DETEKSI TANAMAN CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) TAHAN *Fusarium oxysporum* BERDASARKAN KANDUNGAN GULA REDUKSI, VOLUME AKAR, DAN RASIO PUCUK AKAR HASIL PENGIMBASAN ASAM SALISILAT

(Skripsi)

Oleh

ABELLIA ASTARY
2057061004

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

ABSTRAK

DETEKSI TANAMAN CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) TAHAN *Fusarium oxysporum* BERDASARKAN KANDUNGAN GULA REDUKSI, VOLUME AKAR, DAN RASIO PUCUK AKAR HASIL PENGIMBASAN ASAM SALISILAT

Oleh

ABELLIA ASTARY

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman penting di Indonesia sebagai sumber karbohidrat. Cassava sering kali mendapat gangguan patogen salah satunya yaitu penyakit layu fusarium. Pengendalian penyakit layu fusarium dapat dilakukan dengan penggunaan kultivar unggul yang resisten melalui pengimbasan asam salisilat. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kandungan gula reduksi tanaman cassava hasil *induced resistance* dengan asam salisilat serta mengetahui volume akar dan rasio pucuk pada tanaman cassava tahan *Fusarium oxysporum* hasil pengimbasan asam salisilat dibandingkan kontrol. 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. Tiap konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, dan pada setiap ulangan terdiri dari 1 tanaman cassava. Data penelitian berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif yang didukung dengan foto sedangkan data kuantitatif dianalisis menggunakan *Statistical Package for the Social Sciens* (SPSS) dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terdapat beda nyata dilakukan dengan lanjut dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan gula reduksi pada tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam salisilat serta diketahui konsentrasi 100 ppm berpengaruh paling baik pada volume akar dan rasio akar pucuk pada tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tahan *Fusarium oxysporum*.

Kata Kunci: Asam salisilat, *Fusarium oxysporum*, Gula reduksi, *Induced resistance, Manihot esculenta* Crantz.

.

ABSTRACT

DETECTION OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) PLANTS RESISTANT TO *Fusarium oxysporum* BASED ON REDUCING SUGAR CONTENT, ROOT VOLUME, AND ROOT SHOOTING RATIO RESULTING FROM SALICYLIC ACID IMMEDIATION

Oleh

ABELLIA ASTARY

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is an important plant in Indonesia as a source of carbohydrates. Cassava is often attacked by pathogens, one of which is fusarium wilt. Control of fusarium wilt disease can be done by using superior cultivars that are resistant through the use of salicylic acid. The aim of this research was to analyze the reducing sugar content of cassava plants resulting from *induced resistance* with salicylic acid and to determine the root volume and shoot ratio in *Fusarium oxysporum* resistant cassava plants resulting from exposure to salicylic acid compared to control. 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. Each concentration was repeated 5 times, and each repetition consisted of 1 cassava plant. Research data consists of qualitative data and quantitative data. Qualitative data is presented in comparative descriptive form supported by photos, while quantitative data is analyzed using the *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) with the *Analysis of Variance* (ANOVA) method. If there is a significant difference, it is carried out by continuing with the Honestly Significant Difference Test (BNJ) at the 5% level. The results of the research showed that there was an increase in the reducing sugar content in cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz) along with increasing concentrations of salicylic acid and it was found that a concentration of 100 ppm had the best effect on root volume and shoot root ratio in *Fusarium oxysporum* resistant cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plants.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, *Induced resistance*, *Manihot esculenta* Crantz. Salicylic Acid, Reducing Sugar.

DETEKSI TANAMAN CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) TAHAN *Fusarium oxysporum* BERDASARKAN KANDUNGAN GULA REDUKSI, VOLUME AKAR, DAN RASIO PUCUK AKAR HASIL PENGIMBASAN ASAM SALISILAT

Oleh

Abellia Astary

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai 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	:	Deteksi Tanaman Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Tahan *Fusarium oxysporum* Berdasarkan Kandungan Gula Reduksi, Volume Akar, dan Rasio Pucuk Akar Hasil Pengimbasan Asam Salisilat
Nama Mahasiswa	:	Abellia Astary
NPM		2057061004
Jurusan /Program Studi	:	Biologi/S1 Biologi Terapan
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si.	**Prof. Dr. Bambang Irawan M. Sc.**
NIP. 196510311992032003	NIP. 196503031992031006

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 : **Prof. Dr. Bambang Irawan M. Sc.** .....

   Penguji Utama : **Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **03 Juni 2024**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Abellia Astary
NPM	: 2057061004
Jurusan	: Biologi
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi	: Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa apa yang tertulis dalam skripsi saya adalah hasil karya sendiri yang saya susun sesuai dengan memperhatikan implikasi etik yang berlaku dan bukan hasil plagiat karya orang lain. Saya tidak keberatan apabila data penelitian saya digunakan untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama disebutkan.

Demikian pernyataan ini dibuat, apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya siap menerima sanksi akademik yang berlaku.

Bandar lampung, 03 Juni 2024

Yang menyatakan

Abellia Astary

2057061004

RIWAYAT HIDUP

Abellia Astary dilahirkan di Liwa, Lampung Barat pada tanggal 16 Januari 2002, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Saripudin dan Ibu Sugiarti. Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak (TK) Nurul Islam pada Tahun 2006 dan lulus 2007. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Taman Kanak-Kanak (TK) Pertiwi dan lulus di tahun 2008, selanjutnya pada tahun yang sama penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 01 dan lulus di tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Al-Bayan islamic boarding school Rangkasbitung dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Liwa dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi SMM PTN-BARAT. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan dan Keterampilan Kerja Laboratorium Program Studi S1 Biologi Terapan FMIPA Unila. Penulis juga aktif di Organisasi Garuda BEM FMIPA Unila sebagai anggota kominfo pada tahun 2022.

Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan pada bulan Januari - Februari di Kebun Raya Liwa dengan judul **‘’Analisis Pengaruh Pemberian Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora)* di Kebun Raya Liwa’’.** Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada bulan Juni - Agustus 2023 di

Desa Kelungu, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Tanggamus. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan Oktober- Desember 2023 di Laboratorium Botani dan Rumah Kaca , Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung dengan judul **‘’Deteksi Tanaman Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Tahan *Fusarium oxyporum* Berdasarkan Kandungan Gula Reduksi, Volume Akar, dan Rasio Pucuk Akar Hasil Pengimbasan Asam Salisilat’’** . Penelitian ini merupakan bagian dari hibah 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 Penelitian MBKM” ,** 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.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT serta shalawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Saya persembahkan karya kecil ini kepada Ayah dan Ibu

Yang selalu memberikan doa terbaik setiap langkah yang saya jalani, serta kenyaman, motivasi, pengorbanan, nasihat serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini.

Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi Universitas Lampung

Yang telah ikhlas membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmunya.

Karya tulis ilmiah ini saya persembahkan kepada Adik-adikku

Terimakasih telah menjadi penyemangat dalam mengerjakan skripsi dan semoga kita semua bisa menjadi anak yang membanggakan kedua orang tua.

Teman-Teman Prodi Biologi Terapan Angkatan 2020

Yang telah sama-sama berjuang sejak awal berada dibangku perkuliahan hingga saat ini

Almamater Tercinta

Universitas Lampung yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk menuntut ilmu

MOTTO

‘’ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya’’

-Terjemah Q.S Al-Baqarah ayat ke-286

‘’ Berani ambil resiko untuk sebuah mimpi yang besar’’

-Abellia

‘’ Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka ia pasti akan berhasil’’

-Pepatah arab

SANWACANA

Alhamdulillah Puji Syukur kehadirat ALLAH SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **‘’Deteksi Tanaman Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Tahan *Fusarium oxyporum* Berdasarkan Kandungan Gula Reduksi, Volume Akar, dan Rasio Pucuk Akar Hasil Pengimbasan Asam Salisilat”.** 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 Penelitian MBKM” ,** 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 penulis sampaikan kepada.

1. Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si., selaku pembimbing utama yang selalu memberi masukan, arahan, dan nasihat kepada penulis. Penulis berterima kasih yang sebanyak-banyaknya karena telah diterima dalam project penelitian ini
2. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan, M. Sc., selaku pembimbing kedua yang meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, dan nasihat kepada penulis
3. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M. Si., sebagai dosen pembahas yang telah banyak memberikan masukan, arahan, nasihat, dan meluangkan waktu terhadap penulis dalam menyempurnakan naskah skripsi ini
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia 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 S1-Biologi Terapan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 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 diluar kampus.
9. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan M. Sc. Selaku Pembimbing Akademik yang telah memberi masukan serta nasihat kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
10. Berjuta-juta kasih untuk Ayahanda tercinta bapak Saripudin, terimakasih karena sudah menjadi ayah terhebat, terimakasih sudah ada di dalam bagian hidup ini, menjadi support system, dan selalu mendukung yang terbaik untukku. Ayah anak kecil manismu ini sudah sudah besar, sudah belajar melewati kerasnya dunia. Mungkin sekarang kita tak sedekat dulu waktu aku kecil, tapi percayalah aku mencintaimu selamanya ayah.
11. Berjuta-juta kasih dan sayang untuk Ibunda tercinta Ibu Sugiarti, terima kasih atas jerih payahnya lah aku bisa hidup, terimakasih karena mempunyai hati seluas samudra, kesabaran yang tiada dua nya, keikhlasan yang tak ada tandingannya. Terimakasih ibu karena tidak pernah menuntut apapun, terimakasih karena tidak pernah memandangku rendah dan terimakasih atas segala pengertianmu. Apapun yang terjadi dalam hidupku, aku berharap setiap langkahku diiringi dengan doamu yang menembus langit.
12. Terimakasih kepada cinta kasih dari kedua saudara kandung saya, Aswa Luna Safitri dan Adam Al-ghazaly. Terimakasih atas segala do’a , usaha dan support yang telah diberikan kepada saya dalam menulis skripsi. Semoga kita mampu membahagiakan ayah dan ibu kelak.

13. Bapak dan Ibu Dosen yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih karena telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan kepada penulis.
14. Rekan-rekan penelitian cassava Gustiyana, Salma, Eja, Enjel, Dina, Star, Resya, Lutpiah dan Awan. Terima Kasih untuk kerjasama, kebersamaan, dukungan, semangat, dan saran selama penelitian hingga terselesainya skripsi ini.
15. Terimakasih kepada keluarga KKN Kelungu Siti, Chintia, Nasya, Ipah, Yazid dan Faza untuk kebersamaan, semangat, dan dukungan bagi penulis.
16. Teman-teman seperjuangan Jurusan S1-Biologi Terapan angkatan 2020.

Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas semua bantuan selama berlangsungnya penelitian hingga sampai terselesaikannya skripsi ini. Semoga ALLAH SWT memberikan Rahmat dan Karunia-Nya kepada kita semua. Akhir kata, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak, berguna bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung,
03 Juni 2024
Penulis,

Abellia Astary

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK.....i

ABSTRACK ii

HALAMAN PERSETUJUAN.....iii

HALAMAN PENGESAHAN iv

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPI.....v

RIWAYAT HIDUP vi

PERSEMBAHAN.....viii

MOTTO HIDUP ix

SANCAWANA x

DAFTAR ISI.....xiii

DAFTAR TABEL.....xv

DAFTAR GAMBAR.....xvi

I. PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang dan Masalah 1
1.2 Tujuan Penelitian.....3
1.3 Kerangka Pikir..... 3
1.4 Hipotesis 4

II. TINJAUAN PUSTAKA..... 5

2.1 Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) 5
2.2 Morfologi Cassava.....7
2.3 Medium Tanam. 10
2.4 *Fusarium oxysporum* 10
2.5 Asam Salisilat.....12

2.6 Gula Reduksi 14
2.7 Ketahanan Terimbas (*Induced resistance*) 16

III. METODE PENELITIAN 17

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 17
3.2 Alat dan bahan.....17
3.3 Rancangan Percobaan 18
3.4 Bagan Alir Penelitian 19
3.5 Pelaksaan Penelitian.....21
3.5.1 Persiapan Penanaman Cassava dalam Medium Tanam.....21
3.5.2 Persiapan Asam Salisilat.....21
3.5.3 Pengimbasan Tanaman cassava dalam Asam Salisilat 21
3.5.4 Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* Tanaman cassava.....22
3.5.5 Pengamatan.....22
3.5.6 Analisis Gula Reduksi 23
3.5.7 Analisis Data.....25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 26

4.1 Volume Akar 26
4.2 Rasio Akar dan Pucuk 29
4.3 Analisis Kandungan Gula Reduksi.....31

KESIMPULAN DAN SARAN….....**35**

DAFTAR PUSTAKA.....36

LAMPIRAN… **46**

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Notasi Perlakuan dan Ulangan.....18
2. Tata Letak Percobaan Setelah Pengacakan. 18
3. Efek Perlakuan Asam Salisilat Terhadap Volume Akar Tanaman. 27
4. Efek Perlakuan Asam Salisilat Terhadap Rasio Pucuk Akar Tanaman. 29
5. Perbandingan Konsentrasi Gula Reduksi dan Absorbansi.....31
6. Kandungan Gula Reduksi Tanaman Cassava Setelah diberi Perlakuan. 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Tanaman Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) 7
2. Jamur *Fusarium oxysporum.* 11
3. Struktur Asam Salisilat. 13
4. Beberapa Contoh Gula Reduksi. 14
5. Reaksi Glukosa dengan Pereaksi Nelson. 15
6. Bagan Alir Penelitian..... 20
7. Grafik Kurva Standar Gula Reduksi..... 31
8. Reaksi Gula Reduksi 33
9. Bibit Tanaman Cassava 57
10. Proses Penanaman Tanaman Cassava 57
11. Bibit Tanaman Cassava Setelah Ditanam..... 57
12. Penyiraman Tanaman Cassava 58
13. Penimbangan Serbuk Kristal Asam Salisilat. 58
14. Pengimbasan Asam Salisilat..... 58
15. Tanaman Cassava Setelah Diinduksi Asam Salisilat..... 58
16. Pengambilan Suspensi Jamur *Fusarium oxysporum* 59
17. Pemberian Luka Pada Tanaman Cassava 58
18. Pengukuran Volume Akar. 59
19. Penyuntikan Suspensi Jamur *Fusarium oxysporum* 59
20. Penimbangan Pucuk Tanaman Cassava 60
21. Penimbangan Akar Tanaman Cassava 60

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Cassava merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia dan merupakan tanaman dengan banyak manfaat. Salah satu manfaat dari cassava adalah sebagai bahan pokok pengganti dari nasi yang cukup penting perannya dalam menopang ketahanan pangan suatu wilayah (Fauzi dkk, 2015). Tanaman cassava juga merupakan salah satu jenis tanaman pertanian utama di Indonesia. Cassava atau yang lebih sering disebut singkong sering dijadikan sebagai sumber makanan, singkong dikonsumsi dalam bentuk non-olahan (rebus, sediaan fermentasi dan digoreng dalam bentuk keripik) atau dalam bentuk olahan, tepung, dan pati diolah menjadi berbagai produk makanan (Eleazu *et al*., 2014).

Okigbo *et al.,* (2009) melaporkan bahwa ada 50% umbi cassava yang dapat diproduksi dan dipanen di Nigeria menghilang karena terkena penyakit. Penyebab utama yang menyebabkan pembusukan cassava meliputi : *Aspergillus, Botrydiplodia theobromae, Collectotrichum spp, Geotrichum candidum, Penicillium chrysogenum, Pennicilium digantum, Fusarium oxysporum* (Ogunleye *et al.,* 2014; Okigbo *et al.,* 2015; Gwa *et al.,* 2015). Organisme ini mengurangi kuantitas dan juga kualitas umbi tanaman tersebut (Amusa *et al.,* 2003)

Penggunaan kultivar cassava yang tahan terhadap layu fusarium dengan hasil tinggi diharapkan menjadi alternatif pengendalian penyakit yang penting (Nurcahyani *et.,* 2016). Alternatif cara pengendalian penyakit yang efisien dan aman terhadap lingkungan, yaitu dengan menggunakan varietas yang unggul terhadap *Fusarium oxysporum*, merupakan salah satu alternatif pengendalian penyakit yang tidak berdampak negatif (Nurcahyani *et al.,* 2016a; Nurcahyani *et al.,* 2016b; Nurcahyani *et al.,* 2017; Nurcahyani *et al.,* 2019). Asam salisilat adalah salah satu agen penginduksi ketahanan yang diketahui dapat digunakan untuk pengendalian patogen (Hayat *et al*., 2010).

Asam salisilat adalah salah satu bentuk dari ketahanan pada tumbuhan secara kimia yang dapat mengatasi serangan patogen biotrof (patogen yang aktif pada jaringan hidup) dan virus. Pada patogen (*vir gene)* merupakan proses dari pembentukan senyawa asam salisilat. Mekanisme ketahanan melalui jalur asam salisilat berhubungan dengan adanya protein-protein yang terkait dengan patogenesis (*patogenesis-related proteins* / PR proteins) seperti kitinase, peroksidase, β-glukanase dan PR-1 (Corina *et al.,* 2009; Rebecca *et al.,* 2007).

Noviantia (2017) membuktikan bahwa kisaran konsentrasi asam salisilat yang toleran untuk seleksi planlet anggrek bulan secara *in vitro* adalah 65-85 ppm. Nurcahyani *et al.,* (2012) menyatakan bahwa penekanan perkembangan jamur *F*. *oxysporum* f.sp. *vanillae* menggunakan seleksi asam fusarat pada konsentrasi 110 ppm lebih efektif dibandingkan dengan konsentrasi 90 ppm dan 100 ppm. Terjadinya peningkatan kandungan gula reduksi seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam salisilat yang diberikan pada tanaman. Adanya tingkat gula rendah dalam tanaman dapat meningkatkan kerentanan terhadap serangan penyakit, termasuk oleh layu fusarium. Gula dalam tanaman berperan dalam mempertahankan kesehatan pada tanaman dengan

memastikan gula yang seimbang agar dapat berkontribusi pada ketahanan terhadap serangan layu fusarium.

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperlukan penelitian mendalam tentang pengaruh konsentrasi asam salisilat pada pertumbuhan cassava secara *in vivo* berdasarkan penentuan kandungan gula reduksi, volume akar dan rasio akar pucuk sehingga akan diperoleh varietas cassava yang unggul.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kandungan gula reduksi tanaman cassava hasil *Induced resistance* dengan asam salisilat.
2. Mengetahui volume akar dan rasio pucuk pada tanaman cassava tahan *Fusarium oxysporum* hasil pengimbasan asam salisilat dibandingkan kontrol.

1.3 Kerangka pikir

Di Indonesia cassava menjadi sumber bahan pangan pokok ketiga setelah padi dan jagung. Cassava juga merupakan tanaman umbi-umbian yang dapat tumbuh subur di sebagian besar wilayah Indonesia. Indonesia merupakan penghasil cassava terbesar kedua setelah Thailand, cassava masih belum dimanfaatkan secara baik, biasanya hanya dibuat tepung tapioka, ubi rebus, ubi goreng dan beberapa olahan lainnya. Potensi dan pemanfaatan cassava yang sangat baik di Indonesia perlu adanya dukungan dengan peningkatan dan kontinuitas pada produksi cassava, keunggulan dari tanaman cassava

dibandingkan dengan tanaman pertanian lainnya seperti beras merupakan salah satu tanaman yang mudah untuk dibudidayakan.

Dalam hal budidaya tanaman cassava ini, sering ditemukan permasalah yang menjadi hambatan. Permasalahan yang sering dihadapi oleh petani cassava yaitu adanya penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*. Usaha yang efisien dan tidak menimbulkan dampak negatif untuk pengendalian penyakit layu fusarium yaitu dengan menggunakan varietas yang unggul dan resisten terhadap serangan jamur *Fusarium oxyporum* yaitu dengan cara metode seleksi *in vivo*.

Asam salisilat merupakan komponen jalur sinyal transduksi yang menyebabkan ketahanan tanaman terhadap beberapa patogen secara kimia. Pada tumbuhan, terbentuknya asam salisilat merupakan respon terhadap serangan patogen sebagai bentuk pertahanan. Tumbuhan yang telah mengalami pembentukan asam salisilat, maka akan membentuk ketahanan alami, meliputi produksi fitoaleksin dan penambahan sel lignin, peningkatan aktivitas enzim peroksidase, kandungan gula dan kandungan klorofil. Penggunaan asam salisilat sebagai agen penyeleksi dalam seleksi *in vivo* dapat menghasilkan sel atau jaringan varian tahan terhadap fusarium, sehingga setelah adanya diregenerasikan menjadi tanaman yang dapat menghasilkan tanaman cassava yang resisten terhadap infeksi *Fusarium oxyporum.*

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah

1. Terdapat karakter ekspresi spesifik tanaman cassava hasil *Induced resistance* asam salisilat berdasarkan kandungan gula reduksi.
2. Terdapat perbedaan volume akar dan rasio pucuk akar setelah dibandingkan dengan kontrol.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

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	: *Manihot*
Species	: *Manihot esculenta* Crantz

Cassava merupakan tanaman umbi yang berasal dari daerah Amerika Selatan, kemudian dibawa ke Indonesia dan dibudidayakan sejak masa penjajahan Belanda. Cassava merupakan umbi atau akar pohon yang berbentuk panjang, memiliki diameter fisik arat-rata 2-3 cm dan Panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis cassava yang ditanam. Karakteristik morfologi tanaman cassava yang dibudidayakan dapat mencapai ketinggian 2,4 m, akar umbinya tumbuh di bawah permukaan tanah pada kedalam 50-100 cm dengan Panjang 30-120 cm dan diameter 4-15 dan berat 1-8 kg atau lebih (Feliana *et al.*, 2014) .

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 *et al.,* 2015).

Cassava memiliki potensi yang baik sebagai salah satu bahan makanan pokok oleh karena itu, peran cassava dalam dalam sistem pangan global menjadi semakin penting. Cassava yang hendak dikonsumsi harus dipilih jenis yang memiliki kadar asam sianida rendah, meskipun cassava yang mengandung HCN sebenarnya dapat digunakan dalam pengobatan tumor dan kanker. Casaava yang manis menghasilkan paling sedikit 20mg HCN per kilogram yang masih segar, dan 50 kali lebih banyak pada cassava yang rasanya pahit. Cassava lokal dibagi menjadi dua yaitu, cassava pahit dan cassava manis (Koswara,2013) . Bagi pengembangan usaha budidaya cassava sangat terbuka sebab beragam jenis industry memanfaatkan cassava sebagai bahan baku, seperti pembuatan tepung tapioka. Kebutuhan pasar dalam negeri misalnya pada industri makanan dan minuman kripik, sirup, industri kertas, serta industri pakan ternak (Kamisi, 2011).

Budidaya cassava bisa menjadi solusi bagi masalah ketahanan pangan di Indonesia. Selain memiliki karbohidrat yang tinggi, permintaan singkong terus naik dengan peningkatan permintaan mencapai 3,63% per tahun dan mencapai antara 62-78% dari produksi nasional. Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), bahwa sentra lahan cassava di Indonesia dikuasai oleh Provinsi Lampung dengan luas lahan panen 366.830 ha pada tahun 2022. Produksi cassava di Lampung tercatat sebanyak 6.719.088 ton tahun 2022. Produktivitas dari cassava di Provinsi Lampung mengalami penurunan dari tahun 2015 sampai tahun 2019, hal ini menunjukkan ada permasalahan pada usaha tani cassava di Provinsi Lampung (BPS, 2020).

2.2 Morfologi Cassava

Ciri atau karakter morfologi dapat digunakan untuk membedakan keragaman genetik di antara varietas . Karakter morfologi juga berperan penting dalam program pemuliaan tanaman terhadap karakter yang ingin diperoleh pemulihannya. Prosedur yang mudah, ringkas, dan murah menjadi keunggulan dari karakter morfologi. Bahkan, sampai saat ini para ahli taksonomi mengklasifikasikan tumbuhan berdasarkan pada karakter morfologi (Jafar, 2013).

Gambar 1. Tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz)
Sumber: Hendra Gunawan (2022)

Varietas morfologi dapat dideskripsikan dengan mengamati karakter struktur morfologi organ vegetatif, morfologi organ reproduktif, sitologi, fenologi, ekologi, dan geografi. Semakin banyak keragaman karakter maka hubungan kekerabatannya akan semakin dekat menggunakan karakter morfologi untuk melihat varietas pada marga Brassica (Trustinah *et al.*, 2013).

Morfologi tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) terdiri dari umbi, batang, daun, bunga dan akar. Bagian dari tanaman cassava yang dapat dimanfaatkan untuk bahan pangan adalah bagian daun dan akar yang terbentuk menjadi umbi.

a. Umbi

Akar pada tanaman cassava akan membesar dan membentuk umbi. Umbi pada tanaman cassava tersebut berbeda dengan umbi-umbian lainnya, karena cassava memiliki umbi yang termasuk akar tanaman. Bagian umbi atau akar tanaman cassava tidak dapat digunakan dalam proses perbanyakan vegetatif karena tidak terdapat mata tunas. Umbi atau akar tanaman pada cassava terdiri dari tangkai, umbi, dan bagian ekor pada ujung umbi (Saleh dkk., 2016). Pada bagian tengah umbi terdapat sumbu yang berfungsi sebagai penyalur makanan hasil fotosintesis dari daun ke akar atau umbi (Hariana, 2015).

Bentuk umbi beragam mulai agak gemuk membulat, lonjong, pendek hingga memanjang dengan rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50- 80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam (Savitri, 2014). Umbi cassava terdiri dari tiga lapisan kulit, yaitu kulit luar yang berwarna coklat, lapisan kulit dalam berwarna putih atau kekuningan, dan lapisan daging yang berwarna putih atau putih kekuningan sesuai dengan jenis tanaman cassava.

b. Batang

Batang tanaman cassava berbentuk silindris dengan ukuran antara 2 hingga 6 cm, memiliki ruas yang ditandai dengan adanya tonjolan sisa dari tangkai daun yang sudah gugur. Batangnya mempunyai ketinggian 1,5 sampai 5 m. Warna batang beragam tergantung pada kulit luar, tetapi batang yang berumur masih muda, yaitu berwarna hijau dan saat sudah tua berubah warna menjadi keputih-putihan, kelabu, hijau kelabu atau coklat kelabu. Memiliki empulur batang berwarna putih, lunak, dan strukturnya empuk seperti gabus, sedangkan permukaannya beralur dan tidak memiliki cabang pada batang (Restiani dkk., 2014).

c. Daun

Cassava memiliki daun berwarna hijau saat masih muda dan berwarna hijau tua saat daun sudah dewasa. Cassava tergolong ke dalam tanaman berdaun tunggal, karena pada setiap tangkai daun hanya terdapat satu daun dan memiliki susunan tulang daun yang menjari berjumlah 5-7 helai dengan ujung yang meruncing (Restiani dkk., 2014). Cassava memiliki tangkai daun atas yang berwarna merah dan merah kehijauan, sedangkan berwarna kemerahan pada tangkai daun bawah (Alfons dan Warmaer, 2015).

d. Bunga

Cassava merupakan tanaman monoecious atau berumah satu, yaitu tanaman yang pada satu pohonnya menghasilkan bunga jantan dan bunga betina. Bunga berfungsi dalam pemuliaan tanaman, akan tetapi tidak semua jenis cassava memiliki bunga, hal ini disebabkan oleh faktor genetik suatu tanaman cassava (Herman dkk., 2016). Bunga pada tanaman cassava tidak memiliki struktur kalik (kelopak) maupun korola (mahkota), tetapi memiliki struktur perigonium, yaitu tenda bunga antara mahkota bunga dan kelopak bunga tidak bisa dibedakan satu sama lain (Nirwanto, 2012).

e. Akar

Akar penyokong memberikan tambahan pangan untuk tumbuh teak dan membantu penyerapan hara. Akar akan membesar dan membentuk umbi. Umbi pada cassava merupakan akar pohon yang membesar umbi cassava berbeda dengan umbi tanaman umbi-umbian. Secara anatomis sama dengan akar, tidak mempunyai mata tunas sehingga tidak dapat digunakan sebagai alat perbanyakan vegetatif. Bagian umbi merupakan bagian terbesar, dan ditengahnya terdapat sumbu dimana sumbu ini berfungsi sebagai penyalur makanan hasil fotosintesis dari daun ke akar atau umbi (Arif Hariana, 2015).

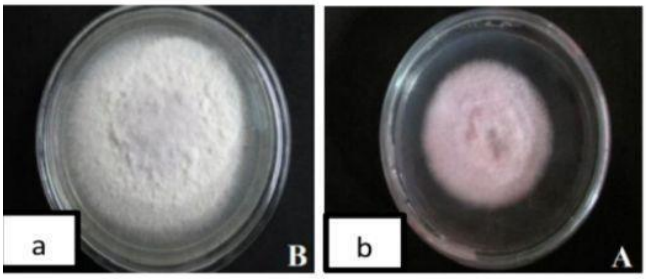
2.3 Medium Tanam

Medium tanam yang baik digunakan untuk dijadikan tempat pertumbuhan tanaman yang baik diantaranya yang memiliki kemampuan menahan air yang baik, struktur gembur, aerasi dan drainase yang baik (Barriyah *et al.*, 2015). Bahan campuran medium berupa kompos, sekam padi pasir dan cocopeat sudah banyak digunakan untuk mengatasi masalah aerasi dan drainase medium. Medium campuran arang sekam dan serbuk sabut kelapa memiliki sifat yang baik karena dapat mendorong pertumbuhan akar dan batang serta dapat menyerap nutrisi dan air dengan baik (Ashari, 2006). Penggunaan bahan campuran medium tersebut telah banyak dilakukan pada penanaman beberapa jenis tanaman, diantaranya adalah pada tanaman mentimun dalam *polybag* (Wulandari *et al.*, 2014), tanaman cabai (Kusumawati *et al.*, 2016), dan tanaman melon (Barriyah *et al.*, 2015).

2.4 Jamur *Fusarium oxysporum*

Klasifikasi *Fusarium oxysporum* penyebab layu pada tanaman cassava dalam Klasifikasi menurut Alexopoulus *et al.*(1996) dan Hibbet *et al.*, (2007) sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Divisio	: Ascomycota
Classis	: Sordariomycetes
Ordo	: Moniliales
Familia	: Moniales
Genus	: *Fusarium*
Species	: *Fusarium oxysporum*



Gambar 2. Koloni *Fusarium oxysporum* (A) umur 7 hari, (B) umur 4 minggu dalam medium PDA (Nurcahyani *et al.,* 2012)

Fusarium oxysporum merupakan salah satu jenis jamur patogen yang ada di dalam tanah yang menyerang pada bagian akar dan umbi sehingga menyebabkan busuk (layu) pada tumbuhan. Jamur ini sangat cepat menyebar karena aktivitasnya di dalam akar melalui medium tanah. Jamur *Fusarium oxysporum* merupakan salah satu jamur yang memiliki sifat genetik serta respon fenotip terhadap perubahan lingkungan, hal ini menyebabkan *Fusarium oxysporum* dapat bersifat serangan dan stabil yaitu dengