



SKRIPSI

ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BIOLOGI BAKTERI YANG TERDAPAT PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT



Oleh:

VELLY AKHRIANI
11682204439

UIN SUSKA RIAU

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

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 UJI AKTIVITAS BIOLOGI BAKTERI YANG
TERDAPAT PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**



Oleh:

VELLY AKHRIANI
11682204439

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

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2021**

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 Uji Aktivitas Biologi Bakteri yang Terdapat pada Tandan Kosong Kelapa Sawit
 Nama : Velly Akhriani
 NIM : 11682204439
 Program Studi : Agroteknologi

Menyetujui,
 Setelah diuji pada Tanggal 12 Januari 2021

Pembimbing I


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

Pembimbing II


Yusmar Mahmud, S.P., M.Si
 NIK. 130 817 065

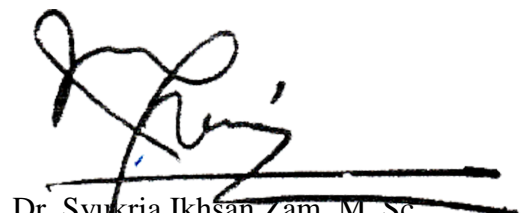
Mengetahui:

Dekan
 Fakultas Pertanian dan Peternakan

Ketua
 Program Studi Agroteknologi



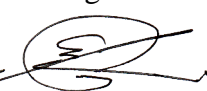
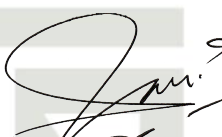



730904 199903 1 003


Dr. Syukria Ikhsan Zam, M. Sc
 NIP. 198110107 200901 1 008

- 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 menjabarkan 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 PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian Sarjana Agroteknologi pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan dinyatakan lulus pada tanggal 12 Januari 2021

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Tahrir Aulawi, S.Pt. M.Si.	KETUA	
2.	Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc.	SEKRETARIS	
3.	Yusmar Mahmud, S.P., M.Si.	ANGGOTA	
4.	Dr. Syukria Ikhsan Zam, M.Sc.	ANGGOTA	
5.	Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc.	ANGGOTA	

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.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya berupa skripsi ini adalah asli yang merupakan hasil penelitian saya dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun (sarjana, tesis, disertasi dan sebagainya) baik di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim dosen pembimbing dan hak publikasi karya tulis ilmiah ini ada pada penulis, pembimbing 1 dan pembimbing 2.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pula di dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma hukum yang berlaku di perguruan tinggi dan Negara Republik Indonesia.

Pekanbaru, 12 Januari 2021
Yang membuat pernyataan,



Velly Akhriani
NIM. 11682204439

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'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'amin, segala puji bagi Allah *Subbhanahu Wata'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat beriring salam untuk junjungan kita Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*.

Skripsi yang berjudul “Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri yang Terdapat pada Tandan Kosong Kelapa Sawit”. Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini tak lupa penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis Ayahanda Sarianto dan Ibunda Mislinar, atas segala pengorbanan yang telah dilakukan, atas doa dan restu yang selalu mengiringi langkah penulis. Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* selalu melindungi, serta membalas dan meridhoi segala pengorbanan yang telah diberi kepada penulis serta adik yang tersayang Henny Lidiana Nover dan Azkhia Assyfa yang memberikan doa dan berperan penting dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Edi Erwan, S.Pt., M.Sc., Ph.D. 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. Triani Adelina, S.Pt., M.P. Selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang memberikan arahan dalam penulisan skripsi dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ahmad Taufiq Arminudin, S.P., M.Sc sebagai Sekretaris Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

6. Bapak Ir. Mokhammad Irfan M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Yusmar Mahmud S.P., M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan sekaligus Dosen Pembimbing II yang memberikan ide, arahan dan motivasi dengan tidak bosan-bosannya kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
7. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam selaku Penguji I dan Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc. sebagai Penguji II yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya.
8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Agroteknologi dan staf Fakultas Pertanian dan Peternakan yang memberikan ilmu serta kemudahan penulis selama berkuliah di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau..
9. Sahabat sehidup sesyurga Finoveri: Fitriana, S.P, Novia Indri Lestari, S.P dan Rizki Anggi Aruchi, S.P telah menemani dan membantu penulis.
10. Senior-senior penulis, Ummi Muntamah, S.P, Eka Pranadini Wijayati, S.P serta rekan-rekan tim penelitian A. Mulyono, S.P., Sonia Indriani, S.P., Alya Tiasma Simbolon, S.P, Deni Asmita, S.P, dan Nurhayati Alam, S.P yang telah membantu saat penelitian berlangsung.
11. Rekan Asisten Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Tanah, Dasha Lististio, S.P, Fiya Fhadilah Ihsani, S.P., Nadia Ulfa, Ali Murabbi dan Sestri yang telah membantu selama penelitian berlangsung.
12. Rekan senior dan junior Himpunan Mahasiswa Jurusan Agroteknologi dan Forum Studi Islam An-Nahl yang banyak memberikan motivasi, saran menjadi mahasiswa yang kritis
13. Teman-teman seperjuangan Agroteknologi D'16: Holong M. Pasaribu, Dasha Lististio, S.P., Deni Asmita, Fitriana, Novia Indri, S.P., Rahmadi Syakban, Rizki Anggie Aruchi, S.P., Adly Fitri, Alex Andriadi H., Dia Rahmadhanti, Eko Fidarto, Fatur Rabbani Daulai, Fauzan, Kinanjar Asmara Dewi, Masnuriawan, Riandi Devialdi, Sesha Larasati, Suci Amalia Pertiwi, Taufiq Riadi, Yogi Sarju Krismon, Insanul Azmi dan Khairul Ulum.

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.

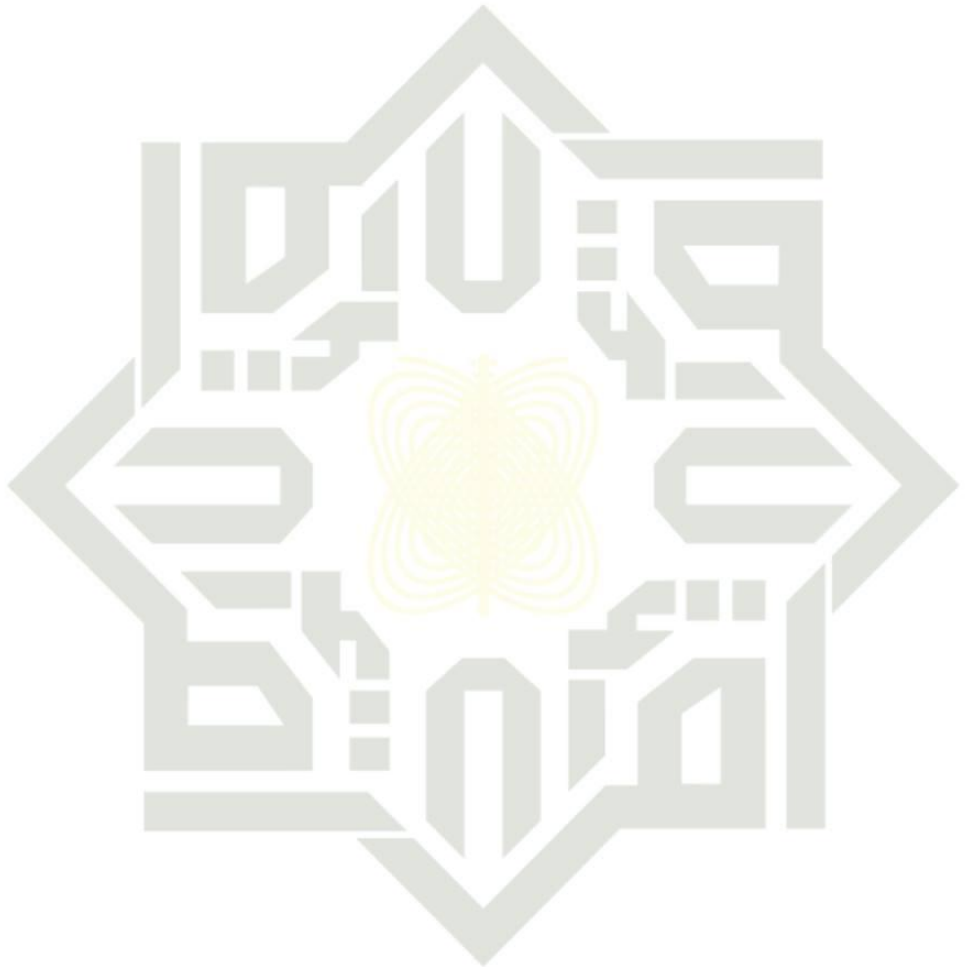
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

14. Teman-teman angkatan 2016 yang menjadi keluarga, penyemangat saat penulis masih aktif berkuliah hingga menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap semoga segala hal yang telah diberikan kepada penulis ketika berkuliah akan dibalas Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, dan dimudahkan segala urusan.

Wassalamu'alaikumwarahmatullahiwabarakatuh.



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.



RIWAYAT HIDUP

Velly Akhriani dilahirkan pada hari Ahad Tanggal 31 Agustus 1997 di Pekanbaru, Provinsi Riau. Lahir dari pasangan Bapak Sarianto dan Ibu Mislinar. Dan merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Mengawali pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2003 di SDN 4 Sungai Siput, Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis, Riau dan lulus pada tahun 2009.

Pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan ke MTs Islamic Centre Al-Hidayah, Kecamatan Kampar Timur, Kabupaten Bangkinang, Provinsi Riau dan lulus pada Tahun 2012. Kemudian pada Tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di MA Islamic Centre Al-Hidayah, Kecamatan Kampar Timur, Kabupaten Bangkinang Provinsi Riau dan lulus tahun 2015.

Pada tahun 2016 melalui jalur Mandiri, penulis diterima menjadi Mahasiswa pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Selama masa kuliah penulis pernah menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Agroteknologi dan FSI Al-Nahl. Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2018 melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi di Desa Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kota Malang Jawa Timur.

Bulan Juli sampai dengan Agustus 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sepotong, Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis Riau.

Pada tanggal 12 Januari 2021 dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian (S.P) melalui sidang tertutup Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri 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.

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 Uji Aktavitas Biologi yang Terdapat pada Tandan Kosong Kelapa Sawit”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Mokhammad Irfan, M.Sc sebagai dosen pembimbing I dan Bapak Yusmar Mahmud, SP., M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai 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 terima kasih dan semoga mendapatkan balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua baik untuk masa kini dan masa yang akan datang

Pekanbaru, 12 Januari 2021

Penulis

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.

ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS BIOLOGI BAKTERI YANG TERDAPAT PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Velly Akhriani (11682204439)

Di bawah bimbingan Mokhamad Irfan dan Yusmar Mahmud

INTISARI

Tandan kosong kelapa sawit merupakan bahan organik yang menjadi salah satu nutrisi bagi mikroorganisme. Adanya mikroorganisme yang ada di tandan kosong kelapa sawit memiliki peran yang berbeda dalam pertumbuhan tanaman, diantaranya adalah sebagai bakteri pelarut fosfat dan sebagai agen biokontrol. Tujuan penelitian ini untuk mengisolasi bakteri yang terdapat pada tandan kosong kelapa sawit dan menguji aktivitas biologi. Penelitian dilaksanakan pada Bulan November 2019 - Maret 2020 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Metode yang digunakan yaitu deskriptif. Kriteria sampel tandan kosong yaitu belum matang, setengah matang dan matang. Parameter pengamatan yaitu: jumlah sel bakteri, karakterisasi makroskopis bakteri, pewarnaan gram, kemampuan melarutkan fosfat, agen biokontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sel bakteri tandan kosong kelapa sawit belum matang sebesar $6,10 \times 10^8$ cfu, setengah matang sebesar $8,50 \times 10^8$ cfu dan matang sebesar $6,20 \times 10^7$ cfu. Karakterisasi makroskopis bakteri didapat 6 isolat bakteri dengan warna yang berbeda yaitu merah muda, kuning, putih kemudian bentuk koloni yang berbeda yaitu bulat, filament, menyebar tidak bearaturan. Semua bakteri merupakan kelompok Gram negatif dengan bentuk sel *bacil* (batang) yang merupakan bakteri pelarut fosfat. Isolat yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fussarium* sp.yaitu TKS 1, TKS 2, TKS 3, TKS 5 dan TKS 6.

Kata Kunci: aktivitas biologi, bakteri, tandan kosong kelapa sawit

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.

ISOLATION AND BIOLOGICAL TEST OF BACTERIA IN OIL PALM EMPTY BUNCHES

Velly Akhriani (11682204439)

The Guidance of Mokhammad Irfan and Yusmar Mahmud

ABSTRACT

*Oil palm empty bunches are organic material which is a nutrient for microorganisms. The presence of microorganisms in empty oil palm bunches has a different role in plant growth, including as a phosphate solubilizing bacteria and as a biocontrol agent. The purpose of this study was to isolate the bacteria found in oil palm stalks and to test their biological activity. This research was conducted in November 2019 - March 2020 at the Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau. The method used in this research is descriptive. The criteria for the empty bunches that were immature, half ripe and ripe. The observation parameters were: number of bacterial cells, macroscopic characterization of bacteria, gram staining, ability to dissolve phosphate, biocontrol agent. The results showed that the number of bacterial cells of unripe palm oil bunches was 6.10×10^{-8} cfu, half-cooked was 8.50×10^{-8} cfu and cooked was 6.20×10^{-7} cfu. The macroscopic characterization of bacteria obtained 6 bacterial isolates with different colors, namely pink, yellow, white, then different colony forms, namely round, filamentous, irregularly spreading. All bacteria are a Gram negative group with the form of stalk cells (rods) which are phosphate solubilizing bacteria. Isolates that have the potential to act as biocontrol agents against *Fusarium* sp. are TKS 1, TKS 2, TKS 3, TKS 5 and TKS 6.*

Keywords: bacteria, biological activity, oil palm empty bunches

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.

