

**ANALISIS TINGKAT KEJADIAN DAN KEPARAHAN PENYAKIT PADA  
TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE*  
TERHADAP *Fusarium oxysporum***

**(skripsi)**

**Oleh**

**NISMALA BINTANG PINASTI  
2017061031**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### ANALISIS TINGKAT KEJADIAN DAN KEPARAHAN PENYAKIT PADA TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE* TERHADAP *Fusarium oxysporum*

Oleh

**Nismala Bintang Pinasti**

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan komoditas pertanian di Indonesia dan ke depannya komoditas ini akan semakin strategis peranannya bagi kehidupan masyarakat. Pertumbuhan cassava tidak terlepas dari gangguan penyakit salah satunya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Salah satu upaya untuk mengatasinya yaitu dengan agen pengimbas berupa asam salisilat. Sifat ketahanan asam salisilat tanaman akan berpengaruh, baik terhadap terjadinya penyakit atau tingkat keparahan penyakit. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gejala penyakit pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat, dan mengetahui konsentrasi yang mampu menurunkan kejadian dan keparahan penyakit pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat. Penelitian menggunakan metode rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu asam salisilat yang terdiri atas 5 taraf: 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm. Hasil penelitian menunjukkan tanaman cassava hasil *induced resistance* asam salisilat pada perlakuan kontrol lebih mudah terserang penyakit layu fusarium dibandingkan dengan kelompok perlakuan pemberian asam salisilat. Asam salisilat konsentrasi 100 ppm mampu menurunkan kejadian penyakit 33% dan keparahan penyakit 13% dengan kategori penyakit ringan.

**Kata kunci:** Asam salisilat, cassava, *Fusarium oxysporum*, *Induced resistance*, kejadian penyakit, keparahan penyakit.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF DISEASE INCIDENCE AND SEVERITY IN CASSAVA PLANTS RESULTING FROM INDUCED RESISTANCE TO *Fusarium oxysporum*

By

**Nismala Bintang Pinasti**

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is an agricultural commodity in Indonesia and in the future this commodity will play an increasingly strategic role in people's lives. Cassava growth is inseparable from disease disturbances, one of which is fusarium wilt disease caused by the fungus *Fusarium oxysporum*. One effort to overcome it is with a trigger agent in the form of salicylic acid. The nature of plant salicylic acid resistance will affect both the occurrence of disease or the severity of the disease. The purpose of this study was to determine the symptoms of disease in cassava plants resulting from Induced resistance to salicylic acid, and to determine the concentration that can reduce the incidence and severity of disease in cassava plants resulting from Induced resistance to salicylic acid. The study used a Completely Randomized Design (CRD) method with 1 factor, namely salicylic acid consisting of 5 levels: 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm and 140 ppm. The results showed that cassava plants resulting from induced resistance to salicylic acid in the control treatment were more susceptible to fusarium wilt disease compared to the salicylic acid treatment group. Salicylic acid concentration of 100 ppm was able to reduce the incidence of disease by 33% and the severity of the disease by 13% with a mild disease category.

**Keywords:** Salicylic acid, cassava, *Fusarium oxysporum*, Induced resistance, disease incidence, disease severity.

**ANALISIS TINGKAT KEJADIAN DAN KEPARAHAN PENYAKIT PADA  
TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE*  
TERHADAP *Fusarium oxysporum***

Oleh

**Nismala Bintang Pinasti**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi : **Analisis Tingkat Kejadian dan Keparahan Penyakit Pada Tanaman Cassava Hasil *Induced Resistance* Terhadap *Fusarium oxysporum***

Nama Mahasiswa : **Nismala Bintang Pinasti**

NPM : 2017061031

Jurusan/Program Studi : **Biologi/Biologi Terapan**

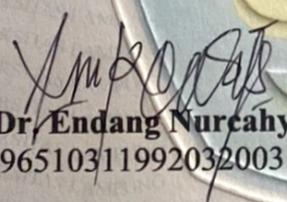
Fakultas : **Matematikan dan Ilmu Pengetahuan Alam**

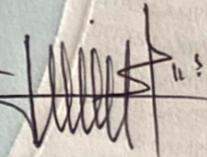
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

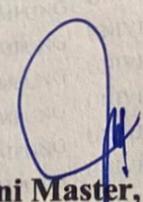
Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
**Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si**  
NIP. 196510311992032003

  
**Dra. Yulianty, M. Si.**  
NIP. 196507131991032002

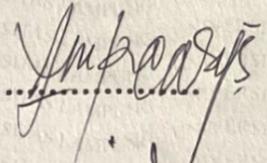
**2. Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Biologi FMIPA**

  
**Dr. Jani Master, S. Si., M. Si.**  
NIP. 198301312008121001

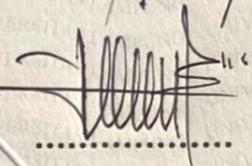
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

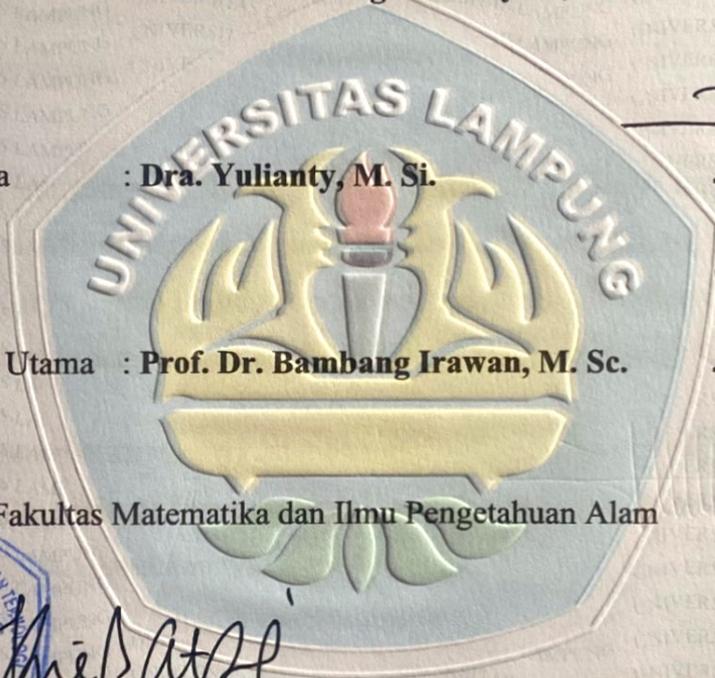
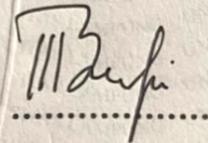
**Ketua : Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si.**



**Anggota : Dra. Yulianty, M. Si.**



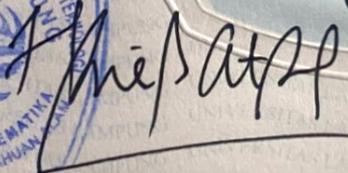
**Penguji Utama : Prof. Dr. Bambang Irawan, M. Sc.**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S. Si., M. Si.**  
NIP. 197110012005011002



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Juni 2024**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nismala Bintang Pinasti

NPM : 2017061031

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 28 Juni 2024  
Yang Menyatakan



Nismala Bintang Pinasti  
NPM. 2017061031

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Nismala Bintang Pinasti lahir di Sumberejo pada tanggal 20 Agustus 2002, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Rudi Hernanto dan Ibu Emiyati. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2009 hingga lulus pada tahun 2014 di SDN 1 Sumberejo Tanggamus, selanjutnya Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 2 Sumberejo dan lulus pada tahun 2017. Penulis kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA N 1 Sumberejo dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai Mahasiswa Prodi Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Ketrampilan Kerja Laboratorium, Teknik Kultur In Vitro Tumbuhan, dan Biosistematika Program Studi S1 Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Timbul Rejo, Kabupaten Lampung Tengah pada 2023 dan pada tahun yang sama Penulis menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Keong Nusantara Abadi (*Wong Coco*) Natar, Lampung Selatan.

## MOTTO

Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya  
(Q.s Al Baqarah 2: 286)

Orang lain ngga akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini.

