



UIN SUSKA RIAU

SKRIPSI

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI FUNGSIONAL DARI TANAH DI PERTANAMAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis* L.)



© Hak Cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

MELISA
12180220089

UIN SUSKA RIAU

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2025

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.



UIN SUSKA RIAU

SKRIPSI

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI FUNGSIONAL DARI TANAH DI PERTANAMAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis* L.)

© Hak Cipta milik 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.



Oleh:

MELISA
12180220089

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2025



UNSUSKARIAU

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

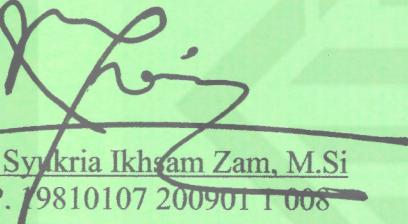
Judul

Nama

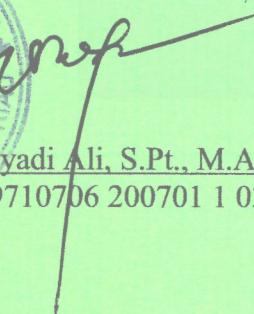
NIM

Program Studi

Pembimbing I


Dr. Syukria Ikhram Zam, M.Si
NIP. 19810107 200901 1 008

Dekan,
Fakultas Pertanian dan Peternakan


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

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

: Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Fungsional dari Tanah di Pertanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.)

: Melisa

: 12180220089

Program Studi : Agroteknologi

Menyetujui,

Setelah di uji pada tanggal 29 September 2025

Pembimbing II


Oksana, S.P., M.P
NIP. 19760416 200912 2 002

Mengetahui:

Ketua,
Progam Studi Agroteknologi


Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, M.Sc
NIP. 19770508 200912 1 001



UNSUSKA RIAU

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 29 September 2025

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, S.P., M.Sc	KETUA	1.
2.	Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si	SEKRETARIS	
3.	Yusmar Mahmud, S.P., M.Si	ANGGOTA	3.
4.	Tiara Septirosya, S.P., M.Si	ANGGOTA	4.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim 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.



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.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Melisa
NIM : 12180220089
Tempat/Tgl. Lahir : Pekanbaru, 24 Maret 2003
Fakultas : Pertanian dan Peternakan
Prodi : AGROTEKNOLOGI
Judul Skripsi : ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI FUNGSIONAL DARI TANAH DI PERTANAMAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis* L.)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulisan skripsi dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada karya tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu skripsi saya ini, saya nyatakan bebas dari plagiat.
4. Apabila dikemudian hari terbukti 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 pihak manapun juga.

Pekanbaru, September 2025
Yang membuat pernyataan,

Melisa
Nim. 12180220089

**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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahi rabbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Fungsional dari Tanah di Pertanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.)**", sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pertanian. Shalawat dan salam tidak lupa penulis ucapkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*. Penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Ayahanda Rudi Abdullah dan Ibunda Susilawati, dua orang yang sangat berjasa kepada penulis. Meskipun ayah dan ibu tidak sempat merasakan pendidikan di bangku perkuliahan, namun senantiasa selalu memberikan yang terbaik. Penulis mengucapkan terima kasih untuk ketulusan dan pengorbanan yang diberikan selama ini. Kepada ayah penulis, terima kasih atas setiap cucuran keringat dan kerja keras yang engkau tukarkan menjadi nafkah serta waktu yang ayah korbankan demi anakmu ini agar bisa sampai kepada tahap ini. Kepada ibu penulis, terima kasih untuk doa dan harapan yang selalu mendampingi setiap langkah dan ikhtiar anakmu sehingga penulis bisa melewati semuanya dan sampai ke tahap saat ini. Besar harapan penulis, semoga ayah dan ibu bahagia selalu, sehat selalu dan bisa menyaksikan keberhasilan anak-anaknya.
2. Kepada kakak dan abang penulis, Melyana dan Marthin Andrian yang telah memberikan dukungan, semangat, dan berbagai saran saat penulis mengalami kesulitan.
Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M. Agr., Sc. Selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
Ibu Dr. Restu Misrianti, S.Pt., M.Si. selaku Wakil Dekan I, Bapak Prof. Dr. Zulfahmi, S. Hut., M.Sc. selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Deni Fitra, S.Pt., MP. selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.



5. © Hak cipta milik 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.

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

Bapak Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, S.P., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si., sebagai pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, masukan dan saran yang sangat membantu sekaligus memberikan nasihat dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ibu Oksana, S.P., M.P. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Bapak Yusmar Mahmud, S.P., M.Si. sebagai penguji I dan Ibu Tiara Septirosya, S.P., M.Si. sebagai penguji II yang bersedia menjadi penguji dan telah memberikan saran dan masukan yang bersifat membangun.

8. Miranda Aulia, S.P., selaku teman penelitian yang telah memberikan semangat, dukungan serta bantuan mulai dari awal sampai selesai penelitian.
9. Teman-teman penulis Catur Rani, S.P., Lutvi Nabila Safka, S.P., Elya Adelia Sembiring, Apri Tri Margono dan Riski Ansari Widodo yang berkenan memberikan kritik, masukan dan dukungannya.
10. Teman-teman Agroteknologi C 2021 yang telah menjadi keluarga kecil penulis.

Penulis berharap dan mendoakan semoga semua yang telah kita lakukan dengan ikhlas dihitung amal ibadah oleh Allah *Subhanahu Wata'ala, Amin ya rabbal 'alamin.*

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Pekanbaru, September 2025

Penulis

RIWAYAT HIDUP



© Hak cipta milik 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.

Melisa dilahirkan di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau pada tanggal 24 Maret 2003. Penulis lahir dari pasangan Ayahanda Rudi Abdullah dan Ibunda Susilawati, yang merupakan anak ke tiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan pada tahun 2009 masuk di SD Negeri 18 Pekanbaru dan tamat pada tahun 2015.

Pada tahun 2015 melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah pertama di SMP Swasta Nurul Falah, Pekanbaru dan selesai pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 7, Pekanbaru dan selesai pada tahun 2021.

Pada tahun 2021 melalui jalur SNMPTN diterima menjadi mahasiswa di Program Studi Agroteknologi, Fakultas pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada bulan Juni sampai Agustus tahun 2023 penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Lapang di PT Asam Jawa. Pada bulan Juli sampai Agustus 2024 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Bangun Purba Timur Jaya, Kecamatan Bangun Purba, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau.

Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Maret 2025 sampai dengan Juni 2025 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah dengan judul “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Fungsional dari Tanah di Pertanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.)” di bawah bimbingan Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si. dan Ibu Oksana, S. P., M.P.

Pada 29 September 2025 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian melalui sidang tertutup Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim 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

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan kesehatan dan keselamatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Fungsional dari Tanah di Pertanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.)”**. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Si. sebagai pembimbing I dan kepada ibu Oksana, S.P., M.P. sebagai pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk, dan motivasi hingga selesainya skripsi ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, September 2025

Penulis



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 KARAKTERISASI BAKTERI FUNGSIONAL DARI TANAH DI PERTANAMAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis* L.)

Melisa (12180220089)

Di bawah bimbingan Syukria Ikhsan Zam dan Oksana

INTISARI

Mengetahui potensi bakteri indigenous sebagai bakteri fungsional akan membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena telah beradaptasi dengan lingkungan asalnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri fungsional dari tanah di pertanaman jeruk siam. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu tanah, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, pada bulan Maret sampai Juni 2025. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Isolasi dilakukan pada tanah di pertanaman jeruk siam menggunakan metode pengenceran berseri. Hasil penelitian menunjukkan populasi bakteri tanah berjumlah $4,8 \times 10^8$ dan didapat 5 isolat bakteri (IS1, IS2, IS3, IS4, dan IS5) yang merupakan bakteri Gram negatif, serta memiliki aktivitas katalase. Seluruh isolat tidak memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, namun memiliki kemampuan dalam penambat nitrogen. Uji antagonis ke 5 isolat bakteri menghasilkan efektivitas daya hambat terhadap *Aspergillus* sp. berkisar 28,1% sampai 54,3%, dan di antara kelima isolat tersebut, IS2 dan IS5 menunjukkan daya hambat paling tinggi dengan persentase lebih dari 50%. Berdasarkan uji bioaktivitas, seluruh isolat bakteri tanah dari pertanaman jeruk siam berpotensi sebagai bakteri fungsional.

Kata Kunci : *Aspergillus* sp., bioaktivitas, tanah.

