

**ISOLASI DAN UJI KEMAMPUAN BAKTERI RIZOSFER  
DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR  
PATOGEN BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.)**

**SKRIPSI**

**OLEH:  
SYAHPUTRA  
13.870.0004**



**FAKULTAS BIOLOGI  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2017**

**ISOLASI DAN UJI KEMAMPUAN BAKTERI RIZOSFER  
DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN JAMUR  
PATOGEN BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* Linn.)**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**SYAHPUTRA  
13.870.0004**

Skripsi ini sebagai Syarat untuk  
Mendapatkan Gelar Sarjana di Fakultas Biologi  
Universitas Medan Area

**FAKULTAS BIOLOGI  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2017**

Judul Penelitian : Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Rizosfer dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen Buah Kakao (*Theobroma cacao* Linn.)

Nama : Syahputra  
NPM : 13.870.0004  
Fakultas : Biologi

Disetujui Oleh :



Drs. Rivanto, M.Sc.  
Pembimbing I



Rahmanti, S.Si, M.Si.  
Pembimbing II



Dr. Muti Sudibyo, M.Si

Dekan



Ferdinand Susilo, S.Si, M.Si

Ka. Prodi/WD I

Tanggal Lulus : 19 September 2017

## LEMBAR PERNYATAAN

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

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 22 April 2018



Syahputra

13.870.0004



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Meda Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syahputra  
NPM : 138700004  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Biologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exklusif Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul : Inventarisai Jenis Tumbuhan Berbunga Epifit yang Berpotensi Sebagai Tanaman Hias di Kawasan Taman Wisata Alam Sicike-cike Dairi Sumater utara. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada tanggal : 22 April 2018  
Yang menyatakan

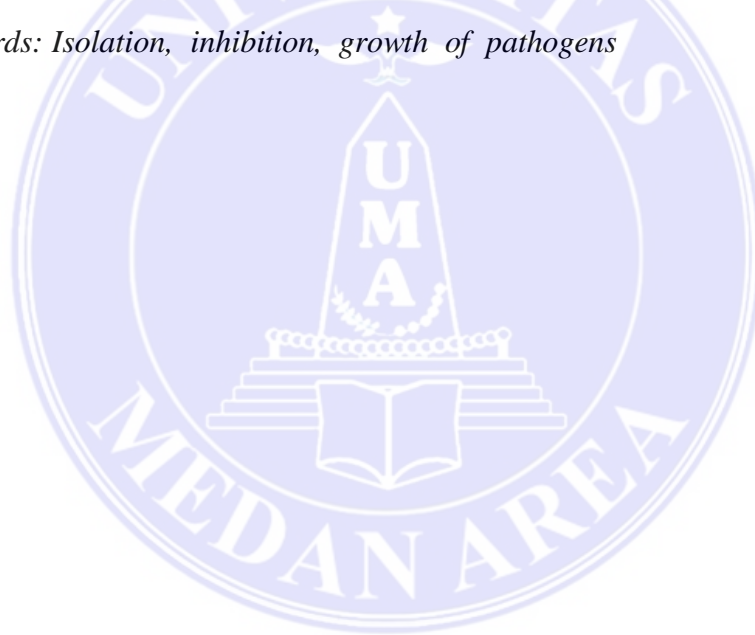


(Syahputra)

## **ABSTRACT**

*Research on “Isolation and Testing of Rhizosphere Bacterial Capsules. Inhibiting Growth of Pathogens in Cocoa Fruit (Theobroma cacao Linn.)” Has been conducted at the Microbiology Laboratory of FMIPA USU Medan from March to September 2017. Rhizosphere bacterial isolation showed that all three isolates were able to inhibit the development of pathogenic fungi with inhibitory resistance ranging from 10.44 % to 32.58 %. At the end of day 4 observation, rhizosphere bacterial capability test in inhibiting pathogenic fungi in cocoa fruit (Theobroma cacao Linn.). Showed Ba-Sp1 rhizosphere bacteria had 32.58% inhibitory capacity. Rhizosphere bacterial isolates showed that all there isolates were able to inhibit the development of pathogenic fungi with inhibitory resistance ranging from 10.44 to 32.58%. At the end of the day 4 observation, rhizosphere bacteria capability test in inhibiting pathogenic fungi in cocoa fruit (Theobroma cacao Linn). Showed Ba-Sp1 rhizosphere bacteria had 32.58% inhibitory capacity.*

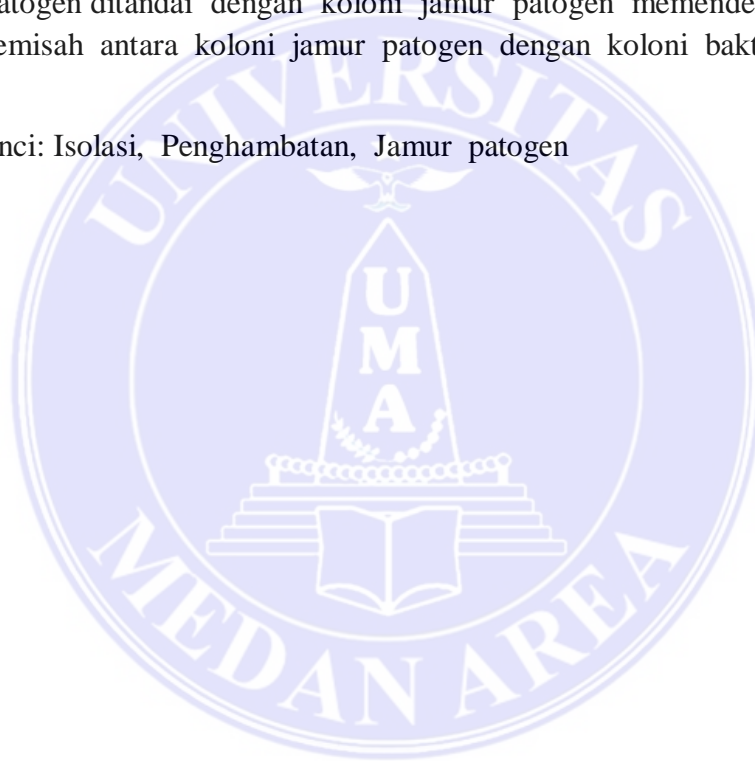
*Key words: Isolation, inhibition, growth of pathogens*



## ABSTRAK

Penelitian mengenai “Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri Rizosfer dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen Pada Buah Kakao (*Theobroma cacao* Linn.)” telah dilakukan di di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA USU Medan dari bulan Maret sampai dengan September 2017. Isolat bakteri rizosfer menunjukkan bahwa ketiga isolat mampu menghambat perkembangan jamur patogen dengan daya hambat berkisar 10,44-32.58 %. Pada akhir pengamatan hari ke 4, uji kemampuan bakteri rizosfer dalam menghambat jamur patogen pada buah kakao (*Theobroma cacao* Linn.) menunjukkan Bakteri rizosfer Ba-Sp1 memiliki daya hambat paling besar 32.58 %. Pada pengamatan tiap harinya, proses penghambatan pertumbuhan jamur patogen ditandai dengan koloni jamur patogen memendek dan terdapat jarak pemisah antara koloni jamur patogen dengan koloni bakteri antagonis.

Kata kunci: Isolasi, Penghambatan, Jamur patogen



## RIWAYAT HIDUP

Syahputra, dilahirkan di Seirotan pada tanggal 30 Maret 1995 dan merupakan anak ke tunggal, anak dari Ayahanda Sulimin dan Ibunda Turiana.

Pendidikan formal yang di tempuh hingga saat ini adalah :

1. Memasuki Sekolah Dasar (SD) Negeri 107398 pada tahun 2001 dan lulus pada tahun 2007.
2. Memasuki Sekolah Menengah Pertama (SMP) Swasta Tunas Karya pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2010.
3. Memasuki sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Batang Kuis pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013.
4. Memasuki Perguruan Tinggi di Fakultas Biologi Universitas Medan Area pada tahun 2013.
5. Mengambil konsentrasi Biologi Industri di Fakultas Biologi Universitas Medan Area pada tahun 2016.
6. Melaksanakan penelitian di dilakukan di di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA USU Medan dari bulan Maret sampai dengan September 2017, dengan judul Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Rizosfer Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen Buah Kakao (*Theobroma Cacao* Linn.)



