

**KAJIAN TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE*
MENGUNAKAN ASAM SALISILAT TERHADAP PENYAKIT LAYU
FUSARIUM BERDASARKAN KARAKTER AGRONOMIS DAN
FISIOLOGIS**

(Skripsi)

Oleh

**AGUNG SETIAWAN
2017061015**



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

**KAJIAN TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE*
MENGUNAKAN ASAM SALISILAT TERHADAP PENYAKIT LAYU
FUSARIUM BERDASARKAN KARAKTER AGRONOMIS DAN
FISIOLOGIS**

Oleh

Agung Setiawan

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

ABSTRAK

KAJIAN TANAMAN CASSAVA HASIL *INDUCED RESISTANCE* MENGUNAKAN ASAM SALISILAT TERHADAP PENYAKIT LAYU FUSARIUM BERDASARKAN KARAKTER AGRONOMIS DAN FISIOLOGIS

Oleh

Agung Setiawan

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai salah satu tanaman yang banyak dibutuhkan dalam beberapa bidang industri. Produksi cassava sering mengalami penurunan akibat penyakit tanaman salah satu penyakitnya layu fusarium. Asam salisilat pada konsentrasi yang optimal dapat mempengaruhi proses agronomis dan fisiologis tanaman seperti luas daun, berat basah, berat kering, jumlah akar serta kandungan klorofil a, b dan total sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan fotosintesis pada tanaman. Pengendalian penyakit layu fusarium dengan pengimbasan atau *induced resistance* merupakan salah satu pengendalian yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian secara kimia menggunakan fungisida. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis karakter agronomis berupa luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering tanaman hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum* dan menganalisis karakter fisiologis berupa kandungan klorofil a, b dan total hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu penambahan asam salisilat dengan konsentrasi 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm. Parameter yang diamati meliputi, luas daun, jumlah akar, berat segar, berat kering dan kandungan klorofil a, b dan total. Data yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter agronomis tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum* berupa luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering yang terbaik pada konsentrasi 100 ppm serta karakter fisiologis tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum* berupa kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total yang terbaik pada konsentrasi 100 ppm.

Kata kunci: Cassava, asam salisilat, *fusarium oxysporum*, *induced resistance*.

ABSTRAC

STUDY OF CASSAVA PLANTS RESULTING FROM *INDUCED RESISTANCE* USING SALICYLIC ACID AGAINST FUSARIUM WILT DISEASE BASED ON AGRONOMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTER

By

Agung Setiawan

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a plant that is much needed in several industrial fields. Cassava production often declines due to plant diseases, one of which is fusarium wilt. Salicylic acid at optimal concentrations can influence agronomic and physiological processes in plants such as leaf area, wet weight, dry weight, number of roots and chlorophyll a, b and total content so that it can increase the rate of growth and photosynthesis in plants. Controlling fusarium wilt using *induced resistance* is a type of control that is more environmentally friendly compared to chemical control using fungicides. The aim of this research is to analyze agronomic characters in the form of leaf area, number of roots, fresh weight and dry weight of plants resulting from *induced resistance* using salicylic acid induced by the fungus *Fusarium oxysporum* and analyze physiological characters in the form of chlorophyll a, b content and total induced yield. resistance using salicylic acid induced by the fungus *Fusarium oxysporum*. This research used a Completely Randomized Design (CRD) with one factor, namely the addition of salicylic acid with concentrations of 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm and 140 ppm. Parameters observed included leaf area, number of roots, fresh weight, dry weight and chlorophyll a, b and total content. The resulting data was then analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) and further tested using the Honestly Significant Difference (BNJ) test at the 5% level. The results of the research showed that the agronomic characters of cassava plants resulting from *induced resistance* using salicylic acid induced by the fungus *Fusarium oxysporum* in the form of leaf area, number of roots, fresh weight and dry weight were the best at a concentration of 100 ppm and physiological characters of induced cassava plants resistance using salicylic acid induced by the *Fusarium oxysporum* fungus in the form of the best chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content at a concentration of 100 ppm.

Key words: Cassava, salicylic acid, *fusarium oxysporum*, *induced resistance*.

Judul Skripsi : **Kajian Tanaman Cassava Hasil
Induced Resistance Menggunakan Asam
Salisilat Terhadap Penyakit Layu Fusarium
Berdasarkan Karakter Agronomis dan
Fisiologis**

Nama Mahasiswa : **Agung Setiawan**

NPM : **2017061015**

Jurusan/Program Studi : **Biologi/S1 Biologi Terapan**

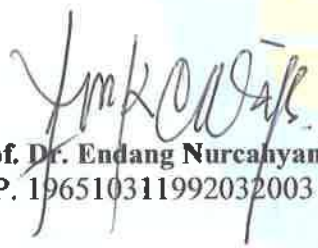
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2



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



Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si.
NIP. 196111251990032001

**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.



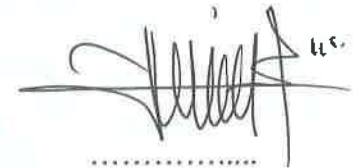
Anggota

: Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si.



Penguji Utama

: Dra. Yulianty, M. Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S. Si., M. Si.

NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Juni 2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agung Setiawan

NPM : 2017061015

Dengan ini menyatakan menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini, baik gagasan, data dan pembahasan adalah benar karya yang saya susun sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya dengan kata lain hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini ini saya buat, jika di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 11 Juni 2024



Agung Setiawan

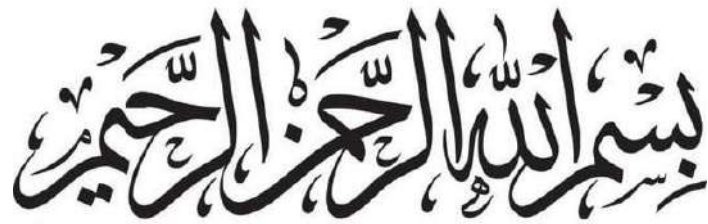
NPM. 2017061015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Muara Dua pada tanggal 26 November 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan bapak Alm. Dul Kosim dan ibu Siti Aisah. Penulis menempuh pendidikan SD Negeri 03 Way Tuba pada tahun 2008. Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 03 Way Tuba dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 01 Way Tuba, Kab. Way Kanan Pada tahun 2017. Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP). Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis pernah menjadi asisten praktikum Biosistematika, Rekayasa Genetika, *In Vitro* Tumbuhan, Biokonservasi dan Entomologi Kesehatan di jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT. Central Proteina Prima, Tbk. daerah Tanggerang pada Januari – Februari 2023 dengan Judul **“Reidentifikasi Molekuler Isolat Bakteri Arsip *Department of Central Laboratory*, PT. Central Proteina Prima, Tbk. dengan Metode *Sekuensing Gen 16S rRNA*”**. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Juni – Agustus 2023 di Desa Rantau Jaya Ilir, Kecamatan Putra Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Oktober – Januari 2024 di Laboratorium Botani dan Rumah Kasa Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan rasa syukur kehadiran Allah SWT juga shalawat yang senantiasa pada Rasulullah Muhammad SAW.

Saya persembahkan karya kecil ini kepada Orang Tua dan Keluarga

Yang telah merawat, memberikan kasih sayang, motivasi dan senantiasa mendo'akan setiap langkah yang saya jalani.

Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi Universitas Lampung

Yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan segala ilmunya dengan ikhlas kepada saya hingga gelar sarjana ini dapat saya raih.

Teman-Teman Prodi Biologi Terapan Angkatan 2020

Yang telah berjuang sejak awal berada di bangku perkuliahan dan selalu memberikan semangat disetiap ada kesempatan hingga saat ini.

Almamater Tercinta

Universitas Lampung yang akhirnya menjadi jodoh saya dan memberikan kesempatan kepada saya untuk menimba ilmu dan menjadi tempat saya berikhtiar meraih impian saya.

MOTTO

“ Keberhasilan dimulai dengan keberanian untuk mencoba.”

(Walt Disney)

“Kesuksesan instan hanya membentuk ego, sedangkan kesuksesan yang bertahap membentuk karakter.”

(Ratan Tata)

“Dua alasan mengapa orang lain membicarakan kita. Pertama karena kita punya kebaikan atau kelebihan. Kedua karena kita punya keburukan yang terlalu berlebihan.”

(Awan)

“Life is the art of drawing without an eraser.”

(Sydney)

SANWACANA

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala Rahmat dan Karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dengan judul **“Kajian Tanaman Cassava Hasil *Induced Resistance* Menggunakan Asam Salisilat Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Berdasar Karakter Agronomis dan Fisiologis”**. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Ibu **Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si.** dengan judul **“Riset Berbasis Analisis molekular Tanaman Cassava Hasil *Induced Resistance* Terhadap Penyakit Layu *Fusarium* Sebagai Bentuk Implementasi MBKM Program Studi Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung”**, yang didanai 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.

Shalawat teriring salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat serta umatnya diakhir zaman, Aamiin. Pada kesempatan ini, penulis hanturkan terimakasih atas kesabaran, memberikan arahan, saran, serta motivasi dalam membimbing penulis dalam penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini. Penulis hanturkan Terima Kasih dan penghargaan yang tinggi kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si., selaku pembimbing I saya yang telah banyak membantu dan memotivasi saya dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si., selaku pembimbing II saya yang telah banyak berjasa dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Ibu Dra. Yulianty M.Si. selaku pembahas atas segala bimbingan, motivasi, saran, serta semangat kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
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 (FMIPA) Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Jani Master, M. Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
7. Ibu Gina Dania Pratami, S. Si., M. Si., selaku Ketua Program Studi Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
8. Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si., selaku mantan Ketua Program Studi Biologi Terapan 2019 – 2023, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.
9. Ibu Dra. Elly lestari Rusitiati, M. Sc. selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan, kritik, dan sarannya kepada penulis dalam menempuh pendidikan di Jurusan Biologi.
10. Orang tuaku tercinta, Bapak Sanusi dan Ibu Siti Aisyah. Mereka sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis. Mereka memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan. Tapi semangat motivasi serta do'a yang selalu mereka berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya hingga sarjana.
11. Mamah Sunarsih tersayang selaku orang tua tiriku yang selalu memotivasi dan memberikan semangat selama ini.
12. Kepala Laboratorium Botani, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unila beserta seluruh staf teknis, yang telah memberikan izin, fasilitas, dan bantuannya selama penulis melakukan penelitian.
13. Bapak Ibu Dosen yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bimbingan ilmu yang sudah diberikan selama penulis melaksanakan studi di Jurusan Biologi.