UIN SUSKA RIAU



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 CHARACTERIZATION OF FUNCTIONAL BACTERIA FROM SOIL IN SIAM ORANGE PLANTATIONS

(*Citrus nobilis L.*)

Melisa (12180220089)

Under the guidance of Syukria Ikhsan Zam and Oksana

ABSTRACT

*Knowing the potential of indigenous bacteria as functional bacteria will help the growth and development of plants because they have adapted to their native environment. This study aims to isolate functional bacteria from the soil of citrus plantations. This research was conducted at the Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science, Faculty of Agriculture and Animal science, Sultan Syarif Kasim Riau State Islamic University, from March to June 2025. This study used a qualitative descriptive method. Isolation was carried out on soil in citrus plantations using the serial dilution method. The results showed that the population of soil bacteria was 4.8×10^8 and 5 bacterial isolates were obtained (IS1, IS2, IS3, IS4, and IS5) which were Gram-negative bacteria, and had catalase activity. All isolates did not have the ability to dissolve phosphate, but had the ability to fix nitrogen. The antagonistic test of 5 bacterial isolates resulted in effective inhibition against *Aspergillus* sp. range of 28.1% to 54.3%, and among the five isolates, IS2 and IS5 showed the highest inhibitory power with a percentage of more than 50%. Based on the bioactivity test, all soil bacterial isolates from the Siamese orange plantation have the potential to be functional bacteria.*

Keywords: *Aspergillus* sp., bioactivity, soil.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Manfaat	2
1.4. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Perkebunan Jeruk	4
2.2. Bakteri Tanah	5
2.3. Peran Bakteri Tanah Bagi Pertanian	6
III MATERI DAN METODE.....	8
3.1. Tempat dan Waktu	8
3.2. Bahan dan Alat	8
3.3. Metode Penelitian.....	8
3.4. Pelaksanaan Penelitian	8
3.5. Parameter Penelitian.....	11
3.6. Analisis Data.....	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	16
4.2. Jumlah Sel dan Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri.....	17
4.3. Karakteristik Mikroskopis Bakteri dan Aktivitas Katalase.....	18
4.4. Bioaktivitas Isolat	19
V PENUTUP	22
5.1. Kesimpulan	22
5.2. Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	29



DAFTAR TABEL

© Hak Cipta milik UIN Suska Riau Tabel

	Halaman
3.1. Parameter Pengamatan Morfologi Makroskopis	12
4.1. Jumlah Sel dan Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri	17
4.2. Karakteristik Mikroskopis Koloni Bakteri.....	18
4.3. Bioaktivitas Isolat	20

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
2.1. Jeruk Siam.....	4
3.1. Pengambilan Titik Sampel Secara Diagonal.....	9
3.2. Pemurnian Bakteri.....	11
4.1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	16
4.2. Pengamatan Warna dan Bentuk Bakteri	19
4.3. Bioaktivitas Isolat	21

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

© Hap	Bakteri Pelarut Fosfat
BPF	<i>Colony Forming Unit</i>
CFU	<i>Indole Acetic Acid</i>
IAA	<i>Indole Butyric Acid</i>
IBA	Indeks Kelarutan Fosfat
IKF	<i>Nutrient Agar</i>
UAN	<i>Natrium Chloride</i>
NaCl	Organisme Pengganggu Tanaman
OPT	Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Tanah
PEMTA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
PDA	<i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i>
PGPR	<i>Potential of Hydrogen</i>
pH	Zat Pengatur Tumbuh
ZPT	

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

Lampiran	Halaman
1. Alur Kegiatan Penelitian	29
2. Karakteristik Koloni Bakteri	30
3. Pewarnaan Gram	31
4. Aktivitas Katalase	32
5. Kemampuan Isolat Bakteri dalam Melarutkan Fosfat	33
6. Kemampuan Isolat Bakteri dalam Penambat Nitrogen	34
7. Aktivitas Antagonis	35
8. Pemurnian Isolat Bakteri	36
9. Dokumentasi Penelitian	37

I. PENDAHULUAN

2.1. Latar Belakang

Keberadaan mikroorganisme tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah karena semakin banyak mikroorganisme tanah maka tanah tersebut dalam kondisi baik (Lestari, 2019). Tanah yang subur mengandung lebih dari 10 juta mikroorganisme per gram tanah (Octaprama dkk., 2020). Salah satu mikroorganisme tanah ialah bakteri, yang merupakan kelompok mikroorganisme dalam tanah yang paling dominan dan meliputi separuh dari biomassa mikroba dalam tanah. Bakteri terdapat dalam segala macam tipe tanah tetapi populasinya menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah (Sufyan, 2012).

Bakteri tanah memiliki dua peran yaitu peran yang menguntungkan dan juga merugikan untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya produk-produk pupuk hayati. Berkembangnya teknologi mikroba penyubur tanah yang dikenal sebagai pupuk hayati (pupuk mikroba) merupakan produk biologi aktif yang terdiri atas mikroba penyubur tanah untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah bahkan dapat meningkatkan kandungan vitamin (Fidiastuti dkk., 2017).

Bakteri memiliki kemampuan sebagai biostimulan dengan cara mensintesis dan mengatur konsentrasi berbagai zat pengatur tumbuh atau fitohormon mengatur pertumbuhan tanaman dan karakter fungsional sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Pratiwi dkk., 2020). Contoh aktivitas fungsional yang dimiliki oleh bakteri fungsional meliputi fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon tanaman, penghambatan patogen tanaman, dan dekomposisi bahan organik (Chen *et al.*, 2021).

Bakteri yang mampu meningkatkan ketersediaan fosfor (P) di dalam tanah adalah kelompok bakteri pelarut fosfat, seperti *Pseudomonas*. Berdasarkan penelitian Cahyadi dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kepadatan populasi bakteri pelarut fosfat tertinggi terdapat pada lahan jeruk siam dengan kepadatan populasi sebanyak $48,79 \times 10^6$ CFU/g tanah. Bakteri yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen (N) di dalam tanah ialah *Azotobacter*, selain itu ada bakteri *Bacillus* sp. yang dapat meningkatkan ketersediaan N (Husna dkk., 2019). Berdasarkan penelitian Purwati dan Hamidah (2018) juga menyatakan

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.

bahwa hasil isolasi mikroba rizosfer tanaman jeruk keprok Borneo Prima diperoleh bakteri *Azotobacter* yang berperan dalam penambatan (fiksasi) N.

Peran bakteri fungsional juga dapat mengendalikan patogen pada tanaman, seperti penyakit yang menyerang tanaman jeruk yaitu, *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) yang disebabkan oleh bakteri dari golongan sub-divisi *Proteobacteria* yaitu *Liberobacter* (Yuniti, 2016), buah gugur premature, yang disebabkan oleh jamur *Fusarium* sp (Zarliani *et al.*, 2021), dan busuk buah yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus* sp. (Zakaria, 2024). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pengendalian hayati dianggap lebih baik karena merupakan alternatif yang efektif dan lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan bakteri antagonis yang nantinya dapat diaplikasikan pada tanaman jeruk siam yang terserang. Bakteri indigenous ketika diaplikasikan pada lingkungan asalnya dapat berkembang lebih baik dan sudah beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya (Cabanas *et al.*, 2018).

Isolasi bakteri fungsional dari tanah di pertanaman jeruk siam tidak hanya bermanfaat untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi dan ketahanan tanaman tetapi juga berontribusi pada pengembangan praktik pertanian berkelanjutan. Penelitian mengenai isolasi bakteri fungsional dari tanah perkebunan jeruk siam dan potensinya di Desa Bangun Purba Timur Jaya, Kabupaten Rokan Hulu masih belum pernah diteliti sedangkan Rokan Hulu sendiri merupakan salah satu sentra produksi jeruk siam di Riau, maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Fungsional dari Tanah di Pertanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.)”**.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan bakteri fungsional dari tanah di pertanaman jeruk siam yang mampu melarutkan fosfat, penambat nitrogen, dan sebagai agen antagonis.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai sumber informasi mengenai jumlah, karakteristik mikroorganisme dan potensi bakteri tanah dalam peningkatan hara dan agen hayati.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah penggunaan pupuk dan pestisida kimia sintetik memang dapat meningkatkan produksi tanaman namun memiliki dampak negatif yang merugikan ekosistem. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif untuk mengurangi ketergantungan bahan kimia tersebut melalui pemanfaatan sumber hayati yang ada di dalam tanah. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan isolasi untuk mengetahui apakah bakteri yang ditemukan memiliki potensi sebagai bakteri fungsional yang mampu meningkatkan ketersediaan hara dan menghambat pertumbuhan patogen pada tanaman?

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.

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.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkebunan Jeruk Siam

Sektor pertanian mempunyai peranan penting dalam perekonomian nasional, hal ini terlihat dari banyaknya jumlah penduduk Indonesia yang hidup dan bekerja di sektor tersebut. Sektor pertanian secara luas mencakup pertanian, perkebunan, perikanan, peternakan, dan kehutanan. Salah satu komoditi perkebunan hortikultura yang banyak diusahakan oleh petani di Indonesia adalah komoditi jeruk (Isaskar *et al.*, 2011). Tanaman jeruk terdiri dari berbagai kultivar, namun masing-masing dari kultivar tanaman jeruk mempunyai karakter tersendiri yang mampu tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi (Hidayati, 2015). Tanaman jeruk siam dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Jeruk Siam (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Indonesia memiliki tiga jenis jeruk lokal yang komersial, yaitu jeruk siam, jeruk keprok dan jeruk besar atau pamelo. Ketiga jenis jeruk tersebut memiliki potensi tinggi karena kemampuan adaptasinya yang baik terhadap beberapa kondisi iklim di Indonesia (Ashari dkk., 2014). Salah satu komoditas buah utama yang digemari oleh masyarakat Indonesia ialah jeruk Siam (*Citrus nobilis* L.). Jeruk siam merupakan anggota jeruk keprok dan mempunyai nama ilmiah *Citrus nobilis*. Secara sistematis jeruk siam termasuk dalam Kingdom : Plantae, Division : Spermatophyta, Sub division : Angiospermae, Class : Dicotyledoneae, Ordo :

Rutales, Famili : Rutaceae, Genus : *Citrus*, Spesies : *Citrus nobilis* (Kementan, 2012).

