

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT PADA
AKAR CABAI (*Capsicum annum* L.) UNTUK
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN
JAMUR (*Fusarium oxysporum*)**

SKRIPSI

OLEH:

**SHELA FAHDILA
158700016**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ENDOFIT PADA
AKAR CABAI (*Capsicum annuum* L.) UNTUK
MENGHAMBAT PERTUMBUHAN
JAMUR (*Fusarium oxysporum*)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Biologi
Universitas Medan Area



Oleh:

**SHELA FAHDILA
158700016**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

Judul Skripsi : Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Pada Akar Cabai
(*Capsicum annum* L.) Untuk Menghambat Pertumbuhan
Jamur (*Fusarium oxysporum*)

Nama : Shela Fahdila
NPM : 158700016
Fakultas : Biologi

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

Ferdinand Susilo S.Si M.Si
Pembimbing I

Abdul Karim S.Si M.Si
Pembimbing II

Mufti Sudibyo, M.Si
Dekan

Dra. Sartini, M.Sc
Ka. Prodi/WD I



Tanggal Lulus : 27 september 2019

HALAMAN PERNYATAAN

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

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

Medan, 8 oktober 2019



Shela Fahdila
158700016

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

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

Nama : Shela Fahdila
NPM : 158700016
Program Studi : Biologi
Fakultas : Biologi
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Pada Akar Cabai (*Capsicum annuum* L.) Untuk Menghambat Pertumbuhan Jamur (*Fusarium oxysporum*)*. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/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 : 8 oktober 2019
Yang menyatakan


(Shela Fahdila)

ABSTRACT

This study aimed to obtain endophytic bacterial isolates from *Capsicum annum* root and determine its ability to inhibit *Fusarium oxysporum*, a pathogenic fungi. The research used laboratory scale descriptive method. The isolates contained two different colonies i.e A1 & A2. Bacterial colony characteristic result presented that the bacterial belong to the genus of *Bacillus* and has the ability in ihibiting the growth of *Fusarium oxysporum* which was measured by fromed inhibition zones.

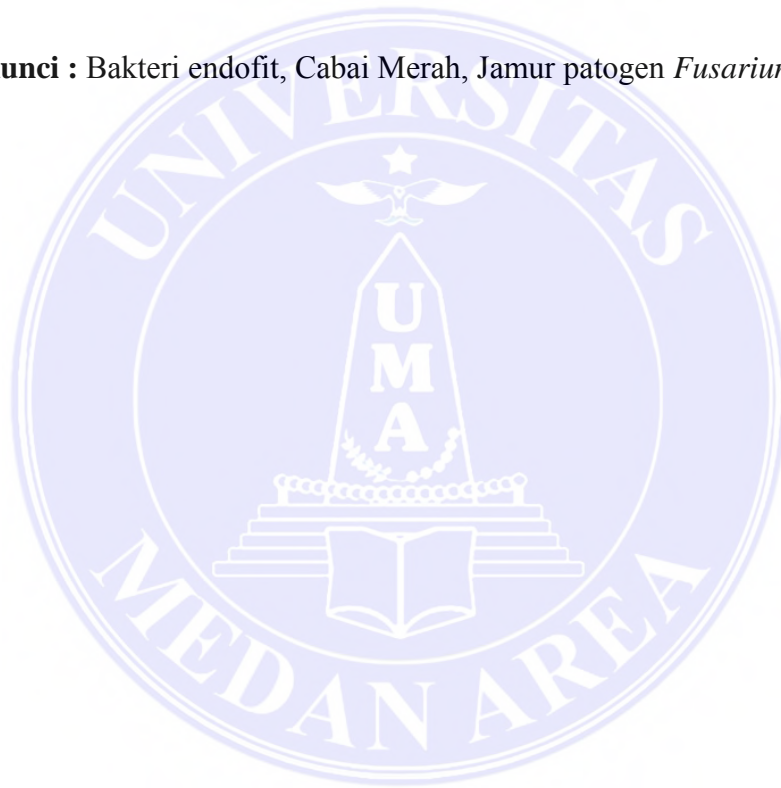
Keywords : Endophytic bacterial, *Capsicum annum*, *Fusarium oxysporum*



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari akar cabai merah *Capsicum annuum* dan mengetahui kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif berskala laboratorium. Hasil isolasi dari akar cabai merah *Capsicum annuum* ditemukan dua koloni isolat yang berbeda yang diberi dengan kode isolat A1 dan A2. Kedua isolat bakteri endofit diduga merupakan genus *Bacillus*. Hasil daya antagonis kedua isolat menyatakan bahwa bakteri endofit tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*, hal ini dapat dilihat dari diameter zona hambat yang terbentuk.

Kata kunci : Bakteri endofit, Cabai Merah, Jamur patogen *Fusarium oxysporum*



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapun judul yang telah penulis sajikan adalah mengenai "Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Pada Akar Cabai (*Capsicum annuum* L.) Untuk Menghambat Pertumbuhan Jamur Patogen (*Fusarium oxysporum*)".

Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Ferdinand Soesilo S.Si M.Si dan bapak Abdul Karim S.Si M.Si selaku pembimbing serta ibu Rahmiati S.Si dan ibu Ida Fauziah yang telah banyak memberikan saran. Serta ucapan terima kasih penulis kepada kakak/abang, dan teman-teman mahasiswa/I Universitas Medan Area yang juga telah ikut membantu dalam penulisan skripsi ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

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

Medan, 12 Oktober 2019

Penulis

Shela Fandila

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sejarah Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum Annuum</i> L.)	5
2.1.1 Klasifikasi Dan Morfologi Tanaman Cabai	6
2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Cabai	8
2.1.3 Manfaat Dan Kandungan Cabai	8
2.2 Deskripsi <i>Fusarium Oxysporum</i>	9
2.2.1 Klasifikasi <i>Fusarium Oxysporum</i>	9
2.3 Bakteri Endofit	13
2.4 Bakteri Endofit Sebagai Pengendalian Hayati	14
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan	16
3.3 Metode Penelitian	16
3.3.1 Preparasi Sampel	17
3.3.2 Isolasi Bakteri Endofit	17
3.3.3 Pemurnian Bakteri Endofit	18
3.3.4 Identifikasi Bakteri Endofit	18
3.3.5 Isolasi Dan Identifikasi Jamur Patogen <i>Fusarium</i>	19
3.4 Uji Antagonis	19
3.5 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
V. SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	33



UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakter morfologi koloni isolat bakteri.....	22
Tabel 2. Hasil uji biokimia.....	23
Tabel 3. Hasil uji antagonis bakteri endofit terhadap jamur	26



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pertumbuhan Koloni Bakteri.....	21
Gambar 2. Biakan Murni Bakteri.....	21
Gambar 3. Pewarnaan Gran Isolat Bakteri dan Bentuk Sel	23





UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang penting dalam kebutuhan sehari-hari. Pemanfaatan cabai merah sering digunakan dalam berbagai olahan seperti bumbu masakan, Selain dikonsumsi sebagai bumbu masak, cabai digunakan sebagai bahan ramuan obat tradisional.

Cabai merah sangat digemari oleh masyarakat hal ini disebabkan karena cabai merah memiliki kandungan yang baik bagi kesehatan seperti protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, C, E dan senyawa alkaloid seperti capsaicin, flavonoid dan minyak esensial, yang berpotensi dalam melancarkan sirkulasi peredaran darah (Prayudi, 2010).

Kebutuhan cabai merah dari tahun ke tahun semakin meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk, namun produksi cabai masih belum mencukupi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2014), produksi cabai merah di Provinsi Sumatra Utara mencapai 147,810 ton. Dibandingkan tahun 2013, terjadi penurunan produksi sebesar 14,123 ton. Rendahnya produksi cabai merah kemungkinan disebabkan oleh pengaruh hama dan penyakit yang merupakan salah satu faktor dalam pertumbuhan tanaman cabai. Menurut Herwidyati dkk (2013), keberhasilan pertumbuhan dari tanaman cabai merah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman cabai seperti suhu dan curah hujan,

adapun faktor biotik yang dapat mempengaruhi produktifitas dari pertumbuhan tanaman cabai merah yaitu virus, bakteri dan jamur.

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh jamur adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Adanya serangan jamur ini menjadikan salah satu faktor pembatas yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi cabai merah. Penyebaran jamur *Fusarium oxysporum* sangat cepat dan dapat menyebar ke tanaman lain dengan cara menginfeksi akar tanaman dengan menggunakan tabung kecambah atau miselium. Akar tanaman dapat terinfeksi langsung melalui jaringan akar, atau melalui akar lateral dan melalui luka-luka, yang kemudian menetap dan berkembang di berkas pembuluh. Setelah memasuki akar tanaman, miselium akan berkembang hingga mencapai jaringan korteks akar. Pada saat miselium jamur mencapai xylem, maka miselium ini akan berkembang hingga menginfeksi pembuluh xylem. Miselium yang telah menginfeksi pembuluh xylem, akan terbawa ke bagian lain tanaman sehingga mengganggu peredaran nutrisi dan air pada tanaman yang menyebabkan tanaman menjadi layu (Semangun, 2007). Jamur *Fusarium oxysporum* tersebut membentuk polipeptida, yang disebut likomarasmin yang dapat mengganggu permeabilitas membran plasma dari tanaman (Susetyo, 2010). Tanaman cabai biasanya layu mulai dari daun bagian bawah dan anak tulang daun menguning, apabila infeksi ini terus berkembang maka tanaman cabai merah akan mati. Sehingga hal ini apabila tidak ditangani dengan baik maka dapat menyebabkan kerugian bagi komoditas petani cabai merah (Huda, 2010).

Upaya yang umum digunakan oleh komoditas petani dalam mengatasi hal tersebut dengan penggunaan fungisida kimia, namun hal tersebut akan

menyebabkan kerusakan bagi lingkungan sekitar (Ariyanti, 2017). Kelemahan dari penggunaan fungisida kimia adalah selain memiliki harga yang mahal, penggunaan fungisida ini dapat membunuh organisme yang tidak termasuk sasaran serta fungisida juga dapat menimbulkan gangguan penyakit seperti apabila senyawa fungisida yang menempel pada sayuran yang ikut dikonsumsi bersama sayuran tersebut maka akan menyebabkan gangguan penyakit seperti penyakit generatif (Melliawati dkk, 2006). Alternatif lain yang lebih ramah lingkungan, seperti penggunaan bakteri endofit yang diperoleh dari akar cabai merah. Selain proses yang mudah dan harga yang relatif lebih murah, bakteri endofit memberikan efek ramah lingkungan dan juga meningkatkan kesuburan bagi tanaman serta melindungi inangnya dari serangan bakteri patogen lainnya (Tan dan Zou, 2001).

Berdasarkan penelitian terdahulu penelitian tentang penghambatan pertumbuhan oleh bakteri endofit terhadap jamur yang merusak tanaman cabai telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Fitriyah (2015) melaporkan bahwa bakteri endofit yang terdapat pada akar cabai dapat menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum capsici*. Maka peneliti melakukan isolasi bakteri dan identifikasi bakteri endofit pada akar cabai dalam menghambat pertumbuhan jenis jamur patogen yang berbeda yaitu *Fusarium oxysporum*.