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan dengan judul “Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Rizosfer Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen Buah Kakao (*Theobroma Cacao Linn.*)”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Drs. Riyanto M.Sc dan Rahmiati S.Si, M.Si selaku pembimbing serta Ibu Lance Rosa Karo-Karo S.Si, M.Si. yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan ungkapan rasa terima kasih kepada Ayah, dan Ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir skripsi ini dapat bermanfaat dengan baik untuk kalangan penelitian maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

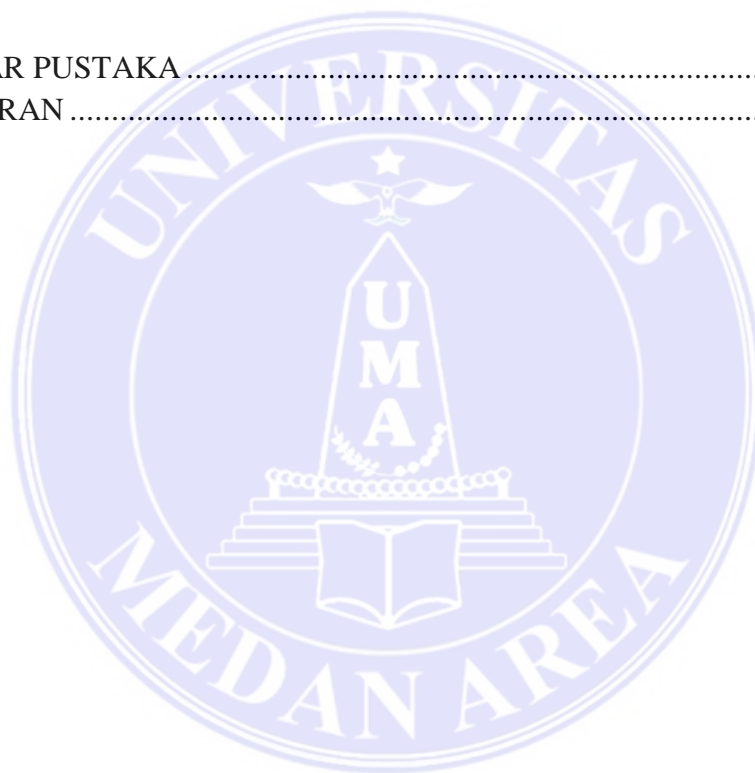
Syahputra

# DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRACT .....	vi
ABSTRAK .....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viiv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Deskripsi Tanaman Kakao .....	4
2.2 Bakteri .....	5
2.3 Karakteristik, Sifat, dan Lingkungan Bakteri Rizosfer .....	6
2.3.1 <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	7
2.3.2 <i>Bacillus Subtilis</i> .....	8
2.3.3 <i>Azotobacter</i> .....	8
2.4 Jenis-Jenis Jamur Patogen pada Buah Kakao.....	9
2.4.1 <i>Phytophthora palmivora</i> .....	10
2.4.2 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	11
III. METODE PENELITIAN .....	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.3 Metode Penelitian .....	12
3.4 Prosedur Penelitian .....	12
3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah.....	12
3.4.2 Isolasi Jamur Patogen.....	13
3.4.3 Karakterisasi Jamur patogen.....	13
3.4.4 Isolasi Bakteri Rizosfer .....	14
3.4.5 Pewarnaan Gram Bakteri.....	15
3.4.6 Uji Antagonis Isolat Bakteri Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen .....	15
3.4.7 Analisa Data.....	16

	Halaman
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
4.1 Hasil .....	18
4.1.1 Karakteristik Jamur Patogen.....	19
4.1.2 Karakteristik Koloni Jamur.....	19
4.1.3 Isolat Bakteri Asal Rizosfer.....	19
4.1.4 Kemampuan Antagonis Bakteri Rizosfer Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen .....	22
4.2 Pembahasan .....	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA .....	28
LAMPIRAN .....	32



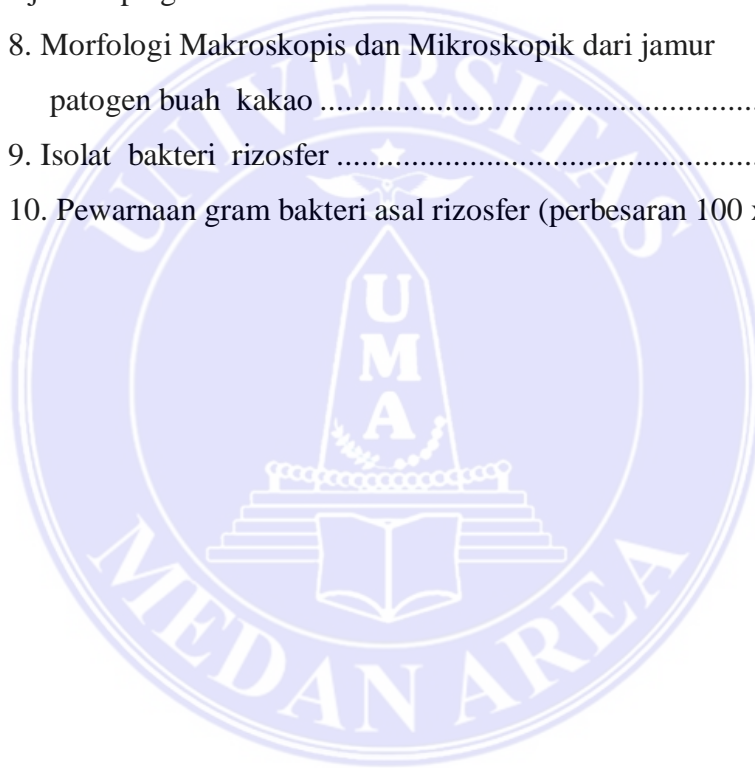
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Presentase (%) daya hambat bakteri terhadap pertumbuhan jamur patogen buah kakao .....	17
Tabel 2. Hasil pengamatan karakteristik morfologi isolat bakteri rizosfer .....	20
Tabel 3. Hasil pengamatan morfologi sel pewarnaan gram .....	20
Tabel 4. Rata-rata daya hambat masing-masing isolat bakteri rizosfir terhadap pertumbuhan jamur patogen buah kakao.....	22



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. Hasil pengamatan <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	7
Gambar 3. Pewarnaan endospora <i>Bacillus subtilis</i> .....	8
Gambar 4. Bakteri <i>Azotobacter</i> .....	9
Gambar 5. Gejala penyakit busuk buah <i>Phytophthora palmivora</i> .....	10
Gambar 6. Gejala serangan <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	11
Gambar 7. Penempatan bakteri antagonis terhadap jamur patgen buah kakao.....	15
Gambar 8. Morfologi Makroskopis dan Mikroskopik dari jamur patogen buah kakao .....	18
Gambar 9. Isolat bakteri rizosfer .....	19
Gambar 10. Pewarnaan gram bakteri asal rizosfer (perbesaran 100 x ) .....	22





## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Keterangan Hasil Statistik .....	32
Lampiran 2. Skema Alur Penelitian.....	33
Lampiran 3. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian.....	34
Lampiran 3. Gambar Prosedur Kerja Penelitian.....	37





## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) yang merupakan komoditas hasil perkebunan nomor tiga di dunia. Jumlah produksi kakao di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 720.862 ton dengan luas area 1.740.612 Ha, pada tahun 2014 produksi kakao meningkat mencapai 728.414 ton, dengan luas area 1.727.437 Ha, pada tahun 2015 produksi kakao mengalami penurunan hingga mencapai 661.243 ton dengan luas area 1.724.09 (Direktorat jenderal perkebunan, 2015). Kakao memiliki harga pasar yang cukup stabil dan relatif mahal, yang mungkin selanjutnya dilakukan peningkatan kualitas hasil produksi kakao tetap penting sebagai komoditas hasil perkebunan. Dalam peningkatan produksi kakao, terdapat beberapa kendala yang menjadi faktor penurunan kualitas kakao itu sendiri, salah satunya disebabkan oleh penyakit pasca busuk buah yang diakibatkan oleh kelompok mikroorganisme, seperti jamur, bakteri, dan virus. Salah satu penyakit pada saat busuk buah diakibatkan oleh kelompok jamur patogen (Pratiwi dkk, 2016).

Adanya serangan hama dan penyakit busuk buah merupakan penyakit yang sangat merugikan karena secara langsung menyerang buah, sehingga dapat menurunkan produktivitas dan sekaligus menurunkan kualitas biji yang dihasilkan. Kerugian akan lebih besar jika kondisi lingkungan cocok (kondusif) untuk perkembangan jamur ini dan penanganan yang dilakukan tidak efektif (Rozali, 2015).

Pengendalian penyakit busuk buah kakao secara umum, dilakukan dengan cara pengendalian secara kimiawi. Tetapi pengendalian secara kimiawi tersebut menurun, disebabkan adanya peningkatan resistensi patogen. Adapun pengendalian secara biologis merupakan salah satu yang efektif untuk beberapa jamur patogen. Pengendalian jamur patogen bertujuan untuk mengurangi infeksi patogen, menghancurkan inokulum, yang nantinya akan dapat untuk memelihara dan memperpanjang hasil buah (Yulia dan Widiyanti, 2007). Penggunaan agen hayati yang dapat dikembangkan adalah berupa bakteri antagonis.