Jeruk siam merupakan salah satu varietas jeruk yang paling banyak dibudidayakan dan mendominasi 70-80% pasar jeruk nasional. Jeruk siam memiliki ciri khas yaitu berbentuk kulit buah tipis, bulat bundar sedikit pipih, memiliki ukuran sedang dan jika buah ini matang maka warna kulitnya akan berwarna oranye-kuning serta mengkilap (Kristiandi dkk., 2021). Perbedaan citarasa yang tidak signifikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu spesies, varietas tanaman, kondisi lingkungan, iklim, letak geografis, dan faktor genetik dari tanaman (Purba dan Purwoko, 2019).

2.2. Bakteri Tanah

Keberadaan mikroorganisme tanah merupakan organisme yang hidup di dalam tanah mempunyai ukuran yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh indera mata secara langsung. Tanah yang subur memiliki kandungan lebih dari 10 juta mikroorganisme per gram tanah (Octaprama dkk., 2023). Tanah mengandung bermacam-macam mikroorganisme meliputi berbagai spesies salah satunya yaitu bakteri. Bakteri merupakan kelompok organisme yang terdapat bagian tanaman (daun, akar, dan batang) dan tanah di daerah pertanaman (Arsi dkk., 2020).

Bakteri adalah mikroorganisme yang mempunyai struktur sederhana yaitu bersel tunggal, tanpa membran inti sel, dan memiliki ukuran yang sangat kecil atau mikroskopis. Bakteri dikelompokan atas beberapa dasar yaitu berdasarkan bentuk, jumlah, letak flagel, kebutuhan terhadap oksigen, karakteristik dinding sel (Artati dan Oman, 2019). Teknik paling dasar untuk mengklasifikasikan bakteri didasarkan pada bentuk dan susunan sel bakteri (Mohamad *et al.*, 2014). Bakteri dibagi beberapa bentuk yang berbeda yaitu : bentuk bulat, bentuk batang, dan bentuk spiral (hafsan, 2017).

Jenis-jenis bakteri yang terdapat di dalam tanah. Bakteri yang umum di dalam tanah sebagai berikut: *Escherchia coli*, *Bacillus* sp., *Klebsiella pneumonia*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus aureus*, *Clostridium* sp. Beberapa genus bakteri yang penting di dalam tanah yaitu *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Bacillus* sp., walaupun dalam

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.

jumlah kecil dapat berpengaruh baik pada tanah, hewan dan manusia. Bakteri tersebut berperan dalam proses pembusukan dan proses penyuburan dan pembakaran bahan organik dan mineralisasi organik memacu pertumbuhan tanaman. Beberapa bakteri juga diketahui berperan negatif sebagai patogen pada akar tumbuhan seperti *Caryne bacterium*, *Erurnia*, *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* (Yulipriyanto, 2010).

Komposisi, kekayaan dan keragaman mikrobia tanah dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik, baik di atas maupun di bawah tanah. Faktor biotik, seperti genotip inang, kultivar, stadia tanaman dan arsitektur akar. Faktor abiotik yang mempengaruhi seperti suhu, pH tanah, variasi musiman, adanya endapan rhizospheric yang bertindak sebagai sinyal kimiawi untuk mikroba dan pengaruhnya (Lakshmanan *et al.*, 2014).

2.3. Peran Bakteri Tanah bagi Pertanian

Bakteri tanah ada yang menguntungkan dan juga merugikan, sama halnya seperti bakteri fungsional. Bakteri fungsional adalah bakteri yang memiliki peran penting dalam meningkatkan kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman. Ia berkontribusi secara langsung dan tidak langsung terhadap performa tanaman. Kelompok bakteri menguntungkan diantaranya memiliki kemampuan sebagai penambat N, pelarut fosfat, pengkhelat Fe^{2+} , dan penghasil fitohormon, seperti IAA, giberelin, sitokin, dan etilen (Salamat *et al.*, 2021). Selain itu, beberapa bakteri juga berperan sebagai antagonis penyakit layu fusarium maupun sebagai penginduksi sistem ketahanan.

Bakteri pelarut fosfat adalah bakteri yang dapat melarutkan fosfat sukar larut menjadi larut, baik yang berasal dari dalam tanah maupun dari pupuk, sehingga dapat diserap oleh tanaman (Alfiah dkk., 2016). Menurut Mindari dkk. (2018) Bakteri yang dapat menarutkan fosfat antara lain bakteri *Penicillium* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan lain-lain. Aktivitas bakteri pelarut fosfat mampu menghasilkan enzim fosfatase yang dapat memineralisasi fosfat organik yang ada di dalam tanah. Enzim fosfatase juga berperan penting dalam proses hidrolisis fosfat organik menjadi fosfat anorganik (Fitriatin *et al.*, 2020). Bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan asam-asam organik seperti asam sitrat, asam glutamat dan asam suksinat serta bereaksi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

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

dengan unsur Al^{2+} atau Fe^{2+} yang menghasilkan senyawa kompleks yang stabil serta melepaskan ion fosfat yang terikat menjadi tersedia bagi tanaman (Asrul dkk., 2020).

Penambatan nitrogen oleh bakteri memberikan keuntungan bagi tanaman, sehingga pada masa sekarang banyak dimanfaatkan untuk praktek pertanian, karena menjadi alternatif pengganti pupuk anorganik (Bhat *et al.*, 2015; Soumare *et al.*, 2020). Sejak tahun 1800-an diketahui terdapat sekelompok bakteri tanah baik yang bersimbiosis ataupun hidup bebas yang mempunyai kemampuan memfiksasi N dari udara. Pilihan penyedia nitrogen secara hayati adalah dengan memanfaatkan bakteri penambat nitrogen bebas seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum* (Ekawati dan Syekhfani, 2005).

Mekanisme bakteri dalam menghasilkan zat pengatur tumbuh, yaitu interaksi secara langsung antara bakteri dengan tanaman atau dengan cara tidak langsung melalui aktivitas pengendalian patogen (Berg, 2009). Chitraselvi *et al.*, (2015) mengatakan bahwa ZPT IAA diproduksi pada fase stationer pertumbuhan bakteri, karena IAA merupakan metabolit sekunder dari bakteri. Filum Actinomycetes yang mampu menghasilkan ZPT IAA antara lain *Streptomyces riosus*, *Streptomyces scabies*, *Streptomyces albidoflavus*, *Streptomyces olivaceoviridis*, *Streptomyces viridis*, *Streptomyces hygroscopicus*, *Streptomyces rochei* dan *Streptomyces* spp. (Khamna *et al.*, 2010).

Agen hayati adalah mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan virus yang hidup di dalam tumbuhan dan bersimbiosis dengan tumbuhan untuk menghasilkan metabolismik sekunder yang membantu pertahanan tanaman (Yurnaliza dkk., 2008). Pengendalian menggunakan agen hayati merupakan pilihan yang perlu dikembangkan, sebab relatif murah dan mudah dilakukan, serta bersifat ramah lingkungan (Soesanto, 2013). Agen hayati yang sudah banyak dilaporkan berperan sebagai agen antagonis patogen tanaman adalah rizobakteri.

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 ini dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu tanah (PEMTA) Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan pengambilan sampel pada lahan pertanaman jeruk siam di Bangun Purba Timur Jaya, Kabupaten Rokan Hulu. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juni 2025.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu sampel tanah, media *Nutrient Agar* (NA), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Pikovskaya*, agar bacteriological, NaCl fisiologis (NaCl 0,85% + akuades), set pewarnaan gram bakteri, H_2O_2 3%, *wrapping*, *aluminium foil*, spritus, tisu, kertas label, kapas, alkohol 70%. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah inkubator, lampu Bunsen, pipet ukur, gelas beaker, mikroskop, auktoklaf, *vortex*, cawan Petri, *hot plate*, labu Erlenmeyer, timbangan analitik, *laminar air flow*, jarum Ose, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pisau kater, kaca objek, batang L, spatula, *colony counter*, *cool box*, *magnetic stirrer*, alat tulis, spatula, cangkul, cangkul, plastik klip, dan sarung tangan.

