

SKRIPSI

ISOLASI DAN PENAPISAN BAKTERI ENDOFIT DARI AKAR PELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DI LAHAN GAMBUT YANG BERPOTENSI SEBAGAI *PLANT GROWTH* *PROMOTING RHIZOBACTERIA*



Oleh:

METYA PUTRI SANDA
11582202463

UIN SUSKA RIAU

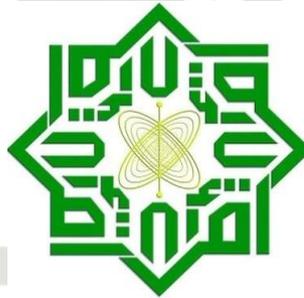
**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2022**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

SKRIPSI

ISOLASI DAN PENAPISAN BAKTERI ENDOFIT DARI AKAR PELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) DI LAHAN GAMBUT YANG BERPOTENSI SEBAGAI *PLANT GROWTH* *PROMOTING RHIZOBACTERIA*



Oleh:

METYA PUTRI SANDA
11582202463

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2022**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*.

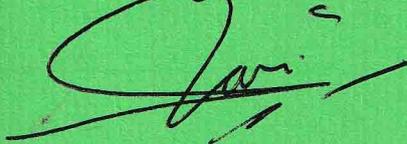
Nama : Metya Putri Sanda

NIM : 11582202463

Program Studi : Agroteknologi

Mengetahui
Setelah diuji pada tanggal 05 April 2022

Pembimbing I



Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc
NIK. 130 817 114

Pembimbing II



Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si
NIP. 19791111 200901 1 011

Mengetahui

Dekan,
Fakultas Pertanian dan Peternakan



Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr. Sc
NIP. 19710706 200701 1 031

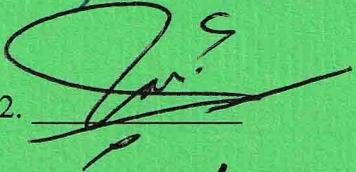
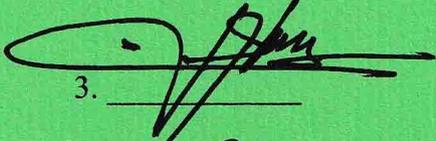
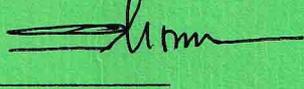
Ketua,
Program Studi Agroteknologi



Dr. Rosmaina, S.P., M.Si
NIP. 19790712 200504 2 002

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan dinyatakan lulus pada tanggal 05 April 2022

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Rosmaina,S.P., M.Si	KETUA	1. 
2.	Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc	SEKRETARIS	2. 
3.	Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si	ANGGOTA	3. 
4.	Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si	ANGGOTA	4. 
5.	Oksana, S.P., M.P	ANGGOTA	5. 

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Metya Putri Sanda
Nim : 11582202463
Tempat/Tgl. Lahir : Tebing Tinggi, 09 September 1996
Fakultas : Pertanian dan Peternakan
Prodi : Agroteknologi
Judul Skripsi : Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*.

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Penulis Skripsi dengan judul Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Skripsi ini, saya menyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila kemudian hari terdapat plagiat dalam penulisan Skripsi saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 05 April 2022

Yang membuat pernyataan



Metya Putri Sanda

NIM. 11582202463

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan nikmat kepada penulis berupa nikmat kesehatan jasmani maupun rohani. Dengan ucapan *Allahumma salli 'ala Muhammad wa 'ala Ibrohim* semoga seluruh umatnya mendapatkan syafa'at di Hari Akhir kelak. Selesainya Skripsi ini tentunya tidak terlepas dari partisipasi dan dukungan baik moril maupun material dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua Ayahanda Memet Sucipto dan Ibunda Sriyanti tercinta yang telah membimbing penulis untuk menjadi anak yang berhasil dan kepada ke 2 saudaraku tercinta yaitu Bella Putri Damayanti dan adikku Agita Putri Rinjani telah mendukung kakaknya sampai sukses seperti ini.
2. Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr.Sc, selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
3. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc selaku wakil dekan I, Ibu Dr. Ir. Elfawati, M.Si selaku wakil dekan II dan Bapak Syukria Ikhsan Zam, M.Si selaku wakil dekan III dan penguji I Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Rosmaina, S.P., M.Si, selaku ketua Program Studi Agroteknologi, dan selaku ketua ujian munaqasah pada bulan april Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag, selaku pembimbing akademik terdahulu dan selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan nasihat serta arahan selama penulis mengerjakan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si, selaku pembimbing akademik pada saat ini dan selaku pembimbing II yang memberikan nasihat dan semangatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bapak Ir. Mokhammad Irfan, M.Sc, selaku pembimbing I yang telah membantu dari judul sinopsis hingga skripsi serta telah banyak memberikan nasihat dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Ibu Oksana, S.P., M.P, selaku penguji II yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran yang sangat membantu kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.

Seluruh dosen dan civitas akademika, serta tenaga kependidikan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Kepada petani kelapa sawit Pak Armen yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Kepada teman sepenelitian tahun 2021-2022 yang telah memberikan semangat, dukungan serta bantuan mulai dari awal penelitian sampai selesai.

Kepada asisten laboratorium PEM Ali Murrobi, Sestri Afriani, Sella Safitri, Nadia Ulpa, Muhammad Andaru, Candra Wangi, Imam Muzani dan Santi Rosmahyani HT yang telah membantu dari awal penelitian sampai selesai.

Kepada teman sekelas lokal G angkatan 2015 seperjuangan S.P yang selaku memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Kepada teman-teman angkatan 2015 seperjuangan S.P yang selaku memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Kepada teman-teman PKL PTPN V Sei Buatn Siak dan KKN di Desa Buatn 2 Siak angkatan 2018 yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis

Penulis ucapkan terima kasih tidak ada kata yang dapat penulis ungkapkan untuk membalas semua bantuan dan pengorbanan semua pihak. Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* senantiasa memberikan balasan atas kebaikan dan support semua pihak yang telah diberikan kepada penulis. Mudah-mudahan karya ilmiah yang penulis buat ini bermanfaat bagi yang membacanya. *Amin ya rabbal'alamin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



RIWAYAT HIDUP

Metya Putri Sanda lahir di Tebing Tinggi pada tanggal 09 September 1996, anak ke 1 dari 3 orang bersaudara dari pasangan suami istri, Ayahanda Memet Sucipto dan Ibunda Sriyanti. Masuk TK swasta YPMM Tebing Tinggi Jambi pada tahun 2000 dan tamat pada tahun 2001. Pada tahun 2002 melanjutkan pendidikan ke tingkat SD swasta YPMM Tebing Tinggi Jambi dan tamat pada tahun 2009. Pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan ke tingkat SMP swasta YPMM Tebing Tinggi Jambi dan tamat pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat SMA swasta YPMM Tebing Tinggi Jambi pada tahun 2012 dan tamat pada tahun 2015. Penulis diterima sebagai Mahasiswa pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru melalui jalur SBMPTN.

Pada Bulan Juli 2017 melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di PTPN V Sei Buatan Siak Riau. Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Buatan 2 Siak Provinsi Riau.

Penulis melaksanakan penelitian pada Bulan Oktober sampai November 2021 dengan judul “Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*” di bawah bimbingan Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc dan Bapak Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala, atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diimpahkan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil ini dengan judul "Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*". Shalawat dan Salam tak lupa pula penulis haturkan kepada nabi Muhammad Shallallahu'alaihi wa sallam yang membawa umatnya menuju zaman yang terang dengan ilmu pengetahuan.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Mokhamad. Irfan, M.Sc, dan Bapak Dr. Zulfahmi, S.Hut., M.Si, selaku dosen pembimbing. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si dan Ibu Oksana, S.P., M.P, selaku dosen penguji. Ibu Dr. Rosmaina, S.P., M.Si selaku ketua sidang yang telah meluangkan waktu untuk berkonsultasi dan membimbing dalam penyelesaian penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh keluarga atas dukungan berupa do'a dan kasih sayangnya. Kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberi semangat, dukungan serta membantu menyelesaikan penelitian ini.

Semoga proposal ini yang penulis buat dapat menjadi referensi dan memberi manfaat untuk semua orang yang membutuhkan.

Pekanbaru, April 2022

Penulis

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ISOLASI DAN PENAPISAN BAKTERI ENDOFIT DARI AKAR
KELAPA SAWIT (*Elaeis guinensis* Jacq) DI LAHAN
GAMBUT YANG BERPOTENSI SEBAGAI
PLANT GROWTH PROMOTING
RHIZOBACTERIA**

Metya Putri Sanda (1152202463)
Dibawah bimbingan Mokhammad Irfan dan Zulfahmi

INTISARI

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman dan tidak menimbulkan kerugian pada tanaman inangnya. Bakteri endofit ini biasanya menghasilkan senyawa yang sama seperti yang dihasilkan oleh tanaman inangnya, yang mengandung senyawa bioaktif dan dapat menghambat pertumbuhan organisme lain. Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari akar kelapa sawit di lahan gambut yang berpotensi sebagai *plant growth promoting rhizobacteria*(PGPR). Penelitian ini telah dilaksanakan pada Bulan Oktober hingga November 2021 di kebun kelapa sawit Rimbo Panjang dan Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Tanah (PEMTA), Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, dengan menggunakan metode observasi dan eksperimen. Parameter yang diamati yaitu populasi bakteri endofit, karakteristik makroskopis, karakteristik mikroskopis, uji pelarut fosfat, dan uji antagonis. Hasil penelitian didapatkan Populasi bakteri endofit pada akar kelapa sawit yaitu $\pm 1,73 \times 10^7$ CFU/g, dengan jumlah isolat 5 (S1, S2, S3, S4 dan S5). Seluruh isolat berpotensi sebagai PGPR karena memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dan memiliki aktivitas antagonis terhadap *Corbiforme*.

Kata kunci : antagonis, bakteri, pelarut fosfat.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**ISOLATION AND FILTERING OF ENDOPHYTE BACTERIA
FROM PALM OIL ROOTS (*Elaeisguinensis*Jacq) IN
PEATLANDS THAT HAVE THE POTENTIAL TO
PLANT GROWTH PROMOTING
RHIZOBACTERIA**

Metya Putri Sanda (11582202463)
Under guidance by Mokhammad Irfan and Zulfahmi

ABSTRACT

*Endophyte bacteria are bacteria that live in plant tissue and do not cause harm to the host plant. These endophyte bacteria usually produce the same compounds as those produced by their host plants, which contain bioactive compounds and can inhibit the growth of other organisms. Different types of bacteria have been identified as PGPR. Most are of the gram-negative group with the most number of strains of the genus Pseudomonas and some of the genus Serratia. The purpose of this study is to obtain endophyte bacterial isolates from oil palm roots in peatlands that have the potential to be plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). This research has been carried out from October to November 2021 at rimbo Panjang oil palm plantation and Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil (PEMTA), Faculty of Agriculture and Animal Husbandry Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, using observation and experimental methods. The observed parameters are endophyte bacterial populations, macroscopic characteristics, microscopic characteristics, phosphate solvent tests, and antagonist tests. The results of the study obtained endophyte bacterial populations in palm oil roots are $\pm 1,73 \times 10^7$ CFU/g, with the number of 5 isolates (S1, S2, S3, S4 and S5). All isolates have the potential to be PGPR because they have the ability to dissolve phosphates and have antagonistic activity against *G.orbiforme*.*

Keywords: antagonist, bacteria, phosphate solvent.