Beberapa jenis mikroorganisme rizosfer yang telah dilaporkan dapat digunakan sebagai agen hayati terhadap aktivitas jamur patogen diantaranya adalah, dari genus *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Flavobacterium*. (Prihantoko, 2006). Pada penelitian Sudarma (2010) bakteri *Actinomycetes* mampu menghambat pertumbuhan gejala layu fusarium pada tanaman pisang. Menurut Harni dan Amaria, (2012). Bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang bertindak sebagai agen hayati terhadap jamur *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctonia solani*). Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan bakteri yang mampu menekan pertumbuhan patogen melalui mekanisme persaingan. Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan agen hayati yang efektif mengendalikan jamur *Rhizoctonia solani* dan *Fusarium spp* tular tanah pada jagung (Suriani dan Muis, 2016).

Berdasarkan keterangan di atas mengenai beberapa kemampuan bakteri rizosfer yang mampu menghambat dan mengendalikan jamur, maka akan dilakukan penelitian mengenai “Isolasi dan Uji Kemampuan Bakteri

Rizosfer dalam. Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen Pada Buah Kakao (*Theobroma cacao* Linn.)”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah isolat bakteri dari rizosfer yang berada di sekitar perakaran kakao mampu mengendalikan jamur patogen pada buah kakao?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui ada tidaknya bakteri di dalam rizosfer
- b. Untuk mengetahui kemampuan isolat bakteri rizosfer dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen.

## **1.4 Hipotesis**

Isolat bakteri rizosfer efektif menghambat pertumbuhan jamur patogen pada buah kakao.

## **1.5 Manfaat**

Sebagai sumber informasi mengenai kemampuan bakteri rizosfer dalam menghambat jamur patogen buah kakao (*Theobroma cacao* Linn).



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi Tanaman Kakao

Indonesia pada tahun 1560 tanaman kakao diperkenalkan di daerah Sulawesi, Minahasa. Kakao Indonesia yang dihasilkan oleh rakyat, dipasar Internasional dihargai paling rendah karena citranya kurang baik. Kalau Indonesia didominasi oleh biji-biji tanpa fermentasi, biji-biji dengan kadar kotoran tinggi serta terkontaminasi serangga, jamur, dan mitotoksin (Syakir dkk, 2010).

Klasifikasi ilmiah tanaman kakao menurut Tjitrosoepomo (1988) sisematika tanaman kakao ini sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Dicotyledoneae  
Ordo : Malvales  
Famili : Sterculiaceae  
Genus : *Theobroma*  
Spesies : *Theobroma cacao* Linn.

Kakao adalah tanaman dengan pertumbuhan akarnya lateral (mendatar) berkembang didekat permukaan tanah, jangkauan jelajah akar jauh diluar tajuk, ujungnya membentuk batang-batang kecil. Batang kakao bersifat demorfisme yaitu memiliki dua bentuk tunas. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut tunas ortotrop sedangkan tunas yang pertumbuhannya kesamping disebut tunas paligiotrop. Daun kakao juga memiliki sifat khusus yaitu

memiliki dua persendian di pangkal dan diujung tangkai daun. Persendiannya memiliki kemampuan dalam memberikan gerakan untuk menyesuaikan arah datangnya sinar matahari.

Bunga tanaman kakao bersifat kaoliflori artinya bunga tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Buah kakao memiliki dua warna, ketika buah masih muda berwarna hijau dan ketika masak akan berwarna orange. Pada biji terdapat daging buah yang berwarna putih, rasanya manis asam dan diduga mengandung zat penghambat kecambah (Syakir, 2010).

## **2.2 Bakteri**

Bakteri tersebar luas di alam, terdapat didalam tanah, atmosfer, didalam endapan-endapan lumpur, didalam air, pada sumber air panas, dalam tubuh manusia, hewan, dan tanaman. Jumlah bakteri tergantung dipengaruhi oleh sekitar lingkungan. Misalnya, pada jumlah bakteri didalam tanah, dapat dilihat jenis dan tingkat kesuburan tanah (Hidayat, Padaga, Suhartini, 2006).

## **2.3 Karakteristik, Sifat, dan Lingkungan Bakteri Rizosfer**

Rizosfer merupakan bagian tanah yang berada disekitar perakaran tanaman yang berfungsi sebagai pertahanan luar bagi tanaman terhadap serangan patogen akar. Mikroorganisme di rizosfer biasanya lebih banyak dan beragam dibandingkan pada tanah bukan rizosfer (Dewi, 2007). Menurut Simatupang (2008), kehadiran sejumlah mikroorganisme yang bersifat antagonis, maupun patogen, dapat menambah keragaman spesies didalam komunitas alami tanaman. Pada bagian akar yang banyak dan padat dibagian tanah suatu tanaman, makin banyak pula bahan organik pada

rizosfer, makin padat pula keragaman populasi mikroorganisme di perakaran tanah (Soesanto, 2008).

Beberapa mikroorganisme yang berada di perakaran tanaman diketahui sebagai pelindung dari serangan patogen layu. Pada perakaran tanaman, bakteri antagonis telah dilaporkan dapat digunakan sebagai agen hayati terhadap aktivitas jamur patogen dari genus *Agrobacterium*, *Ampelomyces*, *Arthrobotys*, *Ascocoryne*, *Bacilllls*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Coniothyrium*, *Dactylella*, *Endothia*, *Erwinia*, *Gliocladium*, *Hansfordia*, *Laetisaria*, *Myrothecium*, *Nematophthora*, *Penicillium*, *Pseudomonas* (Prihantoko, 2006). Bakteri tersebut merupakan bakteri yang umum terdapat dalam sistem perakaran tanah, yang bersifat antagonistik terhadap jamur patogen. Mekanisme antagonis jamur tersebut terjadi dengan cara kompetisi, mikoparasitik, dan antibiosis. Biakannya dapat diperoleh dengan cara mengisolasi dari tanah (Rozali, 2003).

### **2.3.1 *Pseudomonas fluorescens***

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang dikenal mampu mengendalikan mikroorganisme pengganggu tanaman. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang bertindak sebagai agens hayati terhadap jamur *Fusarium oxysporum f*, dan *Rizoctonia solani* (Harni dan Amaria, 2012).

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang bersifat aerob yang memanfaatkan oksigen sebagai penerima elektron. Karakteristik lainnya yaitu berbentuk batang lurus dan berukuran (0,5-1,0) x (1,5-4,0)  $\mu\text{m}$ . Bila ditumbuhkan pada media King's B dan diamati di bawah sinar

ultraviolet, koloni bakteri akan berpendar berwarna kuning kehijauan. Pigmen ini dihasilkan pada medium yang kurang zat besi. Bakteri ini biasa ditemukan pada bagian tanaman seperti permukaan daun, akar, sisa tanaman yang membusuk, tanah, dan air. (Handiyanti, 2010).



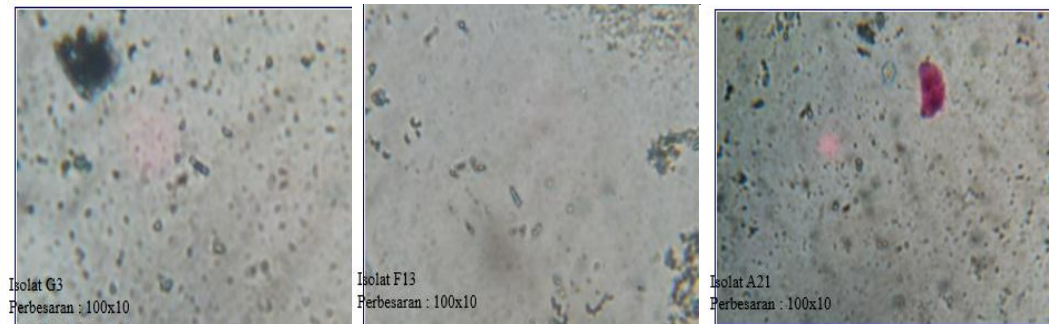
Gambar 1. Hasil pengamatan *Pseudomonas fluorescens* bentuk sel: isolat I (kiri) dan isolat II (kanan)

Sumber : (Suyono dan Salahudin, 2011)

### 2.3.2 *Bacillus Subtilis*

Bakteri *Bacillus subtilis* telah banyak digunakan sebagai mikroorganisme antagonis, yang mempunyai kemampuan menghambat perkembangan beberapa patogen tanaman. *Bacillus subtilis* merupakan agen hayati yang efektif mengendalikan jamur *Rhizoctonia solani* dan *Fusarium spp.* tular tanah pada jagung (Suriani dan Muis, 2016) .

Bakteri *Bacillus subtilis* bersifat aerob atau anaerob fakultatif, dan heterotrof. Karakteristik dari bakteri *Bacillus subtilis* ini termasuk kedalam bakteri gram positif, berbentuk batang, bersel satu, berukuran  $0,5\text{--}2,5\ \mu\text{m} \times 1,2\text{--}10\ \mu\text{m}$ , bereaksi katalase positif. Bakteri ini dapat bertahan pada kondisi lingkungan tertentu, yakni pada suhu  $-5$  sampai  $75^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat keasaman (pH) antara 2–8. (Muis, 2006).