14. Sahabat seperjuangan penelitian cassava, Resya, Enjel, Nismala, Dina, Gustiyana, Salma, Abel, Lutfiya dan Rezza, terimakasih untuk semua kerjasama, kebersamaan, semangat, saran dan kritik serta doanya selama menjalani penelitian.
15. Ryanda Saputra, Jesika Oktavia Putri, Septi Liana Sari selaku sahabat tercinta yang selalu siap mendengar keluh kesah selama menjalankan penelitian.
16. Susi Sulastri Banurea, Rifaldi Iqbal Yadiansyah, Melga Fadhilah Putri dan Lucy Adi Tama terimakasih atas dukungan, motivasi, mendengarkan keluh kesah selama menjalankan penelitian.
17. Jodoh penulis kelak kamu adalah salah satu alasan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, meskipun saat ini penulis tidak tahu keberadaanmu entah di bumi bagian mana dan menggenggam tangan siapa. Seperti kata Bj Habibie “Kalau memang dia dilahirkan untuk saya, jungkir balikpun saya yang dapat”.

Ucapan Terima Kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan ketika penelitian ini berlangsung hingga skripsi ini selesai. Semoga karma baik kita berbuah pada waktu yang tepat karena berbagai pihak telah banyak membantu penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan skripsi ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 11 Juni 2024
Penulis,

Agung Setiawan

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	iii
ABSTRAC.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
MENGESAHKAN	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pikir.....	4
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sejarah Tanaman Cassava.....	6
2.2 Morfologi Tanaman Cassava	7
2.3 Kandungan Gizi Tanaman Cassava.....	11
2.4 Jamur <i>Fusarium oxysporum</i>	12
2.5 Ketahanan Terimbas	15
2.6 Asam Salisilat.....	17
2.7 Biosintesis Klorofil.....	19
III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Waktu dan Tempat	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	23
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	24
3.5 Pelaksanaan penelitian.....	26

3.5.1 Persiapan Media Tanam dan Penanaman Tanaman Cassava	26
3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Salisilat	26
3.5.3 Pengimbasan Asam Salisilat.....	27
3.5.4 Inokulasi Tanaman Cassava Terhadap <i>Fusarium oxysporum</i>	27
3.5.5 Pengamatan.....	28
3.5.6 Analisis Data.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Luas Daun	31
4.2 Jumlah Akar	34
4.3 Berat Segar Tanaman.....	37
4.4 Berat Kering Tanaman.....	40
4.5 Analisis Kandungan Klorofil	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi tanaman cassava	8
2. Gejala busuk umbi pada tanaman cassava	10
3. Koloni <i>f. oxysporum</i> (A) umur 7 hari, (B) umur 4 minggu	14
4. Struktur asam salisilat (Hadisoebroto, 2019)	18
5. Struktur klorofil a dan klorofil b.....	21
6. Tata letak satuan penelitian	24
7. Diagram alir	25
8. Kurva Regresi Hubungan Kandungan Klorofil a Tanaman	45
9. Kurva Regresi Hubungan Kandungan Klorofil b Tanaman	47
10. Kurva Regresi Hubungan Kandungan Klorofil Total	49
11. Media PDA	77
12. Isolat jamur <i>Fusarium</i>	77
13. Pupuk Kompos.....	77
14. Kegiatan Penanaman Cassava	77
15. Larutan Asam Salisilat	77
16. Inokulasi Jamur <i>Fusarium</i>	77
17. Analisis Kandungan Klorofil.....	78
18. Luas Daun Tanaman	78
19. Jumlah Akar Tanaman	78
20. Berat Segar Tanaman	78
21. Berat Kering Tanaman	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan kalori dan gizi beberapa produk cassava setiap 100 g.....	12
2. Notasi perlakuan dan ulangan.....	23
3. Rerata luas daun pada tanaman cassava minggu ke-4 setelah.....	32
4. Rerata jumlah akar tanaman cassava pada minggu ke-4 setelah	35
5. Rerata berat segar tanaman cassava pada minggu ke-4 setelah.....	38
6. Rerata berat kering tanaman cassava pada minggu ke-4 setelah.....	41
7. Rerata kandungan klorofil a tanaman cassava pada minggu ke-	44
8. Rerata kandungan klorofil b tanaman cassava pada minggu.....	46
9. Rerata kandungan klorofil total tanaman cassava pada minggu	48
10. Hasil Uji Homogenitas Luas Daun Tanaman Cassava	64
11. Hasil Uji ANOVA Luas Daun Tanaman Cassava	64
12. Hasil Uji BNJ Luas Daun Tanaman Cassava	65
13. Hasil Uji Homogenitas Jumlah akar Tanaman Cassava.....	66
14. Hasil Uji ANOVA Jumlah Akar Tanaman Cassava	66
15. Hasil Uji BNJ Jumlah Akar Tanaman Cassava	67
16. Hasil Uji Homogenitas Berat Segar Tanaman Cassava	68
17. Hasil Uji ANOVA Berat Segar Tanaman Cassava	68
18. Hasil Uji BNJ Berat Segar Tanaman Cassava	69
19. Hasil Uji Homogenitas Berat Kering Tanaman Cassava	69
20. Hasil Uji ANOVA Berat Kering Tanaman Cassava	70
21. Hasil Uji BNJ Berat Kering Tanaman Cassava	70
22. Hasil Homogenitas Kandungan Klorofil a Tanaman Cassava	71
23. Hasil Uji ANOVA Kandungan Klorofil a Tanaman Cassava	71
24. Hasil Uji BNJ Kandungan Klorofil a Tanaman Cassava	72

25. Hasil Uji Homogenitas Kandungan Klorofil b Cassava.....	72
26. Hasil Uji ANOVA Kandungan Klorofil b Cassava	73
27. Hasil Uji BNJ Kandungan Klorofil b Cassava	73
28. Hasil uji Homogenitas Kandungan Klorofil Total Cassava	74
29. Hasil Uji ANOVA Kandungan Klorofil Total Cassava	74
30. Hasil Uji ANOVA Kandungan Klorofil Total Cassava	75

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu komoditas pertanian yang telah banyak diolah menjadi berbagai macam produk jadi atau produk setengah jadi yang memiliki manfaat di bidang industri makanan dan minuman. Perkembangan tanaman cassava mengalami kemajuan pesat dari tahun ke tahun berdasarkan data statistik, hal ini dilihat dari permintaan bahan baku yang tinggi. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa produksi cassava di Provinsi Lampung merupakan yang paling besar jika dibandingkan dengan Provinsi lain. Tercatat bahwa produksi cassava di Provinsi Lampung pada Tahun 2022 mencapai 6.719.088 ton (BPS, 2023).

Menurut Fauzi dkk. (2015) produksi komoditas pangan cassava menduduki urutan ketiga setelah padi dan jagung, yang ketiganya digunakan sebagai sumber karbohidrat utama masyarakat. Cassava merupakan komoditas pangan penting di Indonesia dan ke depannya komoditas ini akan semakin strategis peranannya bagi kehidupan masyarakat dan perekonomian negara.

Tanaman cassava merupakan tanaman akar tahunan yang menjadi tanaman terpenting ketiga didunia. Daerah tropis dan subtropis misalnya Asia, cassava memiliki peran penting sebagai tanaman pangan pokok. Tanaman ini mampu bertahan hidup dan berproduksi di lingkungan yang merugikan seperti kekeringan dan tanah yang kurang subur (Amponsah *et al.*, 2014).

Masih terdapat banyak kendala dalam produksi budidaya cassava, salah satunya yaitu serangan penyakit layu fusarium. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* yang hingga saat ini belum dapat diatasi secara efektif. Jamur *fusarium* merupakan patogen utama penyebab kerusakan umbi cassava dengan tingkat kerusakan mencapai 30%. Serangan penyakit terjadi sejak awal pembentukan umbi hingga masa panen pada umur 6 hingga 12 bulan (Bandyopadhyay *et al.*, 2006).

Dalam pengendalian penyakit cassava yang efisien yaitu menggunakan varietas yang resisten. Penggunaan varietas yang unggul terhadap *Fusarium oxysporum*, merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit yang tidak berdampak negatif (Nurchayani *et al.*, 2016a; Nurchayani *et al.*, 2016b; Nurchayani *et al.*, 2017; Nurchayani *et al.*, 2019). Berdasarkan hal tersebut perlu dicari alternatif lain yaitu dengan memanfaatkan suatu kultivar yang tahan penyakit, salah satunya dengan menggunakan senyawa pengendalian penyakit asam salisilat.

Menurut Hayat dkk. (2010) asam salisilat merupakan senyawa fenol sederhana yang berperan penting dalam mengatur proses fisiologi dan respon imunisasi tanaman. Senyawa ini termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang telah banyak berperan dalam respon tanaman terhadap penyakit serta dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rivas *et al.*, 2011).

Terdapat beberapa metode aplikasi asam salisilat yaitu, perendaman biji sebelum penyemaian, penambahan hidroponik, pengairan atau penyemprotan asam salisilat (Horvarth *et al.*, 2007). Asam salisilat pada konsentrasi yang optimal dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman seperti sintesis klorofil, sintesis protein dan meningkatkan laju fotosintesis (El-Tayeb, 2005). Efek positif asam salisilat yaitu meningkatkan kandungan pigmen sehingga meningkatkan fotosintesis, asimilasi CO₂, dan serapan mineral pada tanaman kedelai (Andriani dkk., 2015).

Menurut hasil penelitian Nagasubramaniam *et al.* (2007) yaitu 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) menyatakan bahwa asam salisilat 125 ppm mampu meningkatkan produksi bahan kering pada tanaman jahe. Berdasarkan penelitian Susilowati dkk. (2015) juga menyatakan bahwa kisaran asam salisilat yang toleran untuk seleksi *Phalaenopsis amabilis* secara *in vitro* adalah 15-60 ppm. Syahfitri dkk. (2022) menyatakan bahwa asam salisilat 100 ppm mampu memberikan hasil yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm sehingga dapat mempengaruhi kandungan klorofil a, b dan total pada daun planlet anggrek *dendrobium*.

Ketahanan terhadap suatu penyakit pada tanaman dapat diperoleh dengan cara pengimbasan ketahanan. Ketahanan terimbas (*Induced resistance*) merupakan suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen-gen baru. Induksi resistensi menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif dan atau menstimulasi mekanisme resistensi alami pada tanaman inang (Afrian dkk., 2017). Pengendalian penyakit layu fusarium dengan *induced resistance* merupakan salah satu cara pengendalian yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian secara kimia dengan fungisida (Boller and Felix, 2009).