3.3. Metode Penelitian

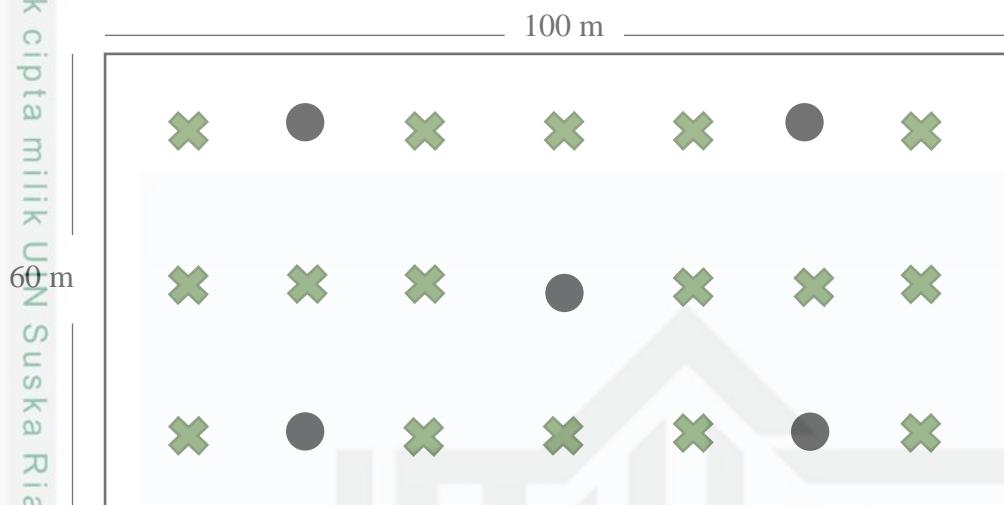
Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode deskriptif kualitatif. Isolasi dilakukan pada tanah di pertanaman jeruk siam menggunakan metode pengenceran berseri.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ini dilakukan secara aseptis pada tanah mineral di pertanaman jeruk siam yang berusia 1,5 tahun. Sampel diambil pada 5 titik, dengan masing-masing titik sebanyak 100 g. Pengambilan sampel dilakukan secara diagonal dengan kedalaman 0-20 cm. Kemudian sampel tanah yang sudah diambil dimasukkan ke dalam plastik klip dan diberi label selanjutnya

dimasukkan ke dakam kota es (*cool box*) dan dibawa ke laboratorium. Pengambilan titik sampel secara diagonal dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pengambilan Titik Sampel Secara Diagonal

Keterangan:  = Tanaman jeruk
 = Titik sampel

3.4.2. Pembuatan Media

1. Pembuatan Media

Pembuatan media NA dilakukan sesuai anjuran yang terdapat kemasan yaitu 28 g/L. Media dimasukan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian tambahkan akuades dan beri penutup di mulut tabung Erlenmeyer menggunakan kapas dan juga *aluminium foil*, lalu dihomogenkan menggunakan *hot plate* dengan *magnetic stir*.

2. Pembuatan Media PDA

Pembuatan media PDA dilakukan sesuai anjuran yang terdapat kemasan yaitu 39 g/L. Media dimasukan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian tambahkan akuades dan beri penutup di mulut tabung Erlenmeyer menggunakan kapas dan juga *aluminium foil*, lalu dihomogenkan menggunakan *hot plate* dengan *magnetic stir*.

3. Pembuatan Media Pikovskaya

Pembuatan media Pikovskaya dilakukan sesuai anjuran yang terdapat kemasan yaitu 31,3 g/L. Media dimasukan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian tambahkan akuades dan beri penutup di mulut tabung Erlenmeyer menggunakan

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.

kapas dan juga *aluminium foil*, lalu dihomogenkan menggunakan *hot plate* dengan *magnetic stir*.

4. Pembuatan Media Tanpa N (Nitrogen)

Pembuatan media Bacteriological dilakukan sesuai anjuran yang terdapat kemasan yaitu 15 g/L. Media dimasukan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian tambahkan akuades dan beri penutup di mulut tabung Erlenmeyer menggunakan kapas dan juga *aluminium foil*, lalu dihomogenkan menggunakan *hot plate* dengan *magnetic stir*.

3.4.3. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sebelum melakukan penelitian seluruh alat dan bahan disterilkan. alat terlebih dahulu dicuci dengan detergen, kemudian dibilas dengan air, dikeringkan, dan dibungkus dengan menggunakan *aluminium foil* (Wahdania, 2020). Semua alat bahan yang tahan akan panas disterilisasi menggunakan presto pada suhu 121°C selama 20 menit, sedangkan untuk bahan dilakukan selama 15 menit. Setelah alat dan bahan disterilisasi kemudian dinginakan didalam *laminar air flow*.

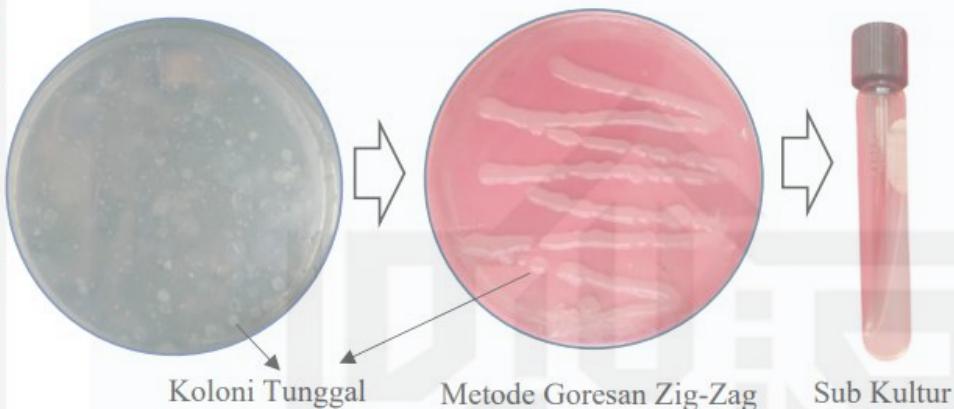
3.4.4. Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan menggunakan teknik Wulandari dkk., (2020) yang dimodifikasi. Sampel tanah sebanyak 10 gr dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah terisi 90 ml akuades steril dan dihomogenkan menggunakan vortex. Kemudian dilakukan pengenceran, dari pengenceran 10^{-1} diambil 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl fisiologis untuk diencerkan lagi menjadi 10^{-2} dan seterusnya sampai 10^{-6} . Inokulasi bakteri dilakukan dengan penanaman 3 seri pengenceran terakhir (10^{-4} - 10^{-6}) masing-masing ditanam pada media NA sebanyak 0,2 ml dengan menggunakan metode tutang (*pour plate*) (Sahara dkk., 2019). Inkubasi cawan petri pada posisi terbalik selama 1x24 jam dengan suhu 37°C (Wulandari dkk., 2020).

3.4.5. Pemurnian Bakteri

Isolat bakteri yang memiliki kriteria yang sama dinyatakan sebagai isolat yang sama kemudian isolat bakteri yang didapat harus dimurnikan untuk mendapatkan biakan murni karena koloni yang tumbuh dalam cawan Petri masih

terdapat beberapa koloni. Pemurnian bakteri dilakukan dengan cara digoreskan menggunakan jarum Ose dengan teknik gores zig – zag pada media NA, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Waluyo, 2008). Koloni yang terpisah dianggap sebagai koloni tunggal kemudian disimpan dalam botol sub kultur untuk digunakan uji-ujinya selanjutnya. Pemurnian bakteri dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Pemurnian Bakteri
(Sumber: Suganda, 2024)

3.5. Parameter Penelitian

3.5.1. Jumlah Sel Bakteri dan Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri

Perhitungan populasi bakteri dilakukan dengan cara menghitung jumlah koloni per isolat yang tumbuh pada media NA. Metode yang digunakan ialah metode cawan hitung. Perhitungan populasi bakteri pada cawan petri dapat dilakukan dengan membagi cawan petri menjadi empat bagian pada bagian bawah cawan petri dengan spidol yang tidak permanen untuk memudahkan dalam menghitung populasi bakteri. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan petri yang mengandung koloni antara 30- 300. Jika tidak ada, maka dipilih yang mendekati 300 (Wulandari dkk., 2020). Rumus menghitung jumlah koloni dalam satuan *colony forming unit* (CFU) adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah CFU} = \frac{1}{\text{Vol sampel}} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}} \times \text{Jumlah koloni dalam cawan petri}$$

Pengamatan karakteristik makroskopis dilakukan untuk mengetahui morfologi ataupun karakteristik makroskopis dari koloni bakteri pada setiap isolat. Isolat tunggal yang berhasil dimurnikan, dikulturkan pada media NA dalam

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.