1.2 Rumusan Masalah

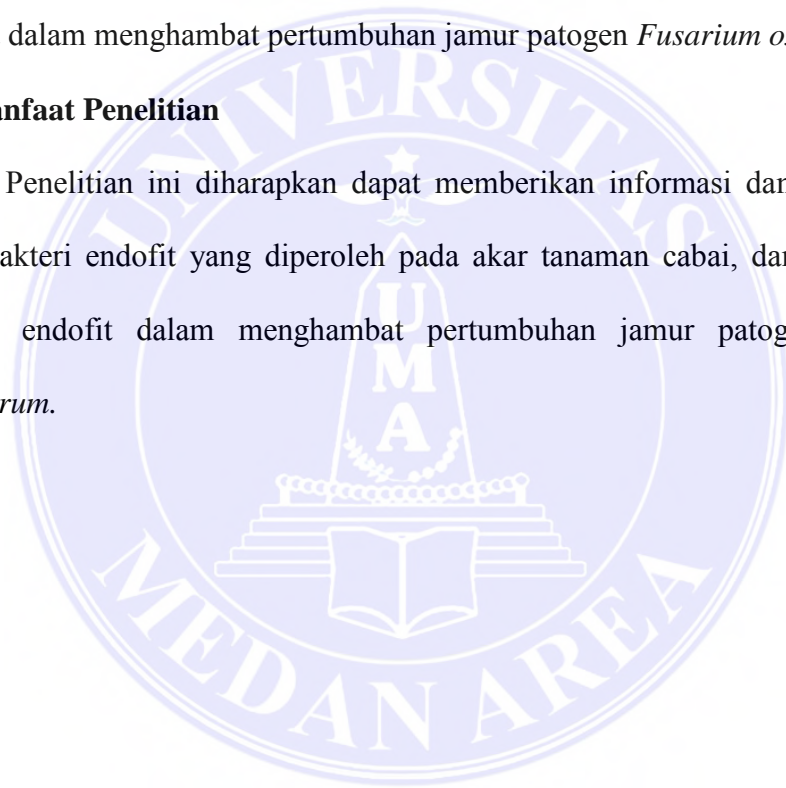
Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini apakah bakteri endofit dari akar cabai dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi bakteri endofit dan mendapatkan isolat bakteri endofit dari akar cabai, mengetahui kemampuan isolat bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan data tentang jenis bakteri endofit yang diperoleh pada akar tanaman cabai, dan kemampuan bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.)

Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) berasal dari dunia tropika dan subtropika Benua Amerika, khususnya Columbia, Amerika Selatan. Cabai pertama kali ditemukan dalam tapak galian sejarah peru dan sisaan biji yang telah berumur lebih dari 5000 tahun SM di dalam gua di Tehuacan, Meksiko. Cabai diperdagangkan ke Asia pada abad ke-16, dan spesies cabai pedas tersebar paling luas di Asia Tenggara. Cabai merah masuk ke Indonesia dibawa oleh bangsa Portugis sekitar 450-500 tahun yang lalu. Cabai merah beradaptasi dengan cepat dan diterima oleh bangsa asli Indonesia sehingga menjadi salah satu sayuran penting. Lebih dari 100 spesies dari marga *Capsicum* telah diidentifikasi. Lima spesies diantaranya telah dibudidayakan yaitu *C. annum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, dan *C. baccatum* (Barney, 2001).

Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani Indonesia karena memiliki harga jual yang tinggi. Cabai banyak mengandung zat-zat yang sangat penting bagi kesehatan manusia seperti protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin C, A dan E serta senyawa alkaloid seperti *capsaicin*, *flavonoid*, dan minyak esensial. Senyawa *capsaicin* banyak terkandung di dalam buah cabai yang menyebabkan rasanya pedas dan juga berfungsi melancarkan sirkulasi peredaran darah (Nurahmi, *et.al.* 2011).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Cabai

Klasifikasi ilmiah Cabai merah (*Capsicum annum* L.) Menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Klass : Dicotyledoneae
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : Capsicum
Spesies : *Capsicum annum* L.

Tanaman cabai memiliki bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji.

1. Akar

Cabai termasuk tanaman yang berbentuk perdu dengan perakaran akar tunggang. Sistem perakaran tanaman cabai agak menyebar, panjangnya sekitar 25-35 cm. Akar ini berfungsi untuk menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Akar tanaman cabai tumbuh tegak lurus kedalam tanah, berfungsi sebagai penegak tanaman. Dari akar tunggang tumbuh akar-akar cabang, akar cabang tumbuh horisontal didalam tanah, dari akar cabang tumbuh akar serabut yang berbentuk kecil-kecil dan membentuk massa yang rapat.

2. Batang

Tanaman cabai memiliki batang yang dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu batang utama dan percabangan. Batang utama cabai mempunyai bentuk

tegak dan pangkalnya berkayu, berwarna coklat hijau dengan panjang 20-28cm. Batang percabangan berwarna hijau dengan panjang 5-7cm.

3. Daun

Daun tanaman ini berbentuk memanjang oval dengan ujung yang meruncing atau biasa disebut dengan oblongus acutus, tulang daun berbentuk menyirip dilengkapi urat daun. Bagian permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua, sedangkan bagian permukaan bawah daun berwarna hijau muda. Panjang daun berkisar 9-15cm dengan lebar 3,5-5cm. Daun cabai termasuk daun tunggal, bertangkai, dan letaknya tersebar. Helai daun bentuknya bulat telur sampai elips, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, pertulangan menyirip.

4. Bunga

Bunga tanaman cabai berbentuk terompet kecil, bunga cabai berwarna putih, tetapi ada juga yang berwarna ungu. Disebut berbunga sempurna karena terdiri atas tangkai bunga, dasar bunga, kelopak bunga, mahkota bunga, alat kelamin jantan dan alat kelamin betina. Bunga cabai juga disebut hermaphrodit karena alat kelamin jantan dan betina berada dalam satu bunga. Bunga cabai merupakan bunga tunggal, berbentuk bintang, berwarna putih, keluar dari ketiak daun. Posisi bunga menggantung. Warna mahkota putih, memiliki kelopak 5-6 helai, panjangnya 1-1,5 cm, dan arna kepala putik kuning.

5. Buah dan Biji

Buah cabai berbentuk kerucut memanjang, lurus atau bengkok, meruncing pada bagian ujungnya, permukaan licin mengkilap, diameter 1-2cm, dengan panjang 4-17cm, dan bertangkai pendek. Buah yang masih muda pada cabai berwarna hijau tua, setelah masak menjadi merah cerah. Biji yang masih muda

berwarna kuning, setelah tua menjadi coklat, berbentuk pipih, berdiameter sekitar 4mm. Rasa buahnya yang pedas dapat menambah nafsu makan.

2.1.2 Syarat Tumbuh Tanaman Cabai

Pada pertumbuhan tanaman cabai, suhu sangat berpengaruh. Suhu yang ideal untuk cabai adalah 24-28°C. Pada suhu tertentu seperti 15°C dan lebih dari 32°C akan menghasilkan buah cabai yang kurang baik. Pertumbuhan akan terhambat jika suhu terlalu dingin. Tanaman cabai dapat tumbuh pada musim kemarau apabila dengan pengairan yang cukup dan teratur. Tanaman cabai dapat tumbuh subur di berbagai ketinggian tempat mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi tergantung varietasnya. Sebagian besar sentra produsen cabai berada di dataran tinggi dengan ketinggian antara 1.000-1250 meter dari permukaan laut.