DAFTAR ISI

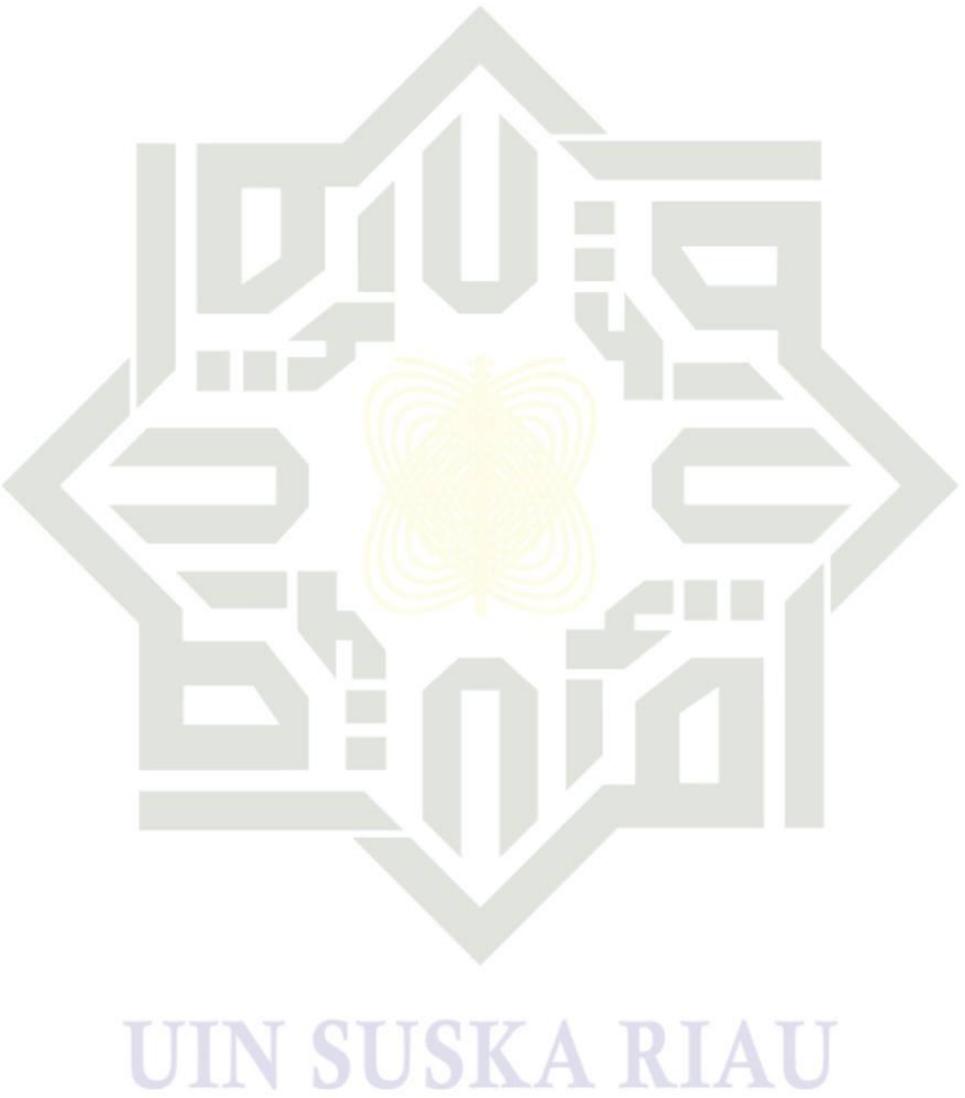
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR SINGKATAN.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Kelapa Sawit.....	4
2.2. Lahan Gambut.....	5
2.3. Bakteri Endofit.....	6
2.4. <i>Ganoderma orbiforme</i>	12
III. MATERI DAN METODE.....	14
3.1. Tempat Dan Waktu.....	14
3.2. Bahan Dan Alat.....	14
3.3. Metode Penelitian.....	14
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.5. Parameter Pengamatan.....	17
3.6. Analisis Data.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Keadaan Umum Lokasi.....	23
4.2. Populasi Bakteri Akar Kelapa Sawit.....	24
4.3. Morfologi Bakteri.....	25
4.4. Pengamatan Mikroskopis Bakteri Endofit.....	26
4.5. Aktivitas Pelarut Fosfat.....	28
4.6. Aktivitas Antagonis.....	30
PENUTUP.....	32
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32

33
38

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
1.	Parameter Pengamatan Morfologi Makroskopis	18
1.	Total Populasi Bakteri	24
2.	Pengamatan Morfologi Bakteri	25
3.	Hasil Pengamatan Pewarnaan Gram dan Bentuk Sel	27
4.	Hasil Pengukuran Uji Pelarut Fosfat	29
5.	Aktivitas Antagonis	30

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bakteri Bentuk Basil.....	8
2. Bakteri Bentuk Kokus	9
3. Bakteri Bentuk Spiral	9
4. Struktur Tubuh Bakteri.....	10
1. Alur Isolasi Bakteri Endofit.....	15
2. Teknik Goresan T	17
3. Bentuk Morfologi dari Atas.....	18
4. Bentuk Morfologi dari Tepi.....	19
5. Bentuk Morfologi dari Bentuk Penonjolan	19
3.6. Cara Pengukuran Diameter Koloni <i>G. orbiforme</i>	21
4.1. Hasil Isolasi Bakteri	25
4.2. Pengamatan Goresan T.....	25
4.3. Pengamatan Pewarnaan Gram.....	27
4.4. Isolat Bakteri pada Medium Pikovskaya.....	28
4.5. Aktivitas Antagonis.....	30

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

Hektar

Induced Systemic Resistance

Potential of Hydrogen

Kapasitas Tukar Kation

Systemic Acquired Resistance

Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Indole Acetic Acid

Bakteri Pelarut Fosfat

Badan Pusat Statistik

Nutrient Agar

Potato Destrosa Agar

Natrium Klorida

Colony Forming Unit

Indeks Kelarutan Fosfat

Deoxyribonucleic Acid

Asam Ribonukleat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran

	Halaman
Alur Kegiatan Penelitian	38
Wawancara Pemilik Kebun Kelapa Sawit.....	39
Dokumentasi.....	40



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan gambut merupakan suatu bentang lahan yang tersusun dari hasil dekomposisi bahan organik yang tidak sempurna dari vegetasi pepohonan yang tergenang air sehingga kondisinya anaerob. Peran gambut terhadap lingkungan sangat vital, salah satunya sebagai lahan yang mampu menyimpan karbon dalam jangka waktu yang lama. Indonesia memiliki lahan gambut terluas di wilayah tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Namun lahan gambut yang ada tidak semuanya layak digunakan untuk lahan pertanian karena gambut memiliki variabilitas yang sangat tinggi, baik dari segi ketebalan, kematangan maupun kesuburannya (Agus dan Subiksa, 2008).

Tanaman yang dapat tumbuh di lahan gambut adalah tanaman kelapa sawit. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman multiguna yang menduduki posisi penting di sektor pertanian dan sektor perkebunan. Hal ini menjadikan sawit sebagai salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia sejak lama. Indonesia menduduki posisi pertama produsen sawit terbesar di dunia pada tahun 2019 mencapai 43 juta ton, dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 3,61 persen (Anonim, 2019). Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau sendiri mencapai 2.808,70 Ha (BPS, 2019).

Salah satu teknik pengendalian menginduksi ketahanan tanaman kelapa sawit yaitu dengan menggunakan bakteri endofit. Bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman dan tidak menimbulkan kerugian pada tanaman inangnya (Azevedo *et al.*, 2000). Bakteri endofit ini biasanya menghasilkan senyawa yang sama seperti yang dihasilkan oleh tanaman inangnya, yang mengandung senyawa bioaktif dan dapat menghambat pertumbuhan organisme lain (Juwita, 2010). Hubungan antara tanaman dan bakteri endofit merupakan interaksi yang saling menguntungkan dimana tanaman menyediakan nutrisi bagi bakteri endofit dan bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Berbagai jenis bakteri telah diidentifikasi sebagai PGPR. Sebagian besar berasal dari kelompok gram-negatif dengan jumlah strain paling banyak dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain kedua genus

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

tersebut, dilaporkan antara lain genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Flavobacterium* dan *Bacillus* (Wahyudi, 2009). Meskipun sebagian besar *Bacillus* (gram-positif) tidak tergolong pengkoloni akar, beberapa strain tertentu dari genus ini ada yang mampu melakukannya sehingga bisa digolongkan PGPR.

Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) merupakan salah satu agen hayati yang telah banyak digunakan dan teruji untuk mengendalikan berbagai patogen tanaman (Kloepper *et al.*, 2004). Rizobakteri merupakan bakteri yang hidup pada daerah rizosfer dan mengkolonisasi sistem perakaran tumbuhan (Syamsuddin dan Ulim, 2013). Peranan penting rizosfer ini sangat ditentukan oleh keberadaan akar tanaman. Bakteri PGPR pelarut fosfat memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa pengatur tumbuh tanaman lainnya, seperti IAA, serta agens proteksi seperti kitinase dan siderofor. Mikroorganisme berperan dalam proses transformasi fosfat dalam tanah dan menjadi bagian dalam siklus fosfor. Kelompok bakteri pelarut fosfat di antaranya berasal dari genus *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Serratia*, *Chryseobacterium*, *Delfia*, *Gordonia*, dan *Phyllobacterium* (Chen *et al.*, 2006). Rizobakteri memberi efek antagonis terhadap patogen tanaman melalui beberapa cara yaitu produksi siderofor, enzim kitinase, parasitisme, kompetisi sumber nutrisi serta menginduksi ketahanan tanaman secara sistemik (Vasudevan *et al.*, 2002).