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

cawan petri, kemudian diinkubasi selama \pm 1 minggu, selanjutnya diamati secara langsung morfologinya yaitu bentuk koloni, elevasi, tepi koloni dan warna koloni bakteri (Nuraini dkk., 2020). Kriteria karakteristik makroskopis koloni bakteri dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter Pengamatan Morfologi Makroskopis

Variabel	Kriteria
Bentuk koloni	Diamati baik secara langsung maupun dengan menggunakan mikroskop. Secara langsung dengan melihat pertumbuhan koloni diatas permukaan agar (Cappuccino dan Sherman, 2002). Secara mikroskopis menggunakan mikroskop pembesaran 40 kali.
Elevasi	Datar, timbul, koveks, gunung, umbonat, berbukit, tumbuh ke dalam media, kraterifor. Elevasi adalah derajat pertumbuhan bakteri diatas permukaan agar, diamati dengan cara mengangkat cawan petri sejajar dengan mata pengamat, lalu mengidentifikasi apakah pertumbuhan rata, tebal, cembung atau bergelombang.
Tepi koloni	Diamati dengan melihat setiap pinggiran koloni pada permukaan media agar, pertumbuhan tepi koloni dapat berlekuk, rata, bergelombang atau bergerigi.
Warna koloni	Berwarna dan tidak berwarna

Sumber: Nuraini dkk. (2020)

3.5.2. Karakteristik Mikroskopis Bakteri dan Aktivitas Katalase

a. Bentuk Sel dan Kelompok Gram

Pengamatan bentuk dan kelompok gram dilakukan dengan cara melakukan pewarnaan Gram terlebih dahulu. Pewarnaan Gram dilakukan pada isolat bakteri yang berumur kurang dari 24 jam. Prosedur kerja dari pewarnaan Gram ini yaitu membersihkan kaca objek menggunakan akuades dan alkohol 70%, memanaskan jarum Ose hingga merah bata, kemudian meneteskan satu tetes akuades diatas kaca objek. Koloni bakteri diambil dari tabung reaksi dan diratakan pada permukaan gelas objek, fiksasi preparat dan ditetesi kristal violet sebanyak 2 tetes biarkan selama 60 detik, lalu dicuci kembali dengan akuades dan dikeringkan, lugol diteteskan sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 60 detik, dicuci dengan alkohol 70% setelah itu dicuci menggunakan akuades, tambahkan 2 tetes safranin biarkan selama 30 detik, bilas dengan akuades dan tunggu hingga mengering

(Suganda, 2024). Pengamatan dilakukan dengan mikroskop perbesaran 1000x. Hasil pengamatan positif jika didapatkan sel bakteri berwarna ungu (Candra dkk., 2017).

b. Keberadaan Endospora

Keberadaan endospora dilihat di bawah mikroskop setelah isolat bakteri diwarnai dengan pewarnaan endospora. Pewarnaan endospore hanya dilakukan untuk bakteri Gram positif. Adapun langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengambil satu Ose biakan bakteri terpilih umur 24 jam dari media NA lalu diletakkan diatas gelas yang telah ditetes dengan akuades steril. Kemudian difiksasi diatas lampu bunsen hingga sel isolat bakteri diperkirakan menempel dengan sempurna di atas gelas objek, selanjutnya hasil tersebut ditetes dengan cat hijau malakit 2-3 tetes selama 30 detik lalu dicuci dengan air mengalir selama 30 detik dan dikeringanginkan. Hasil pengecatan kemudian ditetes dengan safranin selama 30 detik, lalu dicuci dengan air mengalir kemudian didiamkan hingga kering. Hasil diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran kuat. Spora yang terlepas dari sel akan tampak berwarna hijau, spora yang masih terdapat di dalam sel akan tampak transparan, sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah (Saragih, 2013).

c. Aktivitas Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menghasilkan enzim katalase. Uji katalase dilakukan dengan menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2 3%), koloni diambil dari Cawan Petri dan digoreskan pada kaca objek yang kering. Hasil goresan selanjutnya diteteskan H_2O_2 3% sebanyak 2-3 tetes. Isolat bakteri yang bereaksi positif akan membentuk gelembung udara, hal tersebut menunjukkan bahwa isolat memiliki enzim katalase yang dapat memecah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan oksigen, bila terbentuk gelembung udara, dinyatakan katalase positif (Pambudi dkk., 2013).

3.5.4. Bioaktivitas Isolat

a. Kemampuan melarutkan fosfat (BPF)

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan BPF dalam melarutkan fosfat dengan cara menghitung Indeks Kelarutan Fosfat (IKF) dari setiap isolat bakteri yang telah diperoleh diatas media pikovskya. Uji BPF

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.

dilakukan dengan menitikkan 4 titik pada cawan petri kemudian diletakkan di ruangan inkubasi selama 10 hari, dan apabila menunjukkan reaksi yang positif maka akan membentuk daerah berwarna putih bening (holozone) disekeliling koloni dan dapat dikatakan bakteri tersebut tergolong bakteri yang memiliki kemampuan melerutkan fosfat (Tarigan, 2023).

$$IKF = \frac{DK+ZB}{DK}$$

Keterangan :

IKF : Indeks kelarutan fosfat

DK : Diameter koloni

ZB : Zona bening

b. Kemampuan menambat nitrogen

Uji penambat nitrogen dilakukan dengan mengambil sebanyak 1 ose bakteri dan diinokulasi pada media tanpa N (Nitrogen). Isolat kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 5-7 hari. Indikator koloni bakteri penambat Nitrogen dapat dilihat dari koloni yang tumbuh pada permukaan media (Sangkala dkk., 2021).

c. Aktifitas antagonis

Uji ini dilakukan dengan menumbuhkan *Aspergillus* sp. diatas media PDA yang telah disebarluaskan bakteri agen antagonis untuk perlakuan dan menumbuhkan *Aspergillus* sp. pada media PDA tanpa sebaran bakteri untuk kontrol. Selanjutnya Pengamatan daya hambat dilakukan dengan mengukur diameter pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. pada kontrol dan perlakuan. Pengamatan dilakukan sampai koloni *Aspergillus* sp. pada kontrol berhenti pertumbuhannya (Rizkina, 2022). Perhitungan EDH dinyatakan dalam satuan persen (%) dengan rumus Rakesh *et al.*, (2013) sebagai berikut:

$$EDH = \frac{DK-DP}{DK} \times 100\%$$

Keterangan:

EDH : Efektifitas Daya Hambat (%)

DK : Diameter Kontrol

DP : Diameter Perlakuan

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data jumlah koloni dihitung dan dijumlahkan untuk mendapatkan populasi bakteri per isolat. Data juga disajikan dengan pengamatan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Setelah itu melakukan uji aktivitas biologi pada isolate seperti kemampuan menambat nitrogen, melarutkan fosfat, dan aktivitas antagonis.

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.

5.2. Saran

1. Identifikasi perlu dilakukan untuk menentukan spesies isolat.
2. Penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antifitopatogen terhadap fitopatogen pada pertanaman jeruk siam.

V. PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, N., E. N. N. Asih, dan A. G. D. Kartika. 2022. Jenis Gram dan Morfologi Koloni Bakteri Air Baku Garam. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 2(1): 1-8.

Alfiah, L. N., D. Zul, dan Nelvia. 2016. Pengaruh Inokulasi Campuran Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Riau terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Jurnal Agroteknologi*, 7(1):7-14.

Arsi., Y. Pujiastuti., S.S.H. Kusuma, dan B. Gunawan. 2020. Eksplorasi, Isolasi dan Identifikasi Jamur Entomopatogen yang Menginfeksi Serangga Hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(2): 70-76.

Artati, D., dan M. Oman. 2019. Identifikasi Bakteri Melalui Penggunaan Kit Analytical Profile Index (Api) 20e. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 17(2): 149–153.

Ashari, H., Z. Hanif, dan A. Supriyanto. 2014. Kajian Dampak Iklim Ekstrim Curah Hujan Tinggi (La-Nina) pada Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *Microcarpa*) di Kabupaten Banyuwangi, Jember dan Lumajang. *Planta Tropika*, 2(1): 49-55.

Asril, M., and Y. Lisafitri. (2020). Isolation of Genus *Pseudomonas*, a Phosphate Solubilizing Bacteria from the Acid Soil of Institut Teknologi Sumatera's Former Rubber Plantation Site. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1): 40-48.

Asrul., I. N. P. Aryantha. 2020. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Rhizosfer Kelapa Sawit. *Lumbung*, 19(1): 30-39.

Astriani, M. 2017. Skrining Bakteri Selulolitik Asal Tanah Kebun Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Biota*, 3(1): 6-10.

Bawantari, N. K. S., D. N. Suprapta dan K. Khalimi. 2020. Uji Antagonistik *Bacillus siamensis* dan *Paenibacillus polymyxa* terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Issn, 9(3):189-197.

Berg, G. 2009. Plant-Microbe Interactions Promoting Plant Growth and Health: Prespectives for Controlled use of Microorganisms in Agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84(1): 11-14.

Bhat, T. A., L. Ahmad., M. A. Ganai., Shams-Ul-Haq, and O. A. Khan. 2015. Nitrogen Fixing Biofertilizers; Mechanism and Growth Promotion: A review. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 9(2): 1675–1690.

Cabanas, C. G. L., G. Legarda., D. R. Rosa., P. P. Tobiaz., A. V. Corredor., J. L. Niqui., J. C. Trivino., A. Roca., and J. M. Blnco. 2018. Indigenous *Pseudomonas* spp. Strains from the Olive (*Olea europaea* L.) Rhizosphere

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.

as Effective Biocontrol Agents against *Verticillium dahliae*: From the Host Roots to the Bacterial Genomes. *Frontiers in Microbiol*, 9: 277.

Cahyadi, R., R. W. Nusantara., dan M. Nuriman. 2024. Populasi dan Keanekaragaman Bakteri Pelarut Fosfat pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kecamatan Sebawi Kabupaten Sambas. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2): 461-466.

Candra, A., L. M. E. Purwiantiningsih., dan I. P. Yuda. 2017. Isolasi dan Screening Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Nanas (*Ananas comosus* L.) Sebagai Antibakteri *Vibrio Parahaemolyticus* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Bisnis Strategi*, 1-16.

Cappuccino, J. G., and N. Sherman. 2002. *Microbiology: A Laboratory Manual*. San Fransisco: The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.