Prosesnya memang tidak mudah tapi endingnya bikin untuk ngga berhenti bilang  
alhamdulillah

## SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung yang berjudul "**Analisis Tingkat Kejadian dan Keparahan Penyakit Pada Tanaman Cassava Hasil *Induced Resistance* Terhadap *Fusarium oxysporum***". Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si. dengan judul "**Riset Berbasis Analisis Molekuler Tanaman Cassava Hasil *Induced Resistance* Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Sebagai Bentuk Implementasi Penelitian MBKM Program Studi Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung**", yang didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung berdasarkan Surat Perjanjian (Kontrak) Penyelenggaraan "Penelitian Merdeka Belajar Kampus Merdeka" Nomor: 878/UN26.21/PN/2023. 10 April 2023. Ucapan terimakasih yang tulus dan penghargaan yang tinggi penulis tujukan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani. M. Si., selaku Pembimbing I atas waktu dan tenaga yang telah sabar dalam memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, arahan, saran, serta masukan kepada Penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Yulianty, M. Si., selaku Pembimbing II yang telah membimbing, memberi masukan, kritik, saran, serta membantu Penulis menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan, M. Sc., selaku Pembahas ujian skripsi. Terima kasih untuk arahan dan bimbingan selama masa perkuliahan serta masukan, kritik, dan saran pada seminar-seminar terdahulu.
4. Ibu Prof. Lusimeilia Afriani, D.E.A, I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S. Si., M. Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Jani Master, M. Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Ibu Gina Dania Pratami, S. Si., M. Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung.
8. Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani. M. Si., selaku Ketua Program Studi S1-Biologi Terapan, Jurusan Biologi masa jabatan 2019 – 2023 yang selalu memberikan peluang prestasi di dalam maupun di luar kampus.
9. Bapak Prof. Dr. Sumardi, M. Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
10. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si., selaku kepala Laboratorium Botani, Jurusan Biologi FMIPA Unila beserta seluruh staf yang memberi izin, fasilitas, dan bantuan kepada penulis selama melakukan penelitian.
11. Bapak Ibu Dosen serta Staf jurusan Biologi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingann dan ilmu yang sudah diberikan kepada penulis selama penulis melaksanakan studi di Jurusan Biologi.
12. Kedua Orang tua tercinta, bapak Rudi Hernanto dan Ibu Emiyati yang tiada hentinya mendoakan, memberikan semangat, dan dukungan baik secara moral maupun materi pada penulis baik selama pelaksanaan maupun pembuatan skripsi serta nasihat-nasihat yang menguatkan penulis.
13. Kakak dan Adikku tersayang, Claudya Retha Aldisya, Bara Kukuh Ramadhani yang telah siap menerima keberhasilan studiku, yang selalu mendoakan, serta memberikan semangat kepada penulis.

14. Teman – teman tercinta Enjel Septi Vebrina, Dina Yulia Astuti, Reni Habibah, Agung Setiawan, dan Lucky Adi Tama yang telah mendukung, menyemangati, memotivasi, dan membantu penulis dalam pelaksanaan skripsi.
15. Teman-teman seperjuangan penelitian Enjel, Dina, Awan, Lutfiah, Resya, Gusti, Salma, Abel dan Eja yang telah banyak memberikan bantuan, kebersamaan dan kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian.
16. Teman-teman Biologi Terapan Angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan bantuanya selama proses penelitian dan pengerjaan skripsi.
17. Sahabatku Amanda, Syifa, dan Dea yang telah kebersamai peneliti sejak sekolah menengah pertama hingga selesainya pendidikan terakhir di bangku perkuliahan ini. Terimakasih sudah saling berbagi keluh kesah, canda tawa, semangat dan dukungannya hingga penulis menyelesaikan skripsi.
18. Teman-temann KKN Desa Timbul Rejo yang telah memberikan dukungan serta semangat.
19. Almamater Universitas Lampung yang tercinta.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, telah bersedia membantu berlangsungnya penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk orang banyak.

Bandar Lampung, 28 Juni 2024

Penulis,

**Nismala Bintang Pinasti**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	5
2.2 <i>Fusarium oxysporum</i> .....	8
2.3 Asam salisilat .....	10
2.4 Ketahanan Terimbas ( <i>Induced resistance</i> ).....	12
2.5 Perkembangan Penyakit .....	14
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.3 Rancangan Penelitian .....	17

3.4	Bagan Alir Penelitian .....	18
3.5	Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.5.1	Persiapan Lahan dan Medium Tanam .....	20
3.5.2	Pembuatan Larutan Asam Salisilat .....	20
3.5.3	Penanaman dan Pengimbasan Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) dengan Asam Salisilat .....	20
3.5.4	Pengujian tanaman cassava ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> .....	21
3.5.5	Analisis Gejala Penyakit .....	21
3.5.6	Kejadian Penyakit ( <i>disease incidence</i> ) .....	22
3.5.7	Kejadian Penyakit ( <i>disease severity</i> ) .....	22
3.6	Analisis data .....	23
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1	Analisis Gejala Penyakit .....	24
4.2	Kejadian Penyakit ( <i>disease incidence</i> ) .....	30
4.3	Keparahan Penyakit ( <i>disease severity</i> ) .....	32
<b>V.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>35</b>
5.1	Simpulan .....	35
5.2	Saran .....	35
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>36</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Notasi Perlakuan dan Ulangan .....	17
2. Tata Letak Percobaan Setelah Pengacakan .....	17
3. Skala Setiap Kategori Infeksi .....	23
4. Kategori Keparahan Penyakit pada Daun .....	23
5. Gejala Penyakit Layu Fusarium Sebelum Inokulasi Jamur Fusarium .....	24
6. Pengamatan Gejala Layu Fusarium Hari Ke-3,6,9 dan 12.....	26
7. Perhitungan kejadian penyakit .....	30
8. Hasil Perhitungan Keparahan Penyakit.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1. Cassava ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	6
2. Serangan Penyakit pada Tanaman Ubi Kayu.....	7
3. Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> .....	9
4. Struktur Kimia Asam Salisilat .....	11
5. Bagan Alir Penelitian .....	19
6. Gejala Penyakit yang Muncul Sebelum Inokulasi Jamur <i>Fusarium</i> .....	25
7. Gejala Penyakit Layu <i>Fusarium</i> pada Tanaman Cassava .....	28
8. Grafik Kejadian Penyakit.....	44
9. Grafik Keparahan Penyakit.....	44
10. Pembuatan Larutan Asam Salisilat .....	48
11. Pengimbasan Tanaman Cassava dengan Asam Salisilat.....	48
12. Pembuatan Media PDA.....	48
13. Peremajaan Jamur <i>Fusarium Oxysporum</i> .....	48
14. Pembuatan Larutan Suspensi Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> .....	49
15. Inokulasi Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> pada Tanaman Cassava .....	49
16. Hasil Penelitian Konsentrasi 0 ppm .....	49
17. Hasil Penelitian Konsentrasi 80 ppm .....	49
18. Hasil Penelitian Konsentrasi 100 ppm .....	50
19. Hasil Penelitian Konsentrasi 120 ppm .....	50
20. Hasil Penelitian Konsentrasi 140 ppm .....	50

## I. PENDAHULUAN

### 1. 1. Latar Belakang

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman yang menjadi salah satu komoditas pertanian di Indonesia dan kedepannya komoditas ini akan semakin strategis peranannya bagi kehidupan masyarakat. Cassava sangat penting untuk pengembangan tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Berdasarkan areal panen komoditas pangan, cassava menempati urutan ke tiga setelah padi dan jagung, yang ketiganya sebagai sumber karbohidrat utama masyarakat Indonesia dengan lahan yang cukup luas, dan juga memiliki iklim serta tanah yang cocok untuk mengembangkan komoditas singkong (Fauzi dkk., 2015).

Pertumbuhan cassava tidak terlepas dari gangguan penyakit yang disebabkan oleh patogen antara lain, jamur, bakteri, mikroplasma dan virus tanaman. Patogen tersebut apabila menginfeksi tanaman, selanjutnya akan berkembangbiak dan menyebar ke dalam tanaman, akhirnya tanaman mengalami kerusakan. Penyakit yang sering menyerang salah satunya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* (*Fo*) *Fo* adalah jamur patogen tular tanah yang penyebarannya melalui kontak dengan bagian tanaman yang terinfeksi. Layu fusarium terlihat setelah jamur patogen berkoloni dan menyebar ke bagian tanaman yang lain (Joshi, 2018). Alternatif cara pengendalian penyakit layu fusarium yang efisien dan tidak berdampak negatif di lingkungan yaitu menggunakan varietas yang tahan atau resisten (Nurchayani *et al.*, 2021a; Nurchayani *et al.*, 2021b; Nurchayani *et al.*, 2021c).

Ketahanan terhadap penyakit dapat diperoleh dengan cara pengimbasan ketahanan (*Induced resistance*) yaitu ketahanan suatu tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik setelah tanaman tersebut diberi perlakuan agen penginduksi yang berupa patogen atau non patogen, metabolit mikroba, ekstrak tumbuhan atau senyawa sintetik seperti asam salisilat (Hoerussalam *et al.*, 2013). Asam salisilat adalah agen sinyal transduksi pengendali patogen (Leiwakabessy dkk., 2017). Pada saat tanaman terinfeksi penyakit, biosintesis asam salisilat akan meningkat, jalur transduksi asam salisilat teraktivasi yang menyebabkan ketahanan tanaman meningkat (Suryanti, dkk. 2009).

Kejadian dan tingkat keparahan penyakit dalam konsep penyakit ditentukan oleh faktor tanaman (inang), patogen (virulensi dan jumlah inokulum), dan lingkungan. Parah atau tidaknya penyakit dapat diklasifikasikan dalam tiga kriteria utama, yaitu kejadian penyakit (*diseases insident*), keparahan penyakit (*diseases severity*), dan kehilangan hasil (*crop loss*). Besarnya penyakit digolongkan ke dalam serangan ringan, sedang dan berat yang dinyatakan dalam skala skoring. Semakin tinggi skoring penyakit maka tingkat keparahan penyakit tanaman semakin tinggi (Sastrahidayat, 2011).

Penelitian yang dilakukan Noviantia (2017), menyatakan bahwa asam salisilat dengan konsentrasi 65 ppm, 75 ppm, 85 ppm mampu menekan pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada plantlet anggrek bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam salisilat 100 ppm dapat meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, laju pertumbuhan tanaman, dan total produksi bahan kering pada tanaman jagung (Nagasubramaniam *et al.*, 2007).

Jeyakumar *et al.*, (2008) juga menyatakan bahwa asam salisilat 125 ppm mampu meningkatkan produksi bahan kering pada tanaman jahe. Penggunaan asam salisilat dengan taraf 150 ppm menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar. Selanjutnya penelitian oleh Sujatmiko dkk (2012), penambahan asam salisilat mampu memberikan ketahanan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) yang terinfeksi *Fusarium oxysporum*. Saroh dkk (2022), hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam salisilat dan

penggunaan tiga varietas padi dapat menekan keparahan penyakit HBD, dan status ketahanannya meningkat jika dibandingkan dengan kontrol.

Berdasarkan data diatas penggunaan asam salisilat belum pernah dilakukan, oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui analisis tingkat kejadian dan keparahan penyakit pada daun tanaman cassava hasil *Induced resistance* terhadap *Fusarium oxysporum* secara *in vivo*.

## 1. 2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui gejala penyakit layu fusarium pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat.
2. Mengetahui konsentrasi yang mampu menurunkan kejadian dan keparahan penyakit pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat.

## 1. 3. Kerangka Pemikiran

Cassava dikenal sebagai ketela pohon atau ubi kayu. Kemampuan tanaman cassava untuk bertahan hidup pada daerah dan kondisi iklim yang sulit menjadikan cassava sebagai salah satu sumber bahan pangan terpenting di negara-negara tropis dan negara berkembang. Umbi singkong selain digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung tapioka, singkong juga dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Pertumbuhan Cassava tidak terlepas dari gangguan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* yang dapat mengurangi kualitas umbi ataupun bahan tanam (stek). Upaya yang efisien dan tidak menimbulkan dampak negatif untuk pengendalian penyakit layu fusarium yaitu dengan menggunakan varietas yang unggul dan resistensi terhadap serangan jamur *Fo* dengan cara metode seleksi *in vivo*.

Varian yang resistensi terhadap infeksi *Fo* dapat diidentifikasi melalui seleksi secara *in vivo* dengan menanam stek cassava dengan penambahan asam salisilat, karena asam salisilat memberikan sinyal penting dalam mekanisme ketahanan untuk menghambat mikroorganisme dan mengakibatkan terjadinya kerusakan dinding sel patogen dalam jaringan tanaman sehingga tanaman lebih tahan terhadap penyakit.

Penggunaan asam salisilat sebagai *inducer* dalam seleksi *in vivo* dengan tujuan mendapatkan tanaman mutan atau tanaman cassava yang dapat resistensi terhadap serangan infeksi *F. oxysporum* pada konsentrasi tertentu dapat memberikan ketahanan pada tanaman cassava, sehingga persentase tingkat kejadian dan keparahan penyakit menunjukkan nilai yang rendah. Ketahanan tanaman terhadap penyakit didapatkan dengan adanya pengimbasan ketahanan. Ketahanan terimbas merupakan daya peningkatan pertahanan yang dikembangkan tanaman karena adanya ransangan yang sesuai.

#### **1. 4. Hipotesis**

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Terdapat gejala penyakit layu fusarium pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat.
2. Terdapat konsentrasi yang mampu menurunkan kejadian dan keparahan penyakit pada tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

Cassava merupakan tanaman yang termasuk ke dalam suku Euphorbiaceae yang dapat tumbuh di lahan yang kering. Cassava atau biasa dikenal dengan singkong merupakan umbi atau akar pohon yang panjangnya dengan rata – rata bergaris tengah 2 – 3 cm dan panjang 50 – 80 cm, tergantung jenis singkong yang ditanam. Tanaman singkong memiliki batang berkayu tegak, daun menjari serta akar yang fungsinya sebagai tempat penyimpanan makanan cadangan dalam bentuk umbi singkong. Umbi berbentuk bulat memanjang dan tiap tanaman menghasilkan 5 – 10 buah. Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber protein yang bagus justru terdapat pada daun singkong karena mengandung asam metionin (Womsiwor *et. al.*, 2018). Daun singkong memiliki tangkai panjang, helaian daunnya menyerupai telapak tangan, tiap tangkai mempunyai daun sekitar 3 – 8 lembar, tepi daun rata, dan susunan tulang daunnya menjari (Saleh dkk., 2016). Tanaman singkong banyak digunakan sebagai bahan pangan dan obat oleh masyarakat dan daunnya berkhasiat sebagai antikanker, antitumor, antioksidan, pencegah anemia, pencegah asam urat, dan peningkatan daya tahan tubuh (Nisa dkk., 2021). Tanaman ini mampu tumbuh di dataran tinggi dan rendah tidak mengenal musim. Provinsi Lampung merupakan daerah penghasil singkong terbesar di Indonesia. Tercatat bahwa produksi cassava di Provinsi Lampung pada tahun 2022 mencapai 6.719.088 Ton (BPS, 2023).

Klasifikasi cassava (*Manihot esculenta* Crantz) dalam sistem klasifikasi Cronquist (1981) dan APG II (2003) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

Ordo : Malpighiales

Familia : Euphorbiaceae

Genus : *Manihot*

Species : *Manihot esculenta* Crantz

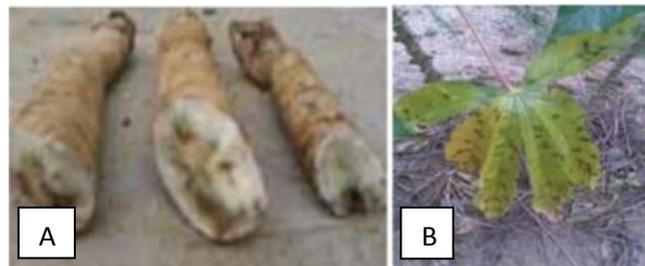


**Gambar 1.** Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)  
Dokumentasi pribadi (2023)

Potensi pengembangan tanaman cassava di Indonesia sangat luas mengingat lahan yang tersedia untuk budidaya cassava cukup luas terutama dalam bentuk lahan di dataran rendah serta lahan – lahan di dataran tinggi dekat kawasan hutan (Hartati dkk., 2008). Penyakit busuk perakaran mulai diperhatikan sejak muncul serangan di areal agribisnis cassava di Lampung Timur pada tahun 2002, terutama di daerah Sribawono dan Merapi dengan pola tanam monokultur. Gejala penyakit sangat khas yaitu pada daun bagian atas dan bagian bawah tetap hijau, tetapi daun bagian tengah mulai rontok dan

mati, tanaman tumbuh kerdil, tidak ada umbi pada akar, serta tumbuh perakaran kedua yang tidak berumbi (Rahayu dkk., 2013); (Rahayu, 2017).

Saleh dkk (2013), menyatakan bahwa jamur menginfeksi terutama pada bagian tanaman di dekat permukaan tanah meliputi pangkal batang, akar dan umbi. Kerusakan pada bagian tanaman di bawah tanah akan berpengaruh pada tanaman di atas tanah seperti perubahan warna daun menjadi kekuningan, daun-daun layu hingga gugur daun. Infeksi pada organ di bawah tanah menyebabkan kerusakan warna pada perakaran, pembentukan dan pembesaran cassava terhambat, serta busuk pada cassava. Serangan jamur fusarium menyebabkan layu, dan busuk pada organ penyimpanan. Cassava yang terinfeksi jamur tanah akan berubah warnanya menjadi lebih gelap dan sering kali berbau busuk. Serangan penyakit pada tanaman ubi kayu disajikan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Serangan penyakit pada tanaman ubi kayu (A) Gejala busuk pada pangkal batang, (B) Daun menguning  
Sumber: Balitkabi, (2017)

Cassava dan perakaran bergejala busuk pada cassava didapatkan beberapa jenis jamur tular tanah yaitu *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. dan *Aspergillus* spp. Berdasarkan hasil uji patogenesis terbukti bahwa *F. oxysporum* sebagai salah satu penyebab penyakit busuk pangkal batang, akar dan umbi cassava tersebut (Rahayu dkk., 2013); (Rahayu, 2017). Reproduksi yang optimal cassava memerlukan curah hujan 150 – 200 mm pada umur 1 – 3 bulan, 250 – 300 mm pada umur 4 – 7 bulan, dan 100 – 150 mm pada fase menjelang dan saat panen. Berdasarkan karakteristik iklim di Indonesia dan kebutuhan air tersebut, cassava dapat dikembangkan di hampir semua kawasan, baik di

daerah beriklim basah maupun beriklim kering sepanjang air tersedia sesuai dengan kebutuhan tanaman tiap fase pertumbuhan (Nugraha dkk., 2015).

Purwono dan Purnamawati (2008), menyatakan bahwa cassava dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu sebagai bahan baku tapioka dan sebagai pangan langsung. Cassava sebagai pangan langsung harus memenuhi syarat utama yaitu tidak mengandung racun HCN ( $< 50$  mg per kg umbi basah) sementara itu cassava untuk bahan baku industri sebaiknya memiliki kandungan protein rendah dan kandungan HCN yang tinggi.

Suhardi (2002), menyatakan bahwa cassava dan berbagai produk olahan ketela pohon memiliki nilai gizi yang cukup tinggi dengan komposisi yang lengkap. Makanan dari cassava mampu menyediakan energi dalam jumlah yang cukup tinggi dan kandungan gizinya berguna bagi kesehatan tubuh. Cassava juga mengandung senyawa beracun, yaitu asam sianida (HCN), dalam kadar yang bervariasi. Cassava yang hendak dikonsumsi harus dipilih jenis yang memiliki kadar HCN rendah, meskipun cassava yang mengandung HCN sebenarnya dapat digunakan dalam pengobatan tumor dan kanker.

Bagi pengembangan usaha budidaya cassava sangat terbuka sebab beragam jenis industri memanfaatkan cassava sebagai bahan baku, seperti pembuatan tepung tapioka. Kebutuhan pasar dalam negeri misalnya pada industri makanan dan minuman seperti keripik dan sirup, industri kertas, serta industri pakan ternak (Kamisi, 2011).

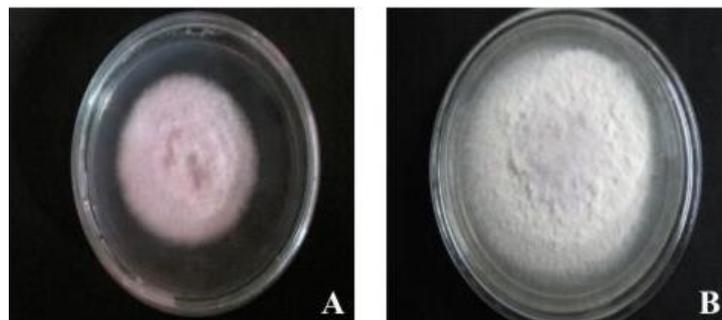
## **2.2 *Fusarium oxysporum***

*Fusarium oxysporum* merupakan jamur patogen yang dapat menyerang berbagai macam tanaman seperti cassava. *Fusarium oxysporum* bersifat saprofit, parasit, dengan kisaran inang yang cukup luas. *Fusarium* dapat berkembang dalam tanah dengan pH 3,8 - 8,4. Miselium *Fusarium oxysporum* bersekat dan memiliki tiga alat reproduksi, yaitu mikrokonidia,

makrokonidia, dan kladospora. Penyakit fusarium pada tanaman dapat diperparah apabila tanah mengandung banyak nitrogen namun sedikit mengandung kalium (Saragih, 2009). Penyakit layu fusarium disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* (*Fo*), jamur yang dapat bertahan hidup di dalam tanah, berkas pengangkut, biji, dan sisa tanaman yang mati. Penularan jamur ke tanaman lain sangat mudah yaitu dapat melalui perantara alat pertanian, binatang, air hujan, angin, dan kontak akar. Serangan jamur *Fo* pada tanaman menyebabkan jaringan xilem tampak berwarna cokelat. Jamur pada tanaman akan membentuk polipeptida likomarasmin yang menghambat permeabilitas membran plasma pada jaringan tanaman sehingga mengganggu proses penyerapan air dan zat hara pada tanaman (Pitojo, 2005).

Klasifikasi jamur *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman menurut Alexopoulos *et al.* (1996) dan Hibbet *et al.* (2007) sebagai berikut.

Kingdom : Fungi  
Divisio : Ascomycota  
Classis : Sordariomycetes  
Ordo : Hypocreales  
Familia : Netriaceae  
Genus : *Fusarium*  
Species : *Fusarium oxysporum*



**Gambar 3.** Jamur *Fusarium oxysporum* umur 7 hari (A), umur 4 minggu dalam medium PDA (B)  
Sumber: Nurcahyani dkk (2012)

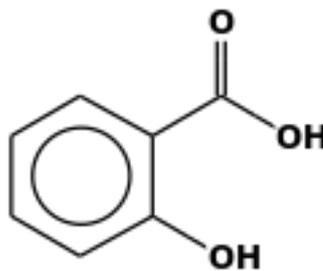
Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki dua siklus hidup yaitu fase patogenesis dan fase saprogenesis. Fase patogenesis *Fusarium oxysporum* akan hidup sebagai parasit di dalam tanaman, apabila tidak ada tanaman inang maka jamur akan masuk ke fase saprogenesis kemudian berkembang dan hidup di dalam tanah sebagai saprofit pada sisa – sisa tanaman yang akan mengakibatkan timbulnya penyakit pada tanaman lain (Groenewald, 2006). *Fusarium oxysporum* menyerang tanaman melalui luka pada akar kemudian berkembang di sepanjang jaringan pembuluh dalam akar menuju batang. Miselium *Fusarium oxysporum* dapat berkembang secara meluas dalam jaringan pembuluh akar dan batang. *Fusarium oxysporum* menghambat pertumbuhan tanaman dengan mengeluarkan toksin yang menyebabkan tanaman menjadi layu (Semangun, 2004).

Gejala tanaman pada umumnya terlihat pucat pada permukaan daun bagian atas atau permukaan daun bagian bawah, tangkai terlihat merunduk, tanaman menjadi kerdil, seluruh bagian tanaman akan layu dan ketika daerah sekitar pangkal batang dipotong, maka akan terlihat cincin cokelat pada berkas pembuluh (Semangun, 2004). Gejala penyakit layu fusarium mulai muncul sekitar 2-15 hari sejak akar tanaman terinfeksi fusarium (Putri dkk., 2014). fusarium dapat menyebabkan kematian pada tanaman yang diinfeksi dalam waktu beberapa minggu setelah jaringan pembuluh (xilem dan floem) mati dan keadaan udara lembab, serta jamur membentuk spora berwarna putih keunguan pada akar yang terinfeksi (Miftahul, 2010).

### 2.3 Asam salisilat

Asam Salisilat (AS) termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang banyak berperan dalam respon tanaman terhadap penyakit dan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rivas dan Plasencia, 2011). Asam salisilat memiliki rumus molekul  $C_7H_6O_3$  berbentuk kristal kecil yang memiliki berat molekul sebesar 138,123 g/mol dengan titik leleh sebesar  $156^{\circ}$

C dan densitas pada 25<sup>0</sup> C sebesar 1,443 g/ml (Purnomo dkk., 2007). Peran AS secara intensif dipelajari dalam respon tanaman terhadap cekaman biotik. Beberapa metode aplikasi seperti merendam benih sebelum tanam, irigasi, atau penyemprotan dengan larutan AS telah dilakukan untuk melindungi berbagai jenis tanaman terhadap stres abiotik dengan menginduksi berbagai proses yang terlibat dalam mekanisme toleransi stres (Dufour dkk., 2013). Struktur asam salisilat disajikan pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Struktur kimia asam salisilat  
Sumber: Hadisoebroto dan Senadi (2019).

Asam salisilat merupakan komponen jalur sinyal transduksi yang menyebabkan ketahanan tanaman terhadap beberapa patogen. Asam salisilat terbentuk pada tanaman sebagai reaksi terhadap infeksi patogen sehingga senyawa ini memegang peranan penting dalam ketahanan sistemik terinduksi (KST). Asam salisilat mempunyai sifat antimikroba atau dapat dimasukkan dalam kelas protein anti mikroba. Asam salisilat yang diaplikasikan secara eksogen mampu mempengaruhi proses biokimia, fisiologi maupun molekular tanaman sebagai antioksidan (Saruhan dkk., 2012). Menurut Zamaninejad *et al.* (2013), AS secara eksogen mempengaruhi pertumbuhan tanaman, fotosintesis, hubungan air dan tanaman, dan aktivitas beberapa jenis enzim yang berperan terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Asam salisilat adalah salah satu agen penginduksi ketahanan yang dilaporkan dapat digunakan untuk pengendalian patogen tanaman. Menurut Hayat dkk

(2010), asam salisilat merupakan senyawa fenol sederhana yang berperan penting dalam mengatur proses fisiologi dan respons imunisasi tanaman. Pemanfaatan asam salisilat sebagai sinyal transduksi dalam jaringan pertahanan tanaman telah diamati dan dikarakterisasi pada sejumlah gen yang berfungsi dalam biosintesis asam salisilat. Mandal *et al.* (2009), melaporkan bahwa aplikasi asam salisilat 200  $\mu\text{M}$  pada daun dan akar dapat menekan perkembangan penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersicum*) pada tanaman tomat dan terjadi peningkatan enzim fenilalaninamononia liase dan peroksidase.