Mengingat pentingnya bakteri endofit yang berperan sebagai PGPR khususnya bakteri yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang memiliki daya adaptasi cekaman lingkungan gambut yang menguntungkan bagi kebanyakan mikroorganisme. Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengangkat judul tentang **“Isolasi dan Penapisan Bakteri Endofit dari Akar Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) di Lahan Gambut yang Berpotensi sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*”**

1. Tujuan Penelitian

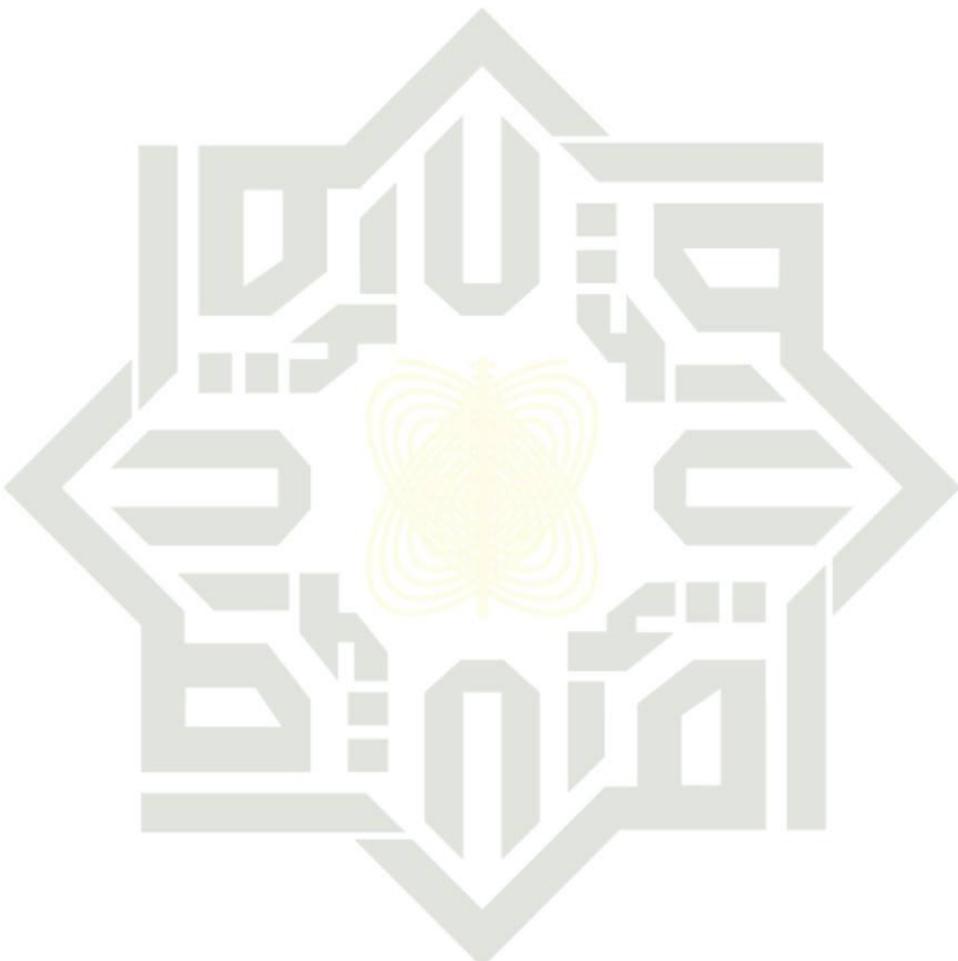
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari akar kelapa sawit di lahan gambut yang berpotensi sebagai PGPR.

1.3. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini memberikan informasi tentang populasi bakteri PGPR yang berpotensi menghasilkan pelarut fosfat, dan agen biokontrol dari akar kelapa sawit

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelapa Sawit

Kelapa sawit termasuk ke dalam tanaman monokotil. Taksonomi kelapa sawit dapat diklasifikasikan sebagai berikut : Divisi : Tracheophyta, Anak divisi : Pteropsida, Kelas : Angiospermae, Anak kelas : Monocotyledoneae, Bangsa : Spadiciflorae (Arecales), Suku : Palmae, Anak Suku : Cocoideae, Marga : *Elaeis*, Jenis : *Elaeis guineensis* Jacq (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

Nama *Elaeis guineensis* diberikan oleh Jacquin pada tahun 1763 berdasarkan pengamatan pohon-pohon kelapa sawit yang tumbuh di Martinique, kawasan Hindia Barat, Amerika Tengah. Kata *Elaeis* (Yunani) berarti minyak, sedangkan kata *guineensis* dipilih berdasarkan keyakinan Jacquin bahwa kelapa sawit berasal dari Guinea (Afrika). Jenis-jenis lain dari marga *elaeis* antara lain adalah *E.madagascariensis* Becc dan *E.melanococca* Gaer (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2008).

Tanaman kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif kelapa sawit meliputi akar, batang dan daun, sedangkan bagian generatif yang merupakan alat perkembangbiakan terdiri dari bunga dan buah (Fauzi *et al.*,2005). Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman tahunan yang berumur panjang dengan usia ekonomis 25 tahun. Kelapa sawit adalah tanaman daerah tropika basah yang tumbuh baik antara 120 Lintang Utara dan 120 Lintang Selatan, pada ketinggian 0 – 500 m dpl. Curah hujan optimum yang di perlukan tanaman kelapa sawit rata rata 2.000 – 2.500 mm/tahun, dengan distribusi merata sepanjang tahun tanpa bulan kering yang berkepanjangan. Lama penyinaran matahari optimum yang diperlukan dalam sehari adalah berkisar antara 5 – 7 jam, sedangkan suhu yang diperlukan untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah 24 -28 °C dan kelembabannya adalah 80% (Fauzi *et al.*,2005). Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, seperti podsolik, latosol, hidromorfik kelabu, aluvial, atau regosol. Kelapa sawit tumbuh baik pada tanah gembur, subur, berdrainase baik, permeabilitas sedang, dan mempunyai solum tanah yang tebal sekitar 80 cm, tanpa lapisan padas. Dengan tekstur tanah ringan, kandungan pasir

20 – 60 %, debu 10 – 40 %, dan liat 20 -50 %. Tanah yang kurang cocok untuk kelapa sawit adalah tanah pantai berpasir dan tanah gambut tebal. Sedangkan topografi yang dianggap cukup baik untuk tanaman kelapa sawit adalah dengan kemiringan 0 – 150 dan pHnya antara 4 - 6 (Fauzi *et al.*,2005).

2.2. Lahan Gambut

Karakteristik tanah gambut berasal dari pembentukan gambut dari tanah hasil akumulasi timbunan bahan organik. Tanah gambut terbentuk secara alami dalam jangka waktu ratusan tahun dari pelapukan vegetasi yang tumbuh di atasnya (Surida *et al.*, 2011).

Sifat kimia tergantung pada pentingnya pH tanah yang menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, umumnya unsur hara mudah diserap akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air, menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun dan mempengaruhi perkembangan mikroorganisme (Hardjowigeno, 2007).

Sifat fisika tanah gambut ditentukan oleh kedalaman gambut. Kedalaman gambut yang berbeda-beda dapat mempengaruhi tingkat kesuburan gambut. Semakin dalam gambut kesuburannya semakin menurun sehingga tanaman akan sulit mencapai lapisan mineral yang berada dilapisan bawahnya. Kedalaman gambut juga mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap produktivitas lahan, sehingga kedalaman gambut menjadi salah satu pertimbangan utama dalam pengelolaan lahan untuk pengembangan pertanian (Suswati dkk., 2011).

Secara umum bahwa kedalaman muka air tanah dan penurunan bentuk permukaan (*Relief*) akan ditentukan oleh kondisi air tanah dan bentuk permukaan air itu sendiri. Pada sistem tata air bisa mengatur pengaruh antara hubungan muka air terhadap bentuk permukaan (*Relief*), muka air tanah pada level kedalaman optimal akan mencapai kondisi pertumbuhan yang baik (Suryadi, 2004).

Selain kedalaman gambut dan kedalaman muka air tanah terdapat warna tanah yang dapat mempengaruhi sifat fisika tanah gambut. Tanah gambut mempunyai warna khas, yaitu coklat, coklat kelam, dan sangat hitam ketika dalam keadaan basah. Walaupun bahan asal bewarna kelabu, coklat atau coklat kemerahan, senyawa humik berwarna kelam menunjukkan tingkat

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dekomposisinya. Pada umumnya perubahan yang dialami bahan organik agak mirip dengan yang terjadi pada sisa-sisa organik tanah mineral, meskipun aerasi pada gambut terbatas (Saragih, 2009).

Kematangan gambut bervariasi karena terbentuk dari bahan, kondisi lingkungan, dan waktu yang berbeda. Berdasarkan tingkat kematangannya, gambut dibedakan menjadi tiga jenis yaitu gambut saprik, hemik dan fibrik. Gambut saprik (matang) adalah gambut yang sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam. Gambut hemik (setengah matang) adalah gambut setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat. Gambut fibrik (mentah) adalah gambut yang belum melapuk, bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat (Agus dan Subiksa, 2008).

Tanah gambut terdiri dari empat komponen utama yaitu bahan mineral, bahan organik, udara, dan air tanah yang berfungsi sebagai penyimpan air yang sangat efektif karena memiliki kemampuan menahan air yang tinggi. Kadar air merupakan jumlah air dalam tanah yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya tarik gravitasi. Air yang dapat ditahan oleh tanah tersebut terus-menerus diserap oleh akar-akar tanaman atau menguap sehingga tanah makin lama semakin kering (Hardjowigeno, 2007).

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif dalam persen antara fraksi pasir, debu dan liat (Hakim dkk., 1986). Terdapat 12 kelas tekstur tanah yaitu : Liat, liat berdebu, berdebu lempung liat, liat berpasir, berpasir lempung liat, lempung liat, debu, debu berlempung, lempung, pasir, pasir berliat, lempung berpasir. Tekstur tanah berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel-partikel tanah dan tanah akan membentuk tipe tanah tertentu.

3. Bakteri Endofit

3.1. Pengertian

Bakteri adalah organisme prokariotik bersel tunggal dengan jumlah kelompok paling banyak dan dijumpai di tiap ekosistem terestrial. Walaupun ukurannya lebih kecil dari pada *Actinomicetes* dan jamur, bakteri memiliki kemampuan metabolik lebih beragam dan memegang peranan penting dalam pembentukan tanah, dekomposisi bahan organik, remediasi tanah-tanah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

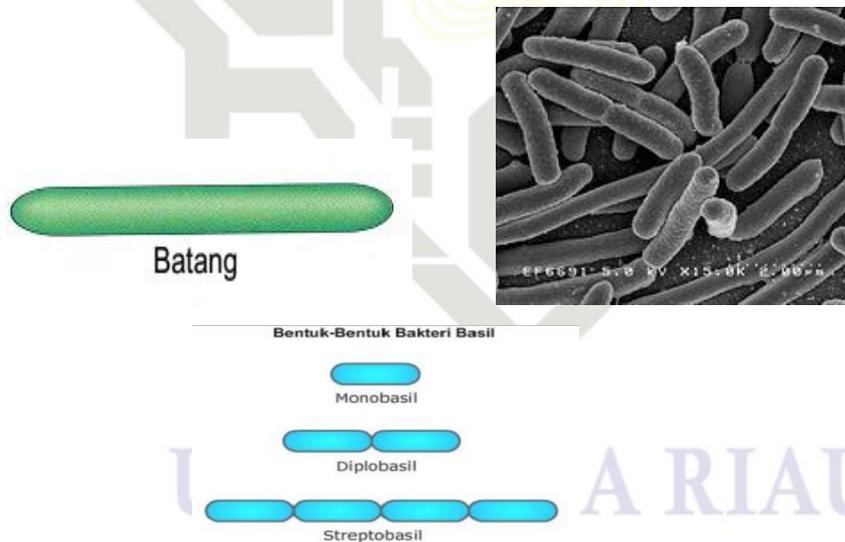
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

manusia, hewan dan tumbuhan. Habitatnya tersebar luas di alam, dalam tanah, atmosfer (sampai ±10 km di atas bumi), di dalam lumpur dan di laut. Bakteri yang mempunyai bentuk dasar bulat, batang dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami involusi yaitu perubahan bentuk yang disebabkan faktor makanan, suhu dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami dimorfi yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai umumnya bakteri berukuran 0,5 - 10 μ (Sumarsih, 2003).

Menurut Dwidjoseputro (2005) bakteri berdasarkan bentuk morfologinya, dapat dibagi atas 3 golongan yaitu : golongan *basil*, golongan *kokus* dan golongan *spiral*.

1. Golongan *Basil*

Golongan *basil* berbentuk serupa tongkat pendek, silindris. *Basil* dapat bergandeng-gandeng. *Basil* bergandeng panjang disebut *streptobasil*, *basil* yang bergandeng dua-dua disebut *diplobasil*. Bentuk bakteri golongan *basil* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Bakteri Bentuk Basil (Siregar dkk, 2008)

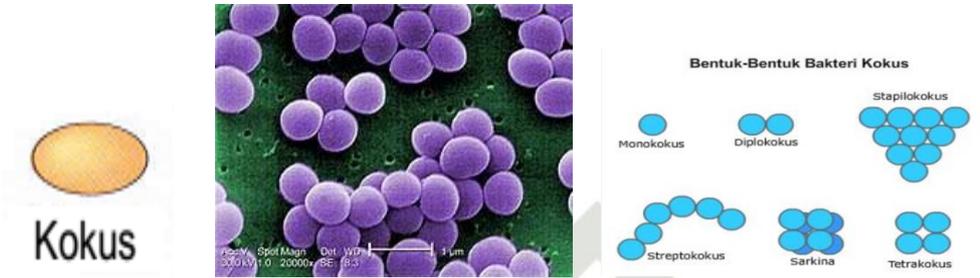
2. Golongan *Kokus*

Golongan *Kokus* adalah bakteri yang bentuknya serupa bola-bola kecil. *Kokus* yang bergandeng panjang disebut *streptokokus*, *kokus* yang bergandeng dua-dua disebut dengan *diplokokus*, *kokus* yang berkelompok

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

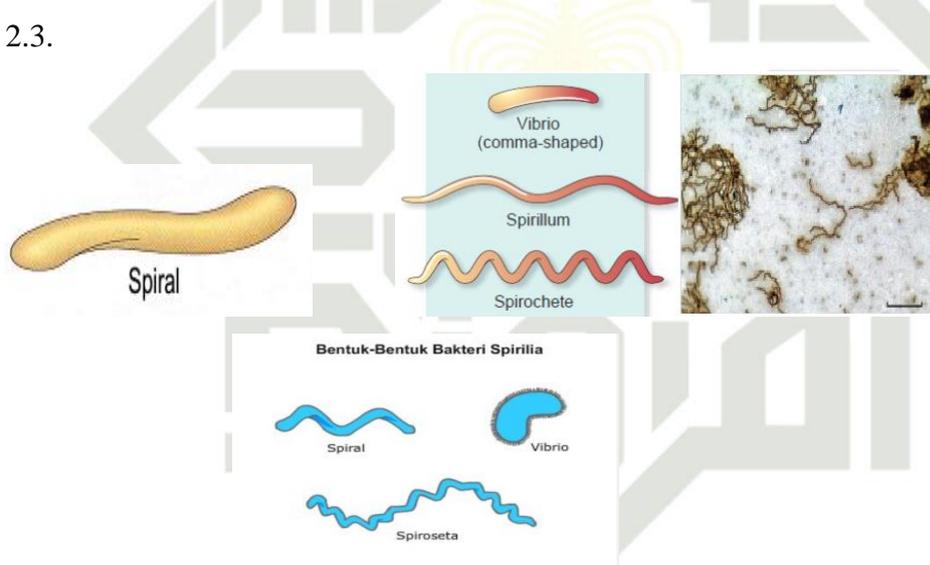
berempat disebut *tetrakokus*, sedangkan *kokus* yang mengelompok membentuk serupa kubus disebut *sarsina*. Bentuk bakteri golongan kokus dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Bakteri Bentuk Kokus (Siregar dkk, 2008)

3 Golongan *Spiral*

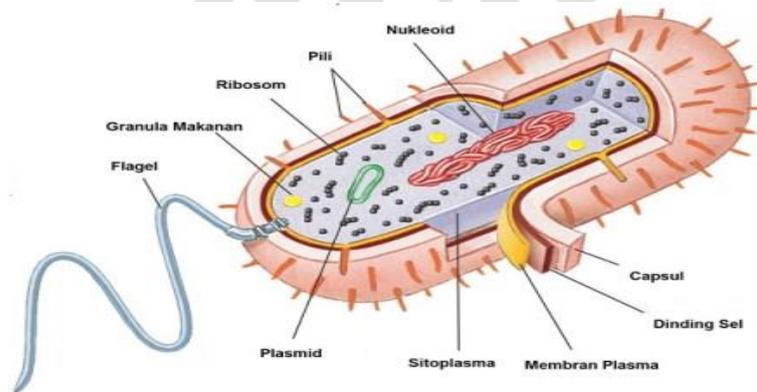
Spiral adalah bentuk bakteri yang bengkok atau serupa spiral. Golongan ini merupakan golongan yang paling kecil jika dibandingkan dengan golongan *kokus* maupun golongan *basil*. Bentuk bakteri golongan spiral dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Bakteri Bentuk Spiral (Siregar dkk, 2008)

Bakteri mampu hidup diberbagai media sehingga disebut bersifat kosmopolitan (Siregar Dkk, 2008). Ciri yang membedakan prokariotik dengan eukariotik adalah inti sel di mana sel prokariotik tidak mempunyai membran inti sel atau nukleus yang jelas, bakteri memiliki 2 pembagian struktur yaitu: Struktur dasar (dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri) Meliputi: dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA dan granula penyimpanan. Struktur tambahan (dimiliki oleh jenis bakteri tertentu) Meliputi: kapsul, flagelum, pilus (pili), klorosom, Vakuola gas dan endospora (Soemarno, 2000). kapsul memiliki fungsi

untuk memberikan perlindungan terhadap kekeringan. Dinding sel memiliki fungsi untuk memberikan bentuk tertentu pada sel, memberikan perlindungan, mengatur keluar masuknya zat-zat kimia dan berperan dalam pembelahan sel. Sedangkan sitoplasma berfungsi sebagai pembungkus protoplasma dan juga berperan dalam pembentukan sel. Sitoplasma merupakan suatu koloid yang mengandung karbohidrat, protein, enzim-enzim, belerang, kalsium karbonat dan *volutin* yaitu suatu zat yang mengandung asam ribonukleat (ARN) yang telah meresap zat warna yang cocok. Sedangkan nukleus bakteri tidak mempunyai membran atau dinding inti (Dwidjoseputro, 2005). Gambar bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Struktur Tubuh Bakteri (Siregar dkk., 2008)

2.3.3. Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Fosfat merupakan sumber mineral kedua setelah nitrogen yang memiliki peranan sebagai pemacu tumbuh bagi tanaman. Fosfat berada dalam bentuk organik dan anorganik di dalam tanah. Bakteri pelarut fosfat (*phosphatesolubilizing bacteria*) merupakan salah satu bakteri yang tergolong dalam kelompok bakteri PGPR yang dapat mengubah fosfat tidak terlarut menjadi fosfat terlarut, sehingga dapat diserap oleh tanaman. Bakteri PGPR pelarut fosfat memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa pengatur tumbuh tanaman lainnya, seperti IAA, serta agens proteksi seperti kitinase dan siderofor. Mikroorganisme berperan dalam proses transformasi fosfat dalam tanah dan menjadi bagian dalam siklus fosfor. Kelompok bakteri pelarut fosfat di antaranya berasal dari genus *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Serratia*, *Chryseobacterium*, *Delfia*, *Gordonia*, dan *Phyllobacterium* (Chen *et al.*, 2006).

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Mikroorganisme ini hidup terutama di sekitar perakaran tanaman yaitu di daerah permukaan tanah sampai kedalaman 25 cm dari permukaan tanah. Keberadaan mikroorganisme ini berkaitan dengan banyaknya jumlah bahan organik yang secara langsung mempengaruhi jumlah dan aktivitas hidupnya. Akar tanaman mempengaruhi kehidupan mikroorganisme dan secara fisiologis mikroorganisme yang berada dekat dengan daerah perakaran akan lebih aktif daripada yang hidup jauh dari daerah perakaran (Saraswati dkk., 2007).

Bakteri pelarut fosfat berfungsi dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan serta memiliki kemampuan melarutkan mineral-mineral fosfat melalui sekresi asam organik dan enzim fotatase (Rao, 1994). Selain itu bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri dekomposer yang mengkonsumsi senyawa karbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman yang akan mengkonversi energi dalam bahan organik tanah menjadi bentuk yang bermanfaat untuk organisme tanah lainnya dalam rantai makanan (Nursanti dan Madjid, 2009).

2.3.4. Agen Biokontrol

Agen biokontrol dapat menghambat perkembangan penyakit maupun populasi patogen melalui beberapa cara yaitu memproduksi senyawa antibiotik, persaingan ruang atau nutrisi, kompetisi pemanfaatan unsur Fe melalui produksi siderofor, induksi mekanisme resistensi, inaktivasi faktor perkecambahan pathogen, degradasi faktor patogenisitas seperti toksin, parasitisme yang melibatkan produksi enzim ekstraseluler pendegradasi dinding sel, misalnya kinases, β -1,3 glukanas (Keel dan Defago, 1997).

Mekanisme agen hayati adalah melemahkan atau membunuh patogen tanaman dengan perlawanan yaitu memparasit patogen secara langsung, memproduksi antibiotik (toksin), dan kemampuannya dalam kompetisi ruang dan nutrisi. Selain itu juga memproduksi enzim untuk melawan komponen sel patogen, menginduksi respon ketahanan tanaman, dan produksi metabolisme tanaman dalam menstimulasi perkecambahan spora patogen (Agrios, 2005).