Chen, Y., M. Zhang., and J. Wu. 2021. Exploring The Functional Potential Of Soil Bacteria In Organic Farming: Insights From Metagenomic Analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, 38(1): 45-58.

Chitraselvi, P. E., S. Kalidass and R. Kant. 2015. Efficiency of Rhizosphere Bacteria in Production of Indole Acetic Acid, Siderophore and Phosphate Solubilization. *International Journal of ChemTech Research*, 7(6): 2557-2564.

Ekawati, I., dan Syekhfani. 2005. Dekomposisi Tajuk Padi oleh Biakan Campuran Bakteri Selulolisis dan Penambat Nitrogen. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 5(2): 120-128.

Fidiastuti, H. R., dan E. Suarsini. 2017. Potensi Bakteri Indigen dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit secara *In Vitro*. *Bioeksperimen*, 3(1): 2460-1365.

Fifendy, M. dan M. Biomed. 2017. *Mikrobiologi Edisi Pertama*. Perpustakaan Nasional. Depok. 266 hal.

Fitriatin, B.N., D.F. Manurung., E. T. Sofyan., and M. R. Setiawati. 2020. Compatibility Phospahe Solubility and Phospahatase Activity by Phosphate Solubilizing Bacteria. *Haya Saudi J Life Sci*, 5(12): 281- 284

Gans, J., M. Wolinsky., and J. Dunbar 2005. Microbiology: Computational Improvements Reveal Great Bacterial Diversity and High Toxicity in Soil. *Science*, 309: 1387-1390.

Hafsan. 2017. *Mikrobiologi Umum*. Alauddin Press. Makassar. 202 hal.

Hamidah, M. N., L. Rianingsih., dan R. Romadhon 2019. Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E.coli* dan *S. Aures*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2): 11-21.

Hidayati, I. N. N. 2015. Karakterisasi Morfologi dan Pertumbuhan Vegetatif Bibit Tujuh Varietas Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco). *Skripsi*. Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Himmah, A. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari *Whey Tahu* serta Uji Potensi Probiotik. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

Husna, M., S. Sugiyanta., dan E. Pratiwi. 2019. Kemampuan Konsorsium *Bacillus* pada Pupuk Hayati dalam Memfiksasi N2, Melarutkan Fosfat dan Mensintesis Fitohormon Indole 3-Acetic-Acid. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2): 117-125.

Isaskar, R., Syafrial, dan N. Tanda. 2011. Efisiensi Pemasaran Jeruk Pamelo dalam Wilayah Magetan (*Citrus grandis L. Osbek*). *Jurnal Habitat*, 22(1): 61-70.

Jatnika, W., Abadi, A. L., dan Aini, L. Q. (2013). Pengaruh Aplikasi *Bacillus* Sp. dan *Pseudomonas* Sp. terhadap Perkembangan Penyakit Bulai yang Disebabkan oleh Jamur Patogen *Peronosclerospora Maydis* pada Tanaman Jagung. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 1(4): 19-29.

Kalay, A. M., A. Talahaturuson., dan W. Rumahlewang. 2018. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* dan *Azotobacter* Terhadap *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* dan *Fusarium Oxysporum* secara in-vitro. *Agrologia*, 7(2):71-78.

Kementerian Pertanian. 2012. Mengenal Beragam Komoditas Buah-Buahan. Jakarta. Direktorat Jenderal Hortikultura.

Khamna, S., A. Yokota., J. F. Peberdy and S. Lumyong. 2010. Indole-3-acetic acid Production by *Streptomyces* sp. Isolated from some Thai Medicinal Plant Rhizosphere Soils. *Journal of Bio Sciences*, 4(4):23-32.

Kristiandi, K., R. Fertiasari., F. N. Yunita., T. W. Astuti., dan D. Sari. 2021. Analisis Produktivitas Dan Luas Tanaman Jeruk Siam Sambas Tahun 2015-2020. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 7(2).

Kumar A., and L. C. Rai. 2017. *Soil Organic Carbon and Availability of Soil Phosphorus Regulate Abundance of Culturable Phosphate Solubilizing Bacteria in Paddy Fields of the Indogangetic Plain*. Pedosphere. in press

Lakshmanan, V., G. Selvaraj., and H. P. Bais. 2014. Update on the Soil Microbiome: Functional Soil Microbiome : Belowground Solutions to an Aboveground Problem. *Plant Physiology*, 166(2): 689-700.

Mandala, M., A. Rachmawati., P. T. Sari., dan I. Indarto. (2021). Populasi Bakteri Penambat Nitrogen pada Lahan Sub Optimal di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(2), 109-116.

Mindari, W., B.W. Widjajani., dan R. Priyadarsini. 2018. *Kesuburan Tanah dan Pupuk*. Gosyen Publishing, . Yogyakarta.

Mirsam, H., A. Munif., Y. F. Rahim. A. Rosya dan A. Rusae. 2016. Potensi Bakteri Antagonis dari Tumbuhan Kirinyuh sebagai Agens Hayati dan

Penginduksi Pertumbuhan Tanaman. Prosiding Seminar Nasional, 2(1):858-896.

Mohamad, N. A., N. A. Jusoh., Z. Z. Htike., and S. Lei Win. 2014. Bacteria Identification from Microscopic. *Journal Of Computer Science, Engineering And Information Technology (Ijcseit)*, 4(2): 1–9.

Nuraini, C., S. Saida., S. Suryanti., dan M. Nontji. 2020. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Jagung pada Fase Vegetatif dan Generatif. *Agrotek Mas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 1(1): 24–30.

Octaprama, L., L. E. Susilowati., dan Suwardji. 2020. Kajian Populasi dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah di Daerah Perakaran Tanaman Porang pada Berbagai Umur yang Berbeda. *Journal of Soil Quality and Management*, 7(1): 1–9.

Pambudi, A., S. Susanti., dan T. W. Priambodo. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah di Desa Sukawali dan Desa Belimbing, Kabupaten Tangerang. Al-Kauniyah: *Jurnal Biologi*, 10(2): 105–113.

Pratiwi1, E., T. D. Satwika., A. Akhdiya., dan F. Agus. 2020. Karakterisasi Bakteri Asal Lahan Gambut Jambi dan Potensinya sebagai Pupuk Hayati. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 44(1): 1-10.

Prihastuti. 2011. Struktur Komunitas Mikroba Tanah dan Implikasinya dalam Mewujudkan Sistem Pertanian Berkelanjutan. *El-Hayah*, 1(4): 174-181.

Purba, E. C., dan B. S. Purwoko., 2019. Penanganan Pascapanen Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Tujuan Pasar Swalayan. *Pro-Life*, 6(3): 203–213.

Purwati, P., dan H. Hamidah. 2019. Biodiversitas Mikroba Rhizosfer Tanaman Jeruk Keprok Borneo Prima (*Citrus reticulata* cv *Borneo Prima*). Agrifarm: *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2): 50-53.

Rakesh, K.N., N. Dileep, N. A. S. Nawaz, S. Junaid, and P.T.R. Kekuda. 2013. Antifungal Activity of Cow Urine Against Fungal Pathogens Causing Rhizome Rot of Ginger. *Journal Environment and Ecology*, 31: 1241-1244

Rizkina, S. 2022. Skrining Isolat Bakteri dari Pupuk Kandang Sapi yang Berpotensi dalam Menghambat Pertumbuhan *Alternaria porri* (Ellis) Cif. Secara In Vitro. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Salamat, S.S., M. A. Hassan., Y. Shirai., A. H. Mohd., Hanif., M.S. Norizan., M. H. M. Zainudin., N. A. Mustapha., M. N. M. Isa., and M. F. A. Bakar. 2021. Effect of Inorganic Fertilizer Application on Soil Microbial Diversity in an Oil Palm Plantation. *Bio Resources*, 16(2): 2279–2302.

Sangkala, S., A. Bakhtiar., dan E. Syam'un. 2021. Keragaman Morfologi Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat dari Berbagai Lingkungan Agroekosistem di Kabupaten Takalar. *Jurnal Biotek*, 9(1): 93-112.

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.

Santoso, K., Rahmawati., dan Rafdinal. 2019. Eksplorasi Bakteri Penambat Nitrogen dari Tanah Hutan Mangrove Sungai Peniti, Jabupaten Mempawah. *Jurnal Protobiont*, 8(1): 52-58.

Saragih, A. B. 2013. Skrining Bakteri Pelarut Fosfat Adaptif Vinasse dari Lahan Tebu Pabrik Gula Jatiroti Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Jember.

Soesanto L. 2013. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman Edisi Kedua*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 484 hal.

Suganda, Y. 2024. Analisis Bakteri Fungsional pada Kompos Pelet dengan Penambahan Pupuk Kandang Ayam. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Soumare, A., A. G. Diedhiou., M. Thuita., M. Hafidi., Y. Ouhdouch., S. Gopalakrishnan., dan L. Kouismi. 2020. Exploiting Biological Nitrogen Fixation: A Route. *Plants*, 9(8): 1–2.

Sufyan, T. 2012. Solasi Mikroba Penghasil Antibiotika dari Tanah Tempat Pengolahan Ayam di Jalan. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar.

Tarigan, R. A. 2023. Kajian Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat pada Perbedaan Penggunaan Lahan. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1): 160-163.

