

**EKSPLORASI, ISOLASI, DAN UJI ANTAGONIS BAKTERI DARI
RIZOSFER TANAMAN JERUK (*Citrus reticulata* L.)
DI SENTIKO FARM KABUPATEN PESAWARAN**

(Skripsi)

Oleh:

**Dea Ninda Sari
191412015**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EKSPLORASI, ISOLASI, DAN UJI ANTAGONIS BAKTERI DARI RIZOSFER TANAMAN JERUK (*Citrus reticulata* L.) DI SENTIKO FARM KABUPATEN PESAWARAN

Oleh

DEA NINDA SARI

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri dengan karakter non patogenik dari rizosfer tanaman jeruk dan mengetahui kemampuan isolat bakteri tersebut untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Botryodiplodia*. Penelitian ini dilaksanakan pada Februari-Juli 2023 di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Sentiko Farm, Kabupaten Pesawaran. Isolasi dilakukan dari tanah rizosfer tanaman jeruk. Sampel tanah yang diambil berasal dari rizosfer tanaman jeruk sebanyak 4 sampel pada tanah yang menunjukkan tanaman sehat sedangkan di sekelilingnya tanaman jeruk sakit. Pengujian isolat bakteri dilakukan dengan pengamatan bentuk dan warna, pengujian sifat Gram, uji *soft rot*, hipersensitif, hipovirulen dan uji antagonis. Berdasarkan hasil isolasi, diperoleh 20 isolat bakteri berbentuk bulat dan berwarna putih keruh, putih bening, putih kekuningan dan kuning. Hasil uji gram menunjukkan bahwa 11 isolat bersifat gram negatif dan 9 isolat bersifat gram positif. 17 isolat bereaksi negatif pada uji hipersensitif dan pada uji *soft rot* 6 isolat bereaksi negatif (bersifat non patogen). Berdasarkan virulensinya, terdapat 8 isolat yang bersifat hipovirulen dan terdapat 4 isolat berpotensi sebagai agen antagonis terhadap jamur *Botryodiplodia*.

Kata kunci : Agen antagonis, Bakteri, Jeruk, Rizosfer

**EKSPLORASI, ISOLASI, DAN UJI ANTAGONIS BAKTERI DARI
RIZOSFER TANAMAN JERUK (*Citrus reticulata* L.)
DI SENTIKO FARM KABUPATEN PESAWARAN**

Oleh

DEA NINDA SARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul skripsi : **EKSPLORASI, ISOLASI, DAN UJI
ANTAGONIS BAKTERI DARI RIZOSFER
TANAMAN JERUK (*Citrus reticulata* L.) DI
SENTIKO FARM KABUPATEN
PESAWARAN**

Nama Mahasiswa : **Dea Ninda Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914121015**

Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.

NIP 196105021987072001

Purba Sanjaya, S.P., M.Si.

NIP 198805112019031012

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.

NIP 196305081988112001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : **Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P.**



Sekretaris : **Purba Sanjaya, S.P., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **20 Oktober 2023**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Eksplorasi, Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri dari Rizosfer Tanaman Jeruk (*Citrus reticulata* L.) di Sentiko Farm Kabupaten Pesawaran”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil Salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 21 November 2023

Penulis,



Dea Ninda Sari
NPM. 1914121015

RIWAYAT HIDUP

Penulis di lahirkan di Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada 03 Maret 2001 yang merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Sukadi dan Ibu Kasriyati. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan SD di SDS 01 Gula Putih Mataram pada tahun 2013, SMP Gula Putih Mataram pada tahun 2016, SMA Sugar Group pada tahun 2019. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jurusan Agroteknologi melalui jalur SNMPTN.

Pada tahun 2022 penulis telah melaksanakan Praktik Umum di PT Gula Putih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Pada tahun 2022 juga penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Uman Agung, Kecamatan Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Dasar-Dasar Pengendalian Tanaman (DDPT) semester genap tahun akademik 2021/2022, dan Perencanaan Pertanian pada semester ganjil tahun akademik 2022/2023.

PERSEMBAHAN

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Eksplorasi, Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri dari Rizosfer Tanaman Jeruk (*Citrus reticulata* L.) di Sentiko Farm Kabupaten Pesawaran”**

Dengan penuh rasa Syukur karya ini saya persembahkan sebagai ucapan terima kasih untuk:

1. Ayah dan Ibu tersayang, Sukadi dan Kasriyati yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan.
2. Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P., Bapak Purba Sanjaya, S.P., M.Si., dan Bapak Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. yang selalu memberikan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
3. Adikku tersayang Ridho Nazriel Maulana, dan sahabatku Aci Prima Dini, Deagita Pratiwi, Lisa Oktavia, dan Sofhia Indri Luspita Sari yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama menulis skripsi ini.
4. Almamater tercinta tempat penulis menempuh pendidikan.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu lah engkau berharap.”

- Al-Insyirah, 94:6-8 -

“Sukses adalah milik kamu yang terus berusaha dan pantang menyerah. Di hidup ini tidak ada yang permanen, lakukan bagianmu yang terbaik dengan konsisten dan tunjukkan kalau kamu adalah orang yang kompeten.”

- Merry Riana -

“Segala sesuatu yang baik selalu datang di saat terbaiknya. Tidak datang lebih cepat, pun tidak lambat. Itulah kenapa rasa sabar itu harus disertai keyakinan.”

- Tere Liye -

“Believe in something bigger than yourself and find your purpose in life.”

- Justin Bieber -

SANWACANA

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Eksplorasi, Isolasi dan Uji Antagonis Bakteri dari Rizosfer Tanaman Jeruk (*Citrus reticulata* L.) di Sentiko Farm Kabupaten Pesawaran”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman. Tujuan dalam penulisan skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Pertanian di Universitas Lampung. Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis tidak lepas dari dukungan, doa dan motivasi. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian maupun penulisan skripsi, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memfasilitasi mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Lampung untuk melaksanakan penelitian.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan saran, dukungan, dan doa.
3. Dr. Ir. Suskandini Ratih Dirmawati, M.P. selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, motivasi serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi dan memenpuh pendidikan.
4. Purba Sanjaya, S.P., M.Si. selaku Pembimbing Pembantu yang telah memberikan saran, motivasi serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku Pembahas yang telah memberikan saran, motivasi serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orangtua saya yang tersayang Sukadi dan Kasriyati yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis dalam menempuh pendidikan.
7. Ridho Nazriel Maulana yang telah memberikan doa dan semangat untuk kakak tersayang.
8. Ahmad Prayogi yang selalu siap siaga menjadi *support system* terbaik setelah keluarga dan memberikan doa, semangat dan bantuan secara materi ataupun tenaga selama menempuh pendidikan.
9. Sahabatku, Aci, Deagita, Lisa, Sofhia, dan Chindy yang telah memberikan bantuan secara materi maupun tenaga dan mendengarkan keluh kesah serta tetap ada disaat suka ataupun duka.
10. Tim penelitian Ibu Suskandini, Syifaa dan Caca yang telah memberikan bantuan dan semangat selama pelaksanaan penelitian.
11. Mba Tari, Mba Yeyen, dan keluarga besar laboratorium bioteknologi yang telah memberikan bantuan serta saran selama pelaksanaan penelitian.
12. Teman konsentrasi HPT yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang membangun.
13. Keluarga besar Agroteknologi angkatan 2019 yang banyak memberikan semangat serta motivasi selama menempuh Pendidikan.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas saran, masukan dan ketersediaan waktu dalam membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca dan terkhusus kepada penulis.

Bandar Lampung, November 2023

Penulis,

Dea Ninda Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Jeruk	5
2.1.1 Klasifikasi dan morfologi tanaman jeruk	5
2.1.2 Syarat tumbuh tanaman jeruk.....	6
2.2 Bakteri Rizosfer.....	6
2.3 Identifikasi Bakteri	8
III. BAHAN DAN METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Pelaksanaan Penelitian	9
3.3.1 Eksplorasi	9
3.3.2 Isolasi	11
3.3.3 Pengujian ciri-ciri isolat koloni bakteri.....	12
3.3.4 Uji Hipovirulen	13
3.3.5 Uji Antagonis Bakteri terhadap Jamur Patogen <i>Botryodiplodia</i>	14

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Penelitian.....	17
4.1.1 Pengujian Sifat Gram, Hipersensitif, dan <i>soft rot</i>	18
4.1.2 Uji Hipovirulen	21
4.1.3 Uji Antagonis Bakteri terhadap Jamur Patogen <i>Botryodiplodia</i>	23
4.2 Pembahasan	23
V. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan.....	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengelompokan persentase daya hambat uji antagonis	16
2. Hasil pengukuran pH tanah rizosfer Jeruk di Sentiko Farm	17
3. Ciri isolat bakteri rizosfer tanaman jeruk berdasarkan bentuk dan warna koloni	18
4. Pengujian isolat koloni bakteri rizosfer tanaman jeruk.....	19
5. Rerata nilai DSI dari masing-masing isolat bakteri terhadap kecambah mentimun.....	22
6. Perhitungan persentase indeks keparahan penyakit pada uji hipovirulen isolat bakteri rizosfer	34
7. Perhitungan persentase uji antagonis isolat bakteri rizosfer hari ke-1	35
8. Perhitungan persentase uji antagonis isolat bakteri rizosfer hari ke-2....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Kebun Jeruk Sentiko Farm, Kabupaten Pesawaran	10
2. Tata letak pengambilan sampel tanah rizosfer tanaman jeruk.	10
3. Metode pengukuran zona hambat bakteri rizosfer terhadap koloni jamur; A. Koloni jamur, B. Zona hambat bakteri rizosfer, C. Titik tengah jamur diletakkan, D. Koloni bakteri rizosfer, X. Jari-jari koloni jamur yang terhambat pertumbuhannya, Y. Jari-jari koloni jamur normal.	15
4. Hasil uji gram isolat bakteri rizosfer tanaman jeruk menggunakan.....	20
5. Hasil uji hipersensitif isolat bakteri rizosfer tanaman jeruk pada daun ..	20
6. Hasil uji soft rot isolat bakteri rizosfer tanaman jeruk pada umbi	21
7. Hasil uji hipovirulen isolat bakteri rizosfer pada tanaman indikator	21
8. Hasil uji antagonis isolat bakteri rizosfer tanaman jeruk dengan jamur .	23

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jeruk termasuk ke dalam salah satu tanaman buah tahunan yang dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis ataupun subtropis, seperti di Indonesia. Buah jeruk juga sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki rasa yang cukup manis dan kandungan vitamin C yang cukup tinggi. Kandungan vitamin C yang terdapat pada sari buah jeruk yaitu 40-70 mg vitamin C per 100 g buah (Adelina dkk., 2017). Jenis jeruk yang umumnya dibudidayakan di Indonesia yaitu jeruk keprok, jeruk siam, jeruk nipis, dan jeruk lemon. Jeruk keprok di Indonesia terdapat beberapa jenis antara lain keprok Garut, keprok Batu 55, keprok Pulung, keprok Madura, keprok Tejakula, dan keprok SoE (Hardiyanto dkk., 2007).

Tanaman jeruk banyak ditanam di Indonesia, salah satunya di Provinsi Lampung. Produktivitas jeruk di Indonesia mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Pada tahun 2018 produktivitas jeruk di Indonesia sebesar 37,57 ton/ha. Lalu, pada tahun 2019 produktivitasnya menurun menjadi 36,87 ton/ha. Produktivitas jeruk tersebut meningkat pada tahun 2020 menjadi 43,14 ton/ha. Pada tahun 2021 produktivitas jeruk kembali menurun menjadi 38,22 ton/ha (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2022). Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti iklim, dan adanya Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Salah satu OPT penting pada tanaman jeruk yaitu jamur penyebab penyakit diplodia atau busuk pangkal batang tanaman jeruk (Widyastiti, 2017).

Menurut Ningsih dkk. (2012), penyebab tanaman jeruk yang mati di Kabupaten Sambas disebabkan oleh penyakit busuk batang dan busuk akar. Penyakit ini menyebabkan kerugian yang besar karena tanaman sedang di usia produktif.

Jamur yang menyerang tanaman jeruk menyebabkan penyakit busuk batang, busuk akar, antraknosa pada batang dan ranting, kudis, bercak daun, melanosa, dan embun jelaga pada daun ataupun buah jeruk.

Pada umumnya, petani menggunakan pestisida kimia untuk mengatasi permasalahan penyakit pada tanaman jeruk. Hal itu karena pestisida kimia dianggap efektif dalam mengendalikan patogen pada tanaman (Yulia dkk., 2018). Akan tetapi, penggunaan pestisida kimia secara berlebihan dalam jangka waktu yang panjang dapat menimbulkan dampak negatif baik bagi manusia maupun lingkungan. Penggunaan pestisida kimia ini dapat meninggalkan residu baik pada tanah ataupun pada tanaman itu sendiri. Residu pada tanaman tersebut tentu saja berbahaya apabila termakan oleh manusia sehingga akan berakibat buruk bagi kesehatan manusia. Selain itu, residu yang terakumulasi di dalam tanah juga akan berpengaruh bagi kehidupan mikroorganisme dalam tanah (Andesgur, 2019).

Oleh karena itu, perlu adanya alternatif pengendalian untuk mengurangi dampak negatif pestisida kimia yaitu dengan pemanfaatan agen antagonis. Rizosfer termasuk daerah yang ideal untuk perkembangan mikroba tanah, salah satunya agensia hayati antagonis (Tambingsila, 2016). Beberapa jenis bakteri rizosfer memiliki sifat non patogen sehingga dapat berperan sebagai agen antagonis. Bakteri rizosfer dapat berperan untuk melindungi tanaman dari infeksi patogen (Fernando *et al.*, 2005).

Penelitian mengenai eksplorasi bakteri rizosfer pada tanaman jeruk saat ini masih jarang dilakukan. Jenis bakteri rizosfer non patogen juga sangat penting untuk diketahui supaya dapat berpotensi sebagai agen antagonis. Oleh karena itu, perlu dilakukan eksplorasi, isolasi, dan uji antagonis untuk mengetahui jenis bakteri yang terdapat pada rizosfer tanaman jeruk.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan isolat bakteri dengan karakter non patogenik dari rizosfer tanaman jeruk.
2. Mengetahui kemampuan isolat bakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Botryodiplodia*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanah merupakan suatu habitat atau tempat hidup bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tersebut dapat hidup didalam tanah dengan memanfaatkan nutrisi yang ada di dalamnya. Rizosfer merupakan salah satu bagian tanah yang berada disekitar area perakaran tanaman dengan populasi mikroorganisme yang lebih tinggi dibandingkan pada tanah non rizosfer. Hal ini karena aktivitas mikroorganisme di daerah rizosfer dipengaruhi oleh eksudat akar tanaman yang digunakan sebagai sumber makanan atau nutrisi dan energi bagi mikroorganisme tersebut (Ketrina, 2019).

Rizosfer termasuk daerah yang ideal untuk perkembangan mikroba tanah, salah satunya agensia hayati antagonis (Tambingsila, 2016). Pertumbuhan dan aktivitas patogen dapat dikendalikan akibat adanya mikroba menguntungkan di rizosfer yang umumnya disebut dengan agen biokontrol. Bakteri merupakan salah satu jenis mikroba tanah yang dapat berasosiasi dengan akar tanaman karena dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari patogen. Bakteri dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen dengan cara sintesis senyawa antifungi dan aktivitas degradasi kitin pada sel jamur (Widyati, 2013).

Hasil penelitian Wardhika dkk. (2014), menyatakan bahwa eksplorasi bakteri rizosfer tanaman lada di Kecamatan Cangkringan didapatkan 47 isolat bakteri, diantaranya 7 isolat *Pseudomonas fluorescens*, 19 isolat *Bacillus* spp., dan 21 isolat yang belum teridentifikasi. Bustamam (2006) melaporkan bahwa terdapat 4 isolat bakteri antagonis yang berpotensi sebagai agen antagonis terhadap

Ralstonia solonacearum yaitu *Achromobacter* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, dan *Bacillus* sp. Dewi (2015) melaporkan bahwa terdapat 4 genus bakteri rizosfer yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan patogen *Rhizoctonia solani*, yaitu *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*, dan *Staphylococcus*. Keanekaragaman bakteri rizosfer dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pH tanah, kesuburan tanah, dan vegetasi tanah (Widawati dan Suliasih, 2006).

Atas dasar pernyataan di atas, perlu dilakukan isolasi dan pengamatan ciri isolat untuk mengetahui jenis-jenis bakteri rizosfer pada area pertanaman jeruk. Karakter non patogen bakteri dapat diketahui setidaknya dari ciri morfologi bakteri, serta hasil yang diperoleh pada beberapa pengujian seperti uji gram, uji *soft rot*, uji hipersensitif, dan uji hipovirulen. Dengan demikian, secara minimal dilakukan tahap isolasi, dan pengujian ciri-ciri koloni bakteri berdasarkan bentuk dan warna koloni maupun pengujian gram, *soft rot*, hipersensitif, hipovirulen, serta uji antagonis untuk mengetahui bakteri yang didapatkan bersifat patogen atau non patogen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jeruk

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi tanaman jeruk

Taksonomi tanaman jeruk menurut Soelarso (1996):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Family	: Rutaceae
Genus	: <i>Citrus</i>
Spesies	: <i>Citrus reticulata</i> L.

Jeruk termasuk salah satu tanaman buah tahunan yang berasal dari Cina.

Indonesia termasuk salah satu penghasil jeruk yang sentra penanamannya tersebar mulai dari daerah dataran rendah hingga dataran tinggi. Terdapat 6 genus tanaman jeruk yaitu citrus, microcitrus, fortunella, poncirus, cymenis, dan eremocitrus.

Genus yang paling banyak dikenal oleh masyarakat yaitu genus citrus yang terbagi ke dalam 2 subbab yaitu eucitrus (10 spesies) dan papeda (16 spesies) (Naharsari, 2007).

Tanaman jeruk termasuk ke dalam tanaman pohon atau perdu. Tanaman jeruk khususnya jeruk keprok memiliki tinggi pohon mencapai 2-8 m. Tanaman jeruk ini memiliki batang bulat berkayu. Daun tanaman jeruk berwarna hijau tua dengan bentuk bulat telur memanjang dan berukuran 3,5-8 cm. Tanaman jeruk keprok

memiliki bunga berdiameter 1,5-2,5 cm dan berwarna putih. Buah jeruk keprok memiliki daging buah berwarna oranye dan tebal kulit sekitar 0,2-0,3 cm.

Tanaman jeruk keprok memiliki ranting yang tidak berduri (Sitanggang, 2021).

2.1.2 Syarat tumbuh tanaman jeruk

Tanaman jeruk keprok dapat tumbuh secara optimum pada suhu 25-30 °C.

Ketinggian yang baik untuk pertumbuhan jeruk yaitu 800-1500 mdpl. Curah hujan yang dibutuhkan oleh tanaman jeruk yaitu 1.990-2.400 mm setahun dengan curah hujan minimum 1.270 mm. Tanaman jeruk umumnya membutuhkan tempat yang terkena matahari dengan cukup. Akan tetapi, tanaman jeruk juga membutuhkan tanaman pelindung apabila kecepatan angin di daerah tersebut lebih dari 40-48%. Hal itu supaya bunga dan buah tanaman jeruk tidak rontok saat terkena angin kencang. Kelembapan optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jeruk keprok yaitu antara 70-80% (Naharsari, 2007).

2.2 Bakteri Rizosfer

Di dalam tanah terdapat cukup banyak populasi mikroorganisme tanah, khususnya pada daerah rizosfer. Hal itu karena di daerah rizosfer memiliki kandungan unsur karbon (C) yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah (Widawati dan Suliasih, 2006).

Kelompok mikroorganisme tanah yang paling mendominasi yaitu bakteri dan actinomycetes dengan jumlah sebanyak 50% dari total biomassa tanah (Collins and Qualset, 1999). Bakteri tanah cukup banyak ditemukan pada daerah rizosfer. Secara umum, keragaman bakteri pada rizosfer dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH tanah, kesuburan tanah, dan vegetasi tanah (Widawati dan Suliasih, 2006). Bakteri dapat tumbuh pada pH 4-9, namun pH optimum untuk pertumbuhan bakteri antara 6,5-7,5 (Suriani dkk., 2013).

Bakteri rizosfer termasuk ke dalam salah satu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit, simbiosis mutualistik, komensalistik, dan parasitik pada area rizosfer tanaman (Maudy dkk., 2019). Bakteri rizosfer memiliki berbagai peran penting,

khususnya di dalam tanah. Bakteri ini mampu menghasilkan hormon yang dapat menunjang pertumbuhan tanaman seperti *indol acetic acid* (IAA), dapat melarutkan fosfat, dan sebagai agen biokontrol patogen penyebab penyakit pada tanaman (Nuraini dkk., 2020). Selain itu, beberapa jenis bakteri rizosfer juga telah diteliti memiliki kemampuan dalam menambat unsur hara N pada tanah, pereduksi logam berat, senyawa beracun, dan sebagainya. Namun, beberapa bakteri rizosfer ada juga yang bersifat merugikan di bidang pertanian, seperti bakteri patogen penyebab penyakit pada tanaman (Prasetyawati, 2009).

Beberapa hasil penelitian mendapatkan bermacam-macam jenis bakteri rizosfer. Menurut Khairani dkk. (2019), hasil isolasi pada penelitian didapatkan 3 filum bakteri yang berasal dari rizosfer tanaman sawit yaitu filum *Firmicutes*, *Proteobacteria*, dan *Actinobacteria*. Filum *Firmicutes* termasuk filum yang dominan dengan persentase sebesar 56%, filum *Proteobacteria* sebesar 33% dan filum *Actinobacteria* sebesar 11%. Ketiga filum bakteri tersebut ditemukan pada rizosfer dengan rentang pH 6,2-7,5 dan suhu 28-29 °C.

Beberapa bakteri rizosfer berperan sebagai agen antagonis. Bakteri antagonis merupakan suatu agen hayati pengendali OPT (Soesanto, 2006). Pertumbuhan dan aktivitas patogen dapat dikendalikan akibat adanya mikroba beneficial di rizosfer yang umumnya disebut dengan agen antagonis atau agen biokontrol. Terdapat tiga cara interaksi antara agen biokontrol dan patogen yaitu dengan kompetisi, antagonisme, dan hiperparasitisme. Kompetisi dapat terjadi akibat adanya persaingan untuk mendapatkan ruang dan makanan di sekitar perakaran tanaman. Antagonisme terjadi karena agen biokontrol menghasilkan senyawa metabolit sekunder (antibiosis) yang dapat membunuh patogen atau mengeluarkan enzim yang bersifat lisis terhadap sel patogen. Sedangkan, hiperparasitisme dapat terjadi ketika agen biokontrol mengeluarkan enzim tertentu yang dapat merusak dinding sel patogen hingga patogen mati (Raaijmakers *et al.*, 2009). Berdasarkan hasil penelitian Rani (2017), isolat bakteri rizosfer yang menunjukkan bahwa bakteri yang bersifat antagonis terhadap bakteri *Xanthomonas campestris* termasuk ke dalam genus *Pantoe* asp., *Erwinia* sp., dan *Bacillus* sp.

2.3 Identifikasi Bakteri

Identifikasi merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengetahui jenis serta nama suatu mikroorganisme berdasarkan karakteristik yang dimiliki oleh mikroorganisme tersebut. Identifikasi bakteri merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat morfologi, biokimia, dan molekuler dari bakteri. Sebelum dilakukan identifikasi, perlu dilakukannya isolasi. Isolasi merupakan suatu kegiatan memisahkan satu jenis bakteri dengan bakteri lainnya dengan tujuan untuk mendapatkan kultur murni (Putri dan Endang, 2018).

Kultur murni merupakan suatu kultur yang sel mikroanya berasal dari pembelahan satu sel tunggal. Kultur murni tersebut berguna dalam proses identifikasi suatu mikroorganisme dan dapat ditumbuhkan sebagai biakan murni dalam media buatan (Mikdarullah dan Aditya, 2017). Pada proses isolasi terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti menyusun rencana kerja, persiapan media, dan peralatan yang tepat (Roosheroe dkk., 2006). Menurut Cappuccino and Chad (2018), terdapat beberapa teknik isolasi mikroba sebagai berikut:

1. Metode gores (*streak plate*) yaitu dengan menggunakan ose dan menggoreskannya ke permukaan media agar dengan pola tertentu.
2. Metode tuang (*pour plate*) yaitu dengan mencampurkan suspensi bakteri dengan media agar pada suhu 50 °C dan menuangkannya pada cawan petri.
3. Metode sebar (*spread plate*) yaitu dengan menuangkan suspensi bakteri ke atas medium agar dan menyebarkannya dengan menggunakan batang L secara merata.

Uji biokimia bakteri merupakan salah satu metode atau cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri dan mendeterminasi suatu biakan murni bakteri hasil isolasi melalui sifat-sifat fisiologisnya. Proses biokimia ini berkaitan dengan proses metabolisme sel. Hal ini berarti selama proses kimiawi yang dilakukan oleh sel menghasilkan energi maupun menggunakan energi untuk sintesis komponen sel dan untuk kegiatan seluler, seperti pergerakan (Rahayu dan Gumilar, 2017). Beberapa uji biokimia yang dapat dilakukan antara lain pengujian sifat Gram, uji hipersensitif, uji *soft rot*, uji hipovirulen.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan di lahan pertanaman jeruk Sentiko Farm, Pesawaran. Penelitian dilaksanakan pada Februari-Juli 2023.

3.2 Alat dan Bahan

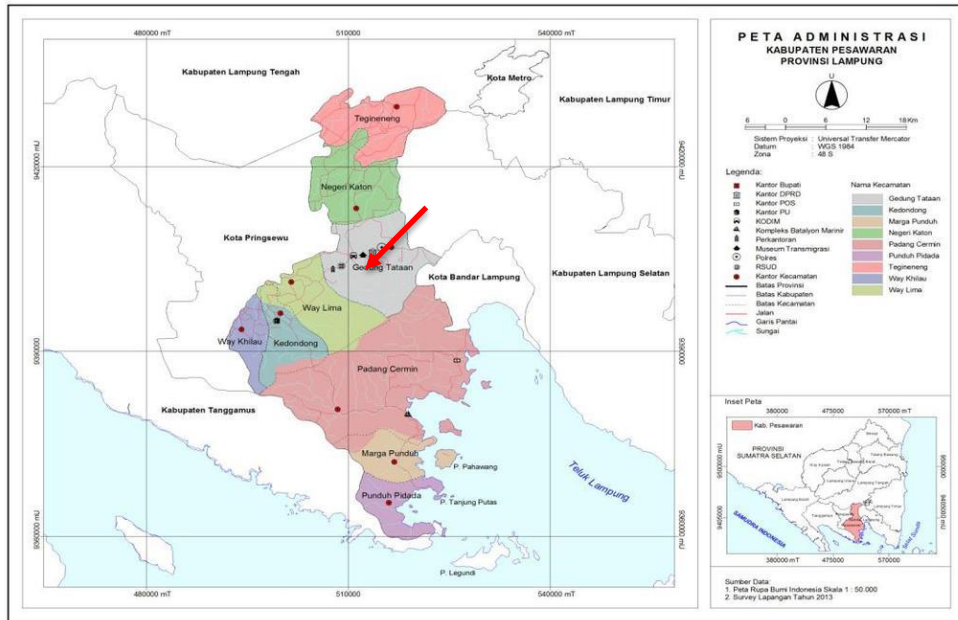
Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, *vortex mixer*, *haemocytometer*, *microwave*, pH meter, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, erlenmeyer, bunsen, jarum ose, jarum preparat, kaca preparat, mikropipet, batang L, borgabus, timbangan digital, plastik wrap, kertas label, penggaris, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sampel tanah, akuades, air steril, umbi kentang, tanaman tembakau, benih mentimun, larutan klorok, alkohol 70%, dan KOH 3%. Media biakan yang digunakan yaitu *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Yeast Peptone Agar* (YPA) dan *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA).

3.3 Pelaksanaan Penelitian

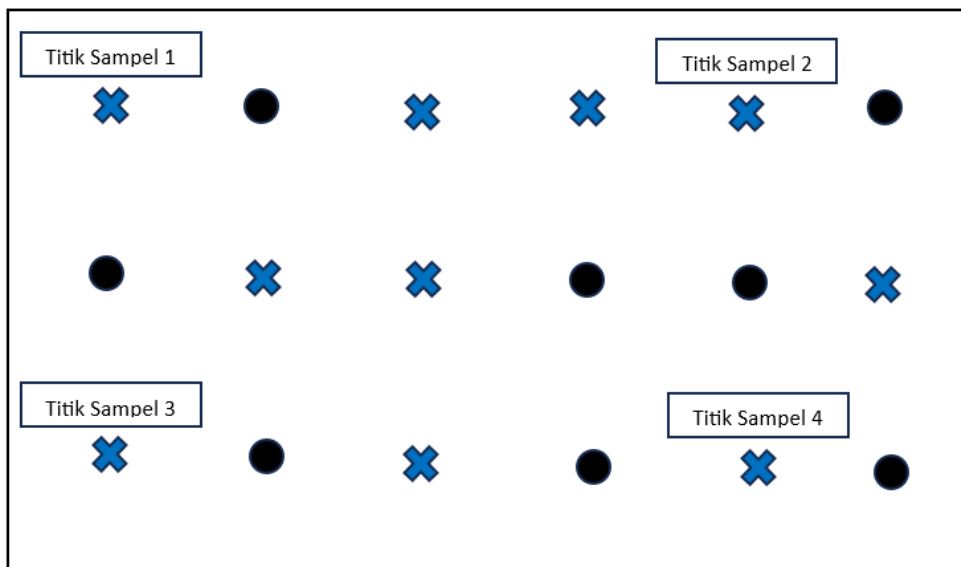
3.3.1 Eksplorasi

Eksplorasi dilakukan dengan menentukan 4 titik sampel tanah secara acak. Lalu, pada masing-masing titik sampel diambil tanah sebanyak 10 g dengan kedalaman 15-20 cm menggunakan bor tanah. Sampel tanah yang diambil yaitu tanah tempat tumbuh tanaman jeruk sehat padahal di sekelilingnya menunjukkan tanaman jeruk

sakit. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1 dan tata letak pengambilan sampel tanah rizosfer tanaman jeruk ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Kebun Jeruk Sentiko Farm, Kabupaten Pesawaran



Keterangan=
✕ = tanaman jeruk sehat
● = tanaman jeruk sakit

Gambar 2. Tata letak pengambilan sampel tanah rizosfer tanaman jeruk.

Selanjutnya, dilakukan pengukuran pH tanah dengan metode H₂O menggunakan pH meter. Tanah terlebih dahulu dikeringanginkan, lalu dihaluskan dengan ditumbuk. Setelah itu, tanah tersebut diayak menggunakan ayakan 2 mm. Tanah yang sudah diayak lalu ditimbang sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam botol, kemudian ditambahkan 50 mL akuades ke dalam botol yang berisi tanah dan dikocok menggunakan shaker dengan kecepatan 250 rpm selama 30 menit. pH meter terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan larutan buffer dengan pH 10, 7, dan 4. Setelah itu, dilakukan pengukuran pH sampel tanah menggunakan pH meter.