Bacillus sp. mampu berperan sebagai agen hayati pathogen tumbuhan melalui mekanisme antibiosis dengan menghasilkan senyawa penghambat (senyawa antimicrobial) di antaranya antibiotik, peptida, senyawa fenol dan enzim, alkaloid

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dan siderofor (Haggag and Mohamed, 2007). *Bacillus* sp juga mampu berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobakteria* (PGPR) yang mampu memacu pertumbuhan tanaman dan sebagai penginduksi ketahanan sistemik, dengan mekanisme penghasil fitohormon, siderofor dan dan sebagai pelarut fosfat (Choudhary and Johri, 2008).

2.4. *Ganoderma orbiforme*

Permasalahan pada kelapa sawit yang sering dihadapi yaitu rendahnya produktivitas dan mutu produksinya. Rendahnya mutu produksi kelapa sawit disebabkan karena adanya serangan penyakit. Menurut Defitri (2015), salah satu penyakit yang sering menyerang tanaman kelapa sawit di perkebunan yaitu Penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *G. orbiforme*.

Ganoderma adalah organisme eukariotik yang masuk dalam kelompok Fungi. *Ganoderma* digolongkan ke dalam kelompok jamur sejati dengan Organisme Basidiomycota, Kelas Agaricomycetes, Bangsa Polyporales, Suku Ganodermataceae dan Marga *Ganoderma* (Gandjar *et al.*, 2006).

Ciri-ciri dari *Ganoderma* yaitu memiliki tubuh buah yang diameternya mencapai 30 cm, dan warna permukaan atas tubuh buah berwarna kecoklatan dengan garis putih kekuningan. Tubuh buah *Ganoderma* akan mengkilat pada saat kondisi matang, dan permukaan bawah *Ganoderma* berwarna putih suram yang terdiri atas pori tempat terbentuknya basidium berupa tabung hialin bulat dengan diameter 12 μm , dan basidiospora berwarna kecoklatan dengan ukuran 11 μm x 8 μm (Susanto *et al.*, 2013).

Pencegahan dan pengendalian terhadap penyakit *G orbiforme* telah banyak dilakukan. Menurut Sembiring (2008) bakteri endofit mampu berperan sebagai agen pengendali hayati melalui mekanisme hiperparasitik, hifa *G. orbiforme* yang mengalami kontak langsung dengan antibiotik akan mengalami kerusakan membran dan hal tersebut membuat hifa pecah dan menjadi tidak silindris dan cairan sel akan keluar. Salah satu teknik pengendalian yang potensial adalah penginduksi ketahanan tanaman. Secara alami tanaman mempunyai ketahanan terinduksi terhadap serangan hama dan patogen. Tanggapan ini teraktivasi setelah rangsangan agens biotik dan abiotik, dan tanggapan ini diistilahkan dengan systemic acquired resistance (SAR) atau ketahanan perolehan sistemis (Heil and

Bostock, 2002). Reaksi ketahanan ini tidak spesifik dan tanaman dapat tahan terhadap berbagai jenis hama dan patogen selama beberapa minggu. Ketahanan tanaman yang diinduksi oleh saprofit seperti Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan bakteri endofit diistilahkan induced systemic resistance (ISR) atau induksi ketahanan sistemis. ISR merupakan salah satu mekanisme PGPR dan termasuk kelompok bakteri endofit dalam mengendalikan penyakit tanaman melalui manipulasi sifat fisika dan biokimia tanaman inang (Kloepper, 1992). Mekanisme ini bekerja melalui pengaktifan berbagai senyawa pertahanan tanaman pada tempat masuknya patogen (Bharathi *et al.*, 2004).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

III. MATERI DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di kebun kelapa sawit Rimbo Panjang, Dusun 02, Kecamatan Tambang, Pekanbaru dan Laboratorium Patologi, Entomologi, dan Mikrobiologi (PEM) Universitas Islam Negeri (UIN) Sultan Syarif Kasim Riau pada bulan Oktober sampai November 2021.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan adalah akar kelapa sawit, air, alkohol 70%, sodium hipoklorit (NaOCl 5,25%) (*Merck*, grade analisis), NaCl fisiologis (NaCl 0,85% + aquades) (*Merck*, grade analisis), aquadest, spritus, media NA (*Nutrient Agar*) (*Merck*, grade analisis), medium Pikovskaya (*Himedia*, grade analisis), media PDA (*potato destrosa agar*) (*Merck*, grade analisis), reagen pewarnaan (kristal violet, lugol, safranin) dan *Ganoderma orbiforme*.

Alat yang akan digunakan adalah pisau steril, plastik steril, pinset, tabung reaksi, labu erlenmeyer, timbangan analitik, kapas, aluminium foil, mortar, mikropipet, cawan petri, dan alat-alat lain yang dapat digunakan dalam laboratorium.

3.3. Metode Penelitian

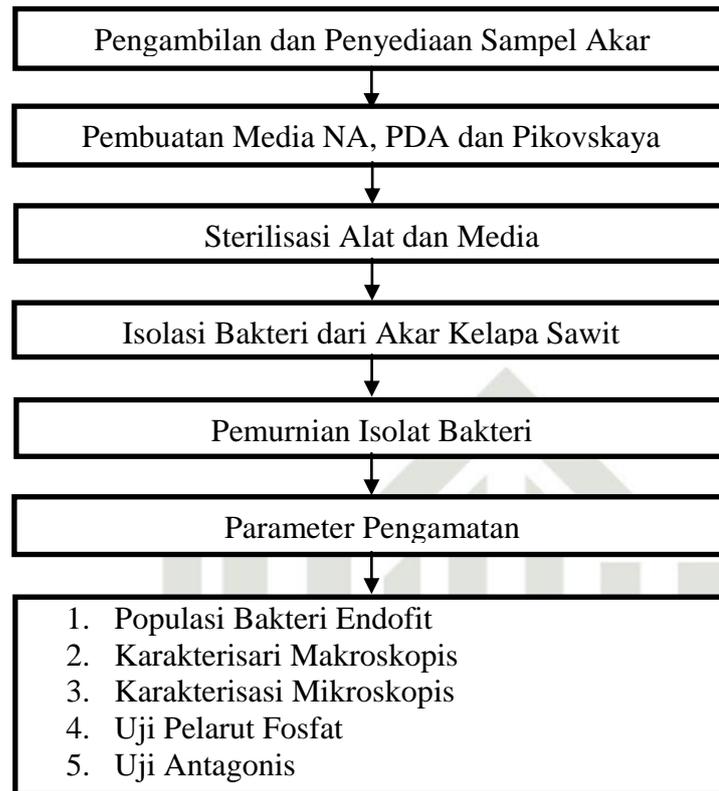
Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode observasi dan eksperimen. observasi dengan cara mengambil sampel akar kelapa sawit di kebun kelapa sawit yang terletak di Rimbo Panjang. Eksperimen dilakukan pada uji kemampuan melarutkan fosfat dan uji aktivitas biokontrol.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Untuk memudahkan penelitian, maka perlu dibuat alur kegiatan yang akan dilaksanakan dalam penelitian. Adapun alur kegiatan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. Alur Isolasi Bakteri Endofit

3.4.1. Pengambilan dan Penyediaan Sampel Akar

Sampel penelitian adalah akar tanaman kelapa sawit dari Rimbo Panjang. Sampel diambil dengan menggunakan pisau dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dengan menggunakan pinset untuk kemudian dibawa ke laboratorium.

3.4.2. Pembuatan Media (NA, Pikovskaya dan PDA)

3.4.2.1. Pembuatan Media NA

Pembuatan media NA dilakukan sesuai takaran media yang ditimbang yaitu 5,64 gram menggunakan timbangan analitik kemudian masukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* lalu tambahkan aquades sebanyak 282 mL, Panaskan menggunakan *hot plate* kemudian berikan penutup berupa kapas dan *aluminium foil* pada mulut tabung *erlenmeyer*. Homogenkan dengan *maghnetik stirer*. Sterilkan dengan presto pada suhu 121 °C selama 15 menit.

3.4.2.2. Pembuatan Media Pikovskaya

Pembuatan media Pikovskaya dilakukan sesuai takaran media yang ditimbang yaitu 10,8 gram menggunakan timbangan analitik kemudian masukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* lalu tambahkan aquades sebanyak 360 mL, Panaskan

menggunakan *hot plate* kemudian berikan penutup berupa kapas dan *aluminium foil* pada mulut tabung *erlenmeyer*. Homogenkan dengan *maghnetik stirer*. Sterilkan dengan presto pada suhu 121 °C selama 15 menit.

3.4.2.3. Pembuatan Media PDA

Pembuatan media PDA dilakukan sesuai takaran media yang ditimbang yaitu 14,49 gram menggunakan timbangan analitik kemudian masukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* lalu tambahkan aquades sebanyak 456 mL, Panaskan menggunakan *hot plate* kemudian berikan penutup berupa kapas dan *aluminium foil* pada mulut tabung *erlenmeyer*. Homogenkan dengan *maghnetik stirer*. Sterilkan dengan presto pada suhu 121 °C selama 15 menit.

3.4.3. Sterilisasi Alat dan Media

Sterilisasi alat dan media uji yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dan dikeringkan. Alat kaca kemudian dibungkus dengan aluminium foil, kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 2 jam pada suhu 170 °C, sedangkan media dimasukkan ke dalam erlenmeyer ditutup dengan kapas dan dibalut dengan aluminium foil. Sterilkan pada suhu 121 °C selama 15 menit.

3.4.4. Isolasi Bakteri dari Akar Kelapa Sawit

Bakteri endofit dihitung dari akar kelapa sawit dengan metode pengenceran bertingkat. Akar dihancurkan dalam mortar steril yang dilakukan secara aseptik. Sebanyak 15 gram akar kelapa sawit dipotong 10 cm kemudian dipotong 1 cm, dicuci dengan air mengalir, dan dilakukan sterilisasi permukaan secara kimia dengan menggunakan sodium hipoklorit 5,25% selama 5 menit, lalu bas dengan alkohol 70% selama 30 detik, serta dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Akar-akar yang telah steril digerus dengan menggunakan mortar, ditambahkan 90 ml NaCl fisiologis kemudian dishaker selama 30 menit dengan kecepatan 120 ppm.

Sebanyak 1 ml cairan hasil gerusan diencerkan ke dalam 9 ml NaCl fisiologis steril dan dilakukan berturut-turut hingga pengenceran 10^{-5} dengan menggunakan mikropipet. Sebanyak 0,1 mL dari pengenceran terakhir, diinkubasi ke dalam cawan petri yang berisi media NA ratakan dengan batang kaca penyebar dan dalam *laminar air flow* ditutup rapat dan lapsi dengan wrap. Masukkan ke dalam ruangan inkubasi bakteri diamkan selama \pm 24 jam pada suhu 37 °C.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

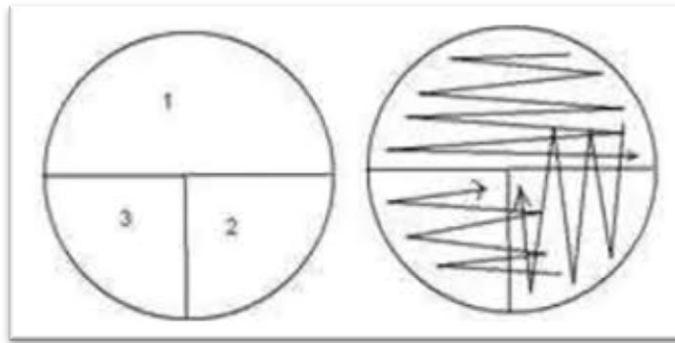
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perhitungan jumlah koloni menggunakan metode cawan hitung. Bakteri yang terlihat diisolasi dengan teknik goresan T. Koloni yang memiliki bentuk dan warna yang sama dianggap sebagai isolate yang sama. (Nursulityarini dan Ainy, 2013).

3.4.5. Pemurnian Isolat Bakteri

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni bakteri yang ditumbuhkan dalam Cawan Petri selama 24 jam yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi makroskopis yang dapat dilihat berdasarkan warna dan bentuk koloninya. Untuk mendapatkan spesies dari bakteri masing-masing koloni bakteri yang berbeda warna dan bentuk koloninya kemudian ditumbuhkan pada cawan petridish yang berisi media NA dengan teknik goresan T (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Teknik Goresan T

3.5. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati yaitu: populasi bakteri endofit, karakteristik makroskopis, karakteristik mikroskopis, uji pelarut fosfat dan uji antagonis.

3.5.1. Populasi Bakteri Endofit

Isolat bakteri yang ditemukan dilokasi tempat pengambilan sampel penelitian yang telah dilakukan sterilisasi kemudian diisolasi dan inkubasi selama kurang dari 24 jam dengan suhu 37 °C. Hasil dari isolat yang ditemukan dapat dihitung dengan menggunakan mikroskop cahaya.

Rumus menghitung jumlah koloni dalam satuan *Colony Forming Unit* (CFU) adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah CFU} = \frac{1}{\text{vol sampel}} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}} \times \text{jumlah koloni}$$

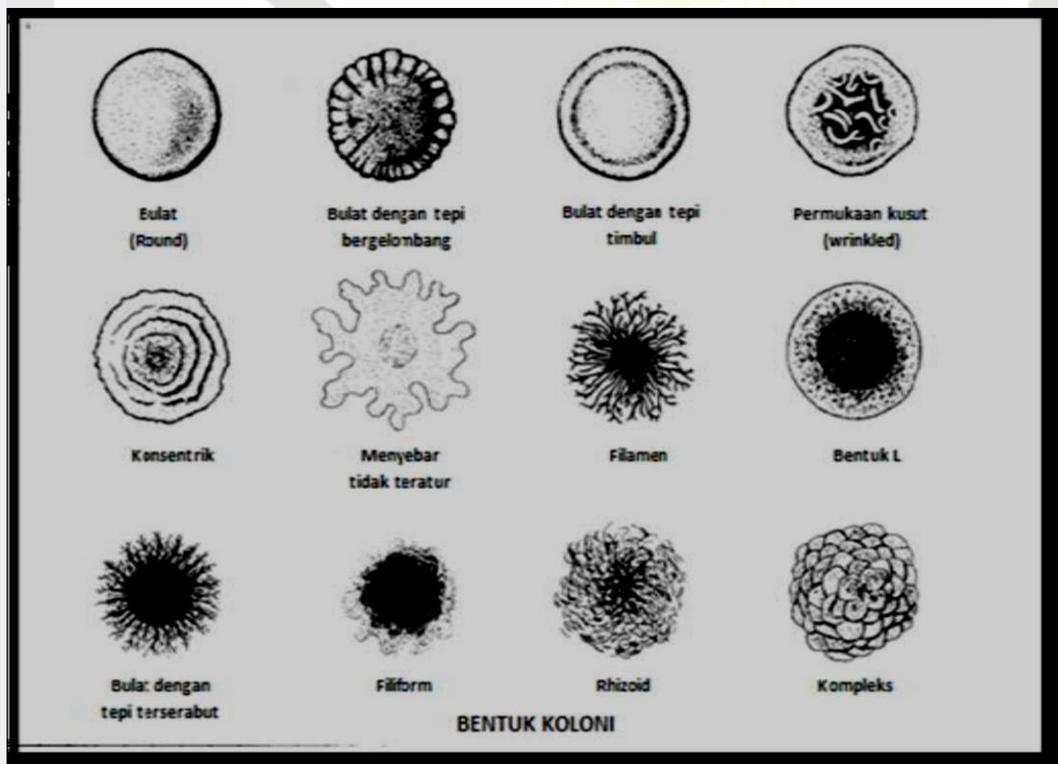
3.5.2. Karakteristik Makroskopis

Karakteristik makroskopis bakteri endofit dilakukan dengan mengamati morfologi dan pertumbuhan koloni. Bakteri hasil inkubasi diamati secara langsung yaitu : pada bentuk koloni, permukaan koloni, elevasi, tepi dan warna koloni berdasarkan buku identifikasi morfologi bakteri (Hadioetomo, 1993). Seperti terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Parameter Pengamatan Morfologi Makroskopis

Variabel	Kriteria
Bentuk koloni dari Atas	Bulat, bulat dengan tepi bergelombang, bulat dengan tepi timbul, permukaan kusut, konsentrik, menyebar tidak teratur, filamen, bentuk-L, bulat dengan tepi berserabut, filiform, rhizoid, kompleks. (Gambar 3.3.)
Tepi koloni	Halus, bergelombang, lobat, tidak teratur, sillat, bercabang, wool, benang, rambut. (Gambar 3.4.)
Elevasi	Datar, timbul, konveks, gunung, umbonat, berbukit, tumbuh ke dalam media, krateriform. (Gambar 3.5.)
Permukaan koloni	Mengkilat, tidak mengkilat
Warna koloni	Berwarna (sebutkan), tidak berwarna Keputih-putihan, kelabu, kekuning-kuningan atau hampir bening (Dwijoseputro, 2005)

Sumber: Hadioetomo (1993)



Gambar 3.3. Bentuk Morfologi dari Atas (Hadioetomo, 1993)

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

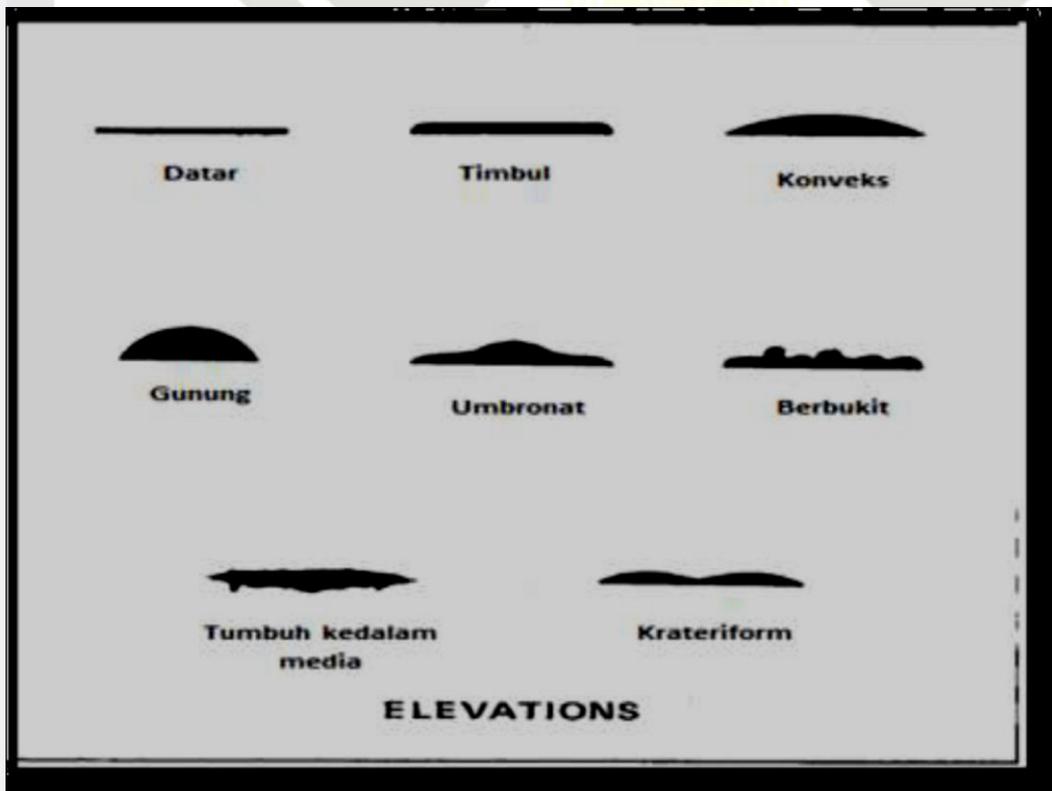
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.4. Bentuk Morfologi dari Tepi (Hadioetomo, 1993)



Gambar 3.5. Bentuk Morfologi dari Bentuk Penonjolan (Hadioetomo, 1993)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.5.3. Karakteristik Mikroskopis

Isolat bakteri yang digunakan adalah koloni bakteri muda kurang dari 20 jam. Langkah-langkah pembuatan pewarnaan gram terdiri dari sebagai berikut: Buat preparat ulas isolat bakteri endofit dengan letakkan aquades setetes lalu letakkan koloni bakterinya difiksasi di atas bunsen. Teteskan pewarna kristal violet dan didiamkan selama 30 detik. Sisa pewarna dicuci dengan aquades lalu ditetesi larutan lugol dan didiamkan selama 30 detik. Cuci dengan aquades kemudian ditambahkan larutan safranin, didiamkan selama 30 detik, kemudian cuci dengan aquades kemudian cuci dengan alkohol 70% setelah itu dicuci kembali dengan aquades, dikeringkan. Amati di bawah mikroskop cahaya. Jika sel bakteri berwarna ungu berarti isolat bakteri endofit yang diisolasi termasuk gram positif tetapi jika sel bakteri berwarna merah berarti isolat bakteri endofit termasuk bakteri gram negatif.

3.5.4. Uji Pelarut Fosfat

Kemampuan bakteri pelarut fosfat ditentukan secara kualitatif dengan melihat zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri ketika ditumbuhkan pada medium *Pikovskaya*. Sebanyak 1 ose bakteri diinokulasikan pada 6 medium *Pikosvskaya* dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 7 hari. Zona bening yang terbentuk diukur dan ditentukan nilai indeks fosfat dengan membandingkan ukuran diameter zona bening ditambah diameter koloni dengan diameter koloni bakteri. Rumus indeks fosfat (IP):

$$IP = \frac{DZB + DK}{DK}$$

Dimana: IP : Indeks fosfat

DZB : Diameter zona bening

DK : Diameter koloni

Koloni yang tumbuh dan mampu membentuk zona bening diindikasikan sebagai isolat yang mampu melarutkan fosfat.

3.5.5. Uji Antagonis

Uji antagonis dilakukan dengan metode sebar pada cawan petri berdiameter 9 cm yang berisi media PDA yang telah dipadatkan kemudian letakkan 0,5 mL larutan NaCl fisiologis yang telah tercampur bakteri endofit hasil isolasi bakteri dari akar kelapa sawit dengan menggunakan mikropipet lalu

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

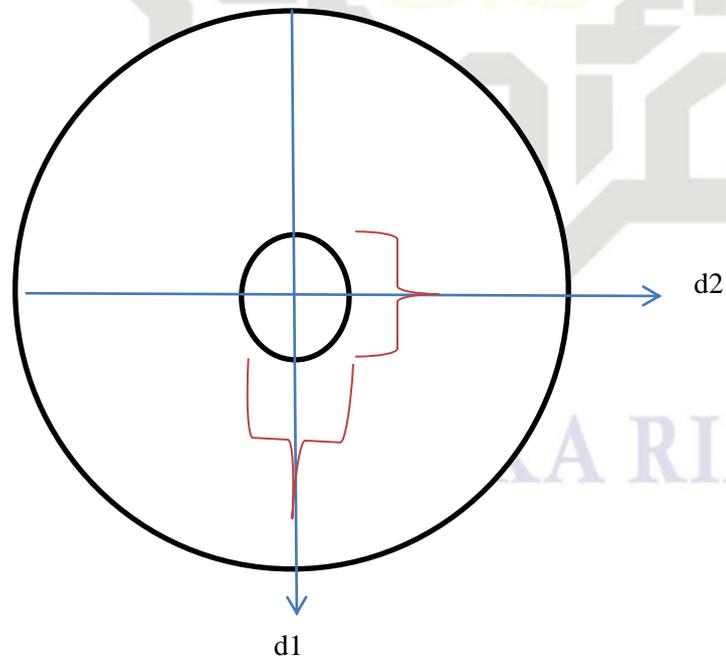
ratakan dengan menggunakan batang L. Tunggu sampai media telah bercampur dengan bakteri setelah itu letakkan jamur *G. orbiforme* ke dalam media PDA yang telah berisi bakteri endofit. Pada uji kontrol dilakukan dengan metode biakan tunggal dengan meletakkan jamur *G. orbiforme* ke dalam media PDA yang telah padat pada cawan petri.

Pengamatan terhadap diameter koloni fungi *G. orbiforme* pada medium PDA untuk tiap unit penelitian dilakukan setiap hari. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah kertas milimeter atau penggaris. Pengukuran diameter koloni dilakukan dengan cara membuat garis vertikal dan horizontal yang berpotongan tepat pada titik tengah koloni fungi pada bagian bawah cawan petri. Berdasarkan (Elfina dkk, 2015) cara pengukuran diameter koloni pada cawan petri berdasarkan rumus berikut :

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan :

- D = diameter fungi *G. orbiforme*
- d1 = diameter vertikal koloni fungi *G. orbiforme*
- d2 = diameter horizontal koloni fungi *G. orbiforme*



Gambar 3.6. Cara Pengukuran Diameter Koloni *G. orbiforme*



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Persentase penghambatan pertumbuhan koloni fungi *G. orbiforme* pada medium PDA dihitung menurut rumus Noveriza dan Tombe (2003). Pengukuran daya hambat dilakukan pada 7 HSI. Rumus persentase penghambatan adalah sebagai berikut :

$$P (\%) = \frac{DK - DP}{DK} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Persentase Hambatan
- DK = Diameter Patogen tanpa Bakteri (Kontrol)
- DP = Diameter Patogen dengan Bakteri (Perlakuan)

3.6. Analisis Data

Hasil keseluruhan data pengamatan dipaparkan secara deskripsi dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Data diperoleh dengan cara mengumpulkan hasil dari semua pengamatan isolat dari proses isolasi serta mengukur diameter zona hambat yang terbentuk, pengumpulan data dilaksanakan sebagai berikut: mengamati isolat bakteri endofit, mengidentifikasi bakteri dilakukan dengan melihat sifat morfologi sel, morfologi koloni.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapat populasi bakteri endofit pada akar kelapa sawit yaitu $\pm 1,73 \times 10^7$ CFU/g, dengan jumlah isolat 5 (S1, S2, S3, S4 dan S5). Seluruh isolat berpotensi sebagai PGPR karena memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dan memiliki aktivitas antagonis terhadap *G. orbiforme*.

5.2. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan mengidentifikasi spesies isolat bakteri potensial serta mengisolasi senyawa yang dihasilkan oleh isolat bakteri yang didapat.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR PUSTAKA

- Amfah, N. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah di Pesisir Pantai Dumai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Arrios, G.N. 2005. *Plant Pathology. Fifth Edition*. Elsevier Academic Press. USA. 922 p.
- Agus, F. dan I.G.M. Subiksa. 2008. *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 40 hal.
- Anonim, 2019. <https://www.idxchannel.com/amp/economics/Jadi-Bahan-Utama-Rumah-Tangga-Intip-5-Negara-Produsen-CPO-Terbesar-di-Dunia>. Diakses pada 23 Januari 2022, pukul 21.19.
- Azevedo, J.L., Jr.W. Maccheroni., J.O. Pereira, and W.L.D. Araújo. 2000. Endophytic Microorganisms: a Review on Insect Control and Recent Advances on Tropical Plants. *Journal of Biotechnology*, 3(1):40-65.
- Bharathi, R., R. Vivekananthan., S. Harish., A. Ramanathan, and R. Samiyappan. 2004. Rhizobacteria-Based Bio-Formulations for the Management of Fruit Rot Infection in Chilies. *Crop Protection*, 23(6):835–843.
- Bivi, M., M. Farhana., Khairulmazmi, and A. Idris, 2010. Control of *Ganoderma boninense*: A Causal Agent of Basal Stem Rot Disease in Oil Palm with Endophyte Bacteria *In Vitro*. *Internasional Journal of Agriculture and Biology*, 12(6):833-839.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi Riau. Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Chen, Y.P., P.D. Rekha., A.B. Arun., F.T. Shen., W.A. Lai, and C.C. Young. 2006. Phosphate Solubilizing Bacteria from Subtropical Soil and Their Tricalcium Phosphate Solubilizing Abilities. *Applied Soil Ecology*, 34 (1):33-41.
- Choudhary, D.K. and B.N. Johri. 2008. Interaction of *Bacillus* sp. and Plants-with Special Reference to Induced Systemic Resistance (ISR). *Microbiological Research*, 164(5):493-513.
- Defitri, Y. 2015. Identifikasi Patogen Penyebab Penyakit Tanaman Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Bertam Kecamatan Jambi Luar Kota. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari*, 15(4):129-133.
- Dwidjoseputro, D. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta. 214 hal.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Elfina, Y., A. Muhammad, dan A. Lilis. 2015. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Daun Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Merah Pasca Panen. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fauzi, Y. et al. 2005. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 168 hal.
- Fatri, L. dan Y. Yasmin. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(2):20-25.
- Gandjar, I. dan W. Sjamsuridzal. 2006. *Mikologi : Dasar dan Terapan* . Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 242 hal.
- Hadietomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT. Gramedia Pusaka Umum. 163 hal.
- Haggag, W.M. and H.A.A. Mohamed. 2007. Biotechnological Aspects of Microorganism Used in Plant Biological Control. *Am-Eurasian Journal Sustainable Agriculture*, 1(2):7-12.
- Hajoeningtjas, O.D. 2012. *Mikrobiologi Pertanian*. Edisi Pertama Graha Ilmu. Yogyakarta. 198 hal.
- Hakim., N.N.M. Yusuf., A.M. Lubis., S.G. Nugroho., M.R. Saul., M.A. Diha., G.B. Hong, dan H.H. Bailey, 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung. 488 hal.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 296 Hal.
- Heil, M. and R.M. Bostock. 2002. Induced Systemic Resistance (ISR) Against Pathogens in the Context of Induced Plant Defenses. *Annals of Botany*, 89(5):503–512.
- Juwita, 2010. Potensi Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) Terhadap Serangan Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Kartika, N. 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Bakteri Yang Bersimbiosis pada Akar Gulma di Kebun Nanas (*Ananas comosus* L.) Lahan Gambut Desa Tanjung Kuras Kabupaten Siak. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Keel, C. and G. Defago. 1997, Suppression of Root Diseases by *Pseudomonas Fluorescens* CHAO: Importance of the Bacterial Secondary Metabolite 2,4-Diacetyl Phloroglucinol. *Molecular plant Microbe Interactions*, 5(1):4-13.