Wahdania, W. 2020. Perbandingan Kelimpahan Bakteri Selulolitik pada Tanah Hutan Mangrove di Desa Lalang dan Kawasan Ekowisata Mengkapan Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.

Waluyo, L. 2008. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. Universitas Muhamadiyah Malang Press. Malang. 356 hal.

Wulandari, N., M. Irfan., dan R. Saragih., 2020. Isolasi dan Karakterisasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dari Rizosfer Kebun Karet Rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3): 57–64.

Yuliatin, E. (2020). Eksplorasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Kopi (*Coffea Spp.*) Di Agroforestri Ub Forest Kabupaten Malang Sebagai Agen *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (Pgpr). *Skripsi*. Universitas Brawijaya.

Yulipriyanto, H. 2010, *Biologi Tanah Dan Strategi Pengolahannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 271 hal.

Yuniti, I. G. A. D. 2016. Bakteri *Liberobacter Asiaticum* Menyebar pada Tanaman Jeruk dengan berbagai Gejala Serangan Penyakit CVPD. *Jurnal Teknik Gradien*, 8(2): 33–49.

Yurnaliza., R. Hadiwibowo dan K. Nurtjahju. 2008. Isolasi dan Uji Antagonis Jamur Endofit Akar Kelapa Sawit. *Jurnal Biologi Sumatra*, 3(2): 36-41.



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

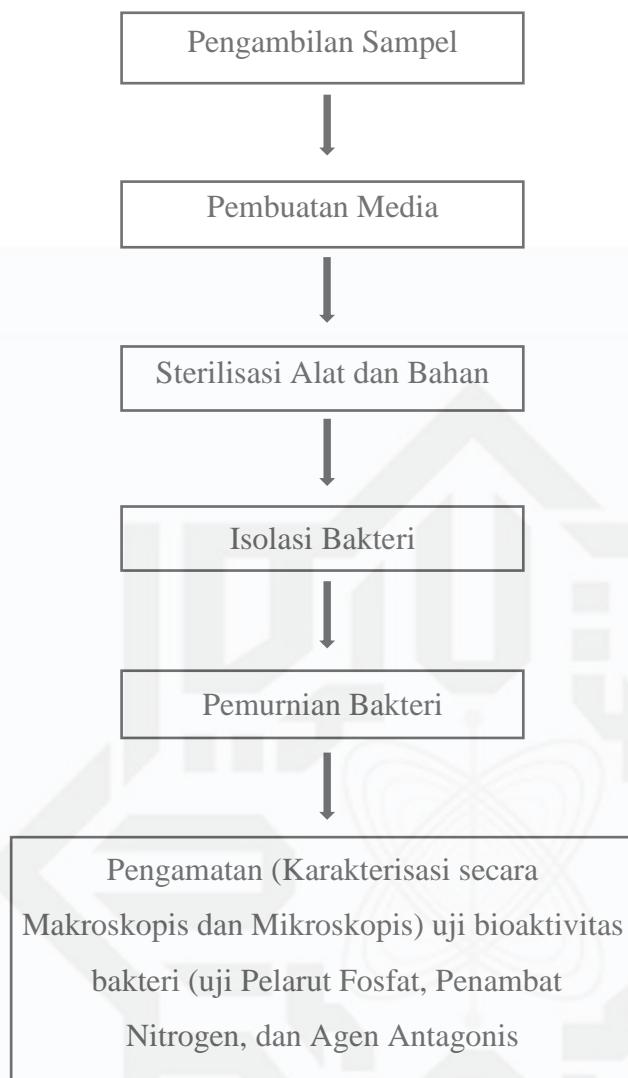
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Zakaria, L. 2024. An Overview of Aspergillus Species Associated with Plant Diseases. *Pathogens*, 13 (9): 813.

Zarliani, W. O. A., L. O. M., Mustari., Muzuna., A. Ajo. 2021. Penyuluhan Pengendalian dan Pencegahan Organisme Pengganggu Tanaman Jeruk Siompu di Kecamatan Siompu Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Membangun Negeri*, 5 (1): 227.

Zivkovic, S., S. Stojanovic., Z. Ivanovic., V. Gavrilovic., T. Popovic., and J. Balaz. 2010. Screening of Antagonistic Activity of Microorganism Against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of Biological Sciences*, 62(3): 611–623.

Lampiran 1. Alur Kegiatan Penelitian

**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.

Lampiran 2. Karakteristik Koloni Bakteri

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

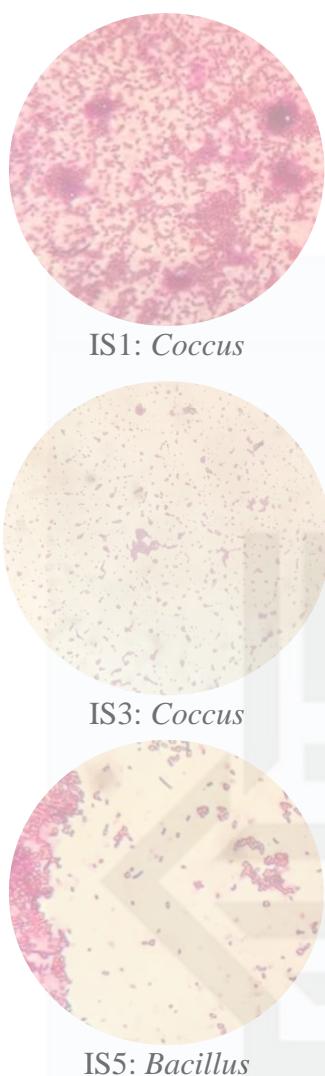
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Lampiran 3. Pewarnaan Gram

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

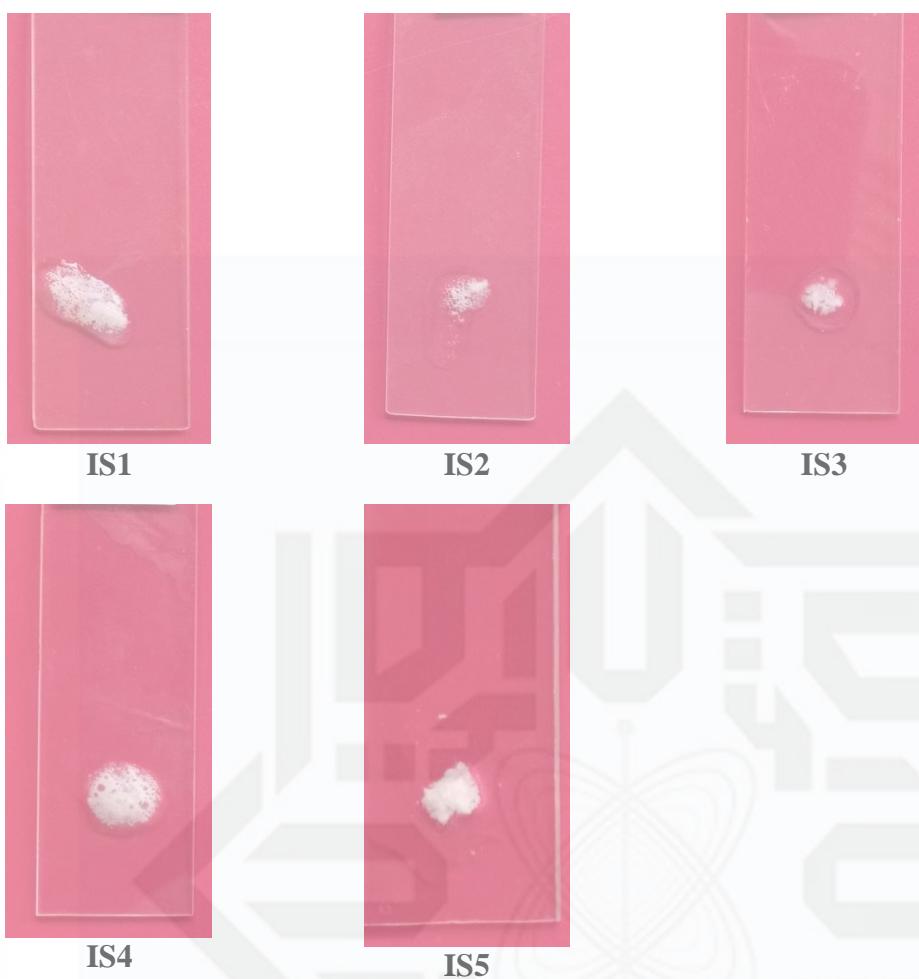
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