Syarat agar tanaman cabai tumbuh dengan baik adalah tanah berhumus atau subur, gembur, dan pH tanahnya antara 5-6. Cabai dikembangbiakkan dengan biji yang diambil dari buah tua atau yang berwarna merah. Biji tersebut disesuaikan terlebih dahulu. Temperatur yang sesuai untuk pertumbuhannya antara 16-23°C.

2.1.3 Manfaat dan Kandungan Cabai

Cabai mempunyai manfaat seperti dapat menunda kelemahan tubuh, memperpanjang usia. Selain itu cabai juga dapat mempengaruhi reaksi-reaksi dalam tubuh secara tepat. Cabai merupakan penguat semua organ tubuh termasuk jantung, dan dapat melancarkan peredaran darah. Cabai mengandung zat-zat gizi yang sangat diperlukan untuk kesehatan manusia seperti protein, lemak, karbohidrat, fosfor dan vitamin. Cabai juga mengandung senyawa-senyawa

alkaloid seperti *capsaicin*, flavonoid dan minyak esensial. Capsaicin inilah yang menimbulkan rasa pedas pada cabai yang terdapat dibagian biji dan plasenta pada buah cabai. Rasa pedas tersebut bermanfaat untuk mengatur peredaran darah. Selain capsaicin cabai juga mengandung zat *mucokinetik* yang mampu mengeluarkan lendir dari paru-paru. Oleh karena itu cabai dapat membantu penderita bronkitis, mencegah influenza, sinusitis dan asma dalam pengeluaran lendir.

2.2 Deskripsi *Fusarium oxysporum*

2.2.1 Klasifikasi *Fusarium oxysporum*

Menurut Alexopoulos and Mims (1979), klasifikasi *Fusarium oxysporum* sebagai berikut:

Kingdom : Fungi

Divisio : Eumycota

Clasis : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Family : Teberculariaceae

Genus : *Fusarium*

Species : *Fusarium oxysporum*

2.2.2 Morfologi *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum merupakan fungi dengan miselium bersekat. Permukaan koloni fungi ini berwarna putih keunguan, tepi bergerigi dan permukaannya kasar berserabut juga bergelombang. Pada miselium yang sudah tua terbentuk klamidiospora. Konidiofor bercabang dan makrokonidiana

berbentuk kumparan, bertangkai kecil dan sering kali berpasangan. *Fusarium oxysporum* ini termasuk aseksual yang menghasilkan 3 spora yaitu :

1. Makrokonidia

Makrokonidia memiliki bentuk yang panjang, melengkung seperti kumparan, tidak berwarna, dan pada kedua ujungnya sempit menyerupai bulan sabit. Terdiri dari 3-5 sekat.

2. Mikrokonidia

Mikrokonidia merupakan spora bersel satu atau dua yang tidak berwarna, berbentuk lonjong atau bulat telur.

3. Klamidospora

Klamidospora merupakan spora berbentuk bulat yang terdapat di dalam hifa atau di ujung hifa. Klamidospora dapat terbentuk jika kondisi lingkungan tidak mendukung dan yang dihasilkan klamidospora bersifat dorman.

Jamur ini tumbuh dari spora dengan struktur yang menyerupai benang, ada yang mempunyai dinding pemisah dan ada yang tidak. Benang secara individu disebut hifa, dan massa benang yang luas disebut miselium. Miselium adalah struktur yang berpengaruh dalam absorpsi nutrisi secara terus-menerus sehingga jamur dapat tumbuh dan pada akhirnya menghasilkan hifa yang khusus menghasilkan spora reproduktif (Saragih 2009). Miselium terutama terdapat di dalam sel khususnya di dalam pembuluh, juga membentuk miselium yang terdapat di antara sel-sel, yaitu di dalam kulit dan di jaringan parenkim di dekat terjadinya infeksi.

Siklus hidup pada *Fusarium* ada 2 fase yaitu patogenesis dan saprogenesis. Pada fase patogenesis *Fusarium* hidupnya sebagai parasit pada tanaman inang yang masuk melalui luka pada akar dan berkembang dalam jaringan tanaman. Sedangkan pada fase saprogenesis yaitu hidupnya sebagai saprofit dalam tanah dan sisa-sisa tanaman dan menjadi sumber inokulum untuk menimbulkan penyakit pada tanaman lain.

Patogen menginfeksi pada akar terutama pada bagian akar yang terkena luka, bila luka sudah menutup, patogen tersebut berkembang dalam jaringan parenkim, lalu menetap kemudian berkembang dalam berkas pembuluh. Penyakit ini dapat ditularkan dari bibit yang sudah terinfeksi, air, angin, tanah terinfeksi, luka yang disebabkan serangga, alat pertanian dan lain-lain. Di dalam tanah, *Fusarium* dapat bertahan sebagai parasit pada tanaman gulma yang bukan inangnya. Ujung akar yang terkena luka merupakan daerah awal utama dari infeksi (Wahyudi, 2011).

Fusarium biasanya terjadi pada pertengahan musim panas saat temperatur udara dan tanah tinggi. Awal terbentuknya dari penyakit ini ditandai dengan perubahan warna daun yang paling tua menjadi kekuningan. Daun yang terinfeksi biasanya akan layu dan mengering, tetapi tetap menempel pada tanaman. Kelayuan akan terus berlanjut ke bagian daun yang lebih muda dan tanaman akan segera mati. Batang tanaman akan tetap keras dan hijau pada bagian luar, tetapi pada jaringan vaskular tanaman, terjadi luka sempit berwarna coklat. Perkembangan penyakit ini secara berurutan adalah daun menguning, layu, dan mati. Tanaman menjadi terhambat pertumbuhannya, bergerak menjadi layu

permanen dan mati dengan daun berwarna coklat melekat pada pangkal/ batang pohon.

Menurut Cook dan Baker (1983), penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium* berkembang baik pada tanah berpasir yang asam. Tanah berpasir yang cepat melewatkan air, kering dan beraerasi baik lebih sesuai bagi *Fusarium* dari pada bakteri tanah, sebaliknya tanah liat alkalin paling tidak sesuai untuk perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium*, karena tanah berliat akan tetap lembap sehingga menghambat perkembangan cendawan ini. Kerugian akibat penyakit layu *Fusarium* pada tanaman cabai cukup besar karena menyerang tanaman dari masa perkecambahan sampai dewasa. Penyakit ini bisa mengakibatkan kerugian dan gagal panen hingga 50 %. Kerugian yang dialami akibat patogen ini, dapat semakin meningkat pada tanaman yang ditanam di lahan yang kering. Pada umumnya patogen ini dapat bertahan hidup meskipun selama ini upaya pengendalian penyakit layu *Fusarium* dilakukan dengan rotasi tanaman dan menggunakan pestisida kimiawi. Rotasi tanaman sering kali tidak efektif karena patogen dapat bertahan lama dalam tanah selama tidak ada inang. Pengendalian dengan fungisida sintetik cukup efektif, beberapa penggunaannya berdampak buruk pada lingkungan dan selalu memerlukan perlakuan ulangan yang dapat menyebabkan resistensi terhadap patogen (Khaeruni dan Gusmawati, 2012). Namun, kebiasaan petani dalam pengendaliannya masih menggunakan pestisida kimia sebagai pengendalian utama yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Sutarini, *et.al* 2015).

Oleh karena itu perlu dicari pengendalian yang lebih aman dengan mempertahankan kelestarian ekosistem. Tujuan pengendalian tersebut dapat

mencapai sasaran tanpa menimbulkan dampak negatif. Pengendalian secara biologi saat ini mulai banyak dipertimbangkan. Salah satu alternatif pengendalian penyakit tular tanah secara biologi ialah penggunaan mikroorganisme (Khaeruni dan Gusmawati, 2012).

Penyebaran jamur *Fusarium oxysporum* dipengaruhi oleh keadaan pH yaitu dari keasaman tanah yang memungkinkan jamur *Fusarium oxysporum* tumbuh dan melakukan kegiatannya. Sementara itu, suhu di dalam tanah erat kaitannya dengan suhu udara di atas permukaan tanah. Suhu udara yang rendah akan menyebabkan suhu tanah yang rendah, begitu juga sebaliknya. Suhu selain berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, juga berpengaruh pada perkembangan penyakitnya. Jamur *Fusarium oxysporum* mampu hidup pada suhu tanah antara 10-24°C, meskipun hal ini tergantung pula pada isolat jamurnya (Soesanto dan Termorshuizen, 2001). Patogen penyebab layu Fusarium ini cepat berkembang pada tanah yang terlalu basah atau becek, kelembaban udara yang tinggi, dan pH tanah yang rendah (Tjahjadi, 1989).

2.3 Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan bakteri yang dapat diisolasi dari jaringan tanaman yang steril. Secara khusus, bakteri masuk ke jaringan melalui jaringan yang berkecambah, akar, stomata, maupun jaringan yang rusak. Bakteri endofit adalah mikroorganisme yang sebagian atau seluruh dari siklus hidupnya berada dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan gejala penyakit. Bakteri tersebut hidup pada jaringan tanaman sehat seperti pada bagian biji, akar, batang dan daun tanaman. Bakteri endofit yang hidup pada jaringan tanaman dapat berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan resistensi tanaman dari

berbagai macam patogen dengan cara memproduksi zat antibiotik. Bakteri endofit juga memproduksi metabolit sekunder yang sangat penting bagi tumbuhan (Juwita, 2010).

Kemampuan bakteri endofit yang dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder dari mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut (Radji, 2005). Berbagai jenis bakteri endofit telah berhasil diisolasi dari tanaman inangnya, dan telah berhasil dibiakkan dalam medium pembenihan yang sesuai.

Untuk mengidentifikasi suatu jenis mikroba perlu dilakukan isolasi untuk dapat memperoleh biakan murni. Untuk mengisolasi mikroba dibawah kondisi laboratorium perlu disediakan nutrisi dan kondisi fisik yang akan memenuhi persyaratan tipe bakteri tertentu yang sedang ditelaah, sejalan dengan hal tersebut, berbagai macam medium digunakan dalam mikrobiologi, dikombinasikan dengan berbagai kondisi fisik untuk inkubasi (Pelczar, 1986).

Bakteri endofit meningkatkan adaptasi ekologi inangnya dengan menaikkan toleransi mereka pada “stress” lingkungan (lingkungan yang kurang menguntungkan) dan juga menaikkan resistensi inangnya terhadap fitopatogen dan atau herbivora termasuk serangga yang memakan tanaman inang. Bakteri endofit juga dapat melindungi inangnya dari serangan bakteri atau fungi patogen dari lingkungan disekitarnya (Tan & Zou, 2001).

2.4 Bakteri Endofit Sebagai Pengendalian Hayati

Pengendalian penyakit tanaman secara hayati dalam arti luas adalah setiap cara pengendalian penyebab penyakit atau pengurangan jumlah atau pengaruh

patogen tersebut yang berhubungan dengan mekanisme kehidupan organisme lain selain manusia (Campbell, 1989). Dalam arti sempit pengendalian penyakit secara hayati adalah penambahan suatu mikroflora antagonis secara buatan ke dalam lingkungan untuk mengendalikan patogen.

Pengendalian hayati dapat juga didefinisi sebagai upaya pengurangan kepadatan inokulum atau pengurangan kegiatan patogen atau parasit baik pada waktu aktif maupun dorman dengan menggunakan satu atau lebih organisme yang dilakukan secara alami atau melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonis atau melalui penambahan satu atau lebih antagonis.

Tujuan pengendalian penyakit secara hayati tidak lain adalah mengurangi laju perkembangan penyakit melalui penurunan daya hidup patogen pada tanaman, menurunkan jumlah propagul yang diproduksi serta mengurangi penyebaran inokulum, mengurangi infeksi patogen pada tanaman serta mengurangi serangan yang berat oleh patogen. Khaeruni dan Gusmawati (2012), menyatakan bahwa pengendalian hayati adalah pengendalian serangga hama dengan cara biologi, yaitu dengan memanfaatkan musuh-musuh alaminya (agen pengendali biologi).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 sampai dengan April 2019 di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Sumatera Utara.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Cawan petri, Tabung reaksi, Inkubator, Timbangan analitik, Erlenmeyer, Gelas ukur, Cover glass, Kaca obyek, Pipet tetes, Spatula, Pisau bedah, Jarum ose, Bunsen, Coke borer, Autoclaf, Mikroskop dan Kamera.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar dari tanaman cabai, buah cabai yang terserang layu fusarium, alkohol 70%, spiritus, aquades steril, media NA (*Nutrient Agar*), media PDA (*Potato Dextrose Agar*), Hidrogen Peroksida (Uji Katalase), media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media *Sulfite Indol Motility* (Uji Motilitas atau pergerakan bakteri), media gelatin (Uji Hidrolisis Gelatin), media *Simmons Citrate Agar* (Uji Sitrat), reagen pewarnaan (Kristal violet, Lugol, Safranin, Aseton Alkohol) dan spiritus.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif berskala laboratorium, penelitian ini terdiri dari 6 tahapan, yang mana tahapan ini terdiri dari; a). Preparasi sampel, mempersiapkan alat dan bahan baku yang akan digunakan. b). Isolasi bakteri endofit, pada tahapan ini pengambilan bakteri endofit diperoleh dari akar tanaman cabai. c). Pemurnian bakteri endofit, pada

tahapan ini bakteri yang sudah diisolasi lalu disubkulturkan pada media yang baru. d). Identifikasi bakteri endofit, tahapan ini terdiri dari 2 tahap yaitu karakterisasi pengamatan bakteri endofit secara makroskopis dan mikroskopis. e). Isolasi dan identifikasi jamur patogen fusarium, jamur fusarium diperoleh dari buah cabai yang telah membusuk. f). Uji antagonis bakteri endofit, pengujian ini menggunakan metode *dualculture* yaitu menguji aktivitas bakteri endofit terhadap patogen *Fusarium oxysporum* pada media PDA.

3.3.1 Preparasi sampel

Preparasi sampel merupakan tahapan yang dimulai dari pengambilan bakteri endofit pada akar tanaman cabai merah dan mengambil jamur patogen *Fusarium oxysporum* Dari buah cabai merah yang telah membusuk serta proses sterilisasi alat dan media yang akan digunakan pada penelitian ini.

3.3.2 Isolasi bakteri endofit

Isolasi bakteri endofit dilakukan mengikuti metode sterilisasi permukaan. Kemudian akar dari tanaman cabai tersebut, dicuci dengan air mengalir dan diletakkan di atas kertas saring steril. Selanjutnya dipotong lebih kurang 1-2 cm. Potongan akar tanaman tersebut disterilisasi dengan alkohol 70% selama lebihkurang 1 menit, lalu dipindahkan atau direndamkan ke Na hipoklorit (Bayclin 3%) selama lebih kurang 1 menit dan kembali disterilkan dengan cara dibilas alkohol 70% sebanyak tiga kali, selanjutnya dibilas lagi dengan akuades steril sebanyak 3 kali (Radji, 2005). Kemudian ditumbuhkan dengan cara disebar pada cawan petri yang berisi NA. Inkubasi dilakukan selama 24-48 jam pada suhu 35°C. Koloni bakteri endofit yang muncul pada media isolasi kemudian dilakukan

pemurnian. Pemurnian dilakukan dengan menginokulasi secara bertahap dan berulang pada suhu 35°C.

3.3.3 Pemurnian bakteri endofit

Bakteri yang tumbuh pada media isolasi NA, disubkultur pada media NA dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24-48 jam, sampai diperoleh koloni murni. Koloni murni kemudian dipindahkan ke agar miring NA dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 35°C. Setiap isolat bakteri endofit dibuat dua pada agar miring NA, masing-masing dipergunakan sebagai stock culture (kultur stok) dan working culture (kultur kerja),(Nursulistyarini & Ainy, 2013).

3.3.4 Identifikasi bakteri endofit

1) Pengamatan secara Makroskopis Bakteri Endofit

Karakterisasi pengamatan makroskopis bakteri endofit dilakukan dengan mengamati morfologi dan pertumbuhan koloni. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk koloni, bentuk tepi, warna, dan bentuk permukaan (Mutmainnah *et al*, 2008).

2) Pengamatan secara Mikroskopis Bakteri Endofit

Karakterisasi pengamatan mikroskopik dilakukan untuk melihat bentuk sel bakteri dan untuk melihat kemurnian dari isolat. Pengamatan mikroskopik meliputi pewarnaan gram, uji katalase. Untuk penentuan genus bakteri dilanjutkan dengan serangkaian uji biokimia terhadap isolat yang diperoleh dengan berpedoman pada buku Bergey's Manual Determinative Bacteriology.

3.3.5 Isolasi dan identifikasi jamur patogen fusarium

Sampel tanaman cabai yang menunjukkan gejala serangan patogen diisolasi (buah cabai) dengan cara sampel disterilkan menggunakan akuades, alkohol dan natrium hipoklorit kemudian dikulturkan pada media PDA dan diinkubasi selama 24-48 jam. Koloni jamur yang tumbuh di subkultur hingga mendapat isolat murni. Fungi patogen dikarakteristik secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan melihat langsung warna koloni, bentuk koloni, dan tepi koloni.

Sedangkan pengamatan secara mikroskopis digunakan metode *block square*. Pada metode ini, media PDA yang telah memadat didalam cawan petri dipotong dengan ukuran 1cm x 1cm dengan menggunakan pisau silet yang telah disterilkan. Kemudian media yang dipotong diletakkan diatas objek glass untuk kemudian diolesi oleh kultur fungi dengan menggunakan jarum ose. Setelah itu media PDA ditutup dengan cover glass agar pertumbuhan dapat diamati dengan mikroskop (Dwidjoseputro, 2005).