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Klopper, J.W. 1992. *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents*. in: F. Blaine Melting, Jr. (Ed.), *Soil Microbial Ecology, Application In Agricultural and Environmental Management*. 255-274 hal.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 168 hal.
- Mangoensoekarjo dan Semangun. 2008. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 605 hal.
- Muntamah, U. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri yang Bersimbiosis pada Akar Gulma di Sekitar Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) di Lahan Gambut Simpang Ayam Bengkalis. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Mursyida, E. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Kalium dari Kawasan Sekitar Tambang Batu Kapur Cirebon. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Najiyati, S., Muslihat, L., dan Suryadiputra, I Nyoman N. 2005. *Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan*. Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan. Bogor. 257 hal.
- Noveriza, R. dan M. Tombe. 2003. *Uji In Vitro* Limbah Pabrik Rokok Terhadap Beberapa Jamur Patogenik Tanaman. *Buletin Tanaman Rempah Obat*, 14(2):1-10.
- Nurida, N.L., A. Mulyani, dan F. Agus. 2011. *Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 102 hal.
- Nursanti dan A. Madjid. 2009. Bakteri Pelarut Fosfat sebagai Agen Pupuk Hayati. <http://www.unsri.ac.id>. Diakses pada tanggal 26 April 2018.
- Parija, S.C. 2012. *Microbiology and Immunology Second Edition*. Reed Elsevier India Private Limited. New Delhi. 682p.
- Patita, M.Y. dan S.R. Putra. 2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Termofilik dari Sumber Mata Air Panas di Songgoriti setelah dua hari Inkubasi. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1):1-5.
- Piczar, M.J. dan E.C.S. Chan. 2014. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jilid 1. Ahli Bahasa oleh Hadioetomo, R.S., T. Imas., S.S. Tjitrosomo, dan S.L. Angka. UI Press. Jakarta. 443 hal.
- Putri, A. 2021. Uji Antagonis Isolat Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen *Curvularia lunata* Penyebab Penyakit Bulir Hitam pada Tanaman Padi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI-Press. Jakarta. 352 hal.
- Rohyani, D.Zul, dan B.L. Fibrianti. 2014. Isolasi Bakteri Indigenus yang Potensial Sebagai Agen Biofertilizer Asal Tanah Gambut di Kawasan Zamrud dan Taman Nasional Tesso Nilo, Riau. *Jurnal Jom FMIPA*, 1(2):417-429.
- Rostinawati, T. 2008. Skrining dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Kitinase dari Air Laut di Perairan Pantai Pondok Bali. *Laporan Penelitian*. Fakultas Farmasi. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Saragih, S.D. 2009. Jenis-jenis Fungi Pada Beberapa Tingkat Kematangan Gambut. *Skripsi*. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Saraswati, R., E. Husen, dan R.D.M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian. Jawa Barat. 291 hal.
- Sembiring, A. 2008. Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Terhadap *Ganoderma boninense* Pat. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Setiawati, M., P Suryatmana., D. Herdiyantoro, dan Z. Ilmiyati. 2000. Karakteristik Pertumbuhan dan Waktu Generasi Isolat *Azotobacter* Sp. dan Bakteri Endofitik Asal Ekosistem Lahan Sawah. *Jurnal Agrotek*, 6(1):12-13.
- Siregar, A.Z., U.W. Suharsono., H. Akmal., Hadisunarso., Sulistijorini., N. Sukarno., A. Merdiyani., T.H. Widarto, dan R.R.D. Perwitasari. 2008. *Biologi Pertanian*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta. 229 hal.
- Soemarno. 2000. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik*. Edisi Ketiga Akademi. Analis Kesehatan Yogyakarta. Departemen Kesehatan. Yogyakarta.
- Sudantha, I.M. dan A.L. Abadi. 2011. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Jamur Endofit *Trichoderma* spp. Isolat Lokal NTB Terhadap Jamur *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Vanillae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Bibit Vanili. *Crop Agro*, 4(2): 64-73.
- Sumarsih, S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Diktat Kuliah. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Yogyakarta. 116 hal.
- Santari, D. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteria Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dari Perkebunan Nanas Kecamatan Mendang Kampai Kota Dumai Provinsi Riau. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

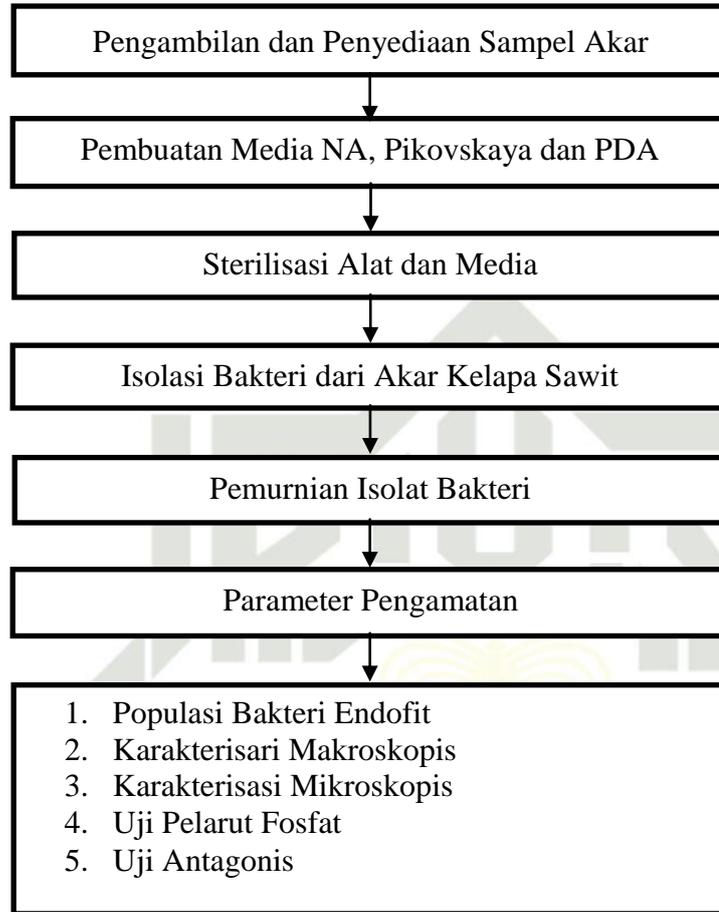
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Suryadi, U.E. 2004. *Penelitian hidrofobisitas Ombrogen Pontianak akibat Varibilitas Muka Air Tanah*. Magister.Ilm Tanah. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 24 hal.
- Ssanto, A., A. Prasetyo, dan S. Wening. 2013. Laju Infeksi *Ganoderma* pada Empat Kelas Tekstur Tanah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(2):39-46.
- Sswati., B.S. Hendro., D. Shiddieq, dan D. Indradewa. 2011. Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Jaya III Kabupaten Kubu untuk Pengembangan Jagung. *Jurnal Teknologi Perkebunan dan Pemanfaatan Sumber Daya Lahan*, 1(2): 31-40.
- Sutedjo, M.M. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta. 446 hal.
- Samsuddin dan M.A. Ulim. 2013. Daya Hambat Rhizobakteri Kandidat Agens Biokontrol Terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen *Phytophthora capsici* Secara In Vitro. *Jurnal Floratek*, 8(2):64-72.
- Utami, N.H. 2009. Kajian Sifat Fisik Kimia dan Sifat Biologi Tanah Pasca Tambang Galian C pada Tiga Penutupan Lahan (Studi Kasus Pertambangan Pasir (Galian C) di Desa Gamulung Tonggoh Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat). *Skripsi*. Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Vasudevan, P.K., S. Priyadarsini., V.B. Babujee, and S.S. Gnanamanickam. 2002. *Biological Control of Rice Diseases*. Marcel Dekker Inc. New York. 20p.
- Wahyudi, A.T. 2009. *Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman: Prospeknya sebagai Agen Biostimulator dan Biokontrol*. Nano Indonesia. Kanisus. Yogyakarta. 19 hal.
- Wibawa, I.G.K.S., D.N. Suprpta, dan K. Khalimi. 2019. Uji Antagonis Bakteri Endofit Terhadap *Colletotrichum scovillei* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal of Agricultural Science and Biotechnology*, 8(1):31-41.
- Yolanda, R. 2020. Isolasi dan Karakterisasi Jamur yang Bersimbiosis pada Akar Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Di Lahan Gambut. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Lampiran 1. Alur Kegiatan Penelitian



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 2. Wawancara Pemilik Kebun Kelapa Sawit Rimba Panjang

A. Biodata Pemilik Lahan

1. Nama : Armen
2. Umur : 46 tahun
3. Jenis Kelamin : Laki - Laki
4. Status : Menikah
5. Tingkat Pendidikan : SMP
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jalan Sawit, RT. 01 RW. 01 Dusun. 02, Desa Rimbo Panjang
8. Jumlah Tanggungan : 3
9. Pekerjaan Utama : Petani Kelapa Sawit
10. Pekerjaan Sampingan : Petani Nanas
11. Pengalaman Kerja : -
12. Nomor Telepon : 0812-6844-7965
13. Jumlah Karyawan : 1

B. Keadaan Lahan

1. Luas lahan : 2 Ha
2. Jenis tanah : Gambut
3. Alamat lahan : Jalan Sawit, RT. 01 RW. 01 Dusun. 02, Desa Rimbo Panjang
4. Status lahan : Milik Pribadi
5. Komoditas tanaman : Kelapa Sawit
6. Varietas : Marihat
7. Jumlah populasi : 250 Tanaman
8. Jarak tanam : 8 x 9 cm
9. Budidaya pemupukan : Pupuk Dolomit 2,50 kg/pokok setahun 2x dan pemakaian pupuk KCl 2,50 kg/pokok dan TSP 2,00 kg/pokok 15 hari setelah pemberian pupuk dolomit.
- Penggunaan pestisida : Tidak Memakai Pestisida
- Harga : 2.700/ Kg
10. Hasil produksi : 1 kali 15 Hari dengan 2 Ton Buah Sawit 2 Ton (5.400.000.

Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Lampiran 3. Dokumentasi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Sampel Akar



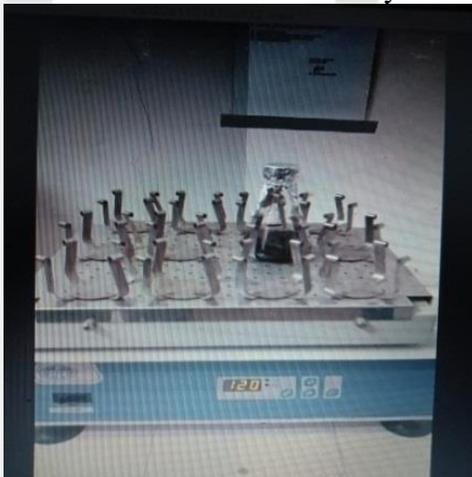
Penimbangan Media



Masukkan Media ke Erlenmeyer



Bahan Sampel Bakteri



Shaker Media



Vortex Tabung Reaksi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Pengenceran Terakhir



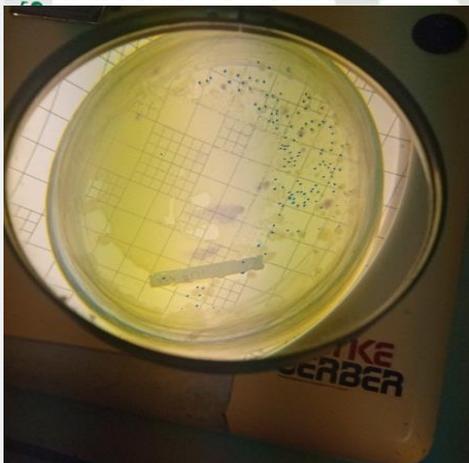
Dimasukkan kedalam Cawan Petri



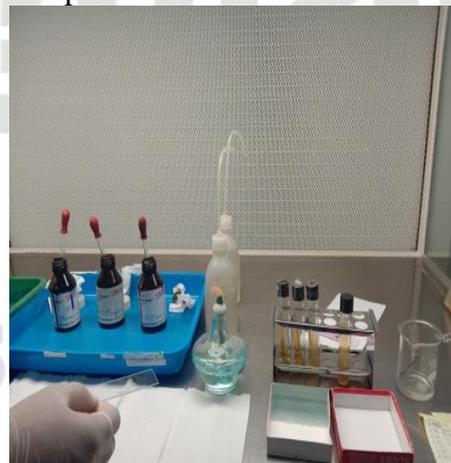
Ratakan Media di dalam Petri



Wrap Sisi Petri



Penghitungan Jumlah Koloni



Bahan Pewarnaan Gram

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Teknik Pewarnaan Gram



Masukkan Bakteri ke Media PDA



Ambil Jamur Ganoderma



Tanam ke Media PDA



Wrap Sisi Petri