IS2: *Bacillus*IS4: *Bacillus*IS1: *Coccus*IS3: *Coccus*IS5: *Bacillus*

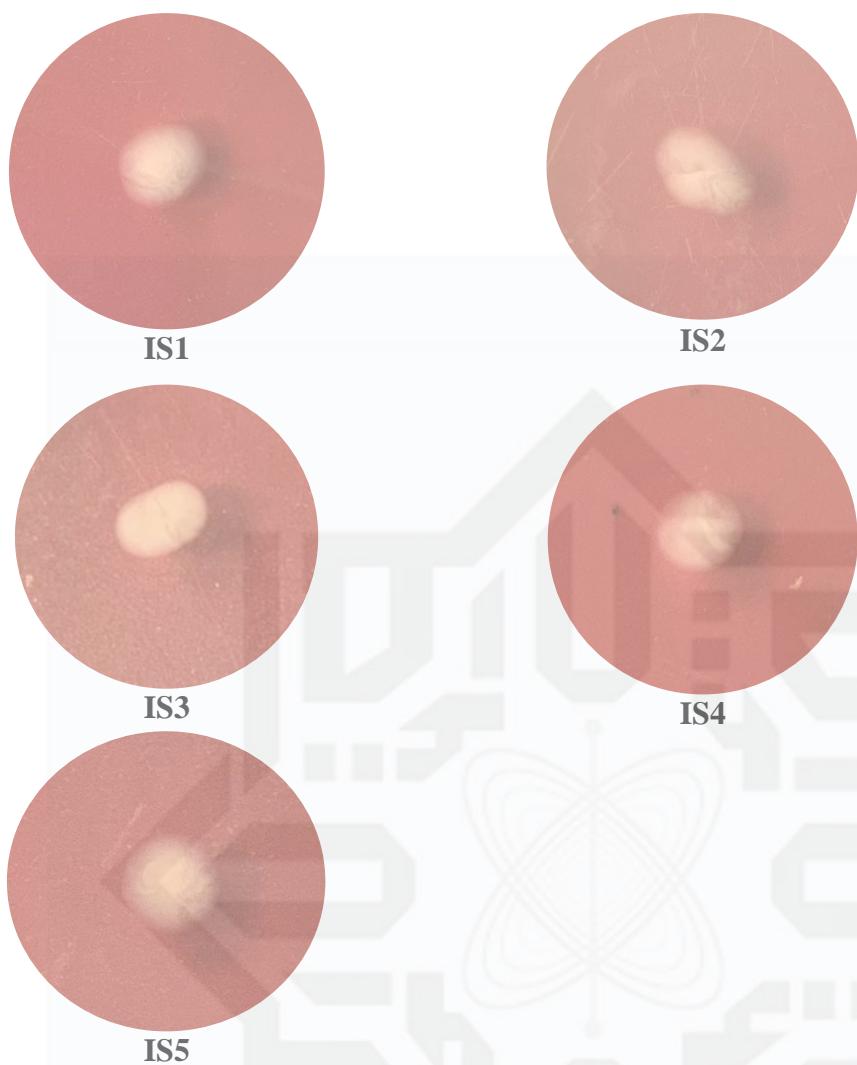
Lampiran 4. Aktivitas Katalase

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.



Lampiran 5. Kemampuan Isolat Bakteri dalam Melarutkan Fosfat



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

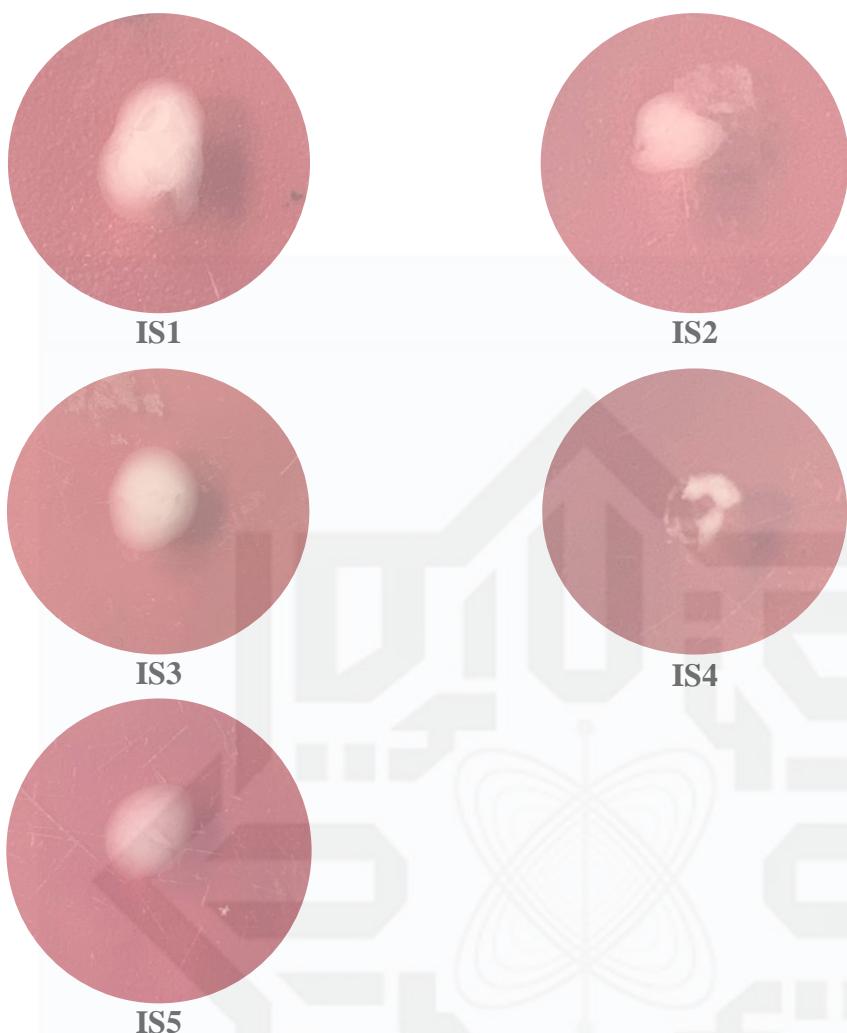
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

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.

Lampiran 6. Kemampuan Isolat Bakteri dalam Menambat Nitrogen



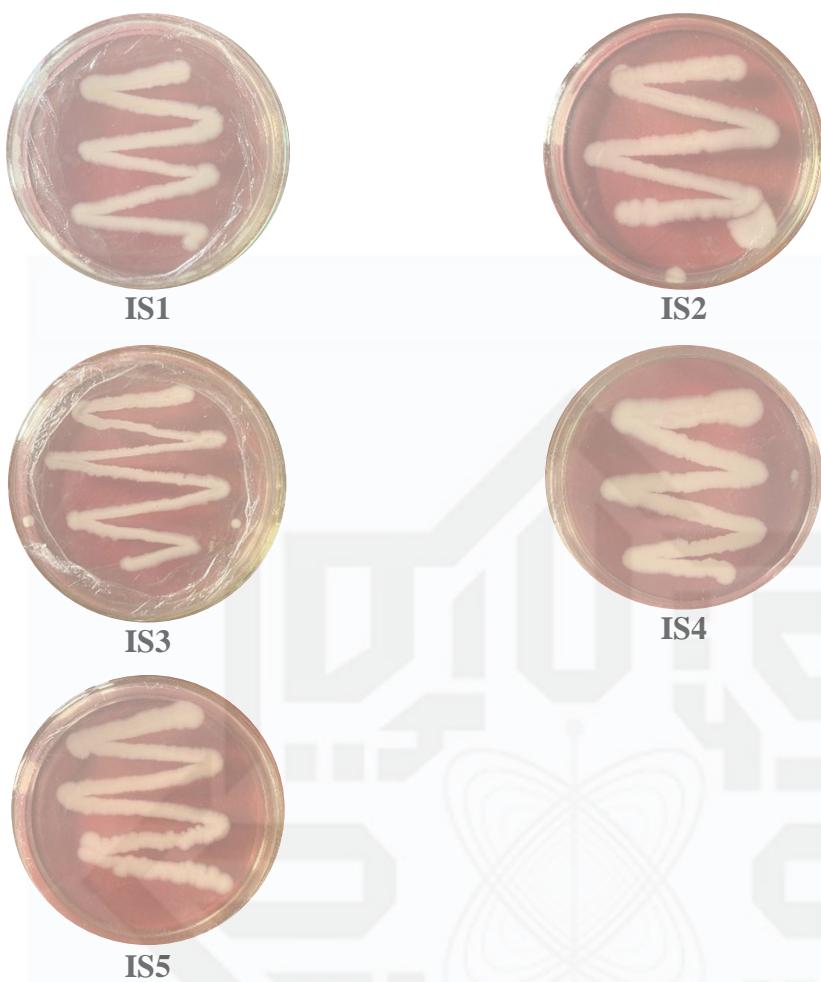
Lampiran 7. Aktivitas Antagonis

© Hak cipta milik 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.

Lampiran 8. Pemurnian Isolat Bakteri



Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

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.



Pengambilan Sampel



Pembuatan Media



Sampel dihomogenkan



Perhitungan Koloni Bakteri



Pengenceran Bakteri



Pemurnian Bakteri

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

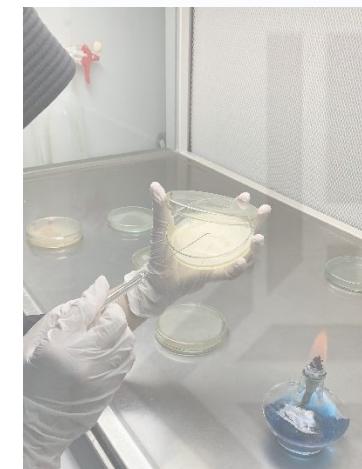
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

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.



Pengamatan



Uji Penambat Nitrogen



Pengukuran pH



Uji Pelarut Fosfat



Uji Antagonis