Penggunaan asam salisilat dengan konsentrasi 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm secara *in vivo* sejauh ini belum pernah dilakukan dalam pengimbasan ketahanan (*Induced resistance*) tanaman cassava terhadap *Fusarium oxysporum*, oleh karena itu penelitian ini menarik untuk dilakukan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakter agronomis berupa luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum*.
2. Menganalisis karakter fisiologis berupa kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum*.

1.3 Kerangka Pikir

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu bahan makanan pokok pengganti nasi. Tanaman ini banyak dibudidayakan di Indonesia tetapi dalam proses penanamannya sering kali terkendala oleh adanya serangan jamur patogen penyebab penyakit layu fusarium. Cassava dapat digunakan sebagai model tanaman untuk penelitian *induced resistance*. Pertumbuhan tanaman cassava sering mendapat gangguan penyakit layu yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*.

Pengendalian penyakit layu fusarium dengan *induced resistance* merupakan salah satu pengendalian yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian secara kimia dengan fungisida. Upaya yang efisien dan tidak menimbulkan dampak negatif untuk pengendalian layu fusarium yaitu dengan menggunakan varietas yang unggul dan resisten terhadap serangan jamur *Fusarium oxysporum*, melalui pengimbasan asam salisilat dalam media tanah.

Salah satu pengendalian yang aman terhadap lingkungan adalah pengendalian hayati. Pengendalian tersebut dilakukan dengan cara mengimbas asam salisilat pada tanaman cassava secara *in vivo* dengan tujuan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen.

Asam salisilat berperan dalam respon tanaman terhadap penyakit dan juga mempengaruhi pertumbuhan perkembangbiakan tanaman. Asam salisilat pada konsentrasi yang optimal dapat mempengaruhi proses agronomis dan fisiologis tanaman seperti luas daun, berat basah, berat kering, jumlah akar serta kandungan klorofil a, b dan total sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan fotosintesis pada tanaman. Penggunaan asam salisilat sebagai agen pengendalian penyakit layu fusarium secara *in vivo* diharapkan dapat menghasilkan tanaman cassava yang resisten terhadap infeksi *F. oxysporum*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Terdapat karakter agronomis berupa luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum*.
2. Terdapat karakter fisiologis berupa kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Tanaman Cassava

Menurut FAO (2013) *Manihot esculenta* Crantz atau cassava merupakan tanaman yang dikonsumsi jutaan orang di seluruh daerah tropis dan digunakan dalam berbagai olahan di banyak industri makanan. Produksi cassava di Asia menyumbang sekitar 30 % dari produksi umbi dunia. Cassava adalah penghasil karbohidrat yang luar biasa dan tanaman yang mampu mengatasi kekeringan musiman dibandingkan tanaman pangan utama lainnya.

Cassava pertama kali dikenal di Amerika Selatan kemudian dikembangkan pada masa prasejarah di Brasil dan Paraguay, sejak kurang lebih 10 ribu tahun yang lalu. Tanaman cassava yang tumbuh liar di alam ada banyak, semua klon cassava dapat dibudidayakan. Bukti-bukti peninggalan sejarah budidaya cassava justru banyak ditemukan di kebudayaan Indian Maya, tepatnya di Meksiko dan El Salvador. Cassava ditanam secara komersial di wilayah Indonesia pada masa Hindia-Belanda sekitar tahun 1810, setelah sebelumnya diperkenalkan orang Portugis pada abad ke-16 dari Brasil. Cassava masuk ke Indonesia dibawa oleh Bangsa Portugis ke Maluku sekitar abad ke-16. (Howeler *et al.*, 2014).

Lampung telah ditanami cassava dalam skala besar mulai tahun 1960-an. Sejak itu cassava ditanam secara monokultur, hampir selalu ditanam kembali cassava setelah tanaman cassava sebelumnya selesai dipanen, hal

ini terjadi karena di Lampung tersedia pabrik tapioka dalam jumlah besar yang semuanya membutuhkan cassava setiap hari untuk memenuhi kapasitas pabrik masing-masing. Cassava yang banyak ditanam di Lampung antara lain adalah klon UJ-3 atau yang dikenal oleh petani dengan nama Thailand, klon UJ-5 atau yang dikenal dengan nama Cassesart, dan beberapa klon lokal seperti Barokah, Manado, Klenteng, Gajah, dan-lain-lain (Tabloid Sinar Tani, 2014).

2.2 Morfologi Tanaman Cassava

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) disebut juga ketela pohon, singkong, ubi kayu (Sumatera), pohong, budin (Jawa), sampek, boled (Sunda) dan kaspé (Papua). Tanaman ini termasuk ke dalam suku Euphorbiaceae dan merupakan tanaman yang sudah lama dikenal serta dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Terlihat dari daerah penyebaran komoditas tersebut hampir diseluruh provinsi Indonesia. Cassava digunakan sebagai sumber karbohidrat, dan banyak dimanfaatkan untuk bahan pangan, pakan, serta bahan baku industri. Produksi cassava dari tahun 1987 hingga 2013 mengalami fluktuasi dan pada 3 tahun terakhir cenderung mengalami penurunan, hal ini perlu mendapat perhatian khusus apa penyebab terjadinya penurunan produksi tersebut (Fauzi dkk., 2015).

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

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Classis	: Magnoliopsida
Ordo	: Malpighiales
Familia	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz

Berikut merupakan morfologi tanaman cassava disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Morfologi tanaman cassava
(Dokumentasi Pribadi dari Setiawan, 2023)

Keterangan:

- A = Cassava setelah berumur 4 bulan
- B = Daun cassava
- C = Batang cassava
- D = Akar cassava

Cassava merupakan tanaman perdu dikotil. Tinggi tanaman cassava dapat mencapai 7 meter. Beberapa tanaman cassava bercabang dan tidak sedikit juga tanaman yang tidak bercabang. Akar-akar cabangnya kemudian membesar menjadi ubi yang dapat dimakan karena merupakan tempat penyimpanan karbohidrat dari tanaman. Ukuran umbi rata-rata mencapai 2-3 cm dengan panjang 50—80 cm, tergantung dari varietas atau klon (Yuliadi, 2018).

Menurut Yuliadi (2018) bagian daging cassava ada yang berwarna putih dan ada yang berwarna kuning atau kekuning-kuningan. Cassava tidak tahan disimpan meskipun ditempatkan kedalam lemari pendingin, dengan kondisi di tanah lapang paling lama cassava hanya dapat bertahan 5 — 7

hari. Setelah itu umbi akan rusak yang ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya asam sianida yang bersifat racun. Umbi tanaman cassava merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber protein ada pada daun cassava karena mengandung asam amino metionin.

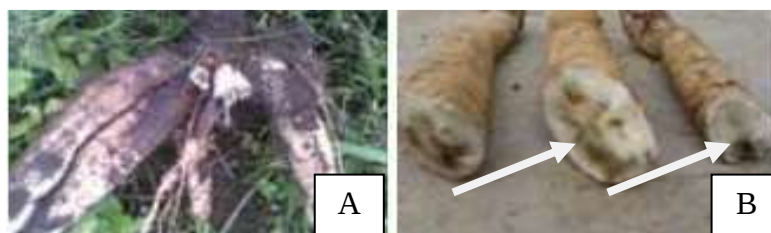
Cassava merupakan bahan makanan pokok nomor tiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Bagian tanaman cassava yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan adalah umbinya. Umbi cassava memiliki nilai nutrisi berupa karbohidrat, protein, lemak, Fe, Zn, natrium, kalium, magnesium dan beta karoten (Adetoro dkk., 2018; Hartati dkk., 2012).

Cassava merupakan salah satu tanaman pangan alternatif pengganti beras sebagai makanan pokok. Keunggulan tanaman ini dibandingkan tanaman pertanian lain seperti beras adalah mudah untuk dibudidayakan, mampu bertahan pada kondisi kekurangan air atau curah hujan yang rendah, dapat berproduksi dengan baik di tanah yang miskin hara (Elida dan Hamidi, 2009).

Menurut Lebot (2009) tanaman cassava merupakan tanaman semak berkayu, dengan tinggi tanaman mencapai 2 m hingga 4 m. Bagian umbi terdiri dari lapisan kulit tipis (lapisan terluar, sekitar 0,5– 2% dari organ umbi, mudah dihilangkan dengan sedikit goresan), kulit (dengan ketebalan sekitar 1–2 mm, 8-15% dari umbi; mengandung HCN yang beracun) dan sekitar 83-92% merupakan daging umbi atau bagian yang dapat dimakan. Hartati dkk. (2012) menyatakan bahwa upaya dalam pengembangan cassava sangatlah 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.

Salah satu penyakit yang dianggap serius pada tanaman cassava adalah penyakit busuk umbi yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporium*. Serangan penyakit busuk umbi menyebabkan umbi cassava tidak memiliki nilai ekonomis dan tidak dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan berbagai macam produk. Varietas yang rentan terkena serangan penyakit busuk umbi dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 100%. Pencegahan serangan penyakit busuk umbi dapat dilakukan diantaranya adalah dengan seleksi lahan yang baik, menggunakan varietas yang tahan, menggunakan bahan tanam yang sehat, sanitasi lahan, dan rotasi tanaman (Moses *et al.*, 2005).

Penyakit busuk umbi pada tanaman cassava mulai diperhatikan sejak munculnya 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 (2017); Rahayu dkk., (2017). Gejala busuk umbi pada tanaman cassava disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Gejala busuk umbi pada tanaman cassava
Sumber : Saleh dkk. (2013)

Keterangan:

- A = Cassava setelah panen
- B = Gejala busuk umbi cassava

Rahayu (2017); Rahayu dkk. (2013) menyatakan bahwa dari yang bergejala busuk pada tanaman cassava didapatkan beberapa jenis jamur tular tanah yaitu *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. dan *Aspergillus* sp. Berdasarkan hasil uji patogenisitas terbukti bahwa *F. oxysporum* sebagai salah satu penyebab penyakit busuk pangkal batang, akar dan umbi cassava tersebut.

2.3 Kandungan Gizi Tanaman Cassava

Cassava memiliki sumber protein yang baik bagi tubuh jika dikonsumsi sebagai sayuran atau ramuan. Pengolahan cassava secara terpadu merupakan upaya memanfaatkan seluruh bagian dari cassava tanpa ada yang terbuang termasuk kulitnya. Komponen kimia dan gizi dalam 100 g kulit cassava adalah sebagai berikut : protein 8,11 g; serat kasar 15,20 g; pektin 0,22 g; lemak 1,29 g; kalsium 0,63 g sedangkan komponen kimia dan gizi daging singkong dalam 100 g adalah protein 1 g; kalori 154 g; karbohidrat 36,8 g; lemak 0,1 g (Mahmud dkk., 2009) .

Tanaman ini mengandung berbagai macam zat gizi yang berfungsi baik untuk tubuh dan dikenal sebagai produsen karbohidrat paling efisien di antara tanaman penghasil karbohidrat lainnya (Laswai, dkk., 2006; Vessia, 2008). Cassava memiliki banyak kelebihan yakni (a) dapat tumbuh pada kondisi yang kurang baik dan iklim yang ekstrim, seperti tanah masam; (b) mampu memproduksi pada tanah yang subur, tetapi tetap menghasilkan pada tanah yang kurang atau tidak subur; (c) rentang panen yang panjang yakni antara 10 hingga 30 bulan; (d) merupakan makanan pokok terbesar dunia setelah gandum, beras dan jagung; (d) sumber terbesar karbohidrat; (e) sekitar 500 juta orang bergantung padanya; dan (f) memiliki umbi manis dan pahit (Kaya dkk, 2009). Daftar kandungan gizi daun cassava disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kandungan kalori dan gizi beberapa produk cassava setiap 100 g

Bahan	Energi (kcal)	Protein (g)	Besi (mg)	Vitamin A (mg)	Thiamin (mg)	Niacin (mg)	Vitamin C (mg)	Air (%)	Serat (g)
Umbi Segar	153	0.7	1.0	-	0.07	0.7	30	60	1.0
Tepung (Umbi Kering)	342	1.5	2.0	-	0.04	0.8	0	12	1.5
Daun Segar	91	7.0	7.6	2000	0.25	2.4	311	70	4.0
Daun Kering	194	32.5	8.0	-	-	-	-	27	-

Sumber : Kaya dkk. (2009)

2.4 Jamur *Fusarium oxysporum*

Menurut Alexopoulus *et al.*, (1996) dan Hibbet *et al.*, (2007) klasifikasi jamur *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman sebagai berikut.

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

Fusarium oxysporum merupakan salah satu jamur tanah atau dapat disebut sebagai *soil in habitat*. Jamur ini sukar dibebaskan pada tanah yang sudah terinfeksi karena bersifat tular tanah (*soil borne pathogen*). Penyakit layu fusarium ini menyerang tanaman yang dapat 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. Jamur ini dapat dengan mudah

menular dari satu tanaman ke tanaman lain melalui kontak akar, alat pertanian, angin, air hujan dan binatang (Pitojo, 2005).

Layu fusarium menjadi salah satu penyakit yang paling mematikan pada tumbuhan karena memiliki dampak yang sangat merugikan bagi manusia maupun tumbuhan sendiri. *Fusarium oxysporum* salah satu jenis fungi yang menyerang tumbuhan pada bagian jaringan vaskular akibatnya tumbuhan akan kehilangan nutrisi sehingga menjadi layu. Jaringan yang terinfeksi *Fusarium oxysporum* merupakan jaringan pengangkut xilem, jamur ini menginfeksi dengan cara menghambat aliran air. Bentuk tubuh dari *Fusarium oxysporum* berupa klamidospora yang dapat bertahan hidup didalam tanah dalam jangka waktu yang sangat lama (Wahyuni *et al.*, 2013).

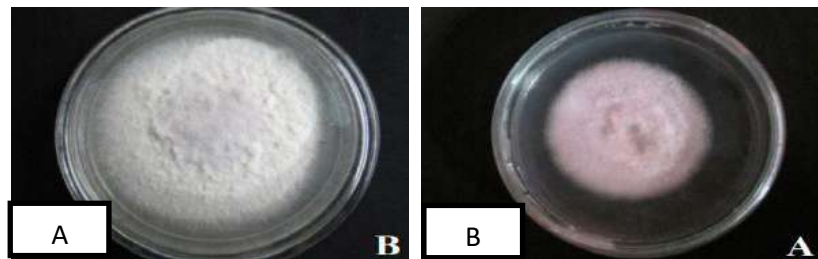
Tanaman yang terinfeksi jamur *Fusarium oxysporum* akan menunjukkan gejala layu dan mati. *Fusarium oxysporum* dapat menyebabkan kematian pada tanaman karena menjadi parasit bagi tanaman inangnya, terlebih *Fusarium oxysporum* tumbuh pada bagian pembuluh tanaman. Sehingga jaringan pembuluh tersumbat karena suatu toksin yang menyebabkan tanaman mati (Sastrahidayat, 2012).

Jamur *Fusarium oxysporum* termasuk kelas hypomycetes, semula dimasukkan ke dalam kelas Deuteromycetes karena hanya melakukan reproduksi secara aseksual dengan alat reproduksi yang disebut konidia, namun saat ini telah ditemukan fase seksualnya dalam bentuk *teleomorph* (Lesli and Summerell, 2006).

Fusarium oxysporum merupakan salah satu patogen terbawa tanah (*soil borne*) yang paling merusak di daerah penghasil tanaman di seluruh dunia. Patogen ini memiliki kisaran tanaman inang yang sangat luas dan tersebar di semua zona iklim subtropis dan tropis. *F. oxysporum* dikelompokkan ke dalam forma spesialis berdasarkan pada tanaman inang

yang dapat diinfeksi. Sebagian taksonomi dibagi lagi kedalam ras fisiologi berdasarkan virulensi pada berbagai kultivar inang yang berbeda (Hartati *et al.*, 2016).

Koloni *Fusarium oxysporum* disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Koloni *F. oxysporum* (A) umur 7 hari, (B) umur 4 minggu dalam medium PDA (Nurchayani *et al.*, 2012)

Layu fusarium merupakan salah satu penyakit yang paling merugikan di daerah tropis. *F. oxysporum* mempunyai tiga tipe spora yaitu (1) makrokonidium lebih sering dihasilkan dalam sporodokium pada permukaan bagian tanaman yang terinfeksi atau pada medium buatan. (2) mikrokonidium yang berbentuk oval atau lonjong terdapat pada konidiofor yang pendek pada miselium udara. Makrokonidium dan mikrokonidium keduanya dapat juga terbentuk dalam pembuluh xilem dari tanaman yang terinfeksi, tetapi mikrokonidium biasanya merupakan tipe yang lebih dominan. (3) Klamidospora merupakan spora aseksual yang ber dinding tebal dihasilkan pada hifa atau konidium *F. oxysporum* biasanya terbentuk pada makrokonidium. Klamidospora dapat bertahan lama dalam tanah bekas tanaman inang yang sudah mati meskipun tanpa tanaman inang yang cocok (Kristiawati dkk., 2014).

Serangan awal layu fusarium ditandai dengan busuk di bagian batang yang dekat dengan permukaan tanah. Selanjutnya, kebusukan akan menjalar hingga ke akar. Akibatnya, tanaman akan layu dan kekeringan di bagian ranting dan pada akhirnya menyebabkan tanaman rebah (Hamid dan Haryanto, 2011). Gejala serangan *F. oxysporum* yang mana awalnya

tulang-tulang daun sebelah atas menjadi pucat, tangkai daun merunduk dan tanaman menjadi layu. Layu total dapat terjadi antara 2-3 minggu setelah terinfeksi. Tandanya dapat dilihat pada jaringan angkut tanaman yang berubah warna menjadi kuning atau coklat. Penyakit ini dapat bertahan di tanah untuk jangka waktu lama dan bisa berpindah dari satu lahan ke lahan lain melalui mesin-mesin pertanian, seresah daun yang telah terserang, maupun air irigasi. Suhu tanah yang tinggi sangat sesuai untuk perkembangan penyakit ini (Nurcahyani, 2022).

Ambar (2002) menyatakan bahwa ciri-ciri gejala penyakit fusarium yaitu: tampak pada daun, terutama daun bagian bawah, kelayuan tersebut berlanjut sampai seluruh daun layu dan akhirnya mati. Kadang-kadang kelayuan didahului dengan menguningnya daun, tanaman kerdil, dan merana pertumbuhannya.

2.5 Ketahanan Terimbas

Nurcahyani (2022) menyatakan bahwa pengendalian secara hayati dapat melalui interaksi antara populasi patogen dari agens hayati baik secara langsung maupun tidak langsung. Interaksi langsung apabila agens hayati mampu mereduksi populasi patogen melalui parasitisme, antibiosis atau kompetisi. Interaksi tidak langsung apabila agens hayati berinteraksi dengan patogen didalam tubuh inangnya. Interaksi tidak langsung tersebut dapat menyebabkan ketahanan terimbas (*induced resistance*). Ketahanan terimbas bersifat spesifik terhadap jenis patogen, sehingga dapat lebih efisien dalam pelaksanaanya.

Menurut Agrios (2005) Ketahanan terimbas merupakan ketahanan yang terekspresi setelah patogen menyerang, dengan bentuk pertahanan pada dinding sel, biosintesis fitoaleksin, dan akumulasi protein. Mekanisme ketahanan terimbas merupakan mekanisme yang sangat kompleks, meliputi pengenalan tanaman terhadap patogen (*recognition*), produksi

fitoaleksin (salah satu turunan senyawa fenol), PR-protein (*Pathogenesis-Related protein*), dan lignifikasi. Peningkatan senyawa fenol merupakan salah satu parameter terjadinya mekanisme ketahanan terimbas terhadap infeksi patogen. Senyawa fenol merupakan hasil metabolisme tanaman yang terbentuk dengan salah satu fungsi sebagai sistem ketahanan kimiawi tanaman, yang mampu mencegah pertumbuhan dan perkembangan patogen.

Bentuk pertahanan alami tanaman terhadap patogen dapat bersifat pasif, yang berarti terdapat pada tanaman pada konsentrasi yang tepat sehingga patogen tidak bisa masuk, berkembang, dan menyebar, misalnya adanya lapisan lilin, kutin, *phenolic glycosides*, fenol, *quinones*, steroid dan terpenoid. Bentuk lain dari pertahanan tanaman bersifat dinamis seperti meningkatnya konsentrasi enzim-enzim pertahanan setelah terjadinya infeksi oleh patogen seperti fitoaleksin, radikal bebas (*reactive oxygen species* = ROS), kalsium, silikon dan silikat, peroksidase, hidrosiprolin, glikoprotein, tiorin, kitinase, β -1,3-glukanase, ribonuklease, proteases, kallose, lignin, lipoxigenase dan phospholipase (Heil and Bostock, 2002; Abd-Monaim *et al.* 2012).

Tahap-tahap proses ketahanan terimbas menurut Campbell and Jane (2008) adalah:

1. Pengenalan gen untuk gen. Pengenalan gen untuk gen merupakan upaya pengenalan molekul-molekul tumbuhan. Pengenalan molekul dari patogen oleh protein gen resisten 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 didekat infeksi patogen untuk membatasi penyebaran patogen. Respons hipersensitif juga menginduksi produksi PR protein (*Pathogenesis-related proteins*), salah satunya adalah enzim peroksidase yang

berperan penting dalam proses lignifikasi dan sebagian besar merupakan enzim yang menghidrolisis komponen dinding sel patogen.

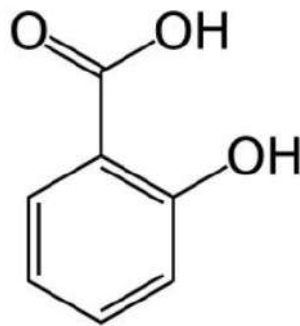
3. Resistensi sistemik yang diperoleh. Sebelum sel-sel yang terisolasi (sel yang terinfeksi) mati, sel-sel tersebut mengirim sinyal berupa asam salisilat ke seluruh tubuh tumbuhan, kemudian asam salisilat diubah menjadi asam salisilat di bagian yang jauh dari bagian yang terinfeksi, pada proses ini resistensi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

2.6 Asam Salisilat

Menurut Rivas *et al.* (2011) asam salisilat (AS) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. AS memegang peranan penting dalam ketahanan sistemik terinduksi. AS dapat diinduksikan pada tanaman sebagai reaksi terhadap infeksi patogen, dan digunakan sebagai racun murni pada penyakit layu fusarium. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap penyakit dapat berupa ketahanan secara fisik maupun kimia. Salah satu bentuk ketahanan secara kimia adalah AS. AS lebih dominan untuk mengatasi serangan patogen *biotrof* (patogen yang aktif pada jaringan hidup) dan virus. Mekanisme ketahanan melalui jalur AS berhubungan dengan protein-protein yang terkait dengan pathogenesis.

Asam salisilat (AS) salah satu hormon yang diproduksi oleh tanaman (Li *et al.*, 2019). AS memiliki peran di dalam fisiologi dan morfologi tanaman seperti perkecambahan, respirasi, pertumbuhan vegetatif, penuaan dan induksi resistensi pada tanaman (Rivas *et al.*, 2011). AS pertama kali dideskripsikan sebagai senyawa yang dapat mencegah penyakit virus mosaik tembakau yang menyerang tembakau dengan menginduksi senyawa kimia yang memiliki struktur seperti AS (Klessig *et al.*, 2004).

AS termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang berperan penting dalam respon penyakit tanaman dan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rivas *et al*, 2011). Struktur asam salisilat dapat disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Struktur asam salisilat (Hadisoebroto, 2019)

Yuan *et al.* (2014) menyatakan AS dapat diekstraksi dari pohon *willow bark*, daun *wintergreen*, *spearmint*, dan *sweet birch*. Saat ini AS telah dapat diproduksi secara sintetik. Bentuk makroskopik asam salisilat berupa bubuk kristal putih dengan rasa manis, tidak berbau dan stabil pada udara bebas. Bubuk AS sukar larut dalam air dan lebih mudah larut dalam lemak. Sifat lipofilik asam salisilat membuat efek klinisnya terbatas pada lapisan epidermis.

AS memiliki kegunaan sebagai pemicu terjadinya penyerapan air sehingga kandungan sel didalam air akan meningkat dan mencegah terjadinya dehidrasi pada daun. AS dapat menjaga organ-organ yang berperan dalam proses fotosintesis dari radikal bebas (Efendi, 2016). AS terbukti menjadi komponen utama dalam sistem transduksi sinyal yang dapat menginduksi enzim tertentu yang mengkatalisis reaksi biosintetik pada tanaman terhadap cekaman biotik atau abiotik dan sangat penting untuk pengembangan resistensi yang didapat secara sistemik (Yuan *et al.*, 2014).

AS merupakan hormon tanaman yang menghasilkan senyawa fenolik dan hormon tanaman endogen potensial yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. AS secara intensif berperan dalam respon tanaman terhadap cekaman biotik. Beberapa metode aplikasi (merendam benih, irigasi, atau penyemprotan dengan larutan AS) telah dilakukan untuk melindungi berbagai spesies tanaman terhadap stress abiotik dengan menginduksi berbagai proses yang terlibat dalam mekanisme toleransi stress (Horvath *et al.*, 2007).

2.7 Biosintesis Klorofil

Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Pigmen tersebut diekstrak dari tanaman dengan menggunakan pelarut organik. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Klorofil mempunyai rantai fitil ($C_{20}H_{39}O$) yang akan berubah menjadi fitol ($C_{20}H_{39}OH$) jika terkena air dengan katalisator klorofilase. Fitol adalah alkohol primer jenuh yang mempunyai daya afinitas yang kuat terhadap O_2 dalam proses reduksi klorofil (Muthalib, 2009).

Klorofil merupakan pigmen yang dimiliki oleh tanaman dan berperan penting dalam fotosintesis. Sebagian besar klorofil tersebar pada organ daun. Reaksi fotosintesis memerlukan klorofil dan cahaya untuk menghasilkan energi. Bahan baku dalam reaksi fotosintesis berupa karbon dioksida dan air. Hasil reaksi kedua senyawa tersebut menghasilkan karbohidrat dan oksigen, yang disebut sebagai energi dalam reaksi fotosintesis. Reaksi fotosintesis terjadi dalam sel, bagian sel yang terlibat dalam reaksi fotosintesis adalah kloroplas. Terdapat dua bagian dalam kloroplas yang berperan untuk fotosintesis, yaitu grana dan stroma. Grana terdiri dari tumpukan granum yang berperan

dalam reaksi terang, sedangkan stroma memiliki peran dalam reaksi gelap (Nio Song dan Banyo, 2011).

Pigmen atau zat warna merupakan zat yang mengubah warna cahaya tampak sebagai akibat proses absorpsi selektif terhadap panjang gelombang pada kisaran tertentu. Pimen pada tumbuhan terdiri dari dua kelompok besar, yaitu kelompok pigmen klorofil dan karotenoid. Pigmen pada daun berasal dari proplastida yaitu plastida yang belum dewasa, kecil dan hampir tidak berwarna dan sedikit atau tanpa membran dalam (Salisbury dan Ross, 2010). Perbedaan warna daun menunjukkan adanya perbedaan kandungan pigmen daun termasuk pigmen klorofil (Sumenda dkk., 2011).

Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama-sama dengan karoten dan xantofil pada semua makhluk hidup yang mampu melakukan fotosintesis. Pada semua tanaman hijau, sebagian besar klorofil berada dalam dua bentuk yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil b bersifat polar dan berwarna kuning hijau (Mlodzinska, 2009).

Klorofil pada tumbuhan dibagi menjadi dua yaitu klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) berwarna hijau tua dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) yang berwarna hijau lebih muda. Panjang gelombang yang diserap oleh klorofil a dan b paling besar berkisar 600-700 nm yang merupakan cahaya berwarna merah. Cahaya yang paling sedikit untuk diserap adalah cahaya dengan panjang gelombang 500-600 nm atau berwarna hijau, serta cahaya biru akan diserap oleh karotenoid (Nio dan Banyo, 2011).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai Januari 2024 di Laboratorium Botani dan Rumah Kasa, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *autoclave*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAF) merek ESCO, Spektrofotometer UV-Vis merek Shimadzu, kuvet, botol kultur berukuran 250 mL, cawan petri berdiameter 10 cm, aluminium foil, kertas saring, pipet tetes, pipet volumetrik, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *hot plate*, timbangan analitik Ohaus, timbangan analog, HVS, gunting, penggaris, tissue, *vortex*, *cover glass*, *obyek glass*, mikroskop, kertas label, erlenmeyer 300 mL, erlenmeyer 50 mL, labu ukur 100 mL, gelas ukur 10 ml dan 100 ml, mortal, pastel, jarum ose, kain kasa, kapas, batang pengaduk, *bunsen*, corong, polibag, dan kamera handphone.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) yang didapatkan dari petani cassava Desa Srimenganten, Pulau Panggung, Kab. Tanggamus, Prov. Lampung, Indonesia. tanah, akuades, asam salisilat, alkohol 70%, alkohol 95%.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu penambahan asam salisilat yang dibagi 5 taraf yaitu 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm, 140 ppm. Masing-masing dari konsentrasi tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, dan pada setiap ulangan terdiri dari 1 tanaman cassava dalam setiap polibag. Parameter yang diuji yaitu meliputi analisis karakter agronomis diantaranya yaitu luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering tanaman. Sedangkan fisiologis yakni kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total. Penelitian notasi perlakuan dan ulangan disajikan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. 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

Tata letak penelitian setelah pengacakan disajikan pada **Gambar 6**.

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

Gambar 6. Tata letak satuan penelitian

Keterangan :

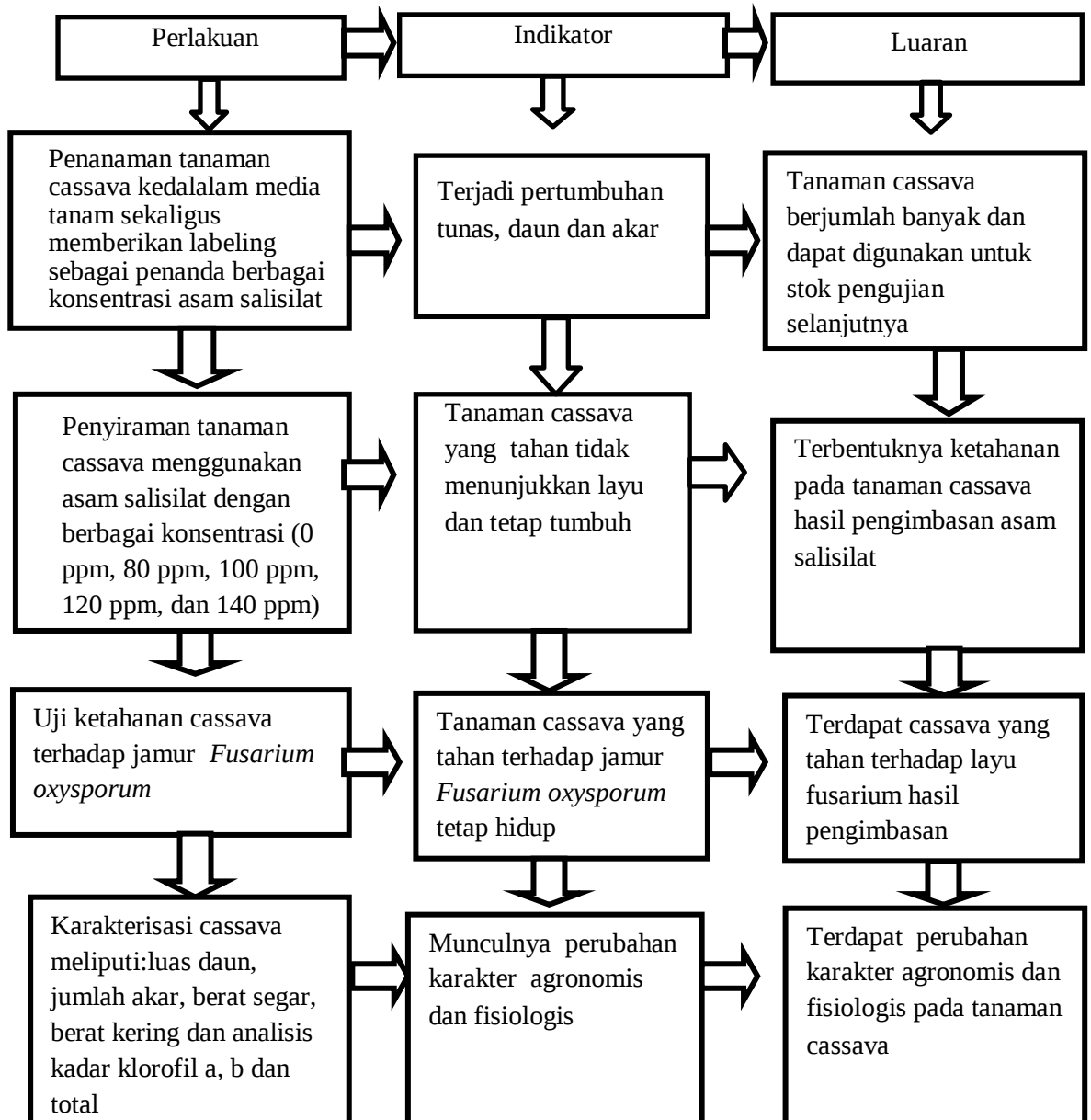
- K1 = Konsentrasi 0 ppm (Kontrol)
 K2 = Konsentrasi 80 ppm
 K3 = Konsentrasi 100 ppm
 K4 = Konsentrasi 120 ppm
 K5 = Konsentrasi 140 ppm
 U1–U5 = Ulangan 1–ulangan 5

3.4 Bagan Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Persiapan media tanam, dilakukan dengan cara memasukkan tanah kompos ke dalam polibag;
2. Penanaman tanaman cassava ke dalam polibag yang telah berisi media tanam;
3. Penyiraman asam salisilat ke tanaman cassava pada berbagai konsentrasi untuk menyeleksi tanaman cassava sehingga mendapatkan tanaman yang memiliki hasil paling optimum;
4. Inokulasi jamur *F. oxysporum* ke dalam tanaman cassava yang telah diberi asam salisilat dengan cara melukai kulit bagian pangkal batang tanaman dan dilakukan penyiraman jamur *F. oxysporum* sebanyak 2 mL ke dalam cassava agar mendapatkan tanaman yang tahan terhadap jamur *F. oxysporum*;
5. Analisis karakter agronomis yaitu luas daun, jumlah akar, berat segar dan kering tanaman. Serta karakter fisiologis yakni kandungan klorofil a, b dan total pada tanaman cassava.

Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir seperti yang disajikan sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram alir

3.5 Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

3.5.1 Persiapan Media Tanam dan Penanaman Tanaman Cassava

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah media tanah kompos. Sebanyak 4 karung tanah yang sudah berisi pupuk kompos dimasukkan ke dalam 25 polibag dan diberi label sesuai konsentrasi dan pengulangan. Selanjutnya bibit cassava ditanam pada setiap polibag. Kemudian dilakukan penyiraman rutin selama 3 hari sekali sebanyak 100 mL pada setiap tanaman.

3.5.2 Pembuatan Larutan Stok Asam Salisilat

Pembuatan larutan stok asam salisilat dilakukan dengan cara menimbang 0,04 gram kristal asam salisilat untuk konsentrasi 80 ppm; 0,05 gram kristal asam salisilat konsentrasi 100 ppm; 0,06 gram kristal asam salisilat konsentrasi 120 ppm; 0,07 gram kristal asam salisilat kemudian masing-masing konsentrasi ditambahkan 500 mL aquades dan dilarutkan hingga homogen.

Selanjutnya dilakukan penyaringan larutan asam salisilat menggunakan kertas saring didalam botol kultur dan akan dibuat menjadi beberapa konsentrasi (0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm) dan disimpan dalam kulkas selama beberapa hari.

Asam salisilat yang sudah dibuat dengan konsentrasi 0 ppm sebagai kontrol sedangkan 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm digunakan untuk penyiraman tanaman cassava yang berumur 1 bulan setelah penanaman (Endang Nurcahyani, Komunikasi Pribadi).

3.5.3 Pengimbasan Asam Salisilat

Pengimbasan asam salisilat dilakukan setelah tanaman berumur 30 hari (1 bulan), penambahan asam salisilat ke tanaman cassava dilakukan dengan cara menyiramkan larutan asam salisilat ke area batang sebanyak 50 mL pada setiap tanaman dengan berbagai konsentrasi yaitu 0 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm. Setiap 1 konsentrasi terdiri dari 5 tanaman, maka setiap konsentrasi membutuhkan 250 mL asam salisilat. Hal ini dilakukan untuk melihat sekaligus membandingkan tingkat ketahanan terimbas pada tanaman cassava setelah disiram dengan asam salisilat sehingga diperoleh tanaman yang tahan jamur *Fusarium oxysporum*.

3.5.4 Inokulasi Tanaman Cassava Terhadap *Fusarium oxysporum*

Inokulasi *Fusarium oxysporum* pada tanaman cassava dilakukan secara *in vivo*, 2 minggu setelah dilakukannya pengimbasan asam salisilat, dengan menggunakan teknik Hadisutrisno (1995) yang dimodifikasi oleh Nurcahyani (2024). Menurut Herlinda dkk. (2006) 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 (± 10 menit) lalu dilakukan pengenceran sehingga didapat suspensi dengan kerapatan spora $1,7 \times 10^5$ per mL. Setelah mendapatkan kerapatan spora $1,7 \times 10^5$ per mL, sebanyak 1–2 mL diteteskan pada tanaman dengan cara melukai sedikit bagian pangkal batang, kemudian diteteskan pada luka tersebut. Pengamatan dilakukan mulai hari ke-3 setelah inokulasi selama 21 hari dengan mengamati daun yang menunjukkan gejala layu (Endang Nurcahyani, Komunikasi Pribadi) .

3.5.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada minggu ke-4 setelah dilakukan inokulasi jamur *Fusarium* untuk mengetahui konsentrasi asam salisilat yang dapat membuat tanaman menjadi toleran untuk seleksi tanaman cassava dengan parameter sebagai berikut:

1. Luas Daun

Sampel daun diambil secara sampling (acak). Penentuan luas daun berdasarkan Sitompul dan Guritno (1995) menggunakan metode Gravimetri. Metode ini menggunakan timbangan dan Kertas HVS. Luas daun pada prinsipnya ditaksir melalui perbandingan berat (gravimetri). Ini dapat dilakukan pertama dengan menggambar daun yang akan ditaksir luasnya pada sehelai kertas, yang menghasilkan replika (tiruan) daun. Replika daun kemudian digunting dari kertas dan dilakukan penimbangan berat. Luas daun dihitung berdasarkan perbandingan berat replika daun dengan berat total kertas (kalibrasi). Menghitung luas daun yang sudah diukur menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Luas Daun} = \frac{A}{B} \times 100 \text{ cm}^2$$

Keterangan :

A = Berat kertas replika daun

B = Berat total kertas

2. Jumlah Akar

Pengamatan jumlah akar dilakukan saat tanaman cassava berumur 1 bulan. Perhitungan jumlah akar dilakukan dengan cara menghitung banyaknya akar yang muncul. Jumlah akar yang telah tumbuh dihitung secara manual.

3. Berat Segar

Pengukuran bobot segar tanaman dilakukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman mulai ujung cabang hingga ujung akar pada setiap sampel dari masing-masing kode perlakuan. Penimbangan bobot segar tanaman dilakukan menggunakan timbangan analog, pada minggu ke-4 setelah penanaman.

4. Berat Kering

Tanaman dilakukan pengukuran berat kering pada minggu ke-4. Pengukuran berat kering berdasarkan Amirah (2023) dilakukan dengan cara pengovenan sampel pada suhu 70° C sehingga diperoleh berat konstan. Tanaman cassava dikeringkan selama satu hari kemudian dikeringkan dalam oven selama kurang lebih dua hari. Pengukuran berat kering dilakukan menggunakan neraca analitik. Penimbangan dilakukan pada semua tanaman, mulai dari ujung cabang hingga ujung akar.

5. Analisis Kandungan Klorofil

Penentuan kandungan klorofil berdasarkan Miazek (2002) menggunakan spektrofotometer. Sebanyak 0,1 gram daun cassava yang dihilangkan ibu tulang daunnya, digerus dengan mortar, ditambah 10 mL etanol 95%. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Larutan sampel dan larutan standar (etanol 95%) diambil sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan sspektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 648 nm dan 664 nm. Kandungan klorofil dinyatakan dalam mg per gram jaringan yang diekstraksi. Kadar klorofil dihitung berdasarkan persamaan berikut .

Klorofil a = $13,36 \lambda_{664} - 5,19 \lambda_{648}$.

Klorofil b = $27,43 \lambda_{648} - 8,12 \lambda_{664}$.

Klorofil total = $5,24 \lambda_{664} + 22,24 \lambda_{648}$.

Keterangan :

λ_{664} = Absorbansi pada panjang gelombang 664 nm.

λ_{668} = Absorbansi pada panjang gelombang 668 nm.

3.5.6 Analisis Data

Hasil penelitian yang didapatkan berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk komparatif dan didukung dengan foto sedangkan data kuantitatif ditabulasi dengan faktor konsentrasi yang berbeda. Analisis data dilakukan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Analisis ini dilakukan pada taraf nyata 5% kemudian di uji lanjut dengan menggunakan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat yaitu :

1. Karakter agronomis tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum* berupa luas daun, jumlah akar, berat segar dan berat kering yang terbaik pada konsentrasi 100 ppm.
2. Karakter fisiologis tanaman cassava hasil *induced resistance* menggunakan asam salisilat yang diinduksi jamur *Fusarium oxysporum* berupa kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total yang terbaik pada konsentrasi 100 ppm.

5.2 Saran

Disarankan menggunakan asam salisilat untuk penelitian selanjutnya dengan konsentrasi 100 ppm dalam analisis lain, seperti kandungan antioksidan dan kandungan sianida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Monaim, M.F., Ismail, M.E. and Morsy. K.M. 2012. Induction of systemic resistance in soybean plants against Fusarium wilts disease by seed treatment with benzothiadiazole and humic acid. *African Journal of Biotechnology*. 1(10): 2454-2465.
- Adetoro, N.A., Ogunbayo, S.A. and Akinwale, M.O. 2018. Evaluation of agronomic performance of beta-carotene rich (*yellow flashed*) cassava varieties in Nigeria. *J Plant Breed Crop Sc.i*. 1(10): 273–280.
- Afriani, C., Haryanto, A., Zulkarnain, I. dan Hasanudin, U. 2017. Production of Biogas from A Mixture of Cowdung and Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 6(1): 23-30.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed. Elsevier Academic Press, California.
- Akasiska, R. dan Riyo, S.S. 2014. Pengaruh Konsentrasi Nutrisi Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica parachinensis*) Sistem Hidroponik Vertikultur. *Jurnal Inovasi Pertanian*. 13(2): 17-22.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. and Blackwell, M. 1996. *Introductory mycology*. 4th edn. Wiley. New York.
- Ambar, A.A. 2002. Karakterisasi Fusarium oxysporum Penyebab Penyakit Layu pada Tomat. (Tesis). S2 PPS UGM.
- Amirah, I. W. 2023. Evaluasi Karakter Agronomi dan Fisiologi Pada Dua Klon Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz). *Doctoral Dissertation*. Universitas Lampung.
- Amponsah, S. K., Bobabee, E. Y., Agyare, W. A., Okyere, J. B., Aveyire, J., King, S. R. and Sarkodie-Addo, J. 2014. Mechanical cassava harvesting as influenced by seedbed preparation and cassava variety. *Applied Engineering in Agriculture*. 30(3): 391-403.
- Anyia, A.O. and Herzog, H. 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under midseason drought European. *Journal of Agronomy*. 20(4): 327-339

- Andriyani, A., Zulkifli, Z. dan Handayani, T. T. 2015. Pengaruh Asam Salisilat terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi Gogo Varietas Situ Bagendit. *In Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian "Swasembada Pangan"*. Politeknik Negeri Lampung. 40-45
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). 2003. An Update of The Angiosperm Phylogeny Group Classification For the Orders and Families of Flowering Plants: APG II. *Botanical Journal of The Linnean Society*. 141(2): 399-436.
- Agriculture Research Council (ARC). 2009. Improvement and Popularization of Diversified Cassava Products For Income Generation and Food Security: A Case Study of Kibabu. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*. 6(1): 1-15.
- Ayu, C. 2002. Mempelajari Kadar Mineral dan Logam Berat pada Komoditi Sayuran Segar Beberapa Pasar Di Bogor. (*Skripsi*). Fakultas Teknologi Pertanian (IPB). Bogor.
- Bandyopadhyay, R., Mwangi, M., Aigbe, S.O. and Leslie J.F. 2006. Fusarium Species From the Cassava Root Rot Complex in West Africa. *Phytopathology*. 9(6): 673-676.
- Boller, T. and Felix, G. 2009. A renaissance of elicitors: perception of microbe-associated molecular patterns and danger signals by pattern-recognition receptors. *Annual Rev. of Plant Biology*. 60: 379-406.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. Produksi Ubi Kayu. <https://www.bps.go.id/> . Diakses pada 17 September 2023 pukul 20.40 WIB.
- Campbell, N. A. dan Jane B. R. 2008. *BIOLOGI* Jilid 2 Edisi Kedelapan. Erlangga. Jakarta.
- Czerpak, R., Dobrzyn, P., Krotke, A. and Kicinska, E. 2002. The Effect of Auxins and salicylic acid on chlorophyll and Carotenoid Contents in *Wolffia arrhiza* (L.) Growing on Media of Various Trophicities. *Polish Journal of Environmental Studies*. 11(3): 231-235.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York. Columbia University Press. pp.477.
- Efendi, M.Y. 2016. Pengaruh Konsentrasi Asam Salisilat Terhadap Pertumbuhan Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) di Tanah Ultisol. (*Skripsi*). Universitas Pasir Pengaraian.
- El-Tayeb, M. A. 2005. Response Of Barley Grains To The Interactive Effect Of Salinity And Salicylic Acid. *Plant Growth Regulation*. 45(3): 215–224.
- Elida, S. dan Hamidi, W. 2009. Analisis pendapatan agroindustri rengginang ubi kayu di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Ekonomi*. 17(2): 109-118.
- El-Yazeid, A. 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. <https://www.cabidigitallibrary.org>. Diakses pada 16 Mei 2024 pukul 17.30 WIB.
- Ding, Y., Sun, T., Ao, K., Peng, Y., Zhang, Y. and Li, X. 2018. Opposite Roles of Salicylic Acid Receptors NPR1 and NPR3/NPR4 in Transcriptional Regulation of Plant Immunity. *Journal National Library of Medicine*.173(6):1454–1467.
- Fauzi, M., Kardhinata, E.H. dan Putri, L.A. 2015. Identifikasi dan Inventarisasi Genotip Tanaman Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) di Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Jurnal Online Agroteknologi*. 3(3): 1082-1088.
- Hadisoebroto, G. dan Budiman, S. 2019. Penetapan Kadar Asam Salisilat pada Krim Anti Jerawat yang Beredar di Kota Bandung dengan Metode Spektrotometri Ultra Violet. *Jurnal Kartika Kimia*. 2(1): 51-56.
- Hadisutrisno, B. 1995. Kajian Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Batang Vanili dengan Isolat Lemah Fusarium. *Buletin Ilmiah Azolla*. 21(3): 27-35.
- Hartati, N.S., Fitriani, H., Supatmi dan Sudarmonowati, E. 2012. Karakter umbi dan nutrisi tujuh genotip ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Agricola*. 9(2): 101–111.
- 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.
- Hartati, S., Rustiani, U. S., Puspasari, L. T. dan Kurniawan, W. 2016. Vegetatif compatibility of *Fusarium oxysporum* on various hosts. *Jurnal Agrikultura*. 27(3): 132–139.
- Hartati, W. 2008. Evaluasi Distribusi Hara Tanah Dan Tegakan Mangium, Sengon dan Leda pada Akhir Daur Untuk Kelestarian Produksi Hutan Tanaman di Umr Gowa PT INHUTANI I Unit III Makassar. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 2(3): 111-234.
- 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.
- Heil, M. and Bostock, R.M. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in context of induced plant defences. *Ann. Bot*. 89(5): 503-512.
- Hendriyani, I. S. dan Setiari, N. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda. *J. Sains dan Matematika*. 17(3): 150-157.
- 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* (L). *J. HPT Tropika*. 6(2): 70-78.

- Heruwanto, K. and Supriono, B. 2016. Simpanan Unsur Hara Makro (N , P , K , Ca Dan Mg) Pada Tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L .)) Umur 5 Tahun. *Jurnal Nusa Sylva*. 16(1): 41–49.
- Hibbett, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lücking, R., Thorsten Lumbsch, H., Lutzoni, F., Brandon Matheny, P., McLaughlin, D.J., Powell, M.J., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Y.C., Gams, W., Geiser, D.M., Griffith, G.W., Gueidan, C., Hawksworth, C., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R.A., Hyde, K.D., Ironside, J.E., Koljalg, U., Kurtzman, C.P., Larsson, K.H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J.M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J.D., Le Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J.P., Schüssler, A., Sugiyama, J., Thorn, R.G., Tibell, L., Untereiner, W.A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.J. and Zhang, N. 2007. A Higher-Level Phylogenetic Classification of The Fungi. *Mycological Research*. 111 (5) pp. 509–547.
- Homayoun, H., Daliri, M. S. and Mehrabi, P. 2011. Effect pf Drought Stress on Leaf Chlorophyll in Corn Cultivars (*Zea mays*). *Middle-East Journal of Scientific Research*. 9(3): 418-420.
- Horvath, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Induction Of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *J. Plant Growth*. 26(3): 290-300.
- Howeler and Reinhardt. 2014. Sustainable soil and crop management of cassava in Asia: a reference manual. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. pp.280.
- Jakub, P., Anna, S., Michal, D., Marta, H. and Marek, S. 2021. Physiological and Biochemical Response to Fusarium culmorum Infection in Three Durum Wheat Genotypes at Seedling and Full Anthesis Stage. *International Journal of Molecular Sciences*. 22(14): 7433-7445.
- Javaheri, M., Mashayekhi, K., Dadkhah, A. and Fateme, Z.T. 2012. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* mill.). *International Journal of Agriculture and Plant Sciences*. 4(16): 1184-1187.
- Jeyakumar, P., Velu, G., Rajendran, C., Amutha, R., Savary, M.A.J.R. and Chidambaram, S. 2008. Varied Resposes Of Blackgram (*Vigna munga* To Certain Foliar Applied Chemicals And Plant Growth Regulators). *Legume Res. Int J*. 31 (3): 110-113.
- Kaya, C., Tuna, A. and Yokas, I. 2009. *Salinity and Water Stress*. Netherlands: Springer: 45–50.
- Kirk, R. E. and Donald, F. O.1993. *Encyclopedia of Chemical Technology*, Volume 12 The Interscience Encyclopedia, Inc., New York, pp. 917-921.