DAFTAR ISI

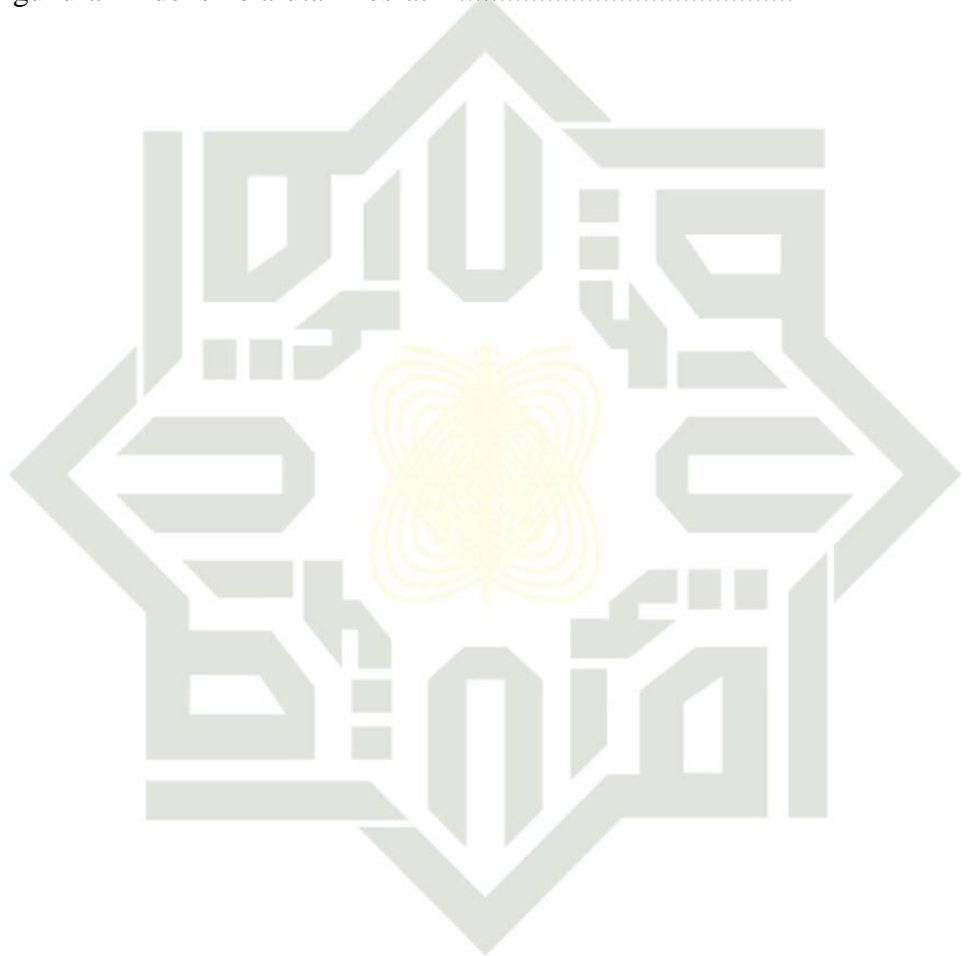
	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat	3
1.4. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Limbah Kelapa Sawit.....	4
2.2. Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	5
2.3. Aktivitas Biologi Mikroorganisme	6
III. MATERI DAN METODE	10
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
3.2. Alat dan Bahan	10
3.3. Metode Penelitian	10
3.4. Pelaksanaan Penelitian	10
3.5. Pengamatan	14
3.6. Analisis Data	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	18
4.2. Jumlah Sel Bakteri	19
4.3. Karakteristik Isolat Bakteri	21
4.4. Kemampuan Melarutkan Fosfat.....	24
4.5. Bakteri Agen Biokontrol.....	26
V. PENUTUP	30
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	38

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

Tabel	Halaman
3. Pengamatan Morfologi Makroskopis	15
4.1. Jumlah Koloni Bakteri TKKS	20
4. Morfologi Bakteri	22
4. Hasil Pengukuran Indeks Pelarutan Fosfat	24



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.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit	11
3.2. Titik Pengambilan Sampel.....	11
3.3. Pengenceran Berseri	13
3.4. Pemurnian Bakteri	14
3.5. Cara Menghitung IKF.....	16
3.6. Skema Pengukuran Uji Daya Hambat	17
4.1. Lokasi Penelitian	18
4.2. Koloni Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	20
4.3. Morfologi Bakteri	21
4.4. Hasil Pewarnaan Gram	23
4.5. Uji Bakteri Pelarut Fosfat (BPF).....	25
4.6. Mekanisme Hambatan Isolat Bakteri.....	26
4.7. Mekanisme Hambatan Sampel Bakteri Secara Kompetisi	28
4.8. Bakteri Sampel Tidak Memiliki Daya Hambat	29

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.

DAFTAR SINGKATAN

BPF	Bakteri Pelarut Fosfat
BPS	Badan Pusat Statistik
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
DH	Daya Hambat
Dk	Dan Kawan-Kawan
DNA	<i>Deoxyribo Ducleid Acid</i>
ha	Hektar
INF	Indeks Kelarutan Fosfat
ITK	Isolat Tandan Kosong Kelapa Sawit
Mm	Millimeter
NA	<i>Nutrient Agar</i>
PDA	<i>Potato Dextrose Agar</i>
PEMTa	Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Tanah
Ph	<i>Potential Of Hydrogen</i>
PKO	<i>Palm Karnel Oil</i>
PKS	Pabrik Kelapa Sawit
Tan	Tanamaan
Tankos	Tandan Kosong
TBS	Tandan Buah Segar
Tn	Tahun
TKKS	Tandan Kosong Kelapa Sawit
TKS	Tandan Kosong Sawit

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Alir Isolasi dan Karakterisasi Bakteri	38
2. Bentuk Koloni dari Atas	39
3. Bentuk Permukaan Koloni	40
4. Bentuk Morfologi dari Penonjolan	41
5. Bentuk Fisik Sampel Sesuai Tingkat Kematangan	42
6. Pengambilan Sampel.....	43
7. Pembuatan <i>Nutrient Agar</i>	44
8. Enumerasi Bakteri.....	45
9. Pemurnian Bakteri	46
10. Kuisisioner Wawancara terhadap Pemilik Kebun	47
11. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri.....	48
12. Hasil Uji Pelarutan Fosfat.....	49
13. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Negatif	50
14. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Positif Basil.....	51
15. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Negatif Anaerob.....	52

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

Peningkatan perekonomian di Indonesia dipengaruhi juga oleh tanaman perkebunan seperti kelapa sawit (Sembiring dkk., 2015). Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2020), luas lahan kelapa sawit dari tahun 1999 hingga tahun 2020 terus meningkat. Di Provinsi Riau, luas lahan perkebunan kelapa sawit pada tahun 2017 sebesar 2.493.176 ha, pada tahun 2018 sebesar 2.706.892 ha, pada tahun 2019 sebesar 2.808.668 ha dan pada tahun 2020 sebesar 2.850.003 ha perkebunan dengan jumlah produksi 10,20 juta ton/panen (2 kali dalam sebulan). Menurut Haji (2013) bahwa meningkatnya produksi tanaman kelapa sawit dari tahun ke tahun, di sisi lain akan meningkatkan jumlah limbahnya, baik berupa limbah cair maupun limbah padat.

Limbah kelapa sawit merupakan sisa-sisa dari hasil proses budidaya tanaman kelapa sawit maupun dari industri pengolahan kelapa sawit (PKS) menjadi CPO (Fauzi, 2004). Basis satu ton tandan buah segar (TBS) yang diolah akan dihasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak (21%) serta minyak inti sawit (PKO) sebanyak 5% dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan buah kosong 25%, serat 13,5%, dan cangkang biji 5,5% dari tandan buah segar, jika limbah dijumlahkan sebanyak 70% (Anwar, 2008).

Terdekomposisinya tandan kosong kelapa sawit (TKKS) disebabkan oleh interaksi mikroorganisme yang saling berkerja di dalamnya. Mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan tersebut antara lain fungi dan bakteri (Suyono, 2011). Peran mikroba bagi tanaman yaitu: memicu pertumbuhan tanaman, dekomposer, bakteri pelarut fosfat, dan sebagai agen biokontrol. Mikroba yang terdapat pada TKKS memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan sebagai agen biokontrol (Amirrudin, 2008).

Banyaknya mikroba yang terdapat pada TKKS akan memiliki aktifitas biologi (sebagai pelarut fosfat dan agen biokontrol), dapat diisolasi dan diaplikasikan ke tanaman. Tandan kosong kelapa sawit merupakan bahan organik yang menjadi salah satu nutrisi bagi mikroorganisme. Adanya mikroba yang ada di TKKS memiliki peran yang berbeda dalam pertumbuhan tanaman, diantaranya adalah sebagai BPF dan sebagai agen biokontrol. Peran mikroba bagi tanaman

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.

© Hak cipta dilindungi 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.

diantaranya membantu pelarutan fosfat dalam tanah menjadi mudah tersedia bagi tanaman (Suliasih dan Rahmat, 2007). Tandan kosong kelapa sawit yang ditambahkan ke tanah sekitar tanaman kelapa sawit tidak saja memperbaiki sifat fisik dan kimia tetapi juga memperbaiki sifat biologi tanah. Mikroba pelarut fosfat berperan dalam kesuburan tanah karena mikroba jenis ini mampu melakukan mekanisme pelarutan fosfat dengan mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, fumarat, dan malat. Asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan dapat diserap oleh tanaman (Ingle and Padole, 2017).

Pseudomonas sp, *Bacillus sp*, *Bacillus megaterium*, dan *Chromobacterium sp* adalah sebagian dari kelompok BPF yang mempunyai kemampuan tinggi sebagai “biofertilizer” dengan cara melarutkan unsur P yang terikat pada unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman. Unsur P adalah salah satu unsur hara penting yang berperan dalam metabolisme. Persentase kandungan unsur P dalam ekosistem tanah juga sangat tergantung dari adanya BPF dalam ekosistem tanah tersebut (Widawati dan Suliasih, 2006).

Agen biokontrol merupakan alternatif pengendalian penyakit tanaman secara alami, salah satunya menggunakan organisme hidup. Bakteri dapat hidup dalam berbagai kondisi dan tempat. Misalnya jenis bakteri BPF membantu proses pelarutan fosfat dalam tanah akibat pemberian TKKS ke tanah. Selain BPF diharapkan mikroba lain berperan sebagai agen biokontrol yang dapat melindungi tanaman dari penyakit tular tanah. Menurut Purwanto dkk., (2014) bahwa bakteri tersebut mampu menghasilkan senyawa aktif yang mengandung zat-zat antibiotik, antibakteria dan antifungi. Pada tanaman kehadiran bakteri menyumbang proses pertumbuhan tanaman dan meningkatkan resistensi tanaman terhadap serangan penyakit dengan menghasilkan senyawa antibiotik, peran lainnya mikroba bagi tanaman sebagai agen biokontrol yang melindungi tanaman dari penyakit-penyakit tular tanah yang disebabkan oleh *fusarium sp.* dan *Ralstonia sp.* (Bandara *et. al.*, 2006). Dari uraian di atas penulis mengangkat judul penelitian

“Isolasi dan Aktivitas Biologi Bakteri yang Terdapat pada Tangkos Kelapa Sawit”.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi bakteri yang terdapat pada TKKS dan menguji aktifitas biologi (bakteri pelarut fosfat dan agen biokontrol).

1.3. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang bakteri yang terdapat pada TKKS dan aktifitas biologi (bakteri pelarut fosfat dan agen biokontrol).

1.4. Hipotesis

Terdapat bakteri dari hasil isolasi TKKS yang mampu melarutkan fosfat dan agen biokontrol.

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. Limbah Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit adalah sisa-sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit baik berupa limbah cair maupun limbah padat. Limbah padat kelapa sawit dapat berupa tandan kosong, cangkang dan *fiber* (sabut). Diketahui untuk 1 ton kelapa sawit akan mampu menghasilkan limbah berupa, limbah cair sebanyak 50%, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5% , *wet decanter solid* (lumpur sawit) 4 %, serabut (*fiber*) 13% serta TKKS sebanyak 25% (Mandiri, 2012).

Limbah padat TKKS sangat berpotensi sebagai pupuk organik berdasarkan ketersediaan dan kandungan haranya. Limbah tandan kosong tersedia sekitar 25% per ton tandan buah segar yang diolah PKS. PKS yang dibangun dengan kapasitas 60 ton/jam untuk operasional kerja selama 20 jam akan menghasilkan 1200 ton x 25% = 300 ton/jam limbah padat. Dalam waktu 1 tahun PKS akan menghasilkan limbah padat 300 ton x 25 x 12= 90.000 ton/thn yang menyebabkan pencemaran lingkungan yang apabila dibakar menghasilkan karbon (Leokito, 2002). Sementara itu menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2019), jumlah pabrik kelapa sawit di Riau terdapat 337 unit. Dalam waktu satu tahun limbah kelapa sawit akan menumpuk sebanyak 337 x 90.000 ton = 30.330.000 ton/thn.

Sejalan dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, akan terjadi pula peningkatan volume limbahnya. Umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan, tetapi jika diaplikasikan pada tanah yang kurang subur akan menambah organik tanah (Haryanti dkk., 2014). Umumnya limbah padat kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai kompos TKKS (Leokito, 2002). Kompos TKKS memiliki kandungan bahan organik dan hara cukup tinggi sebesar 42.8% C, 2.90% K, 0.8% N, 0.22% P, 0.3% Mg dan unsur mikro 10 ppm B dan 23 ppm Cu (Darmosarkoro, 2003). Sabut kelapa sawit mengandung nutrient, fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan karbon (C), sehingga limbah ini dapat

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.

menjadi sumber pertumbuhan bakteri, dimana bakteri dapat juga digunakan dalam proses pengolahan limbah (Manusawai, 2011).

2.2. Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit

Bakteri adalah mikroba bersel satu yang memiliki sifat prokariotik dan dapat berkembang biak dengan cara pembelahan sel (aseksual). Pada umumnya bakteri tidak memiliki klorofil, namun ada bakteri yang bersifat fotosintetik. Bakteri memiliki beberapa sifat lainnya seperti hidup secara bebas, saprofit, sebagai patogen bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Selain itu, bakteri juga tidak memiliki membran inti, sedangkan komponen genetiknya terdapat di dalam molekul DNA tunggal yang berada pada sitoplasma (Alimuddin, 2005).

Sitoplasma berupa protoplasma yang didalamnya terdapat granula untuk menyimpan zat makanan cadangan, ribosom, polioribosom, vakuola gas, tetesan lipid, basal flagella. Pada sel bakteri terdapat daerah yang biasa disebut dengan daerah inti (*nuclear region*), yang sering disebut nukleoid. Bagian sekitar inti sel terdapat kromosom yang hanya dibentuk dari satu DNA yang berbentuk spiral, sehingga bakteri dinyatakan haploid. Nukleoidnya tidak terdapat selubung inti (Yudiarti, 2007).

Hasil penelitian terdahulu Widiawati dan Suliasih (2006), menyatakan bahwa bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. merupakan bakteri sebagai *biofertilizer* dengan cara melarutkan unsur fosfat yang terkait pada unsur lain (Fe, Al, Ca dan Mg), sehingga unsur P tersebut menjadi tersedia bagi tanaman. Jenis bakteri yang telah diidentifikasi sebagai pelarut fosfat pada TKKS telah banyak ditemukan diantaranya *Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp., *Bacillus* sp., *Azotobacter* sp., *Microbacterium* sp. dan *Flavobacterium* sp. (Marista dkk., 2013). Isamiati (2019) juga melaporkan bahwa bakteri yang berperan sebagai pelarut fosfat yang banyak ditemukan, *Microbacterium* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus*, *Azotobacter* sp., *Micrococcus* sp. dan *Flavobacterium* sp.. Priyatna (2018), melaporkan bahwa bakteri pelarut fosfat pada limbah *sludge* pabrik kelapa sawit ditemukan isolat tertinggi dalam membentuk zona bening yaitu *Pseudomonas* sp. 1 (5,0 mm), *Bacillus* sp. 2 (4,0 mm), *Acinetobacter* sp. (2,8 mm), *Bacillus* sp. 1 (2,8 mm), dan *Pseudomonas* sp. 2 (2,8 mm).

2.3. Aktivitas Biologi Mikroorganisme

2.3.1. Bakteri Pelarut Fosfat

Potensi pemanfaatan bakteri pelarut fosfat asal TKKS untuk membantu penyediaan unsur hara P untuk mengatasi rendahnya ketersediaan senyawa fosfat di tanah. Kolaborasi TKKS dan bakteri pelarut fosfat diharapkan membantu pelepasan senyawa P yang terjerap pada tanah (Fitriatin *et. al.*, 2014). Bakteri pelarut fosfat merupakan mikrobiotik tanah yang dan ditemukan juga pada TKKS memiliki kemampuan untuk melepas ikatan P dan berperan dalam melarutkan P yang tidak tersedia menjadi tersedia, sehingga dapat digunakan oleh tanaman dalam perkembangan, pertumbuhan dan meningkatkan penyerapan P, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur P terutama pada tanah-tanah masam. Kemampuan lain dari bakteri pelarut fosfat ini yaitu dapat menghasilkan asam-asam organik yang mampu mengikat Al, Fe, Ca, dan Mg membentuk organometal yang stabil dan P menjadi tersedia bagi tanaman, dan sebagai pelarut fosfat organik sebesar $10^4 - 10^6$ sel/gr tanah, mampu memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, tidak mencemari lingkungan, penetrasi patogen akar dan hemat energi. Jenis-jenis mikroba tersebut adalah *Penicillium* sp., *Bacillus* sp., dan *Pseudomonas* sp.. Mikroba tersebut mampu melarutkan mineral-mineral fosfat serta melibatkan enzim fosfatase, berperan dalam mentransfer energi, penyusun protein, koenzim, asam nukleat, dan senyawa metabolik lainnya, sehingga dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang mengalami kekurangan P (Purwaningsih, 2012).

Fosfat di dalam tanah merupakan unsur hara yang berperan penting bagi proses pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur fosfat di dalam tanah dibantu oleh bakteri pelarut fosfat yang banyak dijumpai daerah rizosfer. Bakteri pelarut fosfat merupakan kelompok mikroorganisme tanah yang berkemampuan melarutkan P yang terfiksasi dalam tanah dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia sehingga dapat diserap tanaman kelapa sawit (Marista dkk., 2013).

Salah satu alternatif untuk mengatasi rendahnya P tersedia tanah adalah dengan bioteknologi tanah, yaitu memanfaatkan mikroba tanah yang terdapat pada TKKS yang hidup bebas yang memiliki kemampuan dalam melarutkan P 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.

Hak Cipta Milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

dan P pupuk serta dapat yang membantu jangkauan akar dalam menyerap P tanah seperti mikroba pelarut fosfat (Hasanudin dan Gonggo, 2004).

Mekanisme pelarutan fosfat oleh bakteri dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengasaman dan reaksi enzimatis. Pengasaman terjadi karena adanya asam-asam organik yang dihasilkan oleh bakteri melalui metabolisme glukosa sebagai sumber karbon. Asam organik tersebut antara lain asam sitrat, asam glutamat, asam suksinat, asam laktat, asam oksalat, asam glioksalat, asam malat, asam fumarat dan asam tartrat. Asam organik tersebut akan mengikat kation dalam bentuk kompleks yang stabil dengan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} dan Al^{3+} . Selain asam organik, P dapat dilepas dari senyawa organik dalam tanah melalui tiga kelompok enzim: 1) Fosfatase nonspesifik, yang melakukan fosforilasi terhadap ikatan fosfoester bahan organik, 2) Fitase, yang secara spesifik menyebabkan P terlepas dari asam fitat, 3) Fosfonatase dan Iyase C-P, enzim yang dapat melakukan pemecahan C-P pada organofosfat (Goldstein and Krishnaraj, 2002).

Fosfatase asam dan fitase merupakan yang paling sering ditemukan aktivitasnya karena substrat kedua enzim memiliki reaksi spesifik terhadap substrat. Salah satu contohnya adalah reaksi fosfatase dalam mengatalisis hidrolisis fosfomonoester yang dilakukan oleh bakteri genus *Corinebacterium* (Suciati. 2006). Fosfatase termasuk enzim ekstraselular yang disekresi dan diaktifkan melalui membran sitoplasma. Tahapan reaksi fosfatase mengatalisis hidrolisis fosfomonoester adalah sebagai berikut: 1) Ikatan non-kovalen antara substrat dan enzim, 2) Pelepasan grup alkohol dari ikatan kovalen dengan enzim membentuk ikatan non-kovalen, 3) Pengikatan air oleh senyawa enzim fosforil membentuk ikatan non-kovalen, 4) Pelepasan Ortofosfat dan regenerasi enzim bebas (Hefdiyah dan Shovitri, 2014).

3.2. Agen Biokontrol

Bakteri yang memiliki kemampuan sebagai agen hayati biokontrol dapat melindungi tanaman dari penyakit tular tanah dan berperan juga sebagai pendegradasi tandan kosong kelapa sawit. Agen biokontrol adalah mikroorganisme hidup yang berasosiasi dan menguntungkan dengan tanaman. Beberapa contoh mikroba agen biokontrol yaitu *Vibrio non-patogenik*, *Pseudomonas*, *Plesiomonas*, *Lactobacillus*, *bacillus*, *Actynomyces*, 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.

nitrifikasi dan denitrifikasi, bakteri fotosintetik, beberapa jenis *yeast* (khamir), serta Bifidobakteria (Verschuere *et al.*, 2000).

Pengendalian hayati mempunyai kelebihan dan kekurangan agen biokontrol pada tanaman kelapa sawit. Kelebihannya antara lain: 1) selektifitas yang tinggi dan tidak menimbulkan hama baru; 2) organisme yang digunakan sudah ada di alam dan hanya perlu eksplorasi dan pengembangan; 3) organisme yang digunakan dapat mencari dan menemukan hama sendiri; 4) organisme yang digunakan dapat berkembangbiak dan menyebar dengan sendirinya; 5) hama tidak menjadi resisten atau kalau ada sangat lambat; 6) pengendalian dapat berjalan dengan sendirinya; dan 7) tidak ada pengaruh samping yang buruk seperti pada penggunaan pestisida. Kelemahan pengendalian hayati antara lain: 1) pengendalian berjalan lambat; 2) hasilnya tidak dapat diramalkan; 3) sukar dan mahal untuk pengembangan dan penggunaannya; dan 4) pelaksanaannya memerlukan pengawasan pakar (Fuadi, 2012).

Umumnya jenis agens hayati yang dikembangkan berasal dari mikroba yang hidup sebagai saprofit di dalam bahan organik bersifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran, atau bersifat menginduksi ketahanan tanaman (Supriadi, 2006). Mekanisme agen hayati dalam menekan patogen penyebab penyakit tanaman yaitu: 1) antibiosis, mikroba menghasilkan antibiotik, 2) Persaingan nutrisi/kompetisi, mikroba yang memiliki pertumbuhan cepat akan menekan mikroba penyebab penyakit 3) Hiperparasitisme, bakteri memakan sel patogen penyebab penyakit secara langsung, 4) Produksi enzim litik, menghidrolisis berbagai senyawa polimer seperti kitin, selulosa, hemiselulosa, protein dan DNA (Muslim, 2019).

Agen pengendali hayati yang berperan terdiri atas golongan bakteri, jamur, dan aktinomisetes. Kelompok bakteri agen pengendali hayati antara lain dari genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Burkholderia*. Bakteri-bakteri tersebut dikenal menghasilkan antibiotik, anti jamur, anti virus, senyawa volatil, bahkan insektisida. Pemanfaatan agen hayati yang ramah lingkungan, tidak berbahaya bagi musuh alami, dan tidak berbahaya bagi hewan dan manusia adalah cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi penggunaan insektisida kimia (Agustini dkk., 2017).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

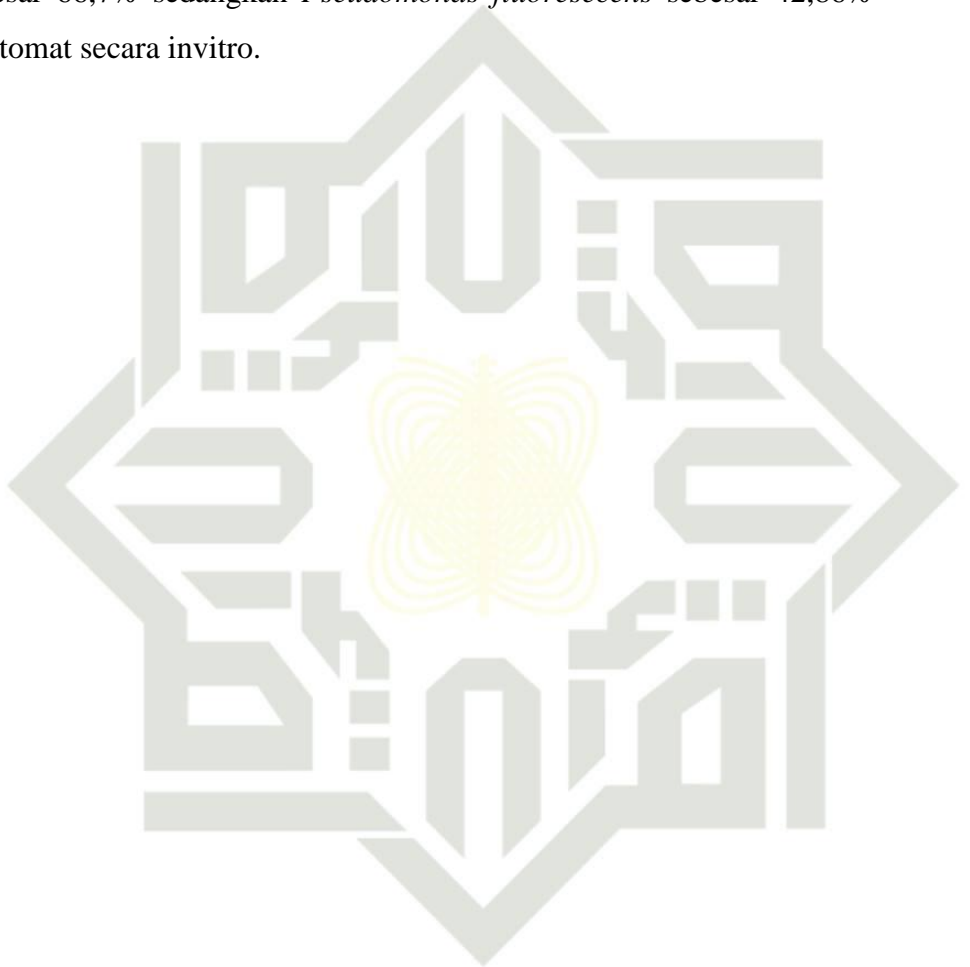
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

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.

Bacillus sp. dan *Pseudomonas* telah teruji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan dan penyakit layu *Fusarium* pada beberapa tanaman. Hasanudin, dkk. (2019) melaporkan bahwa *Pseudomonas fluoresecens* melakukan penghambatan pada *Fusarium spp.* sebesar 27,5% sedangkan *Bacillus spp.* sebesar 32,4% pada tanaman terong secara invitro. Rahayuniati dan endang, 2012 melaporkan bahwa *Basilus* sp. mampu menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* sebesar 66,7% sedangkan *Pseudomonas fluoresecens* sebesar 42,86% pada tanaman tomat secara invitro.



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.

III. MATERI DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Tanah (PEMTA) Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini telah dilaksanakan pada Bulan November 2019 – Maret 2020.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah: pisau *scapel*, parang, meteran, penggaris, alat tulis, alat dokumentasi (kamera), spidol, *autoclave*, *cool box*, *incubator*, pipet volume, timbangan elektrik, tabung rekasi, Erlenmeyer, mikropipet, rak tabung, Cawan Petri, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *laminar air flow*, *vortex*, *oven*, *colony counter*, Erlenmeyer, *showcash*, incubator bakteri (37° C), *Beaker glass*, *orbital shaker*, bola hisap, timbangan analitik, aluminium foil, kapas, kertas label, *cool box*, plastik klip dan plastik wrep.