Berdasarkan penelitian oleh Nagasubramaniam *et al.*, (2007) hasil penelitian menunjukkan bahwa asam salisilat 100 ppm dapat meningkatkan tinggi tanaman, luas daun, laju pertumbuhan tanaman, dan total produksi bahan kering pada tanaman jagung. Jeyakumar *et al.*, (2008) juga menyatakan bahwa asam salisilat 125 ppm mampu meningkatkan produksi bahan kering pada tanaman jahe. Penggunaan asam salisilat dengan taraf 150 ppm menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar. Peranan asam salisilat pada penelitian ini lebih besar kepada induksi ketahanan dan sebagai zat perangsang tumbuh yang dapat merangsang perkembangan sel baru lebih banyak sehingga meningkatkan bobot akar dan perpanjangan akar.

#### **2.4 Ketahanan Terimbas (*Induced resistance*)**

Ketahanan terimbas berasal dari ketahanan alami yang dimiliki tanaman, namun masih bersifat laten, lemah, bahkan tidak muncul dan akan terekspressi jika ada aksi dari agen pengimbas. Ketahanan terimbas sebenarnya memunculkan potensi ketahanan yang dimiliki tanaman untuk menghentikan perkembangan patogen. Munculnya ketahanan alami tersebut diperlukan agen pengimbas (*inducer, elisitor*). Agen pengimbas disebut juga elisitor atau induser, merupakan molekul yang mampu menstimulasi dan mengaktifkan respon ketahanan tanaman. Ketahanan tanaman terhadap penyakit adalah

pertahanan yang terkoordinasi dengan beberapa mekanisme ketahanan. Salah satu respon dari tanaman adalah dengan pembentukan lapisan gabus, lapisan pemisah, dan tilosis (Perangin – angin dkk., 2019).

Mekanisme ketahanan tanaman apabila digerakkan oleh rangsangan karena infeksi patogen tanaman, maka kejadian penyakit dapat dikurangi. Reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel atau jaringan mampu menghasilkan senyawa toksin terhadap patogen atau menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan patogen di dalam tanaman. Ketahanan terimbas terhadap patogen dapat ditunjukkan dengan ketahanan suatu tanaman terhadap infeksi patogen dengan cara mampu membatasi aktivitas patogen, sehingga patogen tidak dapat berkembang dan tidak menyebabkan kerusakan yang tidak berarti (Agrios, 2005).

Tumbuhan yang terserang patogen akan merespons dengan membentuk suatu ketahanan yang disebut ketahanan terimbas. Menurut Campbell dan Jane (2008), tahap-tahap proses ketahanan terimbas adalah sebagai berikut.

1. Pengenalan gen untuk gen

Pengenalan gen untuk gen merupakan upaya pengenalan molekul-molekul tumbuhan. Pengenalan molekul dari patogen oleh protein gen resistan memicu jalur transduksi sinyal yang menyebabkan aktivasi respons-respons pertahanan, yang mencakup respons hipersensitif.

2. Respons hipersensitif

Respons hipersensitif merupakan respons pertahanan yang menyebabkan kematian sel dan jaringan di dekat infeksi patogen untuk membatasi penyebaran patogen. Respons hipersensitif juga menginduksi produksi PR-protein, salah satunya adalah enzim peroksidase yang berperan penting dalam proses lignifikasi dan sebagian besar merupakan enzim yang menghidrolisis komponen dinding sel patogen.

3. Resistensi sistemik yang diperoleh

Sebelum sel-sel yang terisolasi (sel yang terinfeksi) mati, sel – sel tersebut mengirim sinyal berupa asam metil salisilat ke seluruh tubuh tumbuhan, kemudian asam metil salisilat diubah menjadi asam salisilat di bagian yang jauh dari bagian yang terinfeksi, pada proses ini resistensi sistemik yang diperoleh teraktivasi. Asam salisilat dalam hal ini berperan menginfeksi jalur transduksi sinyal untuk menginduksi produksi PR protein dan resistensi terhadap serangan patogen.

## 2.5 Perkembangan Penyakit

Penyakit pada tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman. Penyakit pada tanaman dapat dikendalikan dengan cepat apabila mengetahui gejala penyakitnya. Gejala (*symptom*) adalah perubahan-perubahan yang ditunjukkan oleh tanaman itu sendiri sebagai akibat dari adanya penyebab penyakit. Gejala penyakit tanaman adalah dampak penyakit yang terlihat pada tanaman. Gejalanya mungkin termasuk perubahan warna, bentuk atau fungsi tanaman yang terdeteksi saat merespons patogen (Gustina dkk., 2016). Penyakit tanaman dapat dikelola dengan berbagai cara seperti penghindaran, eksklusi patogen, eradikasi patogen, perlindungan tanaman, tanaman resisten dan terapi tanaman sakit. Penyakit tanaman terjadi diawali dengan terjadinya kontak antara tanaman yang rentan dan patogen pada waktu yang tepat dengan lingkungan yang mendukung perkembangan patogen (Nurhayati 2011).

Intensitas penyakit dapat diartikan sebagai tingkat kerusakan tanaman karena adanya serangan patogen atau adanya penyakit yang terdiri dari keterjadian penyakit dan keparahan penyakit. Intensitas penyakit merupakan ukuran ringan sampai beratnya kerusakan yang disebabkan oleh penyakit pada tanaman. Keterjadian penyakit merupakan persentase jumlah tanaman yang terserang patogen dari total tanaman yang diamati (Maharani dkk., 2013). Keparahan penyakit adalah banyaknya jaringan tanaman yang menunjukkan gejala penyakit. Keparahan penyakit juga dapat diartikan sebagai bagian

tanaman yang terkena penyakit atau daerah penyakit dari tanaman sampel (Yuliandari, 2017). Pengembangan pengelolaan penyakit yang tepat sangat diperlukan untuk memperkirakan terjadinya penyakit persatuan waktu dalam populasi tertentu serta mengukur intensitas penyakit secara kualitatif dan kuantitatif sehingga suatu perkiraan perkembangan penyakit dapat dikendalikan dengan cepat dan tepat (Nurhayati 2011).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai Desember 2023 di Laboratorium Botani I, dan Rumah Kasa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *polybag*, neraca analitik, *aluminium foil*, spatula, erlenmeyer 500 mL, gelas ukur 100 mL, botol kultur 250 mL, corong, batang pengaduk, kertas saring, kertas label, karet gelang, *autoclave*, cawan petri diameter 10 cm, kompor, panci, saringan, *beaker glass* 1000 ml, plastik tahan panas, *Laminar Air Flow* (LAF), jarum ose, sarung tangan, bunsen, rak dan tabung reaksi, kapas, kain kasa, mikroskop, mikropipet, *mikrotipe*, *haemocytometer*, gelas penutup, gelas benda, pipet tetes, *tissue*, *shaker*, *scalpel*, dan kamera *handphone*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu bibit tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) yang didapatkan dari petani singkong di Kec. Pugung, Kab. Tanggamus, Prov. Lampung. Tanah, akuades, asam salisilat, kentang 200g, dextrose 20g, dan agar batang 15g, akuades steril, alkohol 70%, dan biakan jamur *Fusarium oxysporum*.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu asam salisilat yang terdiri atas 5 taraf: 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm. Masing – masing konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali dan pada setiap ulangan terdiri dari 1 tanaman pada setiap *polybag*. Parameter yang diuji meliputi gejala awal penyakit, kejadian dan keparahan penyakit. Berikut notasi perlakuan dan ulangan disajikan dalam bentuk **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Notasi Perlakuan dan Ulangan

Ulangan	Konsentrasi asam salisilat (ppm)				
	0	80	100	120	140
1	K1U1	K2U1	K3U1	K4U1	K5U1
2	K1U2	K2U2	K3U2	K4U2	K5U2
3	K1U3	K2U3	K3U3	K4U3	K5U3
4	K1U4	K2U4	K3U4	K4U4	K5U4
5	K1U5	K2U5	K3U5	K4U5	K5U5

**Keterangan:**

K1 = Konsentrasi 0 ppm (Kontrol)  
 K2 = Konsentrasi 80 ppm  
 K3 = Konsentrasi 100 ppm  
 K4 = Konsentrasi 120 ppm  
 K5 = Konsentrasi 140 ppm  
 U1 – U5 = Ulangan 1 – ulangan 5

Berikut tata letak percobaan setelah pengacakan disajikan dalam **Tabel 2**.  
**Tabel 2.** Tata letak percobaan setelah pengacakan

K2U4	K1U1	K2U2	K1U4	K1U2
K2U5	K1U3	K3U4	K1U5	K2U3
K3U2	K2U1	K4U4	K3U1	K4U1
K3U3	K3U5	K5U3	K4U3	K5U1
K4U2	K5U4	K5U5	K4U5	K5U2