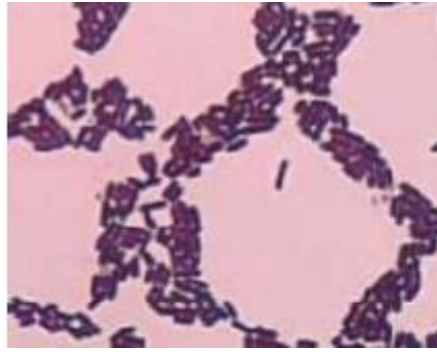
Gambar 2. Pewarnaan endospora *Bacillus subtilis*

Sumber : (Sopyan, 2009)

### 2.3.3 *Azotobacter*

Bakteri *Azotobacter* merupakan salah satu bakteri penambat nitrogen. Penambat nitrogen merupakan proses yang menyebabkan digabungkan secara kimia dengan unsur lain. Bakteri *Azotobacter chroococcum* pada konsentrasi  $10^8$  CFU ml<sup>-1</sup> dapat meningkatkan perkecambahan benih jagung (Sachin dan Misra, 2009). Menurut Kholida dan Zulaika (2015), mengemukakan bahwa bakteri *Azotobacter* adalah mikroba yang bersifat aerobik obligat. Karakteristik dari bakteri ini memiliki sel ukuran besar dengan bentuk batang pendek, dikenal beberapa isolat berukuran diameter 2-4  $\mu$ m, bakteri *Azotobacter* dikenal sebagai bentuk sel pleomorfik. Lingkungan bakteri *Azotobacter* yaitu dapat tumbuh bebas sebagai saprofit di tanah, air tawar, lingkungan lau dan habitat alam lainnya dan telah digunakan sebagai inokulum efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan pengendalian hama (Aquilanti dkk, 2004).





Gambar 3. Bakteri *Azotobacter*

Sumber : (Erfin dkk, 2016)

## 2.4 Jenis-Jenis Jamur Patogen pada Buah Kakao

Mikroorganisme penyebab kerusakan busuk buah kakao (*Phytophthora palmivora*) akan merebak pada musim hujan atau kemarau basah. Dikarenakan jamur *Phytophthora palmivora* menyukai iklim mikro yang lembab. Menurut Afriyeni dkk, (2009), serangan penyakit *Phytophthora palmivora* karena kurangnya sanitasi kebun dan tidak dilakukannya pemangkasan cabang. Jenis jamur patogen tanaman kakao yaitu jamur *Phytophthora palmivora* yang menyebabkan penyakit busuk buah kakao, terdapat juga jamur *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa.

### 2.4.1 *Phytophthora palmivora*

Jamur *Phytophthora palmivora* merupakan jamur yang menginfeksi semua bagian tanaman kakao mulai dari akar, batang, bunga, buah dan daun. Namun kerugian yang sangat tinggi disebabkan oleh serangan pada buah (Darmono dkk, 2006). Ciri-ciri buah kakao yang terinfeksi jamur *Phytophthora palmivora* adalah permukaan kulit buah kakao sebagian berwarna coklat dan membusuk. Gejala dimulai dari ujung buah, terdapat kumpulan miselium yang berwarna putih, kuning dan bintik-bintik coklat

serta ada lingkaran berbentuk spiral di permukaan kulit buah. Kondisi kulit buah menjadi lunak. Jamur *Phytophthora palmivora* ditemukan pada buah yang memiliki ciri bagian pangkal buah lunak, hitam dan meluas, hampir menutupi seluruh permukaan kulit buah, ditutupi oleh kumpulan miselium putih seperti tepung dan ada bercak coklat pada permukaan kulit buah. Jamur *Phytophthora palmivora* memiliki ciri mikroskopis dengan koloni berwarna putih, permukaannya halus dan seperti menyatu dengan medium, bagian tepi koloni tidak rata. Jamur ini memiliki sporangium yang bentuknya lonjong dengan tonjolan di ujungnya dan terlihat batas atau garis yang jelas di dekat tonjolan tersebut. Jamur ini juga memiliki hifa yang hialin, bercabang dan tidak bersekat (Rozali, 2015).



Gambar 4. Gejala penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora*

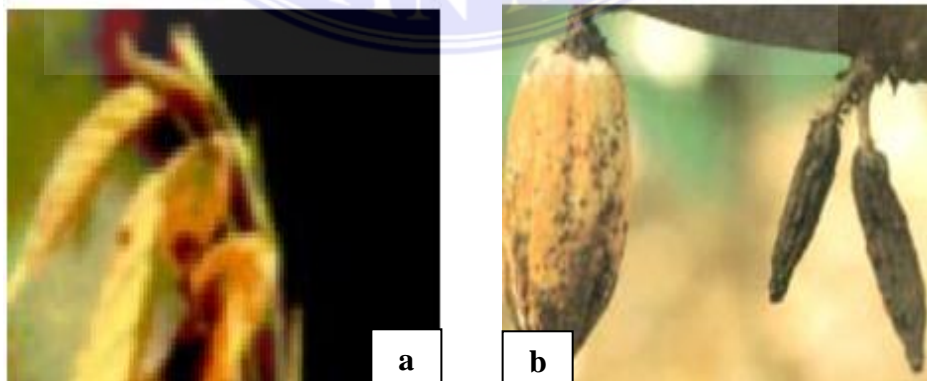
Sumber : (Christiana dan Lapomi, 2012)

#### **2.4.2 *Colletotrichum gloeosporioides***

Serangan jamur *Colletotrichum gloeosporioides* dapat menimbulkan kerusakan infeksi pada buah muda yang ikut menurunkan produksi kakao, buah yang terkena jamur tersebut akan menyebabkan buah kakao akan layu dan mengering. Pada tanaman kakao yang terinfeksi jamur *Colletotrichum*

*gloeosporioides*, akan mengurangi jumlah daun dan buah sehingga produksi sangat rendah (Aini dkk, 2013). Ciri serangan dari jamur *Colletotrichum gloeosporioides*, pada daun muda yang terserang akan gugur, jamur ini timbul pada buah masih muda, ciri utamanya terdapat bintik-bintik coklat berkembang menjadi bercak coklat berlekuk, layu, mengering, dan mengeriput. (Simanjuntak, 2002).

Jamur ini dapat bertahan pada lingkungan ranting yang sakit atau pada daun sakit dipohon atau di permukaan tanah. Pada cuaca yang lembab jamur akan membentuk spora. Kerusakan pada buah bisa melalui inti sel pada buah yang matang dan pori-pori pada buah yang masih hijau. Pada kondisi lingkungan yang sangat lembab sangat cocok untuk pembentukan spora. Biasanya jamur *Colletotrichum gloeosporioides* memiliki miselium septa, tidak berwarna gelap ketika tua. Miselium membentuk masa sel tebal berdinding tebal dengan bentuk seperti badan buah. Jamur ini juga mempunyai konidia yang berbentuk pendek lonjong dan berwarna sedang sedangkan konidiofor pendek dan diantara keduanya dihasilkan mirip rambut berwarna hitam.



Gambar 5. Gejala serangan *Colletotrichum gloeosporioides* (a) Gejala serangan pada daun muda, (b) Gejala serangan pada buah pentil

Sumber : (Simanjuntak, 2002).

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan September 2017 di Laboratorium Mikrobiologi FMIPA USU Medan.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cawan Petri, gelas ukur, pipet tetes, pinset, spatula, autoclave, Erlenmeyer, timbangan analitik, vortex, kompor listrik, tabung reaksi, gelas objek, mikroskop, bunsen, korek api, mortar, jarum ose, pisau, alat dokumentasi dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 gram tanah perakaran kakao yang sehat, buah yang terserang jamur patogen, Sabouraud Dextrose Agar (SDA) Medium Potato Dextrose Agar (PDA), medium Natrium Agar (NA), safranin, kristal violet, Alumunium foil, aquades, alkohol, 70% kertas hisap, gram iodin (NaCl) 1 %, tisu, kertas label, kantong plastik.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu dengan mengetahui persentasi penghambatan bakteri terhadap pertumbuhan jamur patogen. Isolat yang mempunyai kemampuan antagonisnya di karakterisasi dan diidentifikasi.

#### **3.4 Prosedur Penelitian**

##### **3.4.1 Pengambilan Sampel Tanah**

Tanah diperoleh dari rizosfer tanaman kakao. Lokasi pengambilan sampel tanah kakao berada didaerah Jln. Rahayu, Desa Sei rotan. Sampel Tanah yang diambil dengan cara menggali tanah pada kedalaman 5-10 cm

disekitar rizosfer. Tanah digali menggunakan bor belgi dan diambil sebanyak 100 gram secara aseptis. Selanjutnya sampel tersebut dibawa ke laboratorium untuk diisolasi lebih lanjut.