Bahan yang akan digunakan adalah: tangkos kelapa sawit, Aquades, media *nutrien agar* (NA), NaCl fisiologis (NaCl 0,85%), *Pikovskaya*, alkohol 70%, bahan pewarnaan gram bakteri, aquades, dan larutan clorox 5%.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode deskriptif dengan teknik pengambilan sampel secara zigzag. Isolasi dilakukan pada tandan kosong kelapa sawit dengan kriteria belum matang, setengah matang dan matang.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pengambilan Sampel

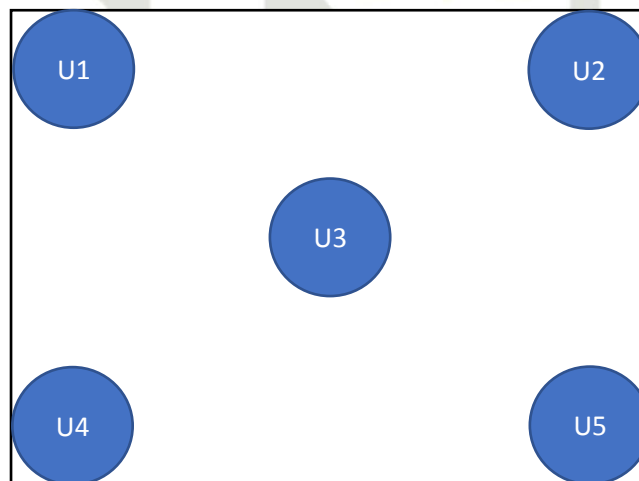
Lokasi pengambilan sampel di Dusun 1 Bencah Kelubi RT/RW 004/002 Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung (Lampiran 6). Tanaman kelapa sawit berusia 10 tahun dan luas lahan 1 Ha (Gambar 3.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit). Sampel TKKS terdiri atas: Sampel tandan kosong yang belum matang, dengan kriteria tandan kosong masih utuh (belum terdegradasi), berwarna coklat (Gambar 3.1.a). Sampel setengah matang, dengan kriteria berwarna coklat sudah terdegradasi (belum sempurna), seperti rambut yang digulung (Gambar 3.1.b). Sampel matang, dengan kriteria berwarna coklat gelap (Gambar 3.1.c).



a. Belum Matang b. Setengah Matang c. Matang

Gambar 3.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pengambilan sampel ditumpukan pada 3 jenis kriteria TKKS yaitu: TKKS belum matang, TKKS setengah matang dan TKKS matang, dan diulang sebanyak 5 kali pengulangan. Di setiap titik sampel TKKS diambil sebanyak 250 gram. Apabila dikompositkan menjadi 3 sampel yang berbeda dengan berat masing-masing sebesar 1,25 kg (Gambar 3.2). Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan teknik Zigzag, yaitu dilaksanakan dengan menentukan titik yang akan digunakan sebagai tempat pengambilan sampel tanah secara Zigzag (Fahlevi *dkk*, 2019).



Gambar 3.2. Titik Pengambilan Sampel

Keterangan:

Las = 1 Ha

U₁, U₂, U₃, U₄, U₅ = ulangan titik pengambilan sampel

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.

3.4.2. Pembuatan Media NA

Pembuatan media NA dalam 1 liter yaitu, timbang media yang dibutuhkan dengan timbangan analitik sebanyak 29 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung *Erlenmeyer*. Tambahkan aquades sebanyak 1 liter lalu bahan tersebut dipanaskan dengan *hot plate*, serta dihomogenkan dengan *maghnetik stirrer*. Setelah bahan homogen kemudian beri penutup berupa kapas dan *alumunium foil* pada mulut tabung *Erlenmeyer*, supaya proses penguapan tidak terjadi. Pensterilisasian NA menggunakan presto dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu dituang ke cawan petri secara aseptik di *laminar air flow*. Biarkan media menjadi padat dan dingin (Lampiran 7).

3.4.3. Enumerasi Bakteri

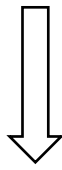
a. Pengenceran Sampel

Sampel TKKS dari setiap tingkat kematangan diambil sebanyak 10 gram. Tandan kosong kelapa sawit dimasukkan ke dalam tabung *Erlenmeyer* sebanyak 10 gram, kemudian NaCl steril 90 ml, lalu dihomogenkan dengan shaker pada kecepatan 100 rpm selama 1 jam dan dijadikan pengencer 10^{-1} , dari pengencer 10^{-1} diambil 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml NaCl fisiologis steril menjadi 10^{-2} sampai dengan pengenceran ke 10^{-6} (Gambar 3.3). Penanaman bakteri diambil dari pengenceran 10^{-4} 10^{-5} dan 10^{-6} masing-masing ditanam ke media NA sebanyak 0,1 ml secara duplo dengan metode sebar (*spread method*), jumlah koloni bakteri yang berasal kompos tangkos kelapa sawit akan dilihat secara makroskopis, mikroskopi dan uji aktivitas biologi (Irfan, 2014).

Pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-6} masing-masing ditanam kedalam media NA sebanyak 0,5 ml secara duplo (Hadieotomo dkk, 1993). Dengan cara yang sama lakukan pada sampel bagian tengah dan ujung. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh adalah bakteri yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit (Lampiran

10 g tankos

Hak cipta m



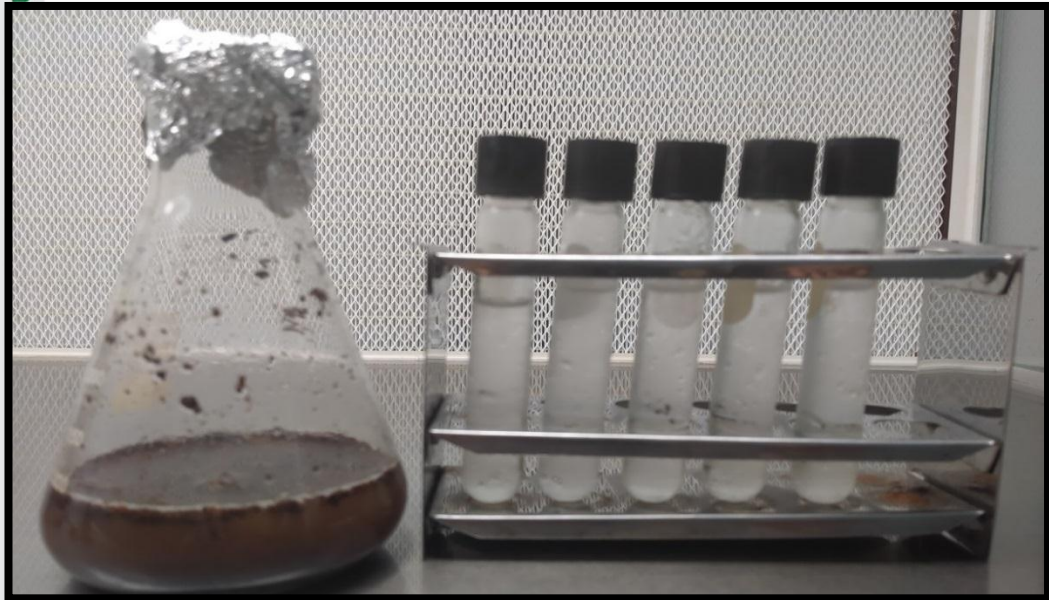
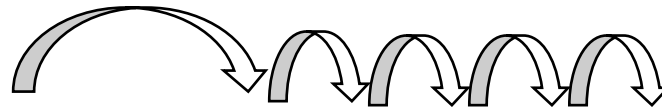
1 ml

1 ml

1 ml

1 ml

1 ml



10^{-1}

10^{-2}

10^{-3}

10^{-4}

10^{-5}

10^{-6}



Gambar 3.3. Pengenceran Berseri

b. Penanaman Isolat

Penanaman dari suspensi larutan TKKS diambil dari tiga pengenceran 10^{-4} , dan 10^{-5} , 10^{-6} yang akan ditanam di media NA sebanyak 0,1 ml dengan menggunakan *micropipet*. Sebelum penanaman larutan TKKS harus divortex terlebih dahulu selama satu menit agar suspensi menjadi homogen. Setiap penanaman diulang dua kali (duplo). Selanjutnya disebar dengan batang penyebar steril (celupkan batang penyebar dalam etanol dan bakar, setelah diperkirakan dingin baru digunakan). Beri label di bagian pinggir tiap cawan Petri (gunakan kode singkatan pengenceran). Inkubasi cawan Petri pada posisi terbalik selama 2x24 jam dengan suhu 37°C (Hastuti dan Ginting, 2007).

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.

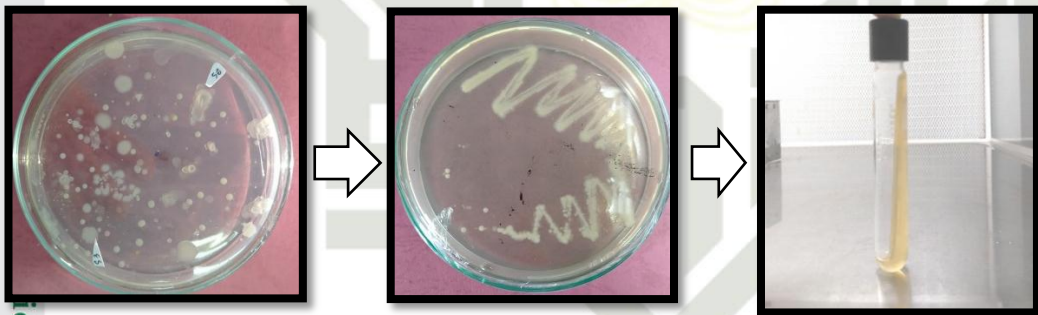
c. Menghitung Jumlah Koloni

Perhitungan jumlah koloni menggunakan metode cawan hitung. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan petri yang mengandung koloni antara 30-300. Rumus menghitung jumlah koloni dalam satuan *Colony Forming Unit* (CFU) adalah sebagai berikut :

$$\text{Jumlah CFU} = \frac{1}{\text{Vol Sampel}} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}} \times \text{Jumlah Koloni dalam Petri}$$

3.4.4. Pemurnian Bakteri

Isolat bakteri yang didapat dimurnikan untuk mendapatkan biakan murni. Sebelum melakukan pemurnian, kawat ose disterilkan terlebih dahulu dengan cara dipijarkan hingga merah kemudian didinginkan lalu digunakan untuk mengambil koloni bakteri dalam cawan petri. Pemurnian bakteri dilakukan dengan cara digoreskan secara zig-zag pada media *Nutrien Agar* (NA). Media tersebut diinkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu 37°C. Koloni Tunggal yang terpisah dari goresan zig-zag dianggap sebagai koloni tunggal yang kemudian disimpan di botol spesimen untuk dilakukan uji-uji selanjutnya (Lampiran 9). Proses pemurnian dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Beberapa Koloni Dalam satu petri

Koloni Tunggal Metode Zigzag

Koloni Tunggal Dalam Botol spesimen

Gambar 3.4. Pemurnian Bakteri

3.5. Pengamatan

Pengamatan dalam penelitian ini yaitu jumlah koloni bakteri, morfologi koloni, pewarnaan gram, dan bentuk sel (identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis).

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.

3.5.1. Karakterisasi Makroskopis Bakteri

Bakteri yang telah didapatkan dari hasil inkubasi diamati secara langsung (makroskopis) koloni, tepi, elevasi dan warna koloni berdasarkan bentuk karakteristik bakteri dapat diamati pada Lampiran 2 (Hefdiyah dan Shovitri, 2014). Pengamatan morfologi makroskopis (Saragih, 2013) dapat dilihat pada Tabel. 3.1. sebagai berikut.

Tabel 3.1. Pengamatan Morfologi Makroskopis

Variabel	Kriteria
Bentuk koloni	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.
Tepi koloni	Halus, bergelombang, lobat tidak teratur, sillat, bercabang, wool, benang, rambut.
Permukaan koloni	Mengkilat, tidak mengkilat
Pewarnaan koloni	Berwarna (sebutkan), tidak berwarna
Elevasi	Datar, timbul, konveks, gunung, umbonat, berbukit, tumbuh kedalam media krateriform

3.5.2. Pewarnaan Gram Bakteri

Pengujian ini bertujuan untuk mengelompokkan bakteri berdasarkan dinding selnya ada yang tergolong gram positif dan ada yang tergolong gram negatif. Cara pelaksanaan pewarnaan gram sebagai berikut: bersihkan kaca objek, palkarkan ose hingga merah bata, ambil aquades dengan ose, letakkan di atas gelas objek, ambil koloni bakteri dari tabung reaksi yang mengandung bakteri berumur 24 jam, ratakan dipermukaan gelas objek, fiksasi preparat, kemudian preparat ditetesi Kristal violet sebanyak 2 tetes biarkan selama 60 detik, cuci dengan aquades lalu keringkan, tambahkan lugol sebanyak 2 tetes biarkan selama 60 detik, cuci dengan alkohol 70% lalu cuci dengan aquades, beri 2 tetes safranin biarkan selama 30 detik, bilas dengan aquades lalu keringkan dan amati dengan mikroskop (Safrida dkk., 2012).

3.5.3. Kemampuan Melarutkan Fosfat

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan yang dimiliki oleh isolat bakteri pelarut fosfat (BPF) dalam melarutkan fosfat dengan cara menghitung indeks kelarutan fosfat (IKF) dari setiap isolat bakteri yang telah diperoleh. Kegiatan ini dilakukan dengan cara: menyediakan media *Pikovskaya*

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.

Agar, tumbuhkan bakteri di media dengan dititikkan sebanyak 4 titik pada petridis, letakkan Petridis di dalam ruangan inkubasi bakteri selama 7 hari. Isolat bakteri pada media *Pikovskaya* dapat ditandai jika terbentuk zona bening di sekitar koloni maka bakteri tergolong bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Pengukuran yang dilakukan yaitu terhadap diameter koloni dan diameter zona bening menggunakan penggaris dan kaca pembesar untuk mempermudah pengukuran.