**Keterangan:**

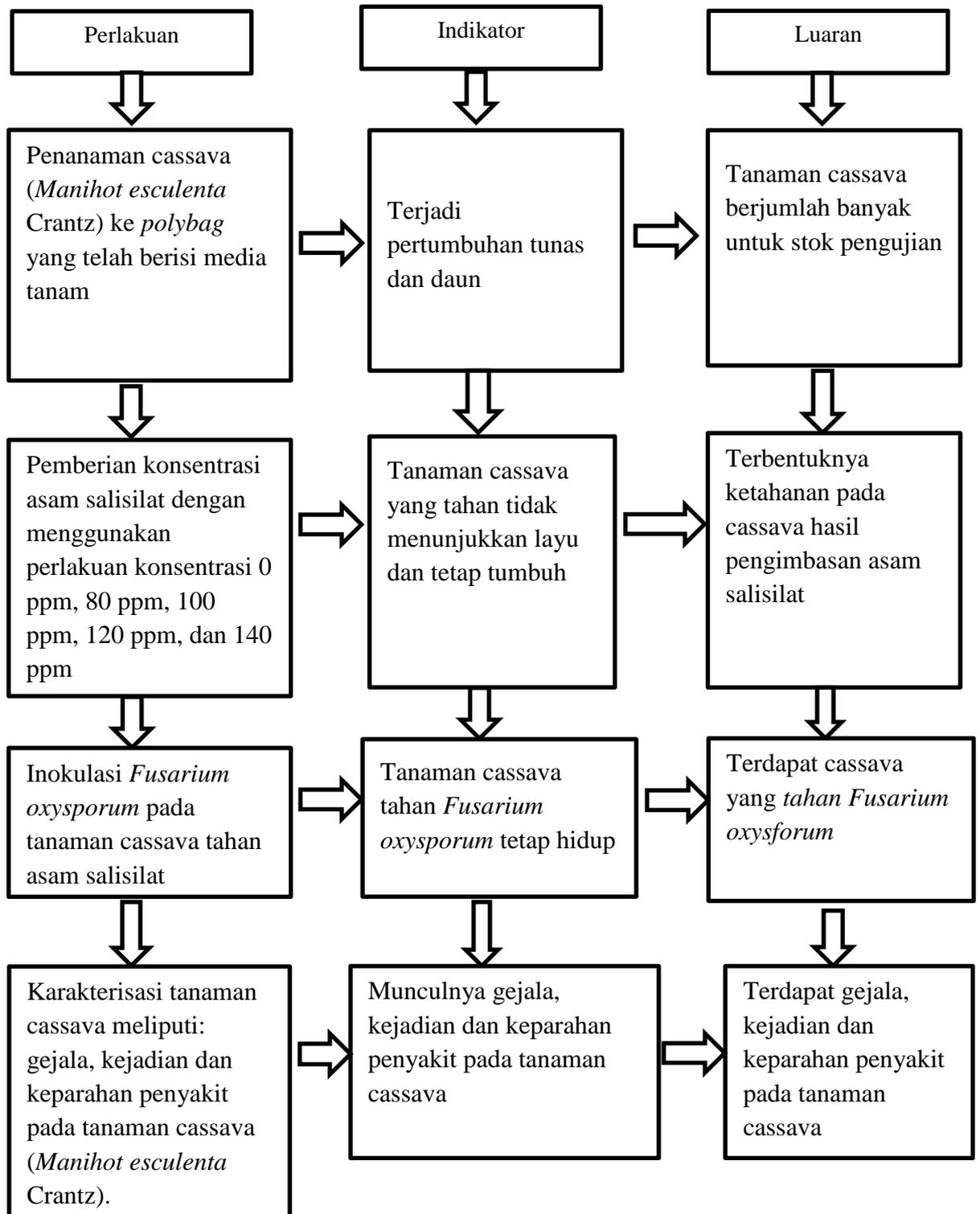
K1 = Konsentrasi 0 ppm (Kontrol)  
 K2 = Konsentrasi 80 ppm  
 K3 = Konsentrasi 100 ppm  
 K4 = Konsentrasi 120 ppm  
 K5 = Konsentrasi 140 ppm  
 U1 – U5 = Ulangan 1 – ulangan 5

### 3.4 Bagan Alir Penelitian

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu 1. Penanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) ke *polybag* yang telah berisi media tanam; 2. Pemberian konsentrasi asam salisilat dengan 5 taraf yang toleran untuk seleksi cassava (*Manihot esculenta* Crantz) secara *in vivo*; 3. Inokulasi jamur *F. oxysporum* ke dalam tanaman cassava yang telah tahan seleksi asam salisilat agar mendapatkan tanaman yang tahan terhadap jamur *F. oxysporum*; 4. Karakterisasi tanaman cassava meliputi: gejala awal penyakit, kejadian dan keparahan penyakit pada tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz).

Pelaksanaan penelitian secara ringkas dapat dilihat pada bagan alir penelitian.

Bagan alir penelitian disajikan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Bagan alir penelitian

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

#### 3.5.1 Persiapan Medium Tanam

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ukuran 3 x 3 m. Sebelumnya lokasi dibersihkan. Media tanam yang digunakan yaitu tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1, kemudian media yang sudah siap dimasukkan ke dalam *polybag* sebanyak 25 buah yang berukuran 50 kg dan disusun rapi sesuai dengan masing – masing konsentrasi.

#### 3.5.2 Pembuatan Larutan Asam Salisilat

Asam salisilat yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5 taraf konsentrasi meliputi 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm. Larutan dibuat dengan cara menimbang sebanyak 0,04 g asam salisilat dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan dilarutkan dengan aquades sampai tanda batas, kemudian dihomogenkan dan diperoleh larutan dengan konsentrasi 80 ppm, kemudian untuk konsentrasi 100, 120 dan 140 ppm diambil asam salisilat berturut – turut sebanyak 0,05; 0,06; dan 0,07 g asam salisilat.

#### 3.5.3 Penanaman dan Pengimbasan Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) dengan Asam Salisilat

Bibit tanaman cassava ditanam pada media tanah yang telah disiapkan sebanyak 25 buah, setiap *polybag* berisi 1 tanaman. Cassava yang berumur 1 bulan kemudian dilakukan pengimbasan dengan AS yaitu dengan menyiram tanaman pada bagian pangkal

batang dengan larutan AS sebanyak 50 ml per konsentrasi (0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm, dan 140 ppm ). Tanaman cassava diamati selama 2 minggu.

### **3.5.4 Pengujian tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) terhadap *Fusarium oxysporum***

Menurut Herlinda dkk (2006) menyatakan bahwa sebelum mendapatkan kerapatan spora  $1,7 \times 10^5$  per ml, jamur *F. oxysporum* dibiakkan terlebih dahulu dari medium PDA. Spora diambil dengan menggunakan jarum ose, kemudian dilarutkan ke dalam air steril dalam tabung reaksi steril (ukuran 10 ml) dan dikocok dengan shaker (kecepatan 470 osilasi/menit) hingga tercampur merata ( $\pm$  10 menit) lalu dilakukan pengenceran sehingga didapat suspensi dengan kerapatan spora  $10^5$  per ml.

Mikrokonidium jamur fusarium dengan kerapatan spora  $1,7 \times 10^5$  per ml pada tanaman bagian batang yang bawah dekat dengan tanah yang telah dilukai atau disayat terlebih dahulu kemudian disiramkan jamur fusarium sebanyak 2 – 3 ml. Pengamatan dilakukan mulai hari ke-3 setelah inokulasi selama 12 hari.

### **3.5.5 Analisis Gejala Penyakit**

Pengamatan gejala penyakit dilakukan dengan melihat secara langsung gejala awal sampai munculnya gejala setelah masa inokulasi pada bagian tanaman yang terinfeksi. Gejala penyakit singkong dapat diketahui melalui daun seperti kerusakan dan perubahan pada warna daun (Botutihe, 2018). Gejala serangan yang pertama adalah menguningnya daun bagian bawah, kemudian daun bagian atas, tulang daun bagian atas berubah menjadi pucat,

kemudian tangkai daun menjadi rapuh, menyebabkan tanaman layu total (Putra *et al.*, 2019). Gejala yang ditimbulkan oleh infeksi dari jamur fusarium ditandai dengan layu sepihak atau keseluruhan dan daun menguning (Ngittu dkk., 2014), daun yang terserang akan mengalami kelayuan pada bagian bawah, menguning, dan menjalar keatas ranting (Meilin, 2014).

### 3.5.6 Kejadian Penyakit (*disease incidence*) (Suradji, 2003).

Kejadian penyakit yaitu dengan menghitung jumlah bagian tanaman yang terinfeksi dari seluruh sampel tanaman.

$$KP = \frac{a}{b} \times 100\%$$

#### **Keterangan:**

a : jumlah tanaman terinfeksi  
b : jumlah seluruh tanaman

### 3.5.7 Keparahan Penyakit (*disease severity*)

Keparahan penyakit didefinisikan sebagai persentase luas atau bagian tanaman yang sakit. Keparahan penyakit diketahui dengan cara menghitung skala kerusakan (%) penyakit yang muncul pada tanaman inang (Nurhayati, 2011). Rahardjo dan Suhardi (2008) melaporkan bahwa analisis ini dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{\Sigma(n \times v)}{z \times N} \times 100\%$$

#### **Keterangan :**

I : Intensitas Penyakit  
n : Jumlah daun terinfeksi  
v : Skala setiap kategori infeksi  
z : Nilai skala tertinggi (100%)  
N : Jumlah daun total yang diamati

Skala setiap kategori infeksi dapat dilihat pada **Tabel 3.** menurut Arsensi, In, dan Abdul Rofik (2015).

**Tabel 3.** Skala setiap kategori infeksi

Skor	Keterangan
0	Tidak ada gejala serangan
1	Daun tanaman pucat (layu)
2	Daun tanaman kuning (layu)
3	Daun tanaman kuning layu lebih dari 4
4	Mati (seluruh daun layu/rontok)

Kategori skor keparahan penyakit ditampilkan pada **Tabel 4.** menurut Herwidyarti dkk., (2013).

**Tabel 4.** Kategori keparahan penyakit pada daun

Skala	Kategori	Gejala
0	Tanaman sehat	Tidak ada gejala atau infeksi
1	Sangat ringan	Daun terinfeksi antara > 0% - 10%
2	Ringan	Daun terinfeksi antara > 10% - 20%
3	Agak parah	Daun terinfeksi antara > 20% - 40%
4	Parah	Daun terinfeksi antara > 40% - 60%
5	Sangat parah	Daun terinfeksi antara > 60%

### 3.6 Analisis data

Data dalam penelitian ini berupa data kualitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif dengan cara mengumpulkan data – data sesuai dengan yang sebenarnya kemudian data-data tersebut diolah dan data dari analisis deskriptif ditampilkan dalam bentuk gambar, tabel biasa, dan grafik.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) hasil *Induced reistance* asam salisilat pada perlakuan kontrol lebih mudah terserang penyakit layu fusarium dibandingkan dengan kelompok perlakuan pemberian asam salisilat.
2. Asam salisilat konsentrasi 100 ppm mampu menurunkan kejadian penyakit 33% dan keparahan penyakit 13% dengan kategori penyakit ringan.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan varietas yang lebih beragam untuk melihat kejadian, keparahan penyakitnya menunjukkan nilai dan kategori yang sama atau berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abou El-Yazied, A. 2011. Effect of Foliar Application of Salicylic Acid and Chelated Zinc on Growth and Productivity of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) under Autumn Planting. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 7(6): 423 – 433.
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Academic Press. New York. 922 p.
- Aisah, A. R., P. W. Bonny. Soekarno and Ahmad. 2015. Isolasi dan Identifikasi Cendawan yang Berasosiasi. dengan Penyakit Pucuk Pada Bibit Jabon (*Anthcephalus Cadaba* (Rox.) Miq). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12 (3) : 155 – 163.
- Alexopoulos, C.W., Mimms, dan Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*, Fourth Edition. New York. John Willey and Sons, INC.
- (APG) Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families og flowering planis: APG II. *Botanical Journal of The Linnean Society*. 141: 399-436.
- Arsensi, Iin, dan Abdul Rofik. 2015. Inventarisasi dan Identifikasi Cendawan Patogen pada Tanaman Pisang Rutai (*Musa borneensis*). *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 40(2): 129-139.
- Balitkabi. 2017. Pedoman Budi Daya Ubi Kayu di Indonesia. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/publikasi/monograf/pedoman-budi-daya-ubi-kayu-di-indonesia-2016/>. Diakses 3 Oktober 2023.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. Produksi Ubi Kayu. <https://www.bps.go.id/> . Diakses pada 25 November 2023.
- Barnet HL, Hunter BB, 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Paul (US): APS Pr.
- Botutihe, Marniyati H. 2018. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Singkong Menggunakan Metode *Case Based Reasoning*. *Jurnal Tecnoscienza*. 3(1): 81-92.

- Campbell, N.A dan Jane, B.R. 2008. *Biologi Edisi Delapan Jilid 2*. Erlangga, Jakarta. 439p.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press: New York.
- D.S. Hibbett, M. Binder, J.F. Bischoff, M. Blackwell, P.F. Cannon, O.E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P.M. Kirk, R. Lücking, H. Thorsten Lumbsch, F. Lutzoni, P. Brandon Matheny, D.J. McLaughlin, M.J. Powell, S. Redhead, C.L. Schoch, J.W. Spatafora, J.A. Stalpers, R. Vilgalys M.C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G.L. Benny, L.A. Castlebury, P.W. Crous, Y.C. Dai, W. Gams, D.M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D.L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R.A. Humber, K.D. Hyde, J.E. Ironside, U. Koljalg, C.P. Kurtzman, K.H. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miadlikowska, A. Miller, J.M. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J.D. Rogers, C. Le Roux, L. Ryvarden, J.P. Sampaio, A. Schüssler, J. Sugiyama, R.G. Thorn, L. Tibell, W.A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M.M. White, K. Winka, Y.J. Yao, N. Zhang. 2007. A Higher-Level Phylogenetic Classification Of The Fungi. *Mycological Research*. 111(5) pp. 509–547.
- Dufour, M., Lambert, C., Bouscaut, J., Merillon, J., and Corio, C. 2013. Benzothiadiazole Primed Defence Responses and Enhanced Differential Expression of Defence Genes in *Vitis vinifera* Infected with Biotropic Pathogens *Erysiphe necator* and *Plasmophora viticola*. *Plant Pathol.* 62(2): 370 – 382.
- Fadhilah, S., Wiyono, S., dan Surahman, M. 2014. Pengembangan teknik deteksi *Fusarium* patogen pada umbi benih bawang merah (*Allium ascalonicum*) di laboratorium. *Jurnal Hortikultura*. 24(2): 171-178.
- Fauzi, M.E., Harso, K., Lollie, A. dan Putri, P. 2015. Identifikasi dan Inventarisasi Genotip Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) di Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3(3): 1082 – 1088.
- Faizah R, Sujiprihati S, Syukur M, dan Hidayat SH. 2012. Ketahanan Biokimia Tanaman Cabai Terhadap Begomovirus Penyebab Penyakit Daun Keriting, Kuning. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(5): 138-144.
- Gustina, M., S. Ratih., M. Nurdin, dan R, Suharjo. 2016. Inventarisasi patogen di pertanaman nanas (*Ananas comosus* L.) varietas queen di desa Astomulyo, Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4(3): 205-210.
- Groenewald, S. 2006. Biology, pathogenicity and diversity of *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense. (Disertation) Faculty of Natural and Agricultural Science. University of Pretoria.

- Goodman, R.N., Z. Kiraly, and K.R. Wood. 1986. *The Biochemistry and Physiology of Plant Disease*. Missouri: University of Missouri Press. *FAO Buletin*. 38: 49-90.
- Hadisoebroto, Ginayati, dan Senadi Budiman. 2019. Penetapan Kadar Asam Salisilat pada Krim Anti Jerawat yang Beredar di Kota Bandung dengan Metode *Spektrofotometri Ultra Violet*. *J. Kartika Kimia*. 2(1): 51 – 56.
- Hammerschmidt, R. and J. Kuch. 1995. Induced resistance to disease in plants. *Kluwer Academic Publisher*. Dordrecht. The Netherland.
- Hartati, I.L., Kurniasari, M.E. dan Yulianto. 2008. Inaktivasi Enzimatis pada Produksi Linamarin dari Daun Singkong Sebagai Senyawa Anti Neoplastik. *Momentum*. 4(2):1 – 6.
- Hayat Q, Hayat S, Irfan M, and Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environ Exp Bot*. 68(1): 14–25.
- Herlinda, S., Muhammad, DU., Yulia P.A dan Suswandi. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora *Beauveria Bassiana* (Bals.) Akibat Sub Kultur dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella* (Linn.). *J. HPT Tropika*. 6(2): 70 – 78.
- Herwidyarti, K. H., Ratih, S., dan Sembodo, DRJ. 2013. Keparahan Penyakit Antraknosa pada Cabai (*Capsicum annum* L.) dan Berbagai Jenis Gulma. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 102 – 106.
- Hoerussalam, Purwanto, A and Khaeruni, A. 2013. Induksi ketahanan tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap penyakit bulai melalui seed treatments serta pewarisannya pada generasi S1. *Jurnal Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*. 16(2): 42-59.
- Javaheri, M., Mashayeki, K., Dadkhan, A., and Travallae, F. 2012. Effect of Salicylic Acid on Yield Quality Character of Tomato Fruit (*Lycopersium esculentum* Mill). *International Journal of Agriculture and Crop Science (IJACS)*.1: 4-6.
- Jeyakumar, P., G. Velu, C. Rajendran, R. Amutha, M.A.J.R Savery, and S. Chidambaram. 2008. Varied Responses of Blackgram (*Vigna Munga* to Certain Foliar Applied Chemicals and Plant Growth Regulators. *Legume Res. Int J*. 31:110-113.
- Juwanda, M., Khusnul, K., & Mohamad, A. 2016. Peningkatan ketahanan bawang merah terhadap penyakit layu Fusarium melalui induksi ketahanan dengan asam salisilat secara Invitro. *Agrin*. 20(1): 15 – 28.
- Joshi R. 2018. A Review of *Fusarium oxysporum* on its Plant Interaction and Industrial Use. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 6(3): 112 – 115.

- Kamisi, L.H. 2011. Analisis Usaha dan Nilai Tambah Agroindustri Kerupuk Singkong. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan Ummu – Ternate)*. 4(2): 82 – 87.
- Leiwakabessy, C., Sinaga, M. S., Mutaqin, K. H., Trikoesoemaningtyas, T., dan Giyanto, G. 2017. Asam salisilat sebagai penginduksi ketahanan tanaman padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(6): 207 – 207.
- Maharani, J.S., Susilo, F.X., I Gede, S., dan Joko, P. 2013. Keterjadian Penyakit Tersebab Jamur pada Hama Penggerak Buah Kopi (Pbko) Di Pertanaman Kopi Agroforestri. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1(1): 86 – 91.
- Mandal S, Mallick N, Mitra A. 2009. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Plant Physiol Biochem*. 47(7): 642 – 649.
- Meilin A, 2014. *Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.
- Miftahul, H. 2010. Pengendalian Layu Fusarium pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara Kultur Teknis dan Hayati. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Nagasubramaniam, A., G. Pathmanabhan dan V. Malika. 2007. Studies On Improving Production Potential Of Baby Corn With Foliar Spray Of Plant Growth Regulators. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol* 21: 154-157.
- Ngittu YS, Mantiri FR, Tallei TE, Kandou FEF, 2014. Idenifikasi Genus Jamur Fusarium yang Menginfeksi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) di Danau Tondano. *PHARMACON. Jurnal Ilmiah Farmasi*. UNSRAT. MANADO. 3(3): 156-161.
- Nisa, F.Z., Manik, N.H., Apriliana, R.P., dan Rahayu, P. 2021. *Bahan Pangan Pencegah Kanker*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Nugraha, H.D., Agus, S. dan Agung N. 2015. Kajian Potensi Produktivitas Ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz) Di Kabupaten Pati. *Jurnal Produksi Tanaman*. 3(8): 673 – 682.
- Nurchayani, E., Sumardi I., Hadisutrisno B., and Suharyanto E. 2012. Penekanan Perkembangan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara *In Vitro*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 12(1): 12 – 22.
- Nurchayani, E., Sholekhah, Sumardi, and Qudus H. I. 2021a. Analysis of Total Carbohydrate and Chlorophyll Content of The Orchid Plantlet [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume.] Resistant Fusarium Wilt Disease. *Journal of Physics: Conference Series*. 1751(012061): 1-5.

- Nurcahyani, E., Qudus H. I., and Evlin, F. 2021b. Analysis of the Protein Profile of Cassava Plantlets (*Manihot esculenta* Crantz) Resistance to Fusarium Wilt Disease. *Science Publications, OnLine Journal of Biological Sciences*. 21(2): 327 – 333.
- Nurcahyani, E., Qudus, H.I., and Evlin, F. 2021c. Analysis of The Reducing Sugar of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Mutant Plantlets Resistant to Fusarium Wilt. *AIP Publishing, AIP Conference Proceedings* 2331(050010): 1-4.
- Nurhayati. 2011. *Epidemiologi penyakit tumbuhan*. Universitas Sriwijaya : Palembang.
- Noviantia, R. A., Nurcahyani, E., dan Lande, M. L. 2017. Uji ketahanan planlet anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume.) hasil seleksi dengan asam salisilat terhadap *Fusarium oxysporum* secara in vitro. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 17(2): 132-137.
- Pitojo, S. 2005. *Benih Tomat*. Kanisius. Yogyakarta.
- Purnomo, T.W.S., Kristian R., dan Amitra P.S. 2007. Asam Salisilat dari Phenol. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.
- Purwono, H. dan Purnamawati. 2008. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, I. M. T. M., Phabiola, T. A., dan Suniti, N. W. 2019. Pengendalian Penyakit Layu *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada Tanaman Cabai Rawit *Capsicum frutescens* di Rumah Kaca dengan *Trichoderma* sp. yang Ditambahkan pada Kompos. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 8(1): 103-117.
- Putri, Oktavia S.D., Ika, R. S., dan Syamsudin, D. 2014. Pengaruh Metode Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc.) terhadap Kejadian Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal HPT*. 2(4): 74 – 81.
- Putri, Z. J. D., Nurcahyani, E., Mahfut, M., dan Wahyuningsih, S. 2022. Uji Ketahanan Anggrek *Cattleya labiata* L. Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Hasil Induksi Asam Salisilat Secara In Vitro. *Jurnal Pertanian Agros*. 24(2): 437-443.
- Rahardjo, I. B., dan Suhardi. 2008. Insidensi dan Intensitas Serangan Penyakit Karat Putih pada Beberapa Klon Krisan. *Jurnal Holtikultura*. 18(3): 312-318.
- Rahayu, M. 2017. Evaluasi Ketahanan Klon Harapan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Terhadap Penyakit Layu dan Busuk Umbi. *Primordia*, 13(1): 11 – 14.

- Rahayu, M dan Saleh, N. 2013. Penyakit "Leles" Pada Tanaman Ubi Kayu Bioekologi dan Cara Pengendaliannya. *Buletin Palawija*. 26: 83 – 90.
- Renfiyeni, D.H. Tjong, B. Nova, D.Canian, and Jamsari. 2018. Geminivirus Resistance in Pepper (*Capsicum annuum*) by The Application of Salicylic Acid. *Proceeding of The 1st International Conference on Chemistry, Pharmacy and Medical Sciences (ICCPM) Universitas Bengkulu*, 27 – 28 November 2018, page 90 – 92.
- Rivas, M. dan Plasencia J. 2011. Salicylic Acid Beyond Defence: its Role in Plant Growth and Development. *Journal of Experimental Botany*. 62(10): 3321–3338.
- Saleh, N., Harnowo, D., dan Mejaya, I.J.M. 2016. Penyakit-penyakit penting pada ubikayu: deskripsi, bioekologi dan pengendaliannya. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang. 168.
- Saleh, N., Rahayu, M., Wahyuni, I.S., Budi, S.R. dan Wahyuningsih, S. 2013. *Hama, Penyakit, dan Gulma pada Tanaman Ubi Kayu Identifikasi dan Pengendaliannya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementrian Pertanian.
- Santa Maria, M., Nurcahyani, E., Handayani, T. T., & Yulianty, Y. 2022. Uji Ketahanan Penyakit Layu Fusarium Planlet Anggrek Bulan [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume] Hasil Induksi Asam Salisilat Secara In Vitro. *Jurnal Pertanian Agros*. 24(2): 262-268.
- Saragih, S. D. 2009. Jenis-jenis Fungi pada Beberapa Tingkat Kematangan Gambut. Skripsi. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara.
- Saruhan, N., Saglam, A., and Kadioglu, A. 2012. Salicylic Acid Pretreatment Induces Drought Tolerance and delays Leaf Rolling by Inducing Antioxidant System in Maize Genotypes. *Acta Physiol Plant*. 34(1): 97 – 106.
- Saroh, Siti Mai, and Rachmi Masnilah. 2022. Effects of Salicylic Acid to Control Bacterial Leaf Blight Disease (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) on Three Varieties of Rice. *Berkala Ilmiah Pertanian*. 5(3): 134-139.
- Sastrahidayat, R. I. 2011. *Epidemiologi Teoritis Penyakit Tumbuhan*. UB Press. Malang.
- Semangun, H. 2004. *Penyakit – Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suhardi. 2002. *Hutan dan Kebun sebagai Sumber Pangan Nasional*. Kanisius. Yogyakarta.

- Sujatmiko, B., Sulistyaningsih, E., and Murti, R. H. 2012. Studi ketahanan melon (*Cucumis melo* L) terhadap layu Fusarium secara in vitro dan kaitannya dengan asam salisilat. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*. 15(2): 1-18.
- Suradji. 2003. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Penebar Swadaya. Depok.
- Suryanti., Chinta, Y.D., dan Sumardiyono, D. 2009. Pengimbasan Ketahanan Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Asam Salisilat In Vitro. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(2): 90-95.
- Womsiwor, O., Nurmaini, N., Zikri, A., Hendra, H., Amrizal, A., Yudistira, Y., dan Batubara, F. 2018. Rancang Bangun Mesin Pengupas Dan Pencuci Singkong Tipe Horizontal. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*. 2(2): 11 – 19.
- Yuliandari, M. 2017. Pengaruh Fraksi Ekstrak Lantana (*Lantana camara*) Terhadap Intensitas Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). (Skripsi). Fmipa Biologi. Universitas Lampung.
- Zamaninejad M, Khorasani S, Moeini M, and Heidarian A. 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *Eur J Exp Biol*. 3(2): 153–161.