3.3.2 Isolasi

Sebelum dilakukan isolasi, perlu adanya persiapan media. Media yang digunakan yaitu *Yeast Peptone Agar* (YPA) dan *Potato Peptone Glucose Agar* (PPGA). Media YPA dibuat dengan menggunakan pepton 10 g, yeast 5 g, agar batang 20 g, dan akuades 1000 mL. Kemudian, bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan di dalam *microwave*. Setelah itu, dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1 atm selama 15 menit. Selanjutnya, media PPGA dibuat dengan menggunakan kentang 200 g, pepton 5 g, Na₂HPO₄.H₂O 3 g, NaCl 3 g, KH₂PO₄ 0,5 g, glukosa 5 g, agar 20 g, dan akuades 1000 mL. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian, kentang direbus hingga mendidih dan ekstrak kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi bahan tersebut. Lalu ditutup dengan aluminium foil dan dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1 atm selama 15 menit.

Isolasi dilakukan dengan teknik pengenceran secara duplo. Tanah sebanyak 1 g disuspensikan dengan akuades steril sebanyak 10 mL lalu diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan 120 rpm selama 15 menit. Selanjutnya, dilakukan pengenceran bertingkat hingga faktor pengenceran 10⁻⁵, dengan cara dicampurkan 1 mL suspensi ke dalam 9 mL akuades steril. Kemudian, masing-masing pengenceran tersebut diambil sebanyak 0,1 mL suspensi dan dibiakkan pada

media YPA. Setelah itu, dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 28-30 °C dan dilakukan pemurnian untuk mendapatkan kultur murni. Setelah tumbuh, isolat bakteri diremajakan pada media PPGA.

3.3.3 Pengujian ciri-ciri isolat koloni bakteri

Pengujian ciri-ciri koloni bakteri dilakukan dengan pengamatan bentuk dan warna koloni dan menggunakan pengujian sifat Gram, *soft rot*, dan hipersensitif.

A. Pengamatan bentuk dan warna koloni bakteri

Pengamatan bakteri dilakukan dengan mengamati bentuk koloni dan warna koloni isolat.

B. Pengujian koloni bakteri berdasarkan sifat Gram, *soft rot*, dan hipersensitif

(a) Uji gram

Uji gram dilakukan dengan mengambil satu ose koloni bakteri yang berumur 24 jam dan diletakkan di atas kaca preparat. Kemudian, isolat tersebut ditetesi dengan 1-2 tetes KOH 3% dan disuspensikan. Suspensi tersebut diaduk terus menerus hingga satu menit, lalu ditarik ke atas menggunakan jarum ose secara perlahan. Apabila suspensi tersebut menghasilkan lendir maka bakteri tersebut yaitu bakteri gram negatif. Namun, jika tidak menghasilkan lendir maka bakteri tersebut yaitu bakteri gram positif (Chandra and Mani, 2011). Uji gram ini bertujuan untuk mengetahui isolat bakteri termasuk ke dalam gram positif atau gram negatif.

(b) Uji hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui sifat patogenik bakteri terhadap suatu tanaman. Pengujian ini dilakukan dengan cara diambil 1-2 ose isolat bakteri yang sudah diinkubasi selama 1-2 hari sebelumnya dan disuspensikan dengan air steril. Setelah itu, suspensi bakteri diinokulasikan pada bagian daun tembakau sebanyak 1 ml, dan diamati selama 2-3 hari. Reaksi hipersensitif akan menimbulkan gejala nekrotik pada daun tembakau (Arriani dkk., 2020).

(c) Uji *soft rot*

Uji *soft rot* dilakukan dengan menggunakan umbi kentang. Umbi kentang dipotong dengan ukuran 1 cm, lalu dicuci dengan air mengalir. Kemudian, satu gores ose biakan bakteri yang berumur 24 jam diletakkan pada permukaan umbi kentang. Setelah itu, umbi yang sudah ditetesi suspensi bakteri diinkubasi pada suhu kamar dan diamati setiap hari sampai muncul gejala. Reaksi positif ditunjukkan dengan adanya pembusukan pada permukaan umbi kentang (Asrul, 2005). Uji *soft rot* ini bertujuan untuk mengetahui bakteri bersifat patogen atau non patogen.

3.3.4 Uji Hipovirulen

Uji hipovirulen dilakukan dengan menggunakan benih mentimun yang sudah direndam alkohol 70% selama 1 menit dan larutan klorok selama 30 detik. Kemudian, benih dibilas dengan menggunakan air steril dan benih dikecambahkan diatas kertas merang selama 3 hari. Setelah itu, benih dipindahkan pada media agar air (*Water Agar*) dengan masing-masing cawan berisi 3 kecambah. Kemudian, 1 mL isolat bakteri yang sudah dihomogenkan dengan air steril diletakkan pada kecambah yang sudah berumur 3 hari pada bagian hipokotilnya. Selanjutnya, pengamatan dilakukan selama 2 minggu dan dihitung Indeks

Keparahan Penyakit (DSI atau *Disease Severity Index*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DSI = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

N = Kategori serangan per individu

Z = Jumlah individu yang digunakan

Indeks keparahan penyakit (DSI) sebagai berikut:

0 = sehat, tanpa bercak pada hipokotil

1 = 1 atau 2 bercak coklat terang dengan ukuran pada kecambah < 0,25 cm

2 = bercak coklat terang (ukuran 0,25-0,5 cm) daerah basah pada kecambah <10%

3 = bercak coklat terang sampai gelap (ukuran >1 cm) luas daerah basah pada kecambah 10-100%

4 = kecambah mengalami kelayuan dan kematian

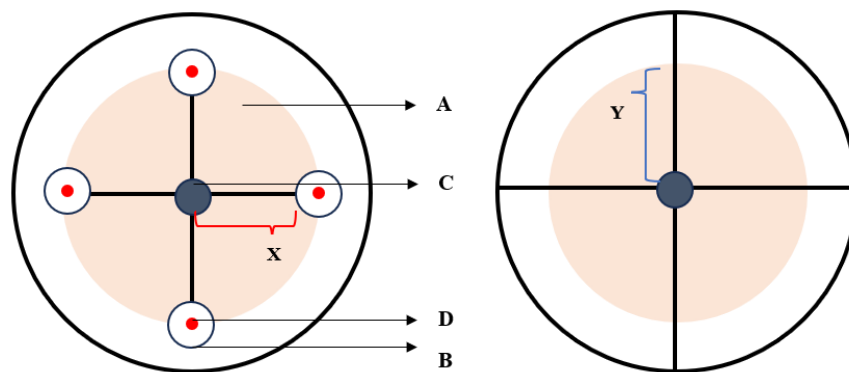
Apabila DSI yang didapatkan <2,0 maka isolat tersebut dikategorikan sebagai isolat hipovirulen atau tidak termasuk patogen (Asmara dkk., 2021).

3.3.5 Uji Antagonis Bakteri terhadap Jamur Patogen *Botryodiplodia*

Sebelum dilakukan uji antagonis perlu adanya persiapan media. Media yang digunakan yaitu media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Media PDA dibuat dengan menggunakan kentang 200 g, dextrose 20 g, agar 20 g, dan aquades 1000 mL. Lalu, *dextrose* dan agar dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian, kentang direbus hingga mendidih dan ekstrak kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi dextrose dan agar tersebut. Setelah itu, erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1 atm selama 15 menit.

Uji antagonis bakteri dilakukan terhadap jamur *Botryodiplodia*. Jamur patogen ini diperoleh dari hasil isolasi patogen pada tanaman jeruk berdasarkan penelitian sebelumnya. Isolat jamur patogen yang sudah diremajakan diambil menggunakan borgabus dan diletakkan pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA dan cakram bakteri di keempat sisinya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram kertas sesuai dengan metode Kirby-Baur (Mishra *et al.*, 2006; Kulsuntiwong *et al.*, 2008). Suspensi isolat bakteri sebanyak 10 μ L diteteskan pada kertas cakram yang berdiameter 0,5 cm. Selanjutnya, uji antagonis dilakukan dengan meletakkan cakram tersebut pada 4 sisi tepi cawan petri.

Pada perlakuan kontrol, isolat jamur patogen diambil menggunakan borgabus dan diletakkan pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA tanpa bakteri. Setelah itu, dilakukan inkubasi pada suhu ruang. Pengamatan uji antagonis ini dilakukan dengan mengukur zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram kertas (Gambar 3). Isolat bakteri yang tidak memiliki zona hambat berarti tidak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen. Pada pengujian ini tidak dilakukan pengulangan atau hanya dilakukan 1 kali pengujian.



Gambar 3. Metode pengukuran zona hambat bakteri rizosfer terhadap koloni jamur; A. Koloni jamur, B. Zona hambat bakteri rizosfer, C. Titik tengah jamur diletakkan, D. Koloni bakteri rizosfer, X. Jari-jari koloni jamur yang terhambat pertumbuhannya, Y. Jari-jari koloni jamur normal.

Pengukuran zona hambat bakteri dilakukan dengan menggunakan penggaris. Zona hambat tersebut dihitung dengan menggunakan rumus uji antagonis yaitu $Zona\ hambat = (Y-X)/2$. Pengelompokan persentase daya hambat dibagi menjadi empat kategori (Tabel 1).

Tabel 1. Pengelompokan persentase daya hambat uji antagonis

Kategori	Persentase zona hambat (%)
Kuat	>40
Sedang	30-40
Lemah	<30
Tidak Antagonis	0

Sumber: Prasty dkk. (2014)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Diperoleh 6 isolat bakteri non patogen dari 20 isolat bakteri yang diisolasi dari rizosfer tanaman jeruk yaitu isolat A1.2, A1.3, A1.4, A2.5, A3.1, dan A3.3.
2. Terdapat 4 isolat bakteri yang mampu menjadi agen antagonis dari jamur patogen *Botryodiplodia* tanaman jeruk yaitu isolat A1.2, A1.3, A1.4, dan A2.5.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, perlu dilakukan karakterisasi bakteri antagonis lebih lanjut supaya dapat diketahui identitasnya hingga tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, S.O., Adelina, E., dan Hasritanty. 2017. Identifikasi morfologi dan anatomi jeruk lokal (*Citrus* sp.) di Desa Doda dan Desa Lempe Kecamatan Lore Tengah Kabupaten Poso. *Jurnal Agrotekbis*. 5(1): 58-65.
- Amrulloh, M.K., Addy, H.S., dan Wahyuni, S.W. 2021. Karakterisasi dan biokimia penyebab penyakit bakteri pembuluh kayu pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) di PT Tirta Harapan. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*. 2(1): 1-7.
- Andesgur, I. 2019. Analisa kebijakan hukum lingkungan dalam pengelolaan pestisida. *Jurnal Bestuur*. 7(2): 93-105.
- Arriani, I.F., Abdul, L.A., dan Luqman, Q.A. 2020. Karakterisasi bakteri patogen penyebab layu pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Viabel Pertanian*. 14(1): 69-75.
- Asmara, R., Suharjo, R., Rini, M.V., dan Dirmawati, S.R. 2021. Kemelimpahan dan karakterisaasi bakteri rizosfer tanaman kelapa sawit. *Journal of Tropical Upland Resources*. 3(2): 71-83.
- Asrul. 2005. Uji lopat bakteri patogen dari beberapa tanaman. *Jurnal Agrisains*. 6(2): 81-86.
- Bakri, M. 2009. Isolasi dan Uji Kemampuan Antifungal Fungi Endofit dari Tanaman Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) terhadap Fungi Perusak Makanan. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Budi, I.S. dan Mariana. 2009. Formulasi biopestisida berbahan aktif jamur endofitik untuk pengendalian penyakit busuk batang padi (*Rhizoctonia solani*). *Seminar Nasional Pestisida Nabati IV*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Bustamam, H. 2006. Seleksi mikroba rizosfer antagonis terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman jahe di lahan tertindas. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(1): 12-18.
- Cappuccino, J.G. and Chad, W. 2018. *Microbiology: A Laboratory Manual Eleventh edition*. Pearson Education. England.

- Chandra, T.J. and Mani, P.S. 2011. A study of 2 rapid tests to differentiate gram positive and gram negative aerobic bacteria. *Journal of Marine Research*. 1(2): 84-85.
- Collins, W.W., and Qualset, C.O. 1999. *Biodiversity in Agroecosystem*. CRC Press. USA.
- Danaatmadja, Y., Subandiyah, S., Joko, T. dan Sari, C.U. 2009. Isolasi dan karakterisasi *Ralstonia syzygii*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(1): 7-12.
- Dewi, N. 2015. Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang terhadap Cendawan Patogen. *Skripsi*. UIN Alauddin Makassar. Makassar.
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2022. *Angka Tetap Hortikultura Tahun 2021*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Fernando, W.G.D., Nakkeeran, S., and Zhang, Y. 2005. *Biosynthesis of an Antibiotics by PGPR and Its Relation in Biocontrol of Plant Disease*. University of Manitoba. Canada.
- Graham, J.H., Colburn G.C., Chung K.R., and Jaime. 2012. Protection of citrus roots against infection by *Phytophthora* spp. By hypovirulent *P. nicotianae* is not related to induction of systemic acquired resistance. *Plant and Soil*. 358:39-49.
- Hardiyanto, Mujiarto, E., dan Sulasmi, E.S. 2007. Kekerabatan genetik beberapa spesies jeruk berdasarkan taksonometri. *Jurnal Hortikultura*. 17(3): 203-216.
- Kerr, A. and Gibb, K. 1997. *Bacteria and phytoplasma as plant parasites: Plant Pathogens and Plant Disease*. Dalam: Brown, J.F. and Ogle, H.J. (eds). Australian Plant Pathology Society. Armidale.
- Ketrina, S. 2019. Kelimpahan dan Keanekaragaman Bakteri Rizosfer pada Lahan Tanaman Wortel dengan Penggunaan Fungisida Berbahan Aktif Propineb dan Lahan Tanaman Wortel. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Khairani, Aini, F., dan Riani, H. 2019. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Rizosfer Tanaman Sawit Jambi. *Jurnal Biologi*. 12(2): 198-206.
- Kulsunti Wong, P., Chomvarin, C., Chaicumpar, K., Namwat, W., Kaewkes, W., Mairiang, P., and Sangchan, A. 2008. Antimicrobial susceptibility of *Helicobacter pylori* isolated from gastric biopsies in dyspeptic patients. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 39 (6): 1102-1109.

- Lestari, W. 2017. Isolasi dan uji antifungal bakteri endofit dari akar tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Simbiosis*. 6(1): 48-56.
- Maudy, R.N., Zulaika, E., dan Shovitri, M. 2019. Karakter isolat bakteri P1 dari rizosfer tanaman tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 8(2): 66-67.
- Mikdarullah dan Aditya, N. 2017. Teknik isolasi bakteri proteolitik dari sumber air panas Ciwidey, Bandung. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* 15(1): 11-14.
- 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. *Current Microbiology* 53: 329-334.
- Naharsari, N.D. 2007. *Bercocok Tanam Jeruk*. Azka Press. Jakarta.
- Ningsih, R., Mukarlina, dan Linda, R. 2012. Isolasi dan identifikasi jamur dari organ bergejala sakit pada tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *macrocarpa*). *Protobiont*. 1(1): 1-7.
- Nuraini, C., Saida, Suryanti, dan Nontji, M. 2020. Isolasi dan identifikasi bakteri rizosfer tanaman jagung pada fase vegetative dan generatif. *Jurnal Agrotekmas*. 1(1): 24-30.
- Oviana, T., Aeny, T.N., dan Prasetyo, J. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Tanaman Nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr.). *Jurnal Agrotek Tropika*. 3(2): 220-225.
- Pelczar, M.J. dan Chan E.C.S. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Diterjemahkan. Universitas Indonesia Jakarta.
- Prasetyawati, E.T. 2009. *Bakteri Rhizosfer Sebagai Pereduksi Merkuri dan Agensia Hayati*. UPN Press. Surabaya.
- Prastya, M.E., Agung, S., dan Endang, K. 2014. Eksplorasi rhizobakteri indigenous tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* linn.) dari pertanian semi organik Desa Batur Kabupaten Semarang sebagai agen hayati pengendali pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *capsica*. *Jurnal Biologi*. 3(3): 18-31.
- Putri, A.L.O. dan Endang, K. 2018. Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari pangan fermentasi berbasis ikan (Inasua) yang diperjualbelikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*. 1(2): 6-12.

- Raaijmakers, J.M., Timothy, C.P., Christian, S., Claude, A., dan Yvan, M.L. 2009. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil*. 321: 341-361.
- Rahayu, S.A., dan Gumilar, M.H. 2017. Uji cemaran air minum Masyarakat sekitar Margahayu Raya Bandung dengan identifikasi bakteri *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 4(2):50-56.
- Rani, A.P. 2017. Eksplorasi Bakteri Rizosfer dan Potensinya sebagai Agens Pengendali Hayati *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* di Pertanaman Kubis PHT dan Konvensional. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Roosheroe, G.I., Sjamsuridzal, W. dan Oetari, A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Safitri, D.A. 2017. Pengujian Antagonisme Bakteri Endofit Nanas (*Ananas comosus* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sitanggang, K.D. 2021. *Kultur Antera Jeruk*. Literasi Nusantara. Malang.
- Situmeang, S.M.F., Musthari, dan Riadi, S. 2017. Isolasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat (BAL) dari yoghurt dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. *Jurnal Biosains*. 3(3): 144-152.
- Soelarso, B. 1996. *Budidaya Jeruk Bebas Penyakit*. Kanisius. Yogyakarta.
- Soesanto, L. 2006. *Penyakit Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suriani, S., Soemarno, dan Soeharjo. 2013. Pengaruh suhu dan pH terhadap laju pertumbuhan lima isolat bakteri anggota genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari ekosistem sungai tercemar deterjen di sekitar kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 3(2): 1-5.
- Tambingsila, M. 2016. Identifikasi dan uji efektivitas cendawan rizosfer tanaman kakao potensinya sebagai antagonis pengendali (*Phytophthora palmivora* Bult.) penyebab busuk buah kakao. *Jurnal AgroPet*. 13(1): 12-23.
- Widawati, S. dan Suliasih. 2006. Populasi bakteri pelarut fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta kemampuannya melarutkan P terikat di media pikovskaya padat. *Biodiversitas*. 7(2): 109-113.
- Widyastiti, I.G.A. 2017. Faktor-Faktor Epidemi Penyakit Busuk Pangkal Batang *Lasiodiplodia theobromae* pada Perkebunan Jeruk di Kabupaten Bangli, Bali. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Wardhika, C.M., Suryanti, dan Joko, T. 2014. Eksplorasi bakteri yang berpotensi sebagai agens pengendali hayati *Fusarium solani* dan *Meloidogyne incognita* pada lada. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 18(2): 89-94.
- Widyati, E. 2013. Memahami interaksi tanaman - Mikroba. *Jurnal Tekno Hutan Tanam*. 6(1): 13-20.
- Worosuryani, C., Priyatmojo, S., dan Wibowo, A. 2006. Uji kemampuan jamur yang diisolasi dari Lahan Pasir Sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*). *Jurnal Agrosains* 19(2): 179-192.
- Yulia, E., Widiyanti, F., dan Kurniawan, W. 2018. Pengendalian penyakit tanaman padi dan sayuran dengan ekstrak binahong di Desa Pasirbiru, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(7): 530-533.