### **3.4.2 Isolasi Jamur Patogen**

Jamur patogen diperoleh dari buah kakao yang terinfeksi jamur. Buah kakao dibawa ke laboratorium secara aseptis. Miselium jamur pada permukaan buah kakao, ditanam ke media Sabouraud Dextrose Agar (SDA). Diinkubasi 2 x 24 jam. Kemudian diamati jamur yang tumbuh. Jamur yang tumbuh diibaratkan kultur murni.

### **3.4.3 Karakterisasi Jamur Patogen**

Isolat yang muncul diamati karakteristik morfologi dan mikroskopiknya. Dengan metode Block Square yaitu dengan menyiapkan cawan Petri yang beralaskan kertas saring, gelas objek, dan batang penahan objek yang telah disterilkan terlebih dahulu. Sementara itu media agar yang telah dimasak dituang ke dalam cawan Petri dengan ketebalan 0,5 cm. Pada saat media agar membeku, media agar dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm dan dipindahkan ke tengah objek dalam cawan Petri steril menggunakan pisau atau alat pemotong steril. Isolat jamur diinokulasikan pada empat titik dari block agar tersebut, kemudian ditutup dengan kaca penutup.

Selanjutnya, akuades steril ditetaskan secukupnya pada kertas saring dalam cawan untuk menjaga kelembapan dalam cawan. Kemudian, cawan ditutup dan dibungkus setelah diberi label. Semua tahap dilakukan didekat api untuk menghindari kontaminasi. Selanjutnya *slide cultur* diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 27° Selama 5-7 hari.



Pengamatan dilakukan secara mikroskop dengan perbesaran 40x dan 100. Dilakukan struktur pengamatan struktur miselium, spora atau konidiaya, dan badan penghasil sporanya. Ciri-ciri setiap isolat dibandingkan berdasarkan kunci determinasi pada *Practical guide to detection and identification of Phytophthora*. Selanjutnya dilakukan pengambilan gambar dari isolat tersebut untuk diinkubasi untuk diidentifikasi. Identifikasi yang dilakukan hanya sampai tingkat genus saja (Sanjaya, Nurhaini, dan Halima, 2010)

#### **3.4.4 Isolasi Bakteri Rizosfer**

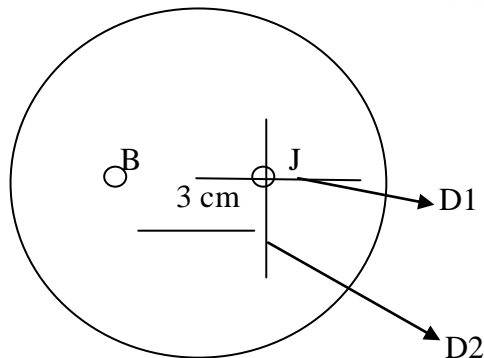
Pengujian mikrobiologis terhadap sampel tanah dilakukan menggunakan metode pengenceran. Diambil sampel tanah 1 gram, lalu encerkan dengan larutan 10 ml akuades steril yang telah diberi NaCl dalam tabung reaksi berisi 10 ml, dan dihomogenkan selama 2 menit didapatkan pengenceran  $10^{-1}$  kemudian diambil 1 ml dari tabung reaksi dan dimasukkan pada tabung pengencer ke-2 yang merupakan  $10^{-2}$  dihomogenkan, lalu diambil 1 ml dimasukkan di tabung pengencer ke-3 yang merupakan pengenceran  $10^{-3}$ , pengenceran dilakukan suspensi sampai  $10^{-8}$ . Selanjutnya dipindahkan 1 ml kedalam cawan Petri. Didalam cawan Petri, tuangkan 10 sampai 20 ml berisi media NA dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu kamar  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  C. Setelah 24 jam waktu inkubasi, dilakukan pengamatan morfologi koloni bakteri yang dimulai dari bentuk, warna, kenampakan bakteri, kenaikan permukaan, dan tepian.

### 3.4.6 Pewarnaan Gram Bakteri

Diambil akuades diteteskan pada kaca objek ditambahkan 1 ose biakan sampel, lalu difiksasi diatas api. Tetesi pewarnaan kristal violet dan biarkan selama 1 menit, cuci dengan air mengalir. Selanjutnya iodine, tetesi alkohol 70%, biarkan selama 10-20 detik, cuci dengan air mengalir dan tambahkan safranin biarkan selama 10-20 detik, kemudian cuci lagi dengan air mengalir. Selanjutnya keringkan dengan menggunakan tisu dan tetesi minyak emersi dan amati dibawah mikroskop. Bila hasil pewarnaan diperoleh bakteri berwarna merah, maka bakteri tersebut adalah gram negatif, sedangkan bila diperoleh bakteri berwarna ungu maka bakteri tersebut gram positif (Fitri & Yasmin, 2011)

### 2.4.7 Uji Antagonis Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen

Isolat bakteri yang diperoleh dilihat kemampuan antagonisnya dengan cara menumbuhkan bakteri antagonis dan jamur patogen pada cawan Petri secara berdampingan di media Medium Potato Dextrose Agar (PDA). Kemudian perhatikan pertumbuhan bakteri mana yang akan lebih berkembang, setelah itu dapat disimpulkan bakteri rizosfer dapat menekan pertumbuhan atau tidak



Gambar 6. Penempatan bakteri antagonis terhadap jamur patogen buah kakao

Pengamatan terhadap persentase hambatan diukur dari hari pertama telah ditanam ke media PDA sampai 4 hari. Cara menghitung persentase daya hambat menurut Fety dkk, (2010) menggunakan rumus :

$$P = \frac{D1-D2}{D2} \times 100\%$$

Keterangan :

B : Bakteri

J : Jamur

D1 : diameter vertikal koloni jamur patogen

D2 : diameter horizontal koloni jamur patogen

### 3.4.8 Analaisa Data

Data yang diperoleh akan dianalisis secara statistik menggunakan Pola rancangan yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap), dari jenis bakteri yang berbeda, dijadikan perlakuan dan masing-masing 4 ulangan. Dengan memperhatikan bakteri mana yang akan lebih berkembang menghambat pertumbuhan jamur dari masing-masing perlakuan dan ulangan, hasil yang didapat, maka akan dilihat.

1. Apa ada beda nyata diantara bakteri tersebut.
2. Jika ada beda nyata, maka akan bisa ditentukan, bakteri mana yang lebih tinggi menghambat jamur patogen.

Keterangan :

H2 Ba-Sp1 : Hari ke 2 isolat bakteri Sp1

H2 Ba-Sp2 : Hari ke 2 isolat bakteri Sp2

H2 Ba-Sp3 : Hari ke 2 isolat bakteri Sp3

H3 Ba-Sp1 : Hari ke 3 isolat bakteri Sp1

H3 Ba-Sp2 : Hari ke 3 isolat bakteri Sp2

H3 Ba-Sp3 : Hari ke 3 isolat bakteri Sp3

H4 Ba-Sp1 : Hari ke 4 isolat bakteri Sp1

H4 Ba-Sp2 : Hari ke 4 isolat bakteri Sp2

H4 Ba-Sp3 : Hari ke 4 isolat bakteri Sp3

Tabel 1. Presentase (%) daya hambat bakteri terhadap pertumbuhan jamur

Treatment	Ulangan (Replikat)				Total	Rata-rata
	1	2	3	4		
H2 Kontrol	0	0	0	0		
H2 Ba-Sp1						
H2 Ba-Sp2						
H2 Ba-Sp3						
H3 Kontrol	0	0	0	0		
H3 Ba-Sp1						
H3 Ba-Sp2						
H3 Ba-Sp3						
H4 Kontrol	0	0	0	0		
H4 Ba-Sp1						
H4 Ba-Sp2						
H4 Ba-Sp3						

## DAFTAR PUSTAKA

- .Aini F.N, Sukanto S, Wahyuni D, Suhesti R.G. 2013. Penghambatan Pertumbuhan *Colletotrichum gloeosporioides* oleh *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningi*, *Bacillus Subtilis* dan *Pseudomonas Fluorescens*. *Pelita Perkebunan*. 29(1) : 44-52.
- Afriyeni Y, Nasir N, Periadnadi, dan Jumjunidang. 2013. Jenis-Jenis Jamur pada Pembusukan Buah Kakao (*Theoroma caca*, Linn.) di Sumatera Barat. *Biologi Universitas Andalas* 2(2) : 124-129.
- Aquilanti L, Favilli F, Clementi F. 2004. Comparison of different strategies for isolation and preliminary identification of *Azotobacter* from soil samples. *Soil Biol. Journal Biochem*. 36 : 1475-1483.
- Bustamam H. 2006. Seleksi Mikroba Rizosfer Antagonis Terhadap Bakteri *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Jahe Di Lahan Tertindas. *Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 8(1) : 12-18.
- Christiana B dan Lapomi Z. 2012. Modul Dasar Praktik Budidaya kakao. Swiss : Swisscontact.
- Darmono TW, I. Jamil & Santoso DA. 2006. Pengembangan penanda molekuler untuk deteksi *Phytophthora palmivora* pada tanaman kakao. *Menara Perkebunan*. 74 : 86-9.
- Dewi I. M. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktifitas Kitinase Termofilik Kasar dari Sumber Air Panas Tinggi Raja, Simalungun, Sumatera Utara (Tesis) Medan : Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Dewi N. 2015. Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Terhadap Cendawan Patogen *Rhizoctonia solani* (Skripsi) Makassar : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Alauddin Makassar
- Direktorat jenderal perkebunan. 2015. Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016 Tree Crop Estate Statistics Of Indonesia 2014-2016 Jakarta : Direktorat Jenderal Perkebunan Directorate General of Estate Crop.
- Drenth A dan Sendall B, 2001. Practical guide to detection and identification of *Phytophthora*. Australia : CRCf or Tropical Plant Protection Brisbane Australia
- Erfi, Sandiah N, Malesi. L. 2016. Identifikasi Bakteri *Azospirillum* Dan *Azotobacter* Pada Rhizosfer Asal Komba-Komba (*Chromolaena Odorata*). *Jitro*. 3(2) : 30-38.