3.4 Uji Antagonis

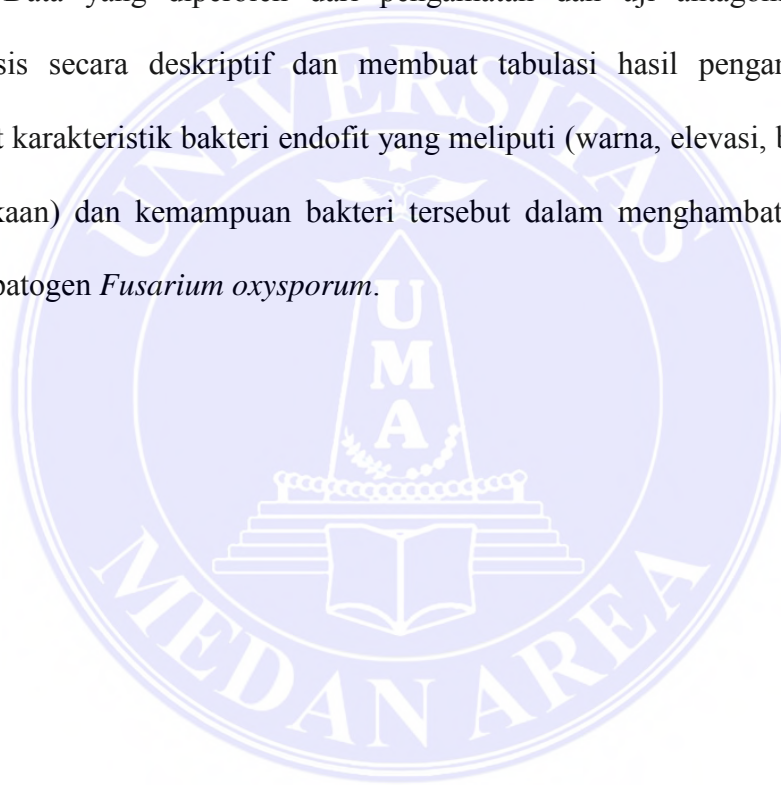
Uji antagonis dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen yaitu *Fusarium oxysporum*. Isolat jamur patogen diambil dengan blankdisc, lalu diinokulasikan pada bagian tengah media modifikasi MHA + YE 1% dengan jarak 3,5 cm dari blankdisc tempat inokulum isolat bakteri lalu biakan tersebut diinkubasi selama 72 jam pada suhu ruang.

Pengujian daya hambat isolat bakteri bakteri endofit terhadap jamur patogen, menggunakan metode difusi cakram kertas sesuai dengan metode Kirby-Baur (Mishra *et al.*, 2006). Suspensi isolat bakteri endofit diteteskan pada

blankdisc yang berdiameter 0,6 cm, Selanjutnya uji antagonis dilakukan dengan cara meletakkan *blankdisc* pada 2 titik ditepi media tersebut, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari. Isolat bakteri endofit yang berpotensi antagonis ditunjukkan dengan adanya zona hambatan terhadap pertumbuhan miselium fungi patogen.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan dan uji antagonis selanjutnya dianalisis secara deskriptif dan membuat tabulasi hasil pengamatan dengan melihat karakteristik bakteri endofit yang meliputi (warna, elevasi, bentuk, tepian, permukaan) dan kemampuan bakteri tersebut dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum*.





UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/21/19

21

Access from repository.uma.ac.id

- Fitriyah L, 2015. Penapisan dan Identifikasi Bakteri Endofit Cabai Merah Penghambat *Colletotrichum capsici*, Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Harpenas, Asep dan R. Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Habib IMH, Sukamto DS, Maharani L, 2017. *Potensi Mikroba Tanah Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.)*. Folium. 1(1): 29-37.
- Herwidyarti dkk, 2013. Keparahan Penyakit Antranoksa Pada Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) Dan Berbagai Jenis Gulma, *Agrotek tropika*, Vol. 1 ; 102-106.
- Huda, Miftahul. 2010. Pengendalian Fusarium pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca*) secara Kultur Teknis dan Hayati. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Juwita. 2010. Potensi Bakteri Endofit Dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) Terhadap Serangan Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Malang.
- Khaeruni A dan Gusmawati HS, 2012. *Penggunaan Bacillus spp Sebagai Agen Biokontrol untuk Mengendalikan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai*. Jurnal Agroteknologi, 2(3) : 182-189.
- Lay, B., 1994. Analisis Mikrobia di Laboratorium, 79-101, 129-132, Manajemen PT Grafindo Persada, Jakarta.
- Lubis S. S., 2015. Penapisan Bakteri Laut Penghasil Antimikroba dari pesisir Serdang Berdagai Sumatera Utara (*The screening of Marine Bacteria of Producing Antimicrobial from Coastal Area of Serdang Berdagai North Sumatera*). Journal of Islamic Science and Technology. 1(1):3-18.
- Melliawati R, D.N Widyaningrum, A.C. Djohan, dan Sukiman, H. 2006. *Pengkajian Bakteri Endofit Penghasil Senyawa Bioaktif Untuk Potensi Tanaman*. Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. *Biodeversitas* 7 ; 221-224
- Mutmainnah *et al.* 2008. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik dari Saluran Pencernaan Ayam kampung *Gallus domesticus*. *Jurnal* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin Makasar.

- Mihardjo, dan Majid, A. 2008. Pengendalian Penyakit Layu pada Pisang dengan Bakteri Antagonis *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis*. *Jurnal Pengendalian Hayati* 1(12) : 26 – 31.
- Mishra, K.K, Srivastava, S, Garg, A, and Ayyagari, A. 2006. Antibiotic susceptibility of *Helicobacter pylori* clinical isolates: Comparative evaluation of disk-diffusion and E-test methods. *Cur microbiol* 53:329-334
- Naisaroh, U., G. Isnawati dan Trimulyono. 2015. Aktivitas antifungi *Serratia marcescens* terhadap *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu secara in vitro. *Jurnal Biologo*, 4 (1): 13-18
- Nurahmi E., T. Mahmud, dan Sylvia R.S . 2011. *Efektivitas Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Cabai Merah*. *Jurnal: Jurusan Agroteknologi*. Universitas Syiah Kuala Darrusalam Banda Aceh.
- Nursulistyarini, F Dan Ainy, EQ. 2013. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Penghasil Antibakteri Dari Daun Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Seminar Nasional Xi Pendidikan Biologi*. FKIP UNS
- Pelczar, J. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
- Prayudi, B. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Cabai Merah (Capsicum annum L.)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Jawa Tengah.
- Radji, M. 2005. *Peranan Bioteknologi Dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal*. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 1 ; 113 – 126
- Rostini N, 2011. *Enam Jurus Bertanam Cabai Bebas Hama dan Penyakit*. Agromedia. Jakarta
- Saragih, S.D. 2009. *Jenis-jenis Fungi pada Beberapa Tingkat Kematangan Gambut*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara.
- Schlegel GH, 1993. *General Microbiology*. Cambridge University Press. England.
- Semangun , 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soesanto L dan Termorshuizen AJ, 2001. *Pseudomonas fluorescens P60 sebagai Agenia Pengendali Hayati Jamur-Jamur Patogen Tular tanah*. Hal. 183–186.