- Klessing, D. F., Choi, H.W. and Dampsey, D. A. 2018. Syatemic acquired resistance and salicylic acid: Past, Present and Future. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 31(9): 871-888.
- Kristiawati, Y., Sumardiyono, C. dan Wibowo, A. 2014. Uji Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pisang (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*) dengan Asam Fosfit dan Aluminium-Fosetil. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 18(2) : 103-110.
- Lahadassy, J., Mulyati, A.M. dan Sanaba, A.H. 2007. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Padat Daun Gamal terhadap Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*. 3(2): 42-47.
- Lebot, V. 2009. *Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids*. CABI. Technology and Engineering. 433 pages.
- Leiwakabessy, C., Sinaga, M.S. dan Mutaqin, K.H. 2018. Asam Salisilat Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(6): 207-215.
- Leslie, J.F. and Summerell, B.A. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing: USA.
- Li, T., Huang, Y., Xu, Z.S., Wang, F. and Xiong, A.S. 2019. Salicylic acid-induced Differential Resirance to the Tomato Yellow Leaf Curl Virus Among Resistant and Susceptible Tomato Cultivars. *BMC Plant Biology*. 19(1): 173-181.
- Lindawati , Nurcahyani, E. dan Zulkifli. 2014. Kandungan Klorofil Daun Planlet Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat Secara In vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 2(2): 370-379.
- Mahmud, 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Mahisworo, Kusno, S. dan Agustinus, A. 2004. *Bertanam Rambutan*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Manuhuttu, A. P., Rehatta, H. dan Kailola, J.G. 2014. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati biobost terhadap peningkatan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Agrologia*. 3(1) : 18-27.
- Miazek, M.I.K. 2002. *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor: Prof.dr. hab inz Stanislaw Ledakowics.
- Miura, K. and Tada, Y. 2014. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. *Frontiers in plant science*, 5(1): 70446-70455.
- Moses, E., Asafu-Agyei, J.N. and Ayueboteng, F. 2005. Disease Guide, Identification and Control of Root Rot Diseases of Cassava. *International Journal Society for Plant Pathology*. 47(2): 97-108.

- Mlodzinska and Ewa. 2009. Survey of Plant Pigments: Molecular and Environmental Determinants of Plant Colors. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*. 51(1): 7-16.
- Musyarofah, N., Susanto, S., Aziz, S. A. dan Kartosoewarno, S. 2007. Respon tanaman pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.) terhadap pemberian pupuk alami di bawah naungan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 35(3): 237-245.
- Muthalib, A. 2009. Klorofil dan Penyebaran di Perairan. <http://www.abdulmuthalib.co.cc/2009/06/>. Diakses pada tanggal 23 November 2023.
- Nagasubramaniam, A., Pathmanabhan, G. and Malika, V. 2007. Studies On Improving Production Potential Of Baby Corn With Foliar Spray Of Plant Growth Regulators. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol.* 21(2): 154-157.
- Nio Song Ai dan Yunia Banyo, 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains Universitas Sam Ratulangi Manado*. 11(2). 111-119.
- Nurcahyani, E. 2022. Varietas Unggul Vanili Tahan Busuk Batang Berbasis Teknik Molekular dan *Induced Resistance*. *Plantaxia*: Yogyakarta. 68 Hal.
- Nurcahyani, E., Andari, G. dan Adrianus. 2021. Analisis Klorofil Planlet Anggrek Tanah (*Spathoglottis plicata* Blume) Terhadap *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 8(2): 58-66.
- Nurcahyani, E., Sholekhah., Sumardi and HI, Q. 2021. Analysis of Total Carbohydrate and Chlorophyll Content of The Orchid Plantlet [*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.] Resistant *Fusarium Wilt Disease*. *Journal of Physics: Conference Series*. 1751 (1): 1-5.
- Nurcahyani, E., Sumardi., Irawan, B., Sari, E.Y. dan Sari, T.L. 2019. In Vitro Study: Induced Resistance of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Plantlet Against *Fusarium oxysporum* Based on Analysis of Phenol Content. *WJPLS*. 5(2): 195-198.
- Nurcahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B. and Suharyanto, E. 2017. DNA Pattern Analysis of *Vanilla Planifolia* Andrews Planlet With Resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*. *WJPLS*. 3(4): 27-34.
- Nurcahyani, E., Agustina, R. and Handayani, T T. 2016a. The Protein Profile of the Plantlets of *Spathoglottis plicata* Blume Induced Resistane to *Fusarium oxysporum*. *Journal of Plant Science*. 4(5): 102-105.
- Nurcahyani, E., Agustina, R., Suroso, E. and Andari, G. 2016b. Analysis of Peroxidase Enzyme and Total Phenol from Ground Orchid (*Spathoglottis plicata* Blume) as Result of the In Vitro Fusaric Acid Selection Toward to *Fusarium oxysporum*. *International Journal of Applied Agricultural Science*. 2(6): 79-82.

- Nurchayani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B. dan Suharyanto E. 2012. Penekanan Penyakit Busuk Batang Vanili (*Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*) Melalui Seleksi Asam Fusarat Secara *In Vitro*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika. JHPTT*. 12(1): 12-22.
- Nurmayulis, P., Utama, R. dan Jannah. 2014. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*) yang diberi Bahan O22222rganik Kotoran Ayam ditambah beberapa Bioaktivator. *Agrologia*. 3(1): 44-53.
- Octaviyanti, N. 2017. Mutu Kimiawi Dan Mutu Organoleptik Kaldu Ayam Bubuk Dengan Penambahan Sari Bayam Hijau. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(2): 2–5.
- Pieterse, C.M., Leon, R.A, Van, D.E.S. and Wees, V. 2009. Networking by small-molecule hormones in plant immunity. *Nature Chemical Biology*. 5(7): 308–316.
- Pitojo, S. 2005. *Benih Tomat*. Kasinius. Yogyakarta.
- Radwan, D. E. M. and Soltan, D. M. 2012. The negative effects of clethodim in photosynthesis and gas-exchange status of maize plants are ameliorated by salicylic acid pretreatment. *Photosynthetica*. 50(2): 171-179.
- Rahayu, M. 2017. Evaluasi Ketahanan Klon Harapan Ubi Kayu (*Manihot esculanta* Crantz) Terhadap Penyakit Layu dan Busuk Umbi. *Primordia*. 13(1): 7-15.
- Rahayu, M. dan Saleh, N. 2013. Penyakit "Leles" Pada Tanaman Ubi Kayu Bioekologi dan Cara Pengendaliannya. *Buletin Palawija*. 26(4): 83-90.
- Rehman, H., Farooq, M., Basra, S.M.A. and Afzal, I. 2011. Hormonal Priming with Salicylic Acid Improves the Emergence and Early Seedling Growth in Cucumber. *Journal Of Agriculture and Social Sciences*. 7(14): 40-45.
- Rivas, M. and Plasencia, J. 2011. Salicylic Acid Beyond Defence: its Role in Plant Growth and Development. *Journal of Experimental Botany*. 62(10): 3321–3338.
- Rustikawati, S., Marulak, T., Edhi. dan Catur, H. 2014. Penentuan Kadar Garam Kultur Hara Untuk Seleksi Toleransi Salinitas Pada Padi Lokal Bengkulu. Akta Agrosia. *Journal of Experimental Botany*. 17(2): 101-107.
- Saptadji. 2015. Pengaruh Air Kelapa dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Stek Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Jurnal Agronida*. 1(2): 121-127.
- 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.
- Sastrahidayat, I. R. 2012. *Pengendalian Hayati dan Penyakit Tumbuhan Cara Uji Laboratorium*. Universitas Brawijaya Press.

- Sakhabutdinova, A.R., Fathudinova, D.R., Bezrukova, M.V. and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Blug J. Plant Physiol.* 1(2): 314-319.
- Salisbury, F. dan Ross, W. 2010. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2 Edisi Revisi*. ITB Bandung. Bandung.
- Sitompul, S.M. dan Guritno, B., *Analisis Pertumbuhan Tanaman*, Gadjah Mada University Press. 1995.
- Sumenda, L., Rampe, L H. dan Mantiri, F. R., 2011. Analisa Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Bioslogos*. 24(5): 20-24.
- Suryanti, Yufita, D.C. dan Christanti, S. 2009. Pengimbasan Ketahanan Pisang Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Asam Salisilat *In Vitro*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 15(2): 90-95.
- Susilawati., Siti, N. dan Sefanadia, P. 2008. Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Berdasarkan Lokasi Penanaman dan Umur Panen Berbeda. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 13(2): 59-72.
- Susilowati, E., Nurcahyani, E. dan Lande, M.L. 2015. Kandungan Klorofil Daun Planlet Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat Secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Swasembada Pangan Politeknik Negeri Lampung*. 2(1): 80-85.
- Syahfitri, D. dan Nurcahyani, E. 2022. Analisis Kandungan Klorofil Dan Indeks Stomata Planlet Anggrek Dendrobium Hasil Induksi Asam Salisilat Secara In Vitro. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 7(2): 165-176.
- Tabloid Sinar Tani. 2014. *Teknologi Budidaya singkong*. Di akses pada 24 November 2023.
- Tamara, D. E. 2022. Pengaruh Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conizoides* L.) Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* Pada Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.). *Konservasi Hayati*. 19(2): 58-69.
- Tarigan, R. dan Susilawati, B. 2018. Pengaruh Asam Salisilat Dan K₂HPO₄ Pada Ketahanan Tanaman Kentang Terhadap Penyakit Busuk Daun Di Musim Penghujan. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 21(4): 172-179.
- Wahyuni, Y., Ballester, A. R., Sudarmonowati, E., Bino, R. J. and Bovy, A. G. 2013. Secondary metabolites of *Capsicum* species and their importance in the human diet. *Journal of Natural Products*. 76(4): 783-793.
- Widodo, H. H. and Sudradjat. 2016. Peranan Pupuk Kalsium pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrohorti*. 4(3): 276–281.

- Yuan, S., Cong, G. and Zhang, J. 2014. Effects of exogenous salicylic acid on polysaccharides production of *Dendrobium officinale*. *South African Journal of Botany*. 95(5): 78-84.
- Yusuf, M., Hasan, S. A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q. and Ahmad, A. 2008. Effect of Salicylic Acid On Salinity-Induced Changes In Brassica Juncea. *Journal of Integrative Plant Biology*. 50(9): 1096–1102.
- Yuliadi dan Erwin. 2018. Beberapa Varietas Atau Klon Cassava. In: Cassava: Bibit, Produksi, Manfaat, Dan Pasca Panen. *LPPM Unila*, pp. 9-15.
- Zakariyya, F. 2017. Menimbang Indeks Luas Daun Sebagai Variabel Penting Pertumbuhan Tanaman Padi. *Pusat Penelitian Padi Indonesia*. Jl. PB Sudirman 90 Jember 68118.