117.
- Damayanti, SC., Komala, O., Effendi, EM. 2018. Identifikasi bakteri dari pupuk organik cair isi rumen sapi. *Ekologia : Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 18(2) : 63-71.
- Dena (2011), Pemberian Mikroorganisme Selulolitik Dan Pupuk Anorganik Dosis Rendah Pada Tanah Gambut Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Main Nursety, Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Riau, Riau
- Direktoran Jendral Perkebunan. (2022). GAP Produktivitas Potensial dengan Produktivitas Aktual Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2021. <https://palmoilina.asia/jurnal-kelapa-sawit/sawitdan-produktivitas/>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). Luas Areal Kelapa Sawit Menurut Provinsi di Indonesia, 2017, 2021. [www.Pertanian.Go.Id](https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=45) <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=45>.
- Doran, J. W. and Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*. 15: 3.11.
- Eliza et al., 2007 Eliza, E.N.A, Djatnika, I. dan Widodo. 2007. Karakter Fisiologis dan Peranan Antibiosis Bakteri Perakaran Graminae terhadap Fusarium.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 163 hal.
- Habazar, T., dan Rivai, F. 2004. *Bakteri Patogen Tumbuhan*. Andalas University Press. Padang.
- Irda Sayuti, Suratni. 2015. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbonolitik dari Limbah Cair Minyak Bumi GS Chevron Pasifik Indonesia Di Desa Benar Kecamatan Rimba Melintang Rokan Hilir. *Prosiding Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Barat*. 2015. Pontianak.
- Jawetz, E., J, Melnick dan Adelberg. 2004. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. EGC. Jakarta.
- Julianti, E (2006), *Buku Ajar Teknologi Pengemasan*, Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan

- Kang et.al., 2010 (Cognitive conflict and situational interest as factor influencing conceptual Change). *International Journal of Environmental & Science Education*. Vol 5 (4).
- Khaeruni, A., Kade, G. A., dan Wahyuni, S. 2010. Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Bakteri Rizosfer Lahan Ultisol Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Agensia Hayati Cendawan Patogen Tular Tanah Secara In Vitro. *J HPT Tropika*. 10 (2) : 123-130.
- Kementan. 2018. : Pemerintah Remajakan Sawit Rakyat. www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=3185. Diakses pada tanggal 9 November 2018.
- Khaeruni, A., Kade, G. A., dan Wahyuni, S. 2010. Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Bakteri Rizosfer Lahan Ultisol Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Agensia Hayati Cendawan Patogen Tular Tanah Secara In Vitro. *J HPT Tropika*. 10 (2) : 123-130.
- Kiswanto., Purwanto, H. J., dan Wijayanto, B. 2008. *Teknologi budidaya kelapa sawit*, Balai Besar Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor: Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian 2008.
- Krejazar, Martelik, V. J., Panvoka, I., Kloudova, K., dan Kudela, V. 2008. *Pseudomonas marginalis* associated with soft rot of *Zantedeschia* spp. *Plant Protect*. 44(3): 85-90.
- Kismiyati, S. Subekti., R. W. N. Yusuf dan R. Kusdarwati. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif pada Luka Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi Ektoparasit *Argulus* sp.. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(2): 129-134.
- Kloepper, J.W., & Schroth, M.N. (1978). Plant growth-promoting rhizobacteria on radish. Dalam *Proc. 4th Intl. Conf. Plant Pathogenic Bact.*, hlm. 879–882.
- Kusrachdiyanti, N. M., Khumairah, F. H., Hindersah, R., & Simarmata, T. (2020). Penjaringan Dan Uji Hayati Isolat Rhizobakteri Penambat Nitrogen Pemacu Tumbuh Dari Ekosistem Tanah Salin. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 16(2), 116–125. DOI: <https://doi.org/10.31849/jip.v16i2.3531>
- Lay, W. B. 1994. *Analisis Mikroba Di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lynch J M. 1990. Introduction: Some Consequences Of Microbial Rhizosphere Competence For Plant And Soil. *The Rhizosphere* New York : John Willey & Sons 1-10 pp
- Madigan, Michael T. Martinko, Jhon. M dan Parker, Jack. 1997. *Brock Biology of Microorganisms* Eighth Edition. USA : Prentice-Hall, Inc.

- Marista E, Khotimah S, Linda R. 2013. Bakteri pelarut fosfat hasil isolasi dari tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* var. Nipah) di Kota Singkawang. *Probiont* 2 (2): 93-10.
- Mohammad Yani, Yusuf Akbar. 2013. Proses Degradasi Minyak Diesel Oleh Campuran Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon. *Jurnal Industri Pertanian* 19(1): 40-44. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Munandar, Kuku. (2016). Pengenalan Laboratorium IPA-Biologi Sekolah. Cetakan ke-1. Bandung : Refika Aditama.
- Mukhlis, M. A., Sitepu, F. S., dan Lisnawita. 2017. Potensi *Trichoderma* spp. Asal Rizosfer Tanaman Kelapa Sawit sebagai Agens Antagonis terhadap *Ganoderma* sp. secara in vitro. *Jurnal Agroteknologi FP USU*. 5(2) :469- 473.
- Nkwelang, G., Henri, F., George, E.N. and Antai, S.P., 2008. Studies on the diversity, abundance and succession of hydrocarbon utilizing microorganisms in tropical soil polluted with oily sludge. *African Journal of Biotechnology*. 7 (8)1075-1080.
- Nur Hidayat, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. Mikrobiologi Industri. ANDI. Yogyakarta.
- Ohiwal, M., R. Widyastuti, & S. Sabiham. 2017. Populasi mikrob fungsional pada rhizosfer kelapa sawit di lahan gambut riau. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*. 19(2) : 74-80.
- Oxoid, 2019, Mueller-Hinton Agar, diakses 20 Februari 2019, http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=Cm0337&c=UK&lang=EN.
- Pambudi, A., Susanti, dan T. W. Priambodo. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah Sawah di Desa Sukawali dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang. *Journal of Biology*, 10(2): 105-113.
- Panjaitan, F. J., Adirianto, B., & Bachtar, T. (2015). Isolasi Bakteri Pendegradasi Herbisida dari Rhizosfer Tanaman Padi Sawah dan Tanaman Hutan. *Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor*.
- Prayudyaningsih R, Nursyamsi, Sari R. 2015. Mikroorganisme tanah bermanfaat pada rhizosfer tanaman umbi di bawah tegakan hutan rakyat Sulawesi Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1: 954-959
- Purwaningsih, 2012. Isolasi, Populasi, dan Karakteristik Bakteri pelarut Fosfat pada Daerah perakaran dan tanah dari Bengkulu, Sumatera. *J.Tek.Ling* 13 (1) : 101-108.

- Puspitasari, D., dan Khaeruddin. (2016). Kajian Bioremediasi Pada Tanah Tercemar Pestisida. (Online). Vol. 2, No. 3, (<http://jurnal.untad.ac.id>, Diakses pada 25 Juni 2024).
- Rahayu, Y., A. Susilowati, dan D. A. Santosa. 2020. Diversity and Functional Characterization of Rhizosphere Bacteria from Oil Palm in Peat Soil. *Journal of Agricultural Science*, 42(3): 256-270.
- Rice, E.L. 1995. *Biological Control of Weeds and Plant Diseases: Advances in Applied Allelopathy*. Univ. of Oklahoma Press, Norman.
- Rusli J dan Hafsan. 2015. Potensi Cendawan Rhizosfer Dalam Menginduksi Ketahanan Pangan. *Biologi dan Pembelajaran Biologi Inovatif* 91-95 pp.
- Sardiani, N. dkk., 2015. Potensi *Tunikata Rhopalaea* sp sebagai Sumber Inokulum Bakteri Endosimbion Penghasil Antibakteri. *Jurnal Alam dan Lingkungan*, 6(11): 1-10.
- Sari, D. R., (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah yang Terdapat Di Sekitar Perakaran Tanaman. *Jurnal Bio-site*, 1(1):21-27. ISSN:2502-6178. Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Suharta, N., dan Yatno, E. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Disertasi* Institut Pertanian Bogor. 144 hlm.
- Singleton and Sainsbury. 2006. *Dictionary of Mikrobiology and Molecular Biology* 3rd Edition. John Wiley and Sons. England. Hal 908.
- Sufriadi. 2015. Analisis Produksi dan Produktivitas Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Kabupaten Aceh Selatan. Tesis [Tesis]. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. 180 hal.
- Suharta, N dan E. Yatno, 2009. Karakteristik Spodosols, Kendala dan Potensi Penggunaannya. *Jurnal. Sumberdaya Lahan*. Vol.3 (1): 1-14.
- Susanto, A. 2002. Kajian Pengendalian Hayati *Ganoderma boninense* Pat, Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. [Disertasi]. Bogor: Sekolah P.
- Susilawati., Budhisurya, E., Anggono, R. C. W., & Simanjuntak, B. H. (2016). Analisis kesuburan tanah dengan indikator mikroorganisme tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Plateau Dieng. *Jurnal Ilmu Pertanian (Agric)*, 25(1), 64. doi: 10.24246/agric.2013.v25.i1.p64-72.
- Sutariati, G. A. K., Widodo, Sudarsono, dan S. Ilyas. 2006. Pengaruh perlakuan

- rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman terhadap viabilitas benih serta pertumbuhan bibit tanaman cabai. *Bul. Agronomi*. 34 (1) : 46-54.
- Syahputra, E., Fauzi, dan Razali. 2015. Karakterisasi Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroteknologi* 4 (1): 1796-1803.
- Tivani, Innur, Amananti, Wilda, dan Sunardi, Ahmad. 2019. Uji identifikasi *Escherichia coli* pada jamu gendong kunyit asem di kabupaten Tegal. *E- journal poltektegal*. Vol.8. No.1. Hal. 34.
- Timmusk, S., B. Nicander, U. Granhall, & E. Tillberg. 1999. Cytokinin production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biology and Biochemistry*. 31(13) 1847-1852.
- Trampuz, A. dan A.F, Widmer. 2004. Hand Hygiene: A Frequently Missed Livesaving Opportunity During Patient Care. *Mayo Clinic Proceedings*. 79:109-116.
- Utami, R., Y. Hartanto, and A.E. Nugroho. 2022. Phosphate-Solubilizing Bacteria Isolated from The Rhizosphere of Oil Palm In Peat Soil: Diversity and Potential for Plant Growth Promotion. *Plant and Soil*, 30(1): 89-102.
- Widiastuti H, Siswanto, Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan seleksi beberapa Isolat *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. *Buletin Plasma Nutrafah* 16 (2): 160- 167.
- Wismana. (2016). Gambaan Kualitas Mikrobiologi Udara Kamar Operasi dan Keluhan Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 8 (2):220-221.
- Zahid, M., Ashraf, M., Arshad, M., Ghulam, M., Yasmin, A., Hameed H.M.A. (2015). Antimicrobial Activity of Bacteriocins Isolated Acid Bacteria Against Resistant Pathogenic Strain. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 4(3): 326- 331.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rincian Kegiatan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan Feb – Mei 2024			
		Feb	Mar	Apr	Mei
1	Penentuan Lokasi Penelitian				
2	Pengambilan Sampel				
3	Persiapan bahan laboratorium				
4	Preparasi sampel				
5	Isolasi Mikroba				
6	Uji Pengamatan				
7	Analisis Data				
8	Pengolahan Data				
9	Laporan Akhir				

Lampiran 2. Proses pengambilan sampel sampai pengamatan mikroba



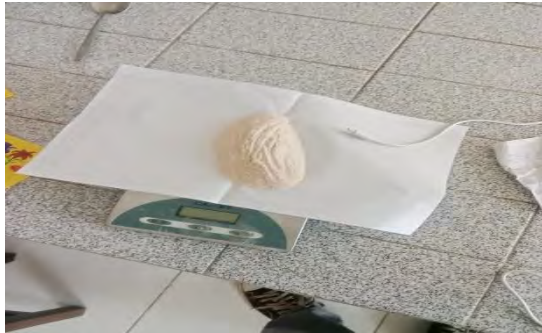
Gambar 1. Pengambilan sampel tanah



Gambar 2. Sampel tanah tanaman menghasilkan



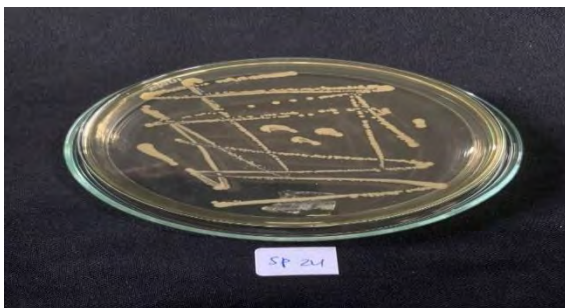
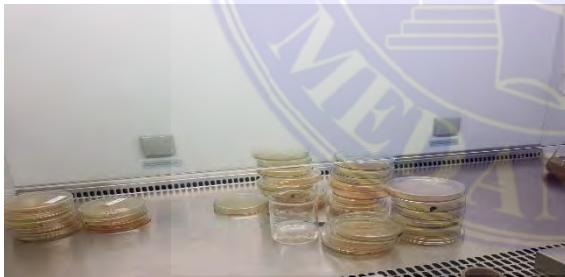
Gambar 3. Sampel tanah tanaman belum menghasilkan



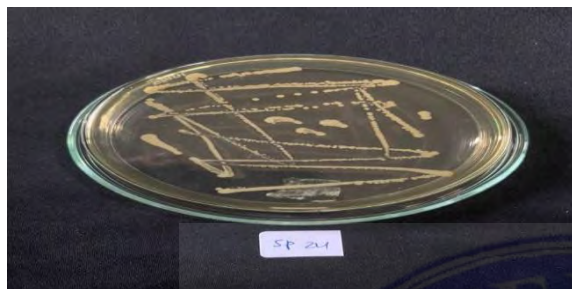
Gambar 4. Pembuatan media NA (Nutrient Agar)



Gambar 5. Metode gores koloni mikroba pada cawan



Gambar 6. Sampel hasil pembiakan murni isolate pada bakteri



Gambar 7. Identifikasi karakteristik bakteri



Gambar 8. Identifikasi pengamatan morfologi mikroba