- Fitri L, Yasmin Y, 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Ilmiah Biologi, Biologi Edukasi*. 3(2) : 20-25.
- Gobel, R.B., Zaraswati Dwyana. 2012. Mikrobiologi Dalam Praktek. Makassar : Jurusan Biologi, FMIPA UNHAS.
- Handiyanti M. 2012. Potensi *Bacillus Spp.* Dan *Pseudomonas Flourescens* Sebagai Agen Pengendali Penyakit Busuk lunak Bakteri (*Erwinia Carotovora*) Pada Anggrek *Phalaenopsis* (Skripsi). Bogor : Fakultas Paertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Harni R dan Amaria W. 2012. Potensi Bakteri Kitinolitik Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada (*Phytophora Capsici*). *Ristri*. 3(1) : 7-12.
- Hidayat N, Padaga Masdiana C, Suhartini S. 2006. Mikrobiologi Industri. Malang : Penerbit Andi.
- Kasutjianingati, 2004. Pembiakan Mikroorganisme Genotipe Pisang (*Musa spp.*) dan Potensi Bakteri Endofit Terhadap Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum sp. cubense*). (Tesis). Bogor : Institut Teknologi Bogor.
- Kholida F.T dan Zulaika Enny. 2015. Potensi Azotobaceter sebagai hormon IAA . *Sains dan Seni ITS*. 4(1) : 2337-3520.
- Fety, Khotimah S, Mukarlina. 2015. Uji Antagonis Jamur Rizosfer Lokal terhadap *Phytophthora sp.* yang Diisolasi dari Batang Langsung (*Lansium domesticum* Corr.). *Protobiont*. 4(1) : 218-225.
- Muis, A. 2007. Pengelolaan penyakit busuk pelepah (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) pada tanaman jagung. *Litbang Pertanian*. 26(3): 100–10.
- Pratiwi N.W, Juliantari Erwina, Napsiyah L.K. 2016. Identifikasi Jamur Penyebab Penyakit Pascapanen pada Beberapa Komoditas Bahan Pangan. *Riau Biologia* 1(14) : 86-94.
- Prihantoko Anang. 2006. Penggunaan Isolat Bakteri Tanah Untuk Pengendalian *Rhizoctonia solani* Penyebab Busuk Kecambah Pada Tanaman Tomat (Skripsi). Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rostinawati, T. 2008. Skrining dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Kitinase Dari Air Laut di Perairan Pondok Bali. (Skripsi). Penelitian Mandiri. Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran jatinangor.
- Rozali G. 2015. Penapisan Jamur Antagonis Indigenus Rizosfir Kakao (*Theobroma cacao* Linn.) Yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* Butler (Skripsi). Padang : Universitas Andalas.



- Sachin, D.N dan Misra. 2009. Effeect of Azotobacter chroocum (PGPR) on the Growth of Bamboo (*Bambusa bamboo*) and (*Zea mays*) Plants. *Biofrontiers*. 1 : 24-31.
- Sanjaya, Nurhaini, dan Halima. 2010. Isolasi, Identifikasi, dan Karakterisasi Jamur Entomopatogen dari Larva *Spodoptera litura* (*Fabricus*). *Bonatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*. 12(3) : 136-141.
- Sariyanto N. 2006. Eksplorasi Agens Antagonis Yang Berpotensi Menekan Penyakit Layu *Fusarium* Pada Pisang (Skripsi). Bogor : Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Semangun H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Hlm 80
- Simanjuntak. 2002. Musuh Alami, Hama Dan Penyakit Tanaman Kakao Edisi Kedua. Jakarta : Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan Departemen Pertanian.
- Simatupang DS. 2008. Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Papaya (*Carica papaya L.*) di Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika (PKTB) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. (Skripsi). Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Soesanto L, 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Jakarta : Rajawali Pers.
- Sopyan A S. 2009. Karakterisasi Fisiologi Dan Identifikasi Molekuler Isolat-Isolat *Bacillus* Penghasil Bakteriosin Asal Hutan Wana Wisata Cangkung. (Skripsi). Bogor : Departemen Biologi Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Sudarma I.M. 2010. Seleksi dan Pemanfaatan *Actinomycetes* Sebagai Mikroba Antagonis Yang Ramah Lingkungan Terhadap *Fusarium Oxysporum sp. Cubense Secara In Vitro*. *Ecotrophic*. 5(2) : 104 - 101.
- Suriani dan Muis Amran. 2016. Prospek *Bacillus Subtilis* Sebagai Agen Pengendali Hayati Patogen Tular Tanah Pada Tanaman Jagung. *J. Litbang Pertanian*. 35(1) : 37-45.
- Susanna, 2000. Analisis Keefektifan Mikroorganisme Antagonis Dalam Mengendalikan *Fusarium Oxysporum sp. Cubense* Pada Pisang (*Musa sapientum L.* ). *Tesis* . Bogor : Institut Teknologi Bogor.

- Suyono Y dan Salahudin F. 2011. Identifikasi Dan Karakterisasi Bakteri *Pseudomonas* Pada Tanah Yang Terindikasi Terkontaminasi Logam. *Biopral Industri*. 2(1) : 8-13
- Syakir, Karmawati Elna, Mahmud Zainal, Munarso Joni, Ardana Ketut, Rubiyo, 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kakao*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Tjitrosoepomo, Gembong, 1988. *Taksonomi Tumbuhan (Spermathopyta)* Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Yulia E dan Widiyanti F, 2007. Potensi Bakteri Antagonis Filoplen Daun Mangga dalam Menekan Penyakit Antraknosa Buah Mangga (*Mangifera indica L*). *Agrikultura*. 18(1) : 853-2885.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Keterangan Hasil Statistik

#### 1. DATA HASIL PENELITIAN

Treatment	Ulangan (Replikat)				Total	Rata-rata
	1	2	3	4		
H2 Kontrol	0	0	0	0	0.00	0.00
H2 Ba-Sp1	18.8	6.0	8.7	12.0	45.44	11.36
H2 Ba-Sp2	22.2	19.2	16.3	9.5	67.24	16.81
H2 Ba-Sp3	18.4	3.8	0.0	19.5	41.77	10.44
H3 Kontrol	0	0	0	0	0.00	0.00
H3 Ba-Sp1	38.6	19.2	29.0	12.0	98.89	24.72
H3 Ba-Sp2	20.0	19.2	22.9	9.5	71.66	17.92
H3 Ba-SP3	20.5	7.4	0.0	22.5	50.41	12.60
H4 Kontrol	0	0	0	0	0.00	0.00
H4 Ba-Sp1	50.0	30.8	35.3	14.3	130.33	32.58
H4 Ba-Sp2	25.0	18.5	26.0	13.6	83.14	20.79
H4 Ba-Sp3	20.5	10.7	0.0	24.4	55.61	13.90