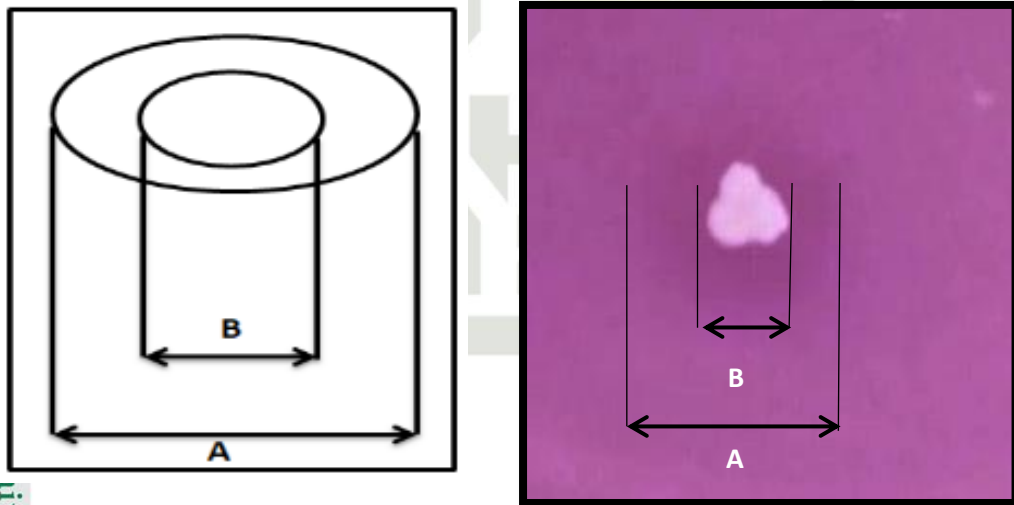
Perhitungan nilai indeks Kelarutan fosfat (IKF) berdasarkan metode (Karpagam dan Nagalakshmi, 2014) dan gambar 3.4. (Islamiati dan Zulaika, 2015).

$$\text{Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)} = \frac{A}{B}$$

Keterangan:

A= Diameter Total (Diameter Koloni + Diameter Zona Bening)

B= Diameter Koloni



Gambar. 3.5. Cara Menghitung IKF

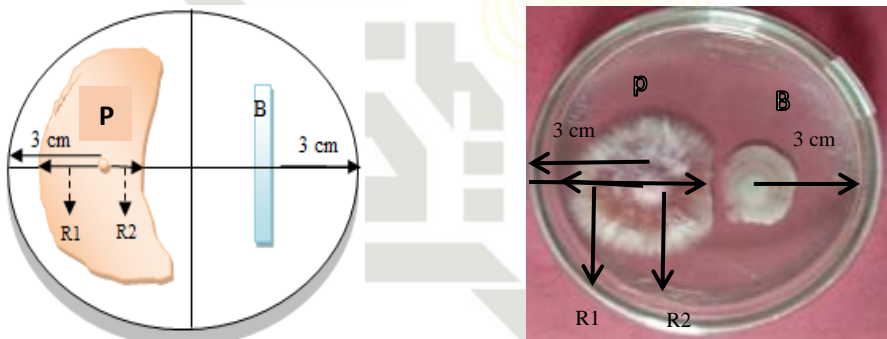
3.5.4. Agen Biokontrol

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan mikroba agen biokontrol dalam menekan pertumbuhan jamur patogen yang tak menguntungkan. Uji agen biokontrol bakteri dilakukan dengan cara menyediakan media PDA di petridis, tumbuhkan *Fusarium* sp. dengan jarak 3 cm dari tepi

Petridis sebelah kanan dan bakteri dititikkan sebelah kiri jarak 3 cm dari tepi petridis. Pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah tepi petridis (R1) dan jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah bakteri (R2) setelah 7 hari masa inkubasi. Skema pengukuran uji daya hambat dapat dilihat pada Gambar 3.5., selanjutnya data yang diperoleh digunakan untuk menghitung daya hambat (DH) isolat bakteri terhadap cendawan patogen, yang ditentukan dengan rumus:

$$DH = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

- Keterangan: ,
- P = Patogen *Fusarium* sp.
 - B = Bakteri
 - R1 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah tepi kiri (dinding cawan).
 - R2 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah bakteri.



Gambar 3.6. Skema Pengukuran Uji Daya Hambat

3.6. Analisis data

Data yang disajikan didekripsikan dalam bentuk gambar dan tabel. Data jumlah koloni dihitung dengan menggunakan rumus jumlah koloni/ml, sehingga diperoleh kerapatan dan populasi bakteri yang terdapat pada kompos tangkos kelapa sawit. Bakteri di karakterisasi secara makroskopis dan mikroskopis yang kemudian melihat aktivitas biologi bakteri dengan dilakukannya uji kemampuan bakteri pelarut fosfat dan uji daya hambat sebagai agen biokontrol.

- Hak Cipta Diindungi 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini didapat 6 isolat bakteri yaitu isolat TKS 1, TKS 2, TKS 3, TKS 4, TKS 5 dan TKS 6 yang merupakan kelompok Gram negatif dengan bentuk sel *bacill* (batang) yang merupakan bakteri pelarut fosfat (BPF). Isolat yang berpotensi sebagai agen biokontrol terhadap *Fussarium* sp. yaitu TKS 1, TKS 2, TKS 3, TKS 5 dan TKS 6.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui klasifikasi bakteri tingkat genus dan spesies, tambah uji aktivitas biologi bakteri lainnya. Selain itu, perlu dilakukannya aplikasi bakteri yang didapat dari tandan kosong kelapa sawit ke 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.
 - 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

- © Hak Cipta milik UIN Suska Riau
- Amustini, Y., Puwatiningsih dan D. Sulistyanto. 2017. Kombinasi Pupuk Organik dan Agen Hayati untuk Pengendalian Hama *Spodoptera exigua* pada Tanaman Bawang Merah di Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Ilmu Dasar*, 18 (2):99-108.
- Amimuddin, A. 2005. *Mikrobiologi Dasar. Jilid . Cet. 1*; Makassar: UNM Press. 133 hal.
- Any, Q. E., R. Ratnayani dan L. Susilawati. 2015. Uji Aktivitas Antagonis *Trichoderma harzianum* 11035 terhadap *Colleototrichum capsici* TCKR2 dan *Colleototrichum acutatatum* TCKI Penyebab Antaroksa pada Cabai. *Fakultas Sains dan Teknologi*. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Amirrudin. 2008. Pemberian Pupuk Fosfat, Kapur Karbonat dan Kompos Tandan Kosong pada Typic Kandiudult untuk Meningkatkan Kadar P Tersedia dan Menurunkan Nilai pH. USUe-Repository.
- Angel, E. C., D. H. Castillo, Y. M. O. Fuentes, G. G. Morales, F. C Reyes and F. Martin. 2017. Endophytic Bacteria Controlling *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani* in *Solanum tuberosum*. *Journal Of Physical And Agricultural Sciences*, 5 (1): 29-39.
- Anggani, O. F., Kusdarwati, R. dan Suprpto, H. 2015. Potensi *Bacillus licheniformis* dan *Sterptomyces oliveceoviridis* sebagai Penghambat Pertumbuhan Jamur *Saprolegnia* sp. Penyebab Saprolegniasis pada Ikan secara Invitro. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7 (2): 133-140.
- Anwar, K. 2008. Optimasi Suhu dan Konsentrasi Sodium Bisulfit (NaHSO₃) pada Proses Pembuatan Sodium Lignosulfonat Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TTKS). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ara, I. H., Rizwana, M. R. Othman and M. Baki. 2012. *Antagonism of Actinomycetes Against Pestalotiopsis mangifera Causal Agents of Mango Brown Rot in Post Harvest Storage*. *Journal Microbial*, 6 (8): 1782-1789.
- Balai Penelitian Tanaman Palma. 2010. Pengembangan Jamur Penyakit Tanaman. Malang. http://balitka.litbang.pertanian.go.id/?sdm_profesional=ir-emy-sulistiyowati-m-agr-phd.
- Bergey, D. H., & Boone, D. R., 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Vol.3, Ed.2, 655, Springer Science-Business Media, New York.



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.

- Bernadip, R. B., Hadiwiyono, dan Sudadi. 2014. Keanekaragaman Jamur dan Bakteri Rizosfer Bawang Merah terhadap Patogen Moler. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 11 (1) : 52-60.
- Bandara, W.M.MS., G. Seneviratnea, and S.A. Kulasoriya. 2006. Intractions among Endophytic Bacteria and Fungi: Effects and Potentials. *Jurnal Biosci*, 31 (5): 129-138.
- Cook and Baker. 1974. Isolation, Purification, Characterization of Cellulolytic Enzymes Produced by *Streptomyces Amiyaensis*. *Journal Biology Science*, 7 (10): 1647-1653.
- Dafaruddin. 2000. *Dasar Dasar Perlindungan Penyakit Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta. 119 hal.
- Diarta, I. M., C. Javandira dan W. I. Ketut. 2016. Antagonistik Bakteri *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu Tanaman Tomat. *Jurnal Bakti Saraswati*, 5 (1): 71-75.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2020. Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2020 Kelapa Sawit. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit 2017-2019*. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta.
- Fahlevi, R. M., Manfarizah dan Basril, H. 2019. Perubahan Sifat Fisika Tanah Akibat Pemberian Limbah Cair Industry Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4 (4): 629-636.
- Feudy, M. dan M. Biomed. 2017. *Mikrobiologi Edisi Pertama*. Perpustakaan Nasional. 226 hal.
- Friatin, B. N., A. Yuniarti, T. Turmuktini and F.K. Ruswandi. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3 (2): 101107.
- Fuadi, I. 2012. Pemanfaatan Agens Hayati sebagai Pengendali OPT yang Berwawasan Lingkungan. Seminar UR-UKM ke-7 Optimalisasi Riset Sains dan Teknologi dalam Pembangunan Berkelanjutan..
- Goldstein, A. H. and P. U. Krishnaraj. 2002. Phosphate Solubilizing Micoorganisms vs. Phosmobilizing Microorganisms: What Sparates a Phenotype from A Triat?, in First International Meeting on Microbial Phosphate Sulubilization. Salamanca. Spain, Jul. 16-19. Edited by E. vela Zquez and C.R. Barrueco, Netherlands: Springer.

- Hadioetomo, R. S., T. Imas, S. S. Tjitrosomo dan S. L. Angka. 1993. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Universitas Islam Press. Jakarta. 443 Hal.
- Haji, A. G. 2013. Konsep Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 9 (3): 109-116.
- Haryanti, A., Norsamsi, P. S. F, Sholiha dan N. P. Putri. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*, 3 (2): 20-29.
- Harahap, D.H. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Hutan Tanaman Karet Rakyat. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Hasanudin, B. dan M. Gonggo. 2004. Pemanfaatan Mikrobial Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Perbaikan Fosfor Tersedia, Serapan Fosfor Tanah (Ultisol) dan Hasil Jagung (Pada Ultisol). *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 6 (1): 8-13.
- Hastuti, R. D., dan R. C. B. Ginting. 2007. Enumerasi Bakteri, Cendawan, dan Aktinomiset. *In: Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 10-13. 291 hal.
- Hefdiyah dan M. Shovitri. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Solar dan Bensin dari Perairan Pelabuhan Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2 (2): 84-88.
- Hefdiyah dan M. Shovitri. 2014. Potensi Isolat Bakteri *Edwardsiella* dan *Corynebacterium* dari Pulau Poteran Sumenep sebagai Pelarut Fosfat. *Jurnal Teknik Pomits*, 3 (2): 2337-3539.
- Hasanudin, N., Aidawaty dan E. Liestiany. 2019. Uji Antagonis *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus* spp. dalam Menghambat Perkembangan *Fusarium* Cendawa *Fusarium oxysporum* Penyebab Layu pada Tanaman Terong. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 2 (2): 118-122.
- Ham, D. G. B. Ida, N. O. M. I. Gusti dan K. Retno. 2014. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat Potensial pada Tanah Konvensional dan Tanah Organik. *Jurnal Simbiosis*, 2 (1) : 173-183.
- Ingle, K.P. and D. A. Padole, 2017. Phosphate Solubilizing Microbes: An Overview. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (1): 844-852.
- Ilan, M. 2014. Isolasi dan Enumerasi Bakteri Tanah Gambut di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi*, 5 (1): 1-8.

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.

- Islamiati, A. dan E. Zulaika. 2015. Potensi *Azotobacter* sebagai Pelarut Fosfat. *Thesis*. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Islamiati, D. 2019. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Desa Air Bening Kabupaten Musi Rawas dan Sumbangan pada Proses Pembelajaran di SMA Negeri 19 Palembang. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Istiqomah, N., F. Adriani., dan N. Rodina. (2018). Kandungan Unsur Hara Kompos Eceng Gondok yang Dikomposkan dengan Berbagai Macam PGPR. *Jurnal Rawa Sains*, 8 (1) : 570-579.
- Karpagam dan Nagalakshmi. 2014. Isolasi Mikrobial Asli Tanah Andisol Dieng dan Kajian Potensinya sebagai Inokulan Pupuk Hayati Pelarut Fosfat. *Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 10 (2): 81-90.
- Khaeruni, A. dan H. S. Gusnawaty. 2012. Penggunaan *Bacillus* spp. sebagai Agen Biokontrol untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Cabai. *Jurnal Agrotekno*, 2 (3): 182-189.
- Leokito, H. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Industri Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3 (3): 242-250.
- Lumbanraja, P. 2014. Prinsip Dasar Proses Pengomposan. *Disertasi*. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Malinda, S. N., B. P. W. Soekarno dan T. S. Yuliani. 2018. Penghambatan *Fusarium oxysporum* oleh Kultur Fitrat Bakteri Endofit dari Tanaman Kedelai secara *Invitro*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11 (6): 196-204.
- Mandiri. 2012. *Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan*. Jakarta. 61 Hal.
- Manusawai, H. A. 2011. Pengolahan Limbah Padat Sabut Kelapa Sawit sebagai Bahan untuk Pengelola Limbah Cair, 6 (12): 892-902.
- Marista, E., S. Khotimat dan R. Linda. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiniaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*, 2 (2): 93-101.
- Muntamah, U. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri yang Bersimbiosis pada Akar Gulma di Sekitar Tanaman Nanas *Ananas comusus* L. Merr di Lahan Gambut Simpang Ayam Bengkalis. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau
- Muslim, A. 2019. *Pengendalian Hayati Patogen dengan Mikroorganisme Antagonis*. Palembang. UPT penerbit dan Percetakan Unsri Press. 230 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.

- Nisa, M., F. Aini, H. U. Marista. 2020. Aktivitas Antagonistik Bakteri Selulolitik Asal Rhizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. *Jurnal Biologi*, 13 (1): 11-19.
- Pratita, M. Y. E 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.
- Priyatna, M, S. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) pada Limbah Sludge Pabrik Kelapa Sawit. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau. Pekanbaru.
- Perwaningsih, S. 2012. Isolasi, Populasi dan Karakterisasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah dari Taman Nasional Bogani Nani Wartabone Sulawesi Utara. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3 (1): 22-31.
- Purwanto, M.S. Ukhradiya, F.H. Pasaribu dan M. Bintang. 2014. Isolasi Bakteri Endofit dari Tanaman Sirih Hijau (*Piper batle* L.) dan Potensial sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Current Biochemistry*, 1 (1): 102-115.
- Rahayuniati, R. F. dan E. Mugiastuti (2012). Keefektifan *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* Mengendalikan *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Layu pada Tomat secara Invitro. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 2 (1): 65-70.
- Ritonga, S.Y. 2018. Isolasi dan Karakterisasi *Plane Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dari Rizosfer Perkebunan Kelapa Sawit. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau
- Rohyani, Z., Delita dan F. L. Bernadeta. 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.
- Safriada, Y. D., C. Yulvizar dan C. N. Devira. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Berpotensi Probiotik pada *Rastrelliger* sp. *Jurnal Depik*, 1 (3): 200-203.
- Sragih. 2013. Pengaruh Inokulan Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3 (2): 44-48.
- Sambiring, T., Nopsagiarti dan C. Eward. 2015. Pengaruh Ukuran Cacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Fisik Kompos Tritankos (Triko Tandan Kosong). *Jurnal Agroqua*, 16 (2): 132-142.
- Schlager, M. 1993. Assessment of Root Zone Mycoflora of Three *Hevea brasiliensis* (Rubber) Clones at Akwete Pantations and Their in Vitro

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.

Growth Inhibition of Rigidoporus Lignosus. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2): 618–623.

Saban, I.C., L.Q. Aini, dan M.A. Syibili. 2015. Pengujian Konsorsium Mikroba Antagonis untuk Mengendalikan Jamur *Sclerotium roflsii* Penyebab Penyakit rebah Semai pada Kedelai (*Glycine max L.*). *Jurnal HPT*. 3 (2): 100-107.

Sinaga, M. S. 2003. *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya Jakarta. 154 Hal.

Siregar, E. B. M. 2003. Pertahanan Metabolik dan Enzim Litik dalam Mekanisme Resistensi Tanaman terhadap Serangan Patogen. Prodi Ilmu Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Usu Digital Library.

Suliasih dan Rahmat. 2007. Aktivitas Fosfatase dan Pelarutan Kalsium Fosfat oleh beberapa Bakteri Pelarut Fosfat. *Biodiversitas*, 8 (1): 23-26.

Song, H., J. E. Buhay, M. F. Whiting and K. A. Crandall. 2008. Many Species in one: DNA Barcoding Overestimates the Number of Species When Nuclear Mitochondrial Pseudogenes are Coamplified. *PNAS*, 105 (36): 13486-13491.

Suciatmih. 2006. Mikroflora Tanah Tanaman Pisang dan Ubi Kayu pada Lahan Gambut dan Tanah Aluvial di Bengkulu. *Biodiversitas*, 7 (2006): 303-306.

Supriadi. 2006. Analisis Risiko Agens Hayati untuk Pengendalian Patogen pada Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25 (3): 75-80.

Sutariati, G. A. K. dan Wahab. 2010. Isolasi dan Uji Kemampuan Rizobakteri *Indogenous* Sebagai Agensia Hayati Penyakit pada Tanaman Cabai. *Jurnal Hortikultura*, 20 (1): 86-95.

Syono, S. dan F. Salahudin. 2011. Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* pada Tanah yang Teridentifikasi Terkontaminasi Logam. *Jurnal Biopropal Industri*, 02 (01): 8-13.

Sahputra, H. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah Sawah Irigasi Kecamatan Bunga Raya Kabupaten Siak. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Pekanbaru.

Tisakti, B., dan I. P. Sijabat. 2020. Profil *pH* dan *Volatile Suspended* pada Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Pupuk Cair Organik Aktif sebagai *co-Composting*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 09 (1) : 11-15.

Teady, C., Rahman. Y., dan B. Trisakti. 2015. Pengaruh Tinggi Tumpukan pada Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Pupuk

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.

Organik Aktif dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di dalam Komposter Menara Drum. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (4): 25-31.

Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos dan W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. *Journal Microbiologi. Mol. Boil. Rev.*, 64 (3): 655-671.

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

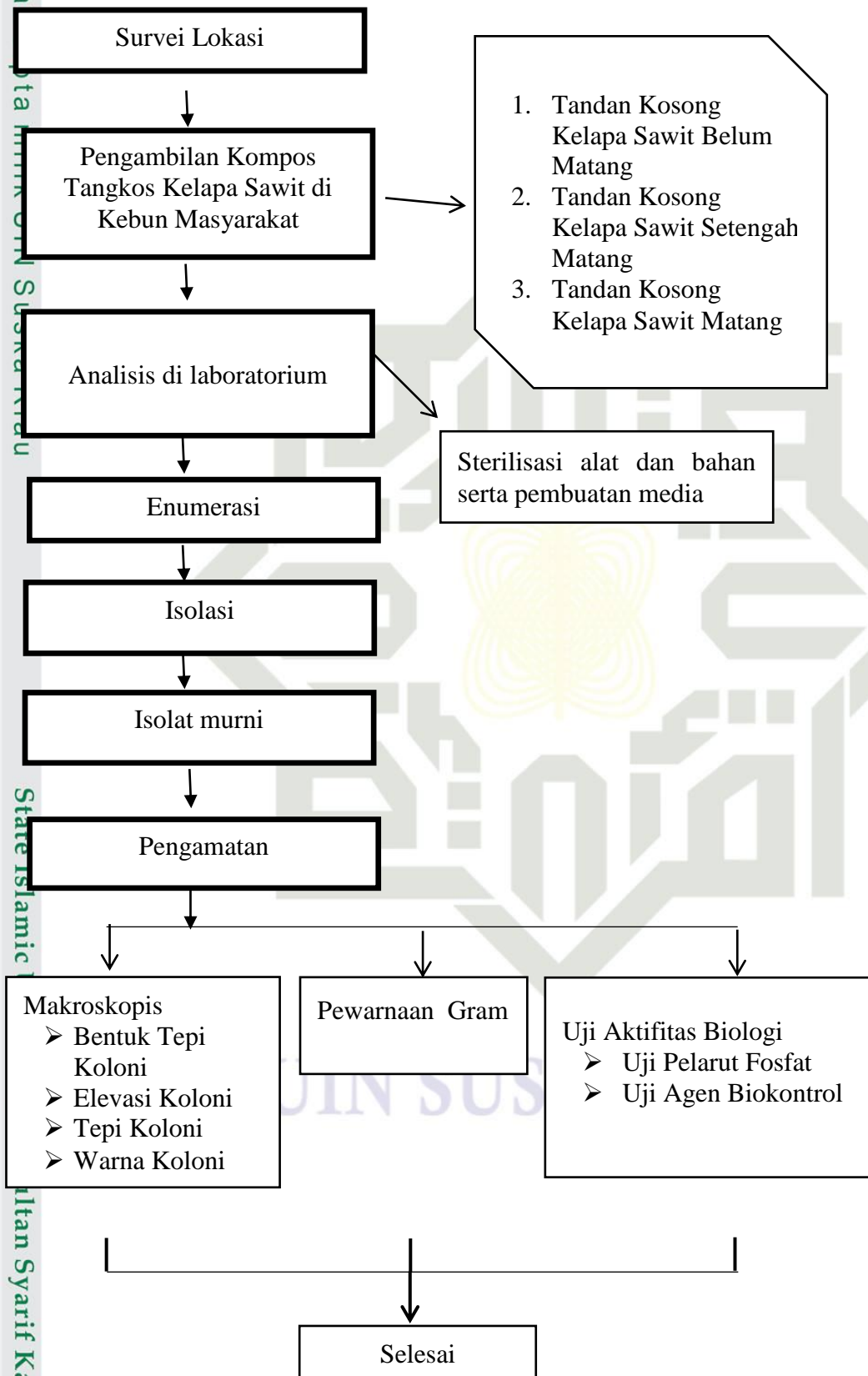
Widawati, S. dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) di Cakaniki, Gunung Botol dan Ciptalaras serta Kemampuannya Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Jurnal Biodiversity*, 7 (2): 109-113.

Yudiarti, T. 2007. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Cet. Pertama*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 177 hal.

Zhang, Z and Yuen, G.Y. 2008. Effects of Culture Fluids and Preinduction of Chitinase Production on Biocontrol of Bipolaris ILeaf Spot by *Stenotrophomonas maltophilia* C3. *Biol Contr*, 18 (2): 277-286.



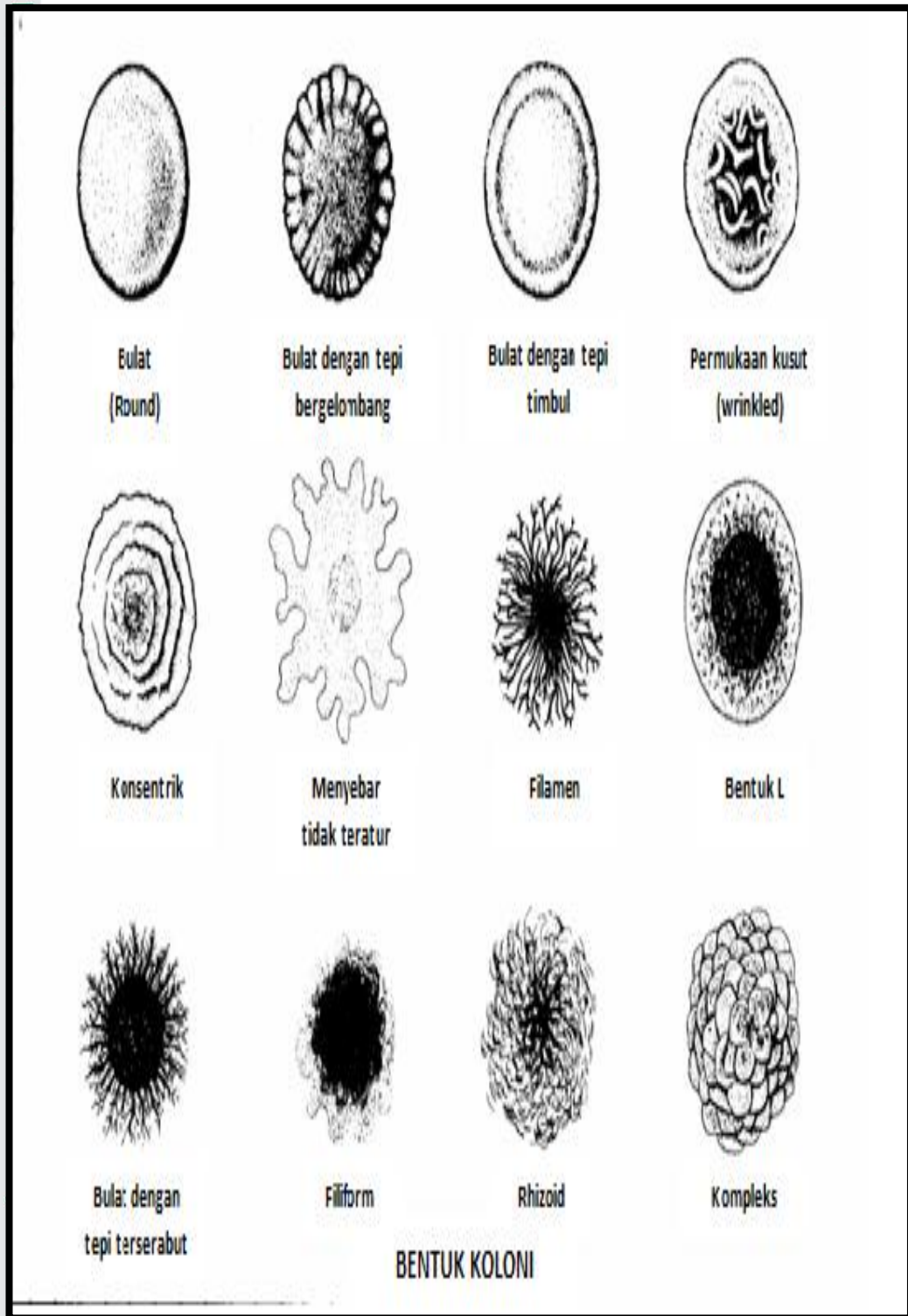
Lampiran 1. Bagan Alir Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri



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. Bentuk Koloni dari Atas



Sumber: Hadieotomo, 1993

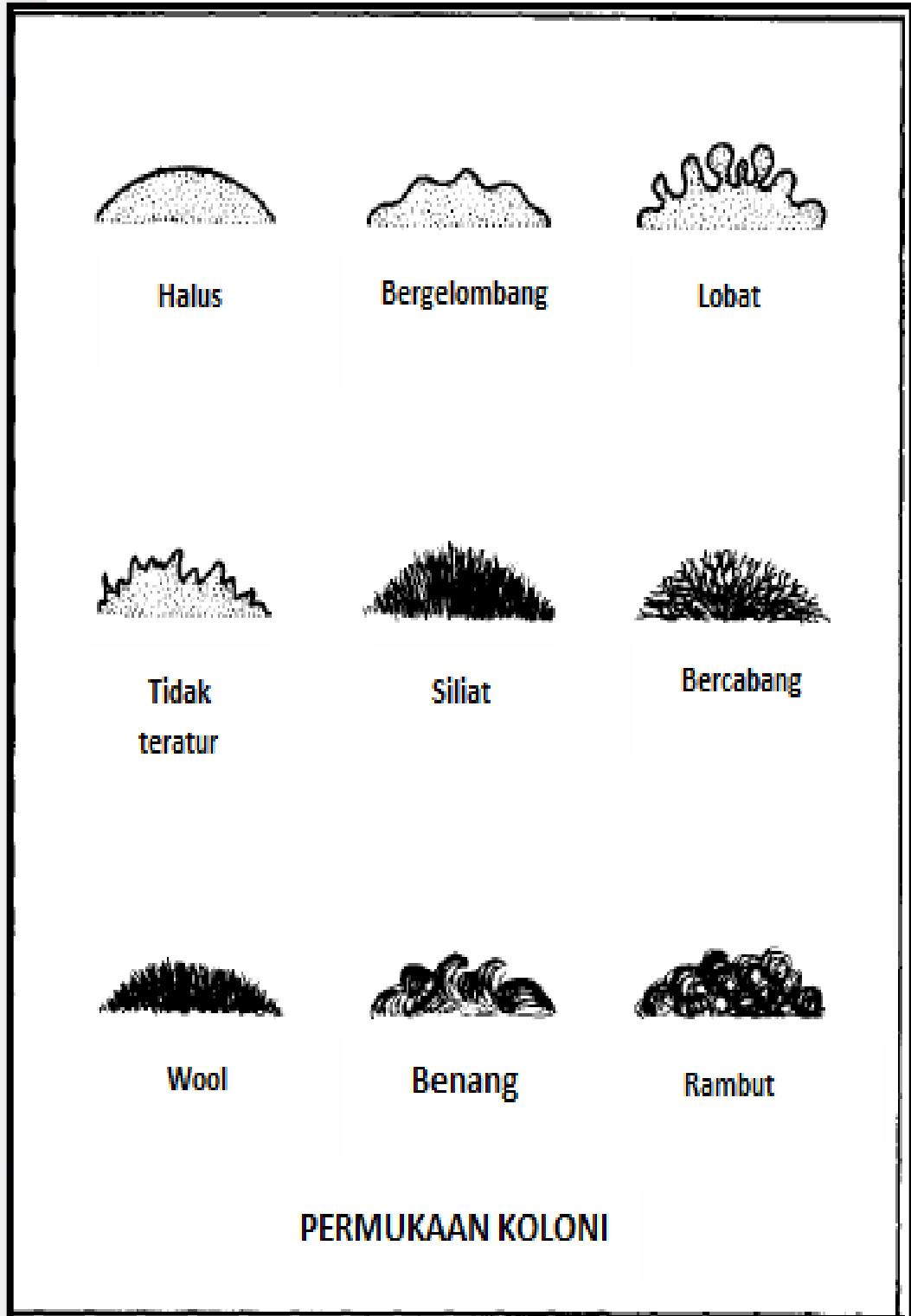
- Hak Cipta Diilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. 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.

Lampiran 3. Bentuk Permukaan Koloni

© H

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.



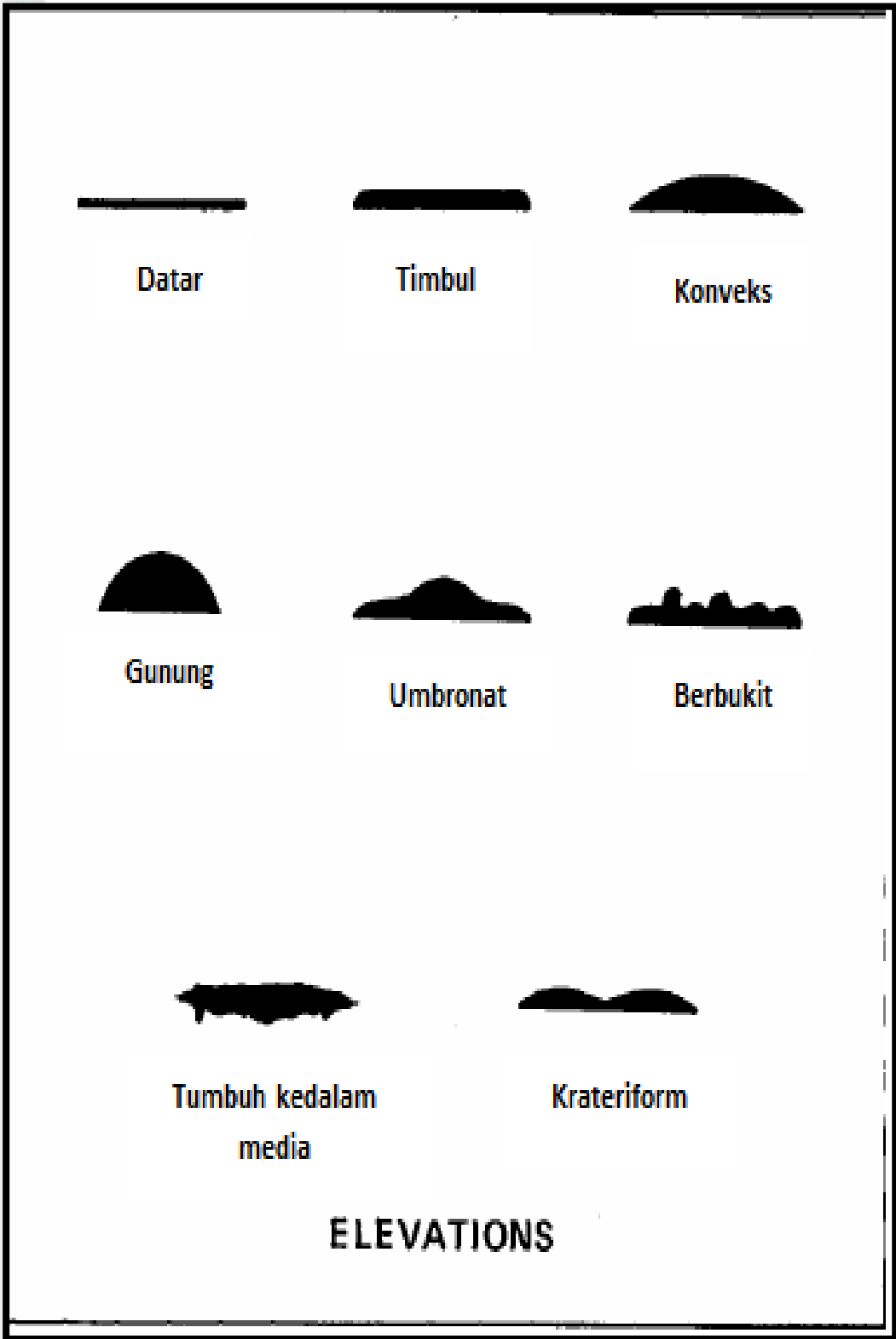
Sumber: Hadieotomo, 1993

Lampiran 4. Bentuk Morfologi dari Penonjolan

Ha

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 satu 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.



Sumber: Hadieotomo, 1993

ifKasim Riau

Lampiran 5. Bentuk Fisik Sampel Sesuai Tingkat Kematangan

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.



a. Sampel Kompos Tangkos Kelapa Sawit Belum Matang



b. Sampel Kompos Tangkos Kelapa Sawit Setengah Matang



c. Sampel Kompos Tangkos Kelapa Sawit Matang

Lampiran 6. Pengambilan Sampel

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.



a. Pengambilan Sampel



b. Tandan Kosong Belum Matang



c. Tandan Kosong Setengah Matang



d. Tandan Kosong Matang



e. Tandan Kosong Dibungkus Plastik

Lampiran 7. Pembuatan *Nutrient Agar*

© Ha
Suska Ri



a. Alat dan bahan yang digunakan



b. Menimbang media NA



c. Homogenkan media



d. Sterilkan media

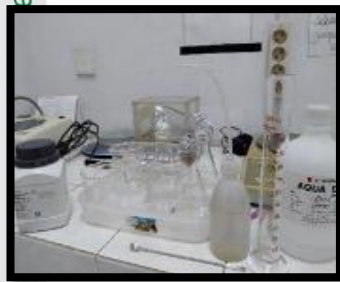


e. Menuangkan media ke petridis

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. Enumerasi Bakteri



a. Aquades dan NaCl 85%



b. Menimbang 10 gram kompos



c. Shaker selama 30 menit kecepatan 100 rpm



d. NaCl di dalam tebung reaksi sebanyak 9 ml



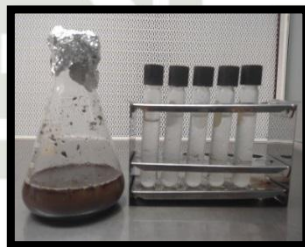
e. Timbang sampel sebanyak 10 gr



f. Shaker tabung reaksi



g. Shaker sampel TKKS



h. Pengenceran berseri



i. Penanaman isolat



j. Menghitung jumlah koloni



- 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 9. Pemurnian Bakteri

© Ha

Suska F

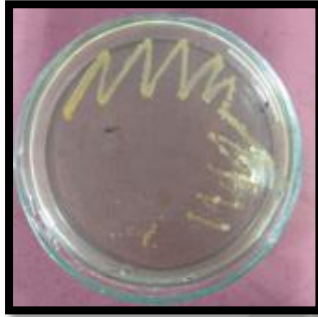
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

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.



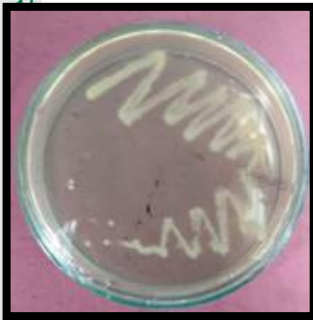
ITK 1



ITK 2



ITK 3



ITK 4



ITK 5



ITK 6

Lampiran 10. Kuisisioner Wawancara terhadap Pemilik Kebun

<p>ⓐ Nama Pemilik</p> <p>ⓑ Umur</p> <p>Ⓒ Alamat Kebun</p> <p>Ⓓ Aspek Pemupukan / Agronomi</p> <p>1. Luas kebun</p> <p>2. Umur tanaman kelapa sawit</p> <p>3. Jarak tanam</p> <p>4. Ulangan pemupukan selama setahun</p> <p>5. Dosis pemupukan</p> <p>6. Cara pemupukan</p> <p>7. Tempat pemupukan</p> <p>8. Berat rata-rata tandan buah segar kelapa sawit</p> <p>Ⓔ Aspek Pengendalian Gulma</p> <p>1. Cara pengendalian Gulma</p> <p>2. Cara penyemprotan</p> <p>Ⓕ Pemberian Tandan Kosong</p> <p>1. Pemberian tandan kosong selama 1 tahun</p> <p>2. Jumlah pemberian tandan kosong ke tanaman sawit</p> <p>3. Lama penguraian tandan kosong hingga hancur</p>	<p>: Sulistiono</p> <p>: 54 tahun</p> <p>: Dusun 1 Bencah kelubi RT/RW 004/002 Desa Bencah Kelubi Kecamatan Tapung</p> <p>: 1 Hektar</p> <p>: 15 Tahun</p> <p>: 8 x 9 M²</p> <p>: 1 kali/tahun</p> <p>: Pupuk majemuk 2 ons/tan</p> <p>: Ditugal / ditanam</p> <p>: Piringan (pertanaman 5 titik)</p> <p>: ±20 kg/TBS</p> <p>: Secara kimia (semprot Gramason)</p> <p>: Penyemprotan total (gawangan dan piringan)</p> <p>: 1 kali</p> <p>: 3 gerobak</p> <p>: 6 Bulan</p>
--	---

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.

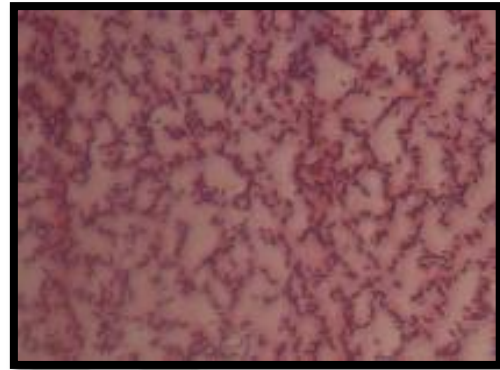
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

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

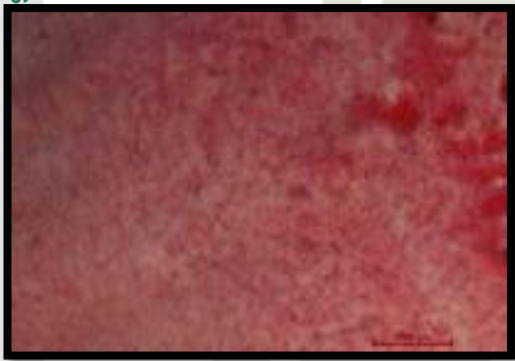
Lampiran 11. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri



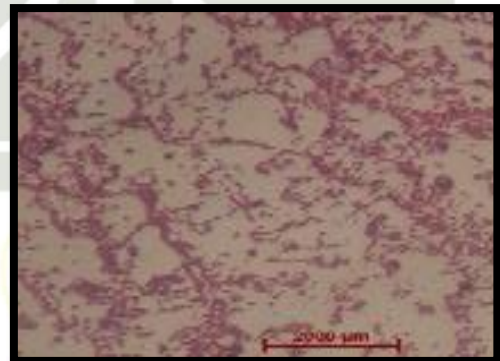
Isolat TKS 1



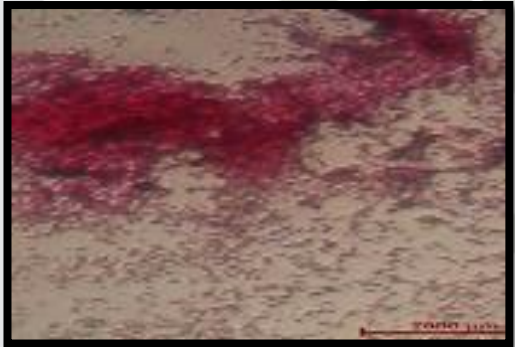
Isolat TKS 2



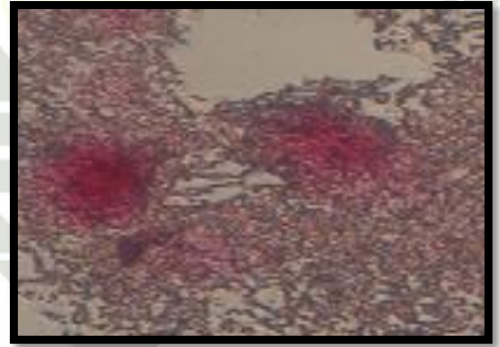
Isolat TKS 3



Isolat TKS 4



Isolat TKS 5

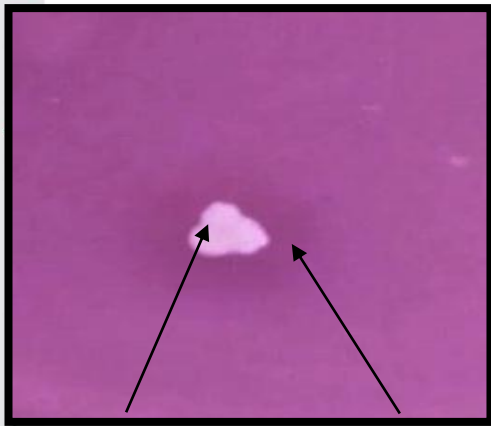


Isolat TKS 6

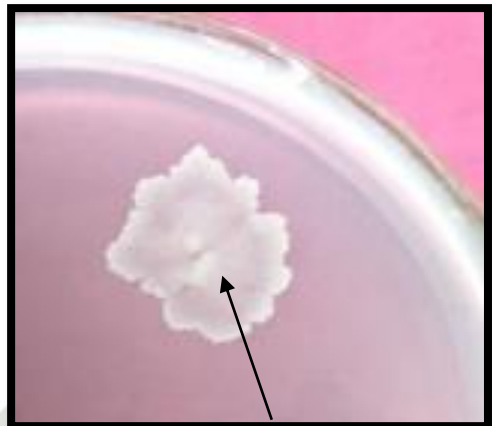
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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 12. Hasil Uji Pelarutan Fosfat



Koloni Zona bening
(Positif BPF)



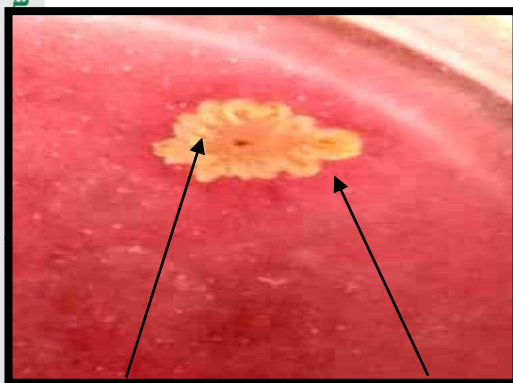
Koloni
(Negatif BPF)



Koloni
Isolat TKS 3 (Negatif BPF)



Koloni
Isolat TKS 4 (Negatif BPF)



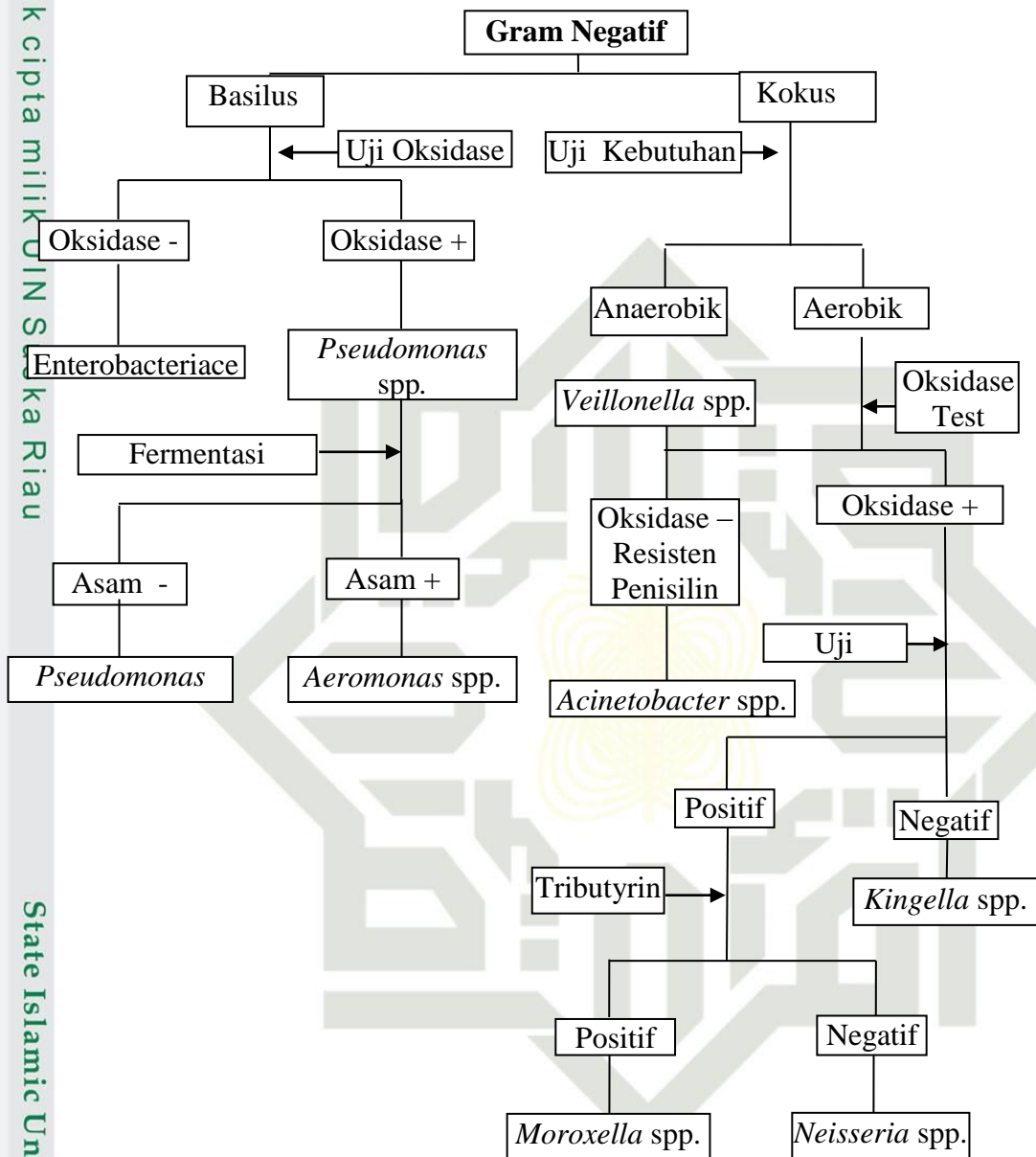
Koloni Zona bening
Isolat TKS 5 (Positif BPF)



Koloni
Isolat TKS 6 (Negatif BPF)

- 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.

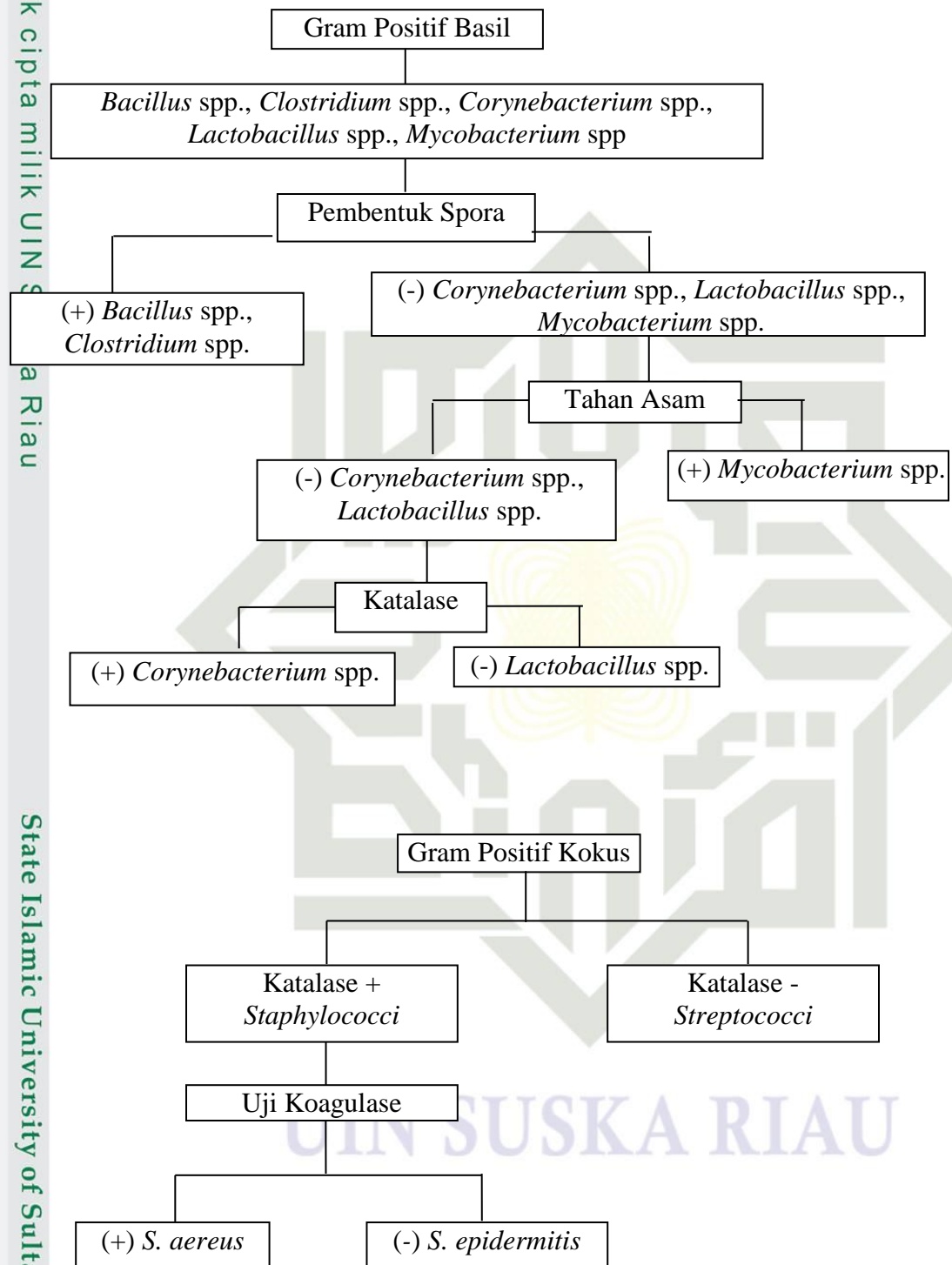
Lampiran 13. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Negatif (Bergey, D.H., & Boone, D.R. 2009)



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.

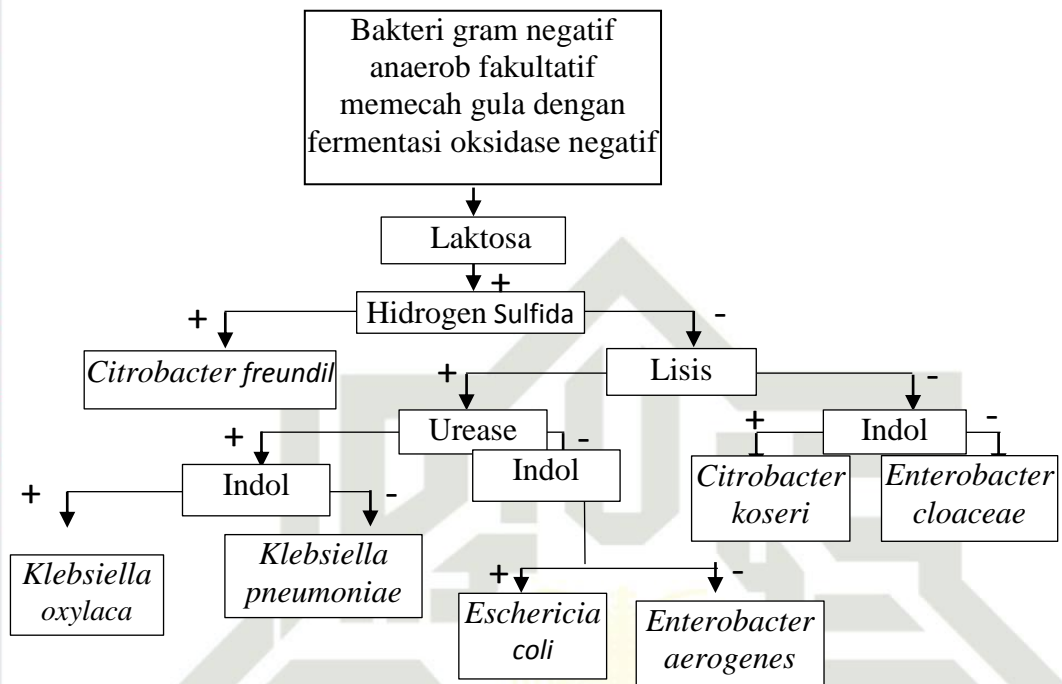
Lampiran 14. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Positif Basil Dan Positif Cocus (Bergey, D.H., & Boone, D.R. 2009)



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 15. Bagan Identifikasi Bakteri Gram Negatif Anaerob (Bergey, D.H., & Boone, D.R. 2009)



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.