- Susetyo, A.P. 2010. *Hubungan Keanekaragaman Cendawan Rizosfer Tanaman Pisang (Musa sp.) dan Penyakit Layu Fusarium*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Supriyati dan E, Roosganda. 2009. *Pensejahteraan Petani dan Pengembangan Agribisnis melalui Pengembangan Kelembagaan Kemitraan dalam Pemasaran Cabai Merah*. Disampaikan dalam Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Agribisnis Berorientasi Kesejahteraan Petani. Bogor.
- Suryanto D, Irawati N dan Munir E, 2011. *Isolation and Characterization of Chitinolytic Bacteria and Their Potential to Inhibit Plant Pathogenic Fungi*. *Microbiology Indonesia*, 5(2) : 144-148.
- Sutarini NLW, Sumiartha IK, Sudiarto IP, Wiryau GNAS, dan Utama MS, 2015. *Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Besar (Capsicum annum L) dengan Kompos dan Pupuk Kandang yang dikombinasi dengan Trichoderma sp. di Rumah Kaca*. *E-journal Agroekoteknologi Tropika*, 4(2):43-52.
- Tan RX, and Zou WX. 2001. *Endophytes: A Rich Source of Functional Metabolites*. *Nat Prod Rep*. 18: 448-459
- Tjahjadi, N. 1989. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tjahjadi, N. 1991. *Bertanam Cabai*. Kanisius. Yogyakarta
- Wahyudi, 2011. *Panen Cabai Sepanjang Tahun*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wibowo A, 2001. *Suppression of Sheath Blight Of Rice With Antagonistic Bacteria*. *Perlindungan Tanaman Indonesia*, 7(2):21-25.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Biokimia
Isolat bakteri endofit A1

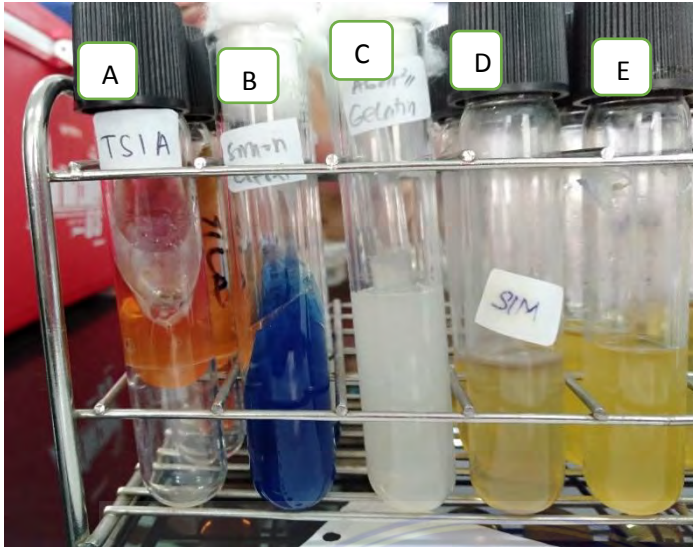
UNIVERSITAS MEDAN AREA

.....
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
.....

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya ini tanpa izin Universitas Medan Area

Document Access 10/21/19

Access from repository.uma.ac.id



Keterangan =

A: Fermentasi gula (+) B: Simmon citrat (+)

C: uji hidrolisis gelatin (-) D: SIM (+) E: MR-VP (-)

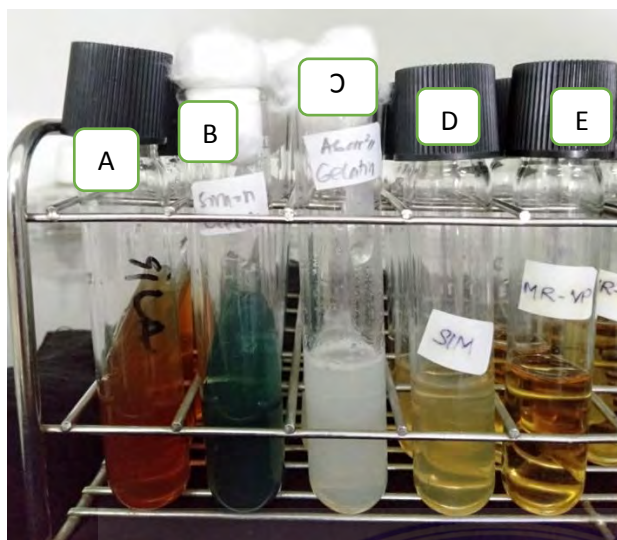


Uji Fermentasi gula (+) A/A Gas (+)

A/A = Kuning/kuning, menunjukkan terjadinya fermentasi glukosa, laktosa, dan sukrosa.

Gas = Adanya rongga yang terbentuk pada bagian bawah agar dan media terangkat.

Isolat bakteri endofit A2



Keterangan =

A: Uji Fermentasi gula (+) B: Simmon citrat (-)

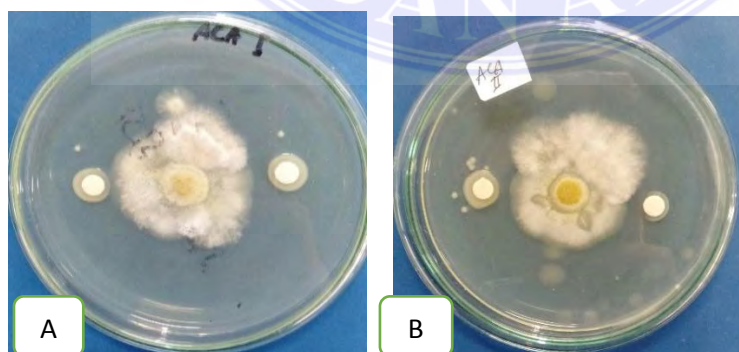
C: uji hidrolisis gelatin (-) D: SIM (+) E : MR-VP (-)



(+)

Uji Katalase
terdapat adanya gelembung

Lampiran 2. Uji antagomis bakteri terhadap *Fusarium oxysporum*



Keterangan :

A : Isolat A1

B : Isolat A2