RAL = 3 treatment x 4 ulangan

= 12 data

#### 2. TABEL ANALISA OF VARIAN (ANOVA)

Sourc Var	df	SS	MS	F.hit	F. Tabel		
					F 0.05	F 0.01	
12 Kombinasi							
HxBak.	11	4.540,75	412,80	6,10	**	2,067	2,786
3 Hari	2	624,92	312,46	4,62	*	3,26	5,25
4 Bakteri	3	1.163,75	387,92	5,73	**	5,25	4,38
Interaksi H*B	6	2.752,07	458,68	6,77	**	2,36	3,35
Error	36	2.437,28	67,70				
48 Total	47						

$$LSD \alpha = T_{\alpha} (df \text{ Error}) * \sqrt{\frac{2 \cdot MS \text{ Error}}{\text{Replicate}}}$$

$$= 0,05 (36) * \sqrt{\frac{2 \cdot 67,70}{4}}$$

$$= 2.028 * 5,818$$

$$LSD = 11,81$$

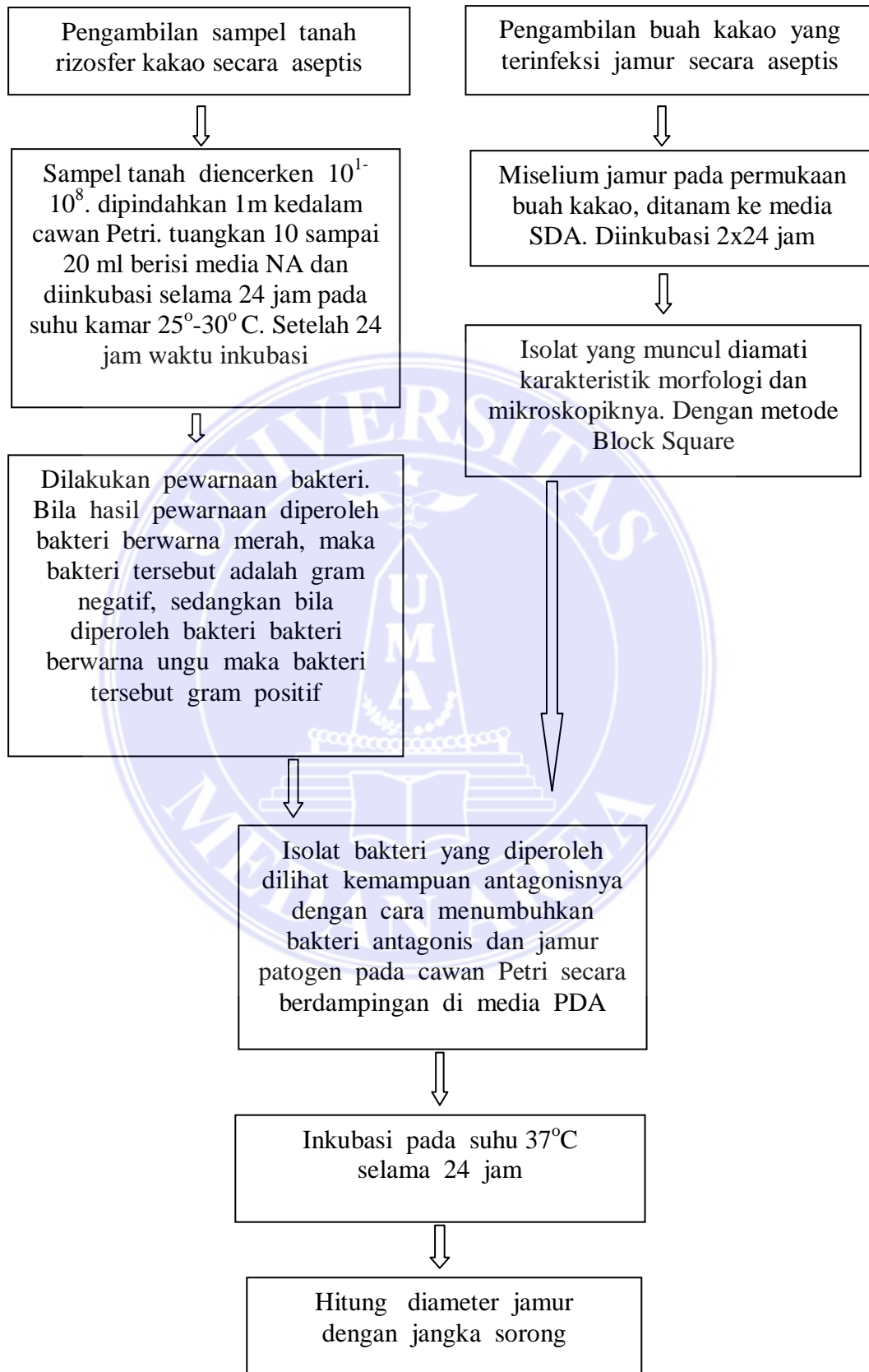
### 3. TABEL ANALISA ZONA HAMBAT

Kombinasi Perlakuan	Rata-rata
H2 Kontrol	0,00
H2 Ba-Sp1	11,36
H2 Ba-Sp2	16,81
H2 Ba-Sp3	10,44
H3 Kontrol	0,00
H3 Ba-Sp1	24,72
H3 Ba-Sp2	17,92
H3 Ba-Sp3	12,60
H4 Kontrol	0,00
H4 Ba-Sp1	32,58
H4 Ba-Sp2	20,79
H4 Ba-Sp3	13,90

Kombinasi Perlakuan	Rata-rata	Keterangan	Kesimpulan
H4 Ba-Sp1	32,58	a	Tertinggi
H3 Ba-Sp1	24,72	ab	
H4 Ba-Sp2	20,79	b	
H3 Ba-Sp2	17,92	b	
H2 Ba-Sp2	16,81	b	
H4 Ba-Sp3	13,90	b	
H3 Ba-Sp3	12,60	b	
H2 Ba-Sp1	11,36	b	
H2 Ba-Sp3	10,44	bc	
H2 Kontrol	0,00	c	
H3 Kontrol	0,00	c	
H4 Kontrol	0,00	c	

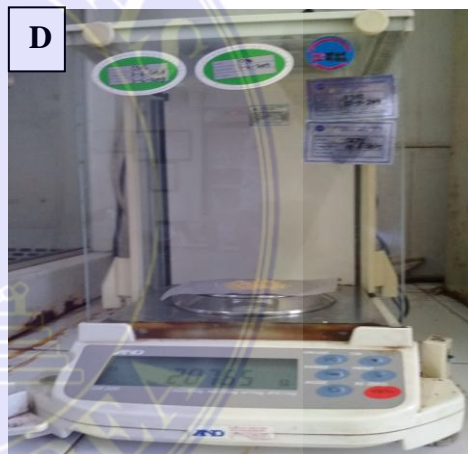
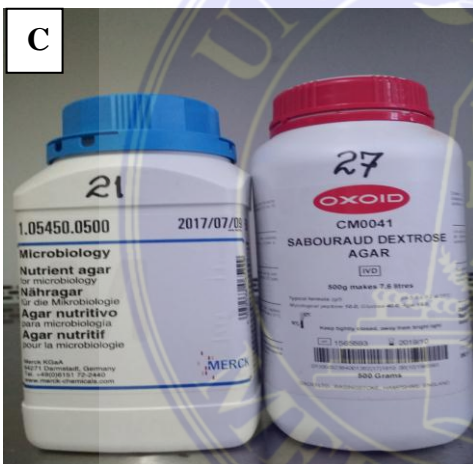
Data diurutkan

Lampiran 2. Skema Alur Penelitian





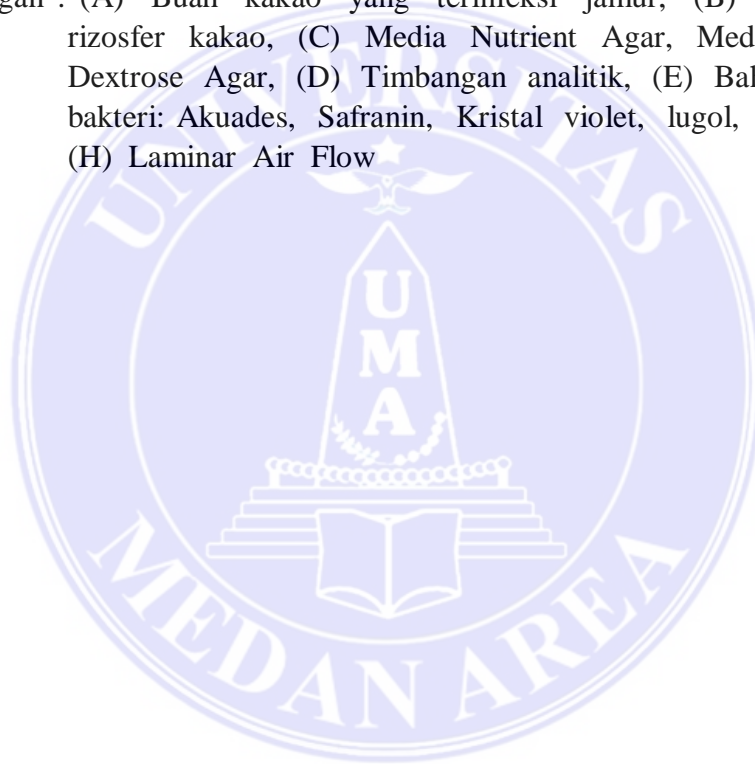
Lampiran 3. Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian



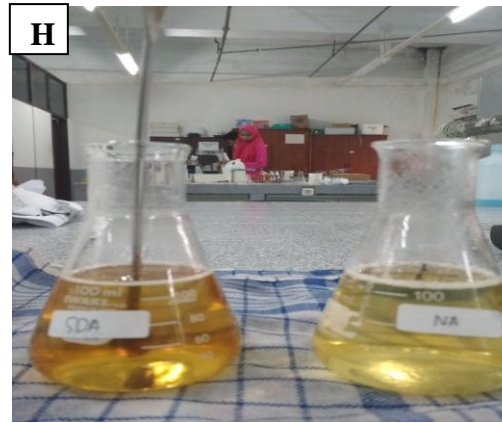
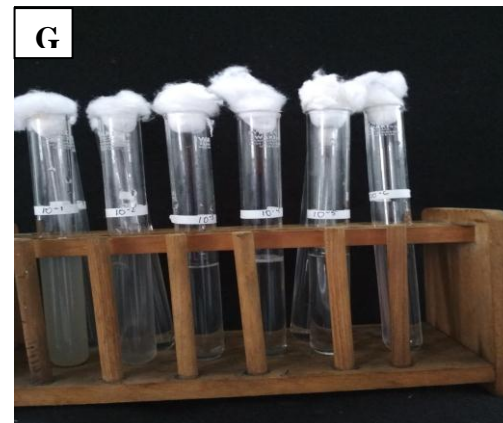
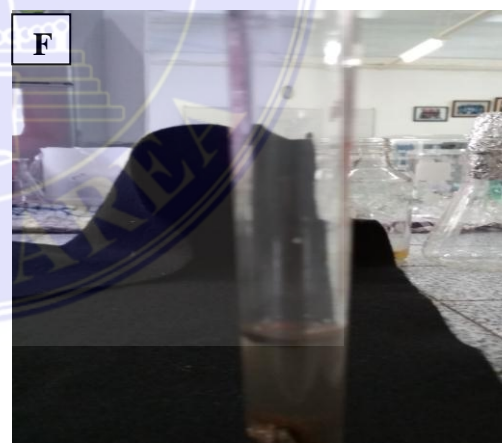
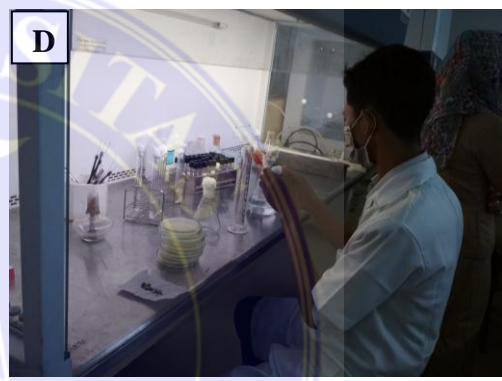


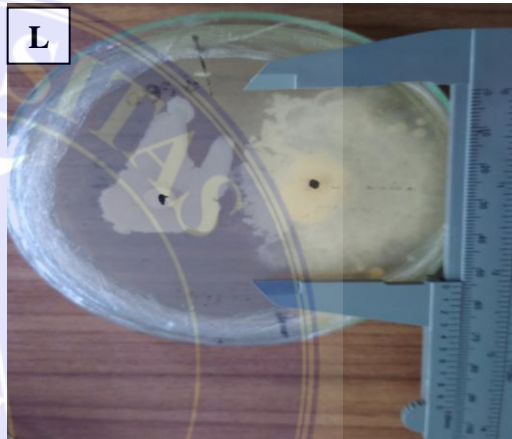
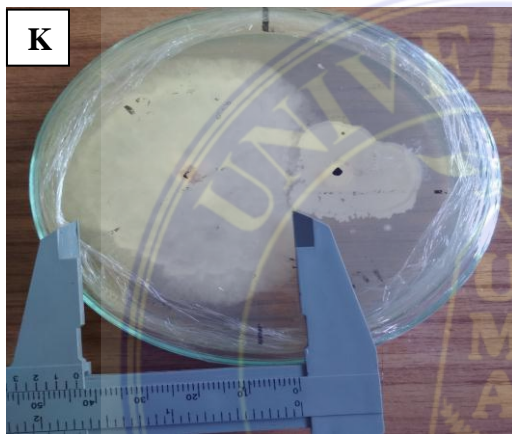
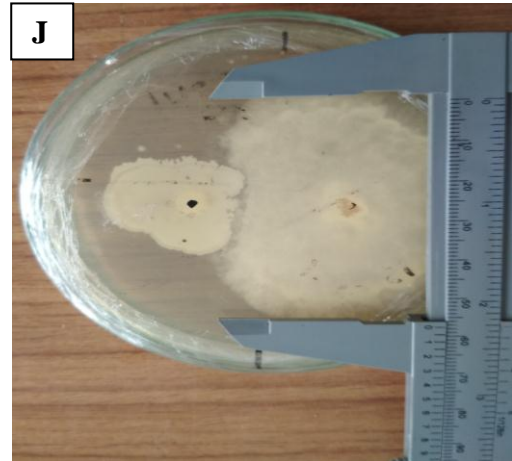


Keterangan : (A) Buah kakao yang terinfeksi jamur, (B) Sampel tanah rizosfer kakao, (C) Media Nutrient Agar, Media Sabouraud Dextrose Agar, (D) Timbangan analitik, (E) Bahan pewarnaan bakteri: Akuades, Safranin, Kristal violet, lugol, (F) Inkubator, (H) Laminar Air Flow



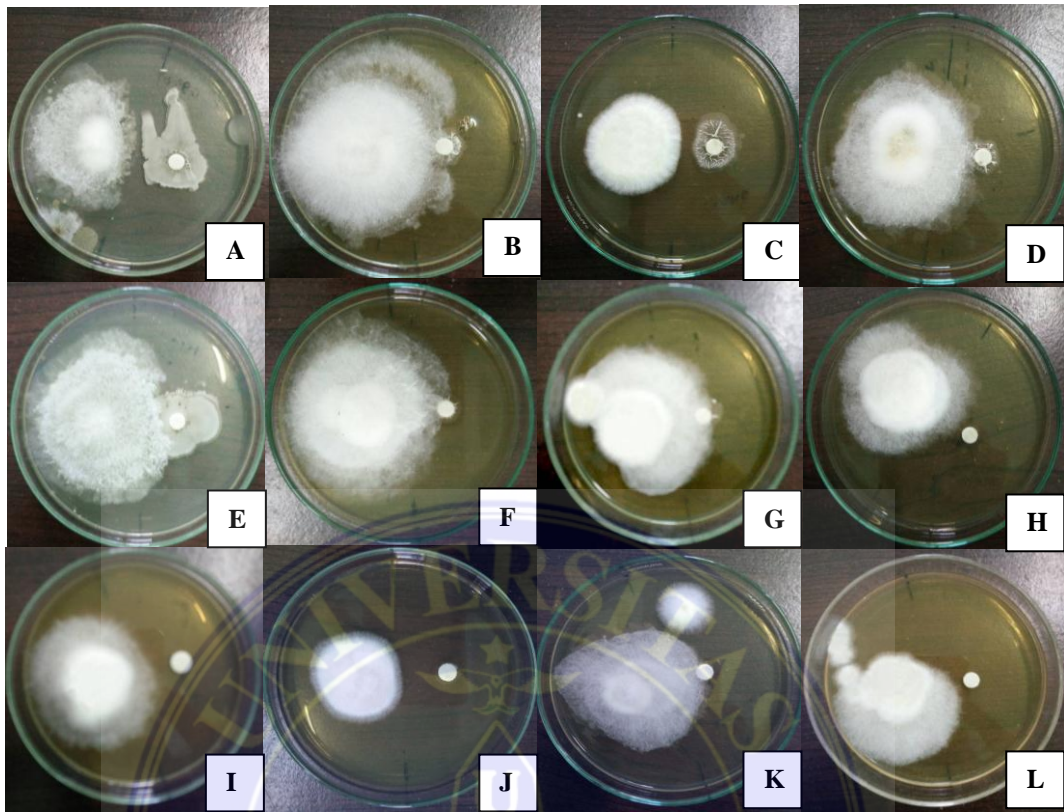
Lampiran 4. Gambar Prosedur Kerja Penelitian





Keterangan : (A) Penimbangan sampel uji, (B,C,D) Persiapan alat dan bahan untuk melakukan isolasi bakteri dan jamur, (E) Sampel tanah rizosfer yang dihomogenkan, (F) Sampel jamur yang dihomogenkan, (G) Pengenceran  $10^{-1}$  -  $10^8$ , (H) Media Nutrient Agar (Na), dan Media Sabouraud Dextrose Agar (SDA), yang akan digunakan, (I,J,K,L) Pengukuran daya hambat dengan menggunakan jangka sorong





Keterangan : Kemampuan daya hambat maksimal bakteri rizosfer terhadap jamur patogen buah kakao (A) Sp1.1 (B) Sp1.2 (C) Sp1.3 (D) Sp1.4 (E) Sp2.1 (F) Sp2.2 (G) Sp2.3 (H) Sp2.4 (I) Sp3.1 (J) Sp3.2 (K) Sp3.3 (L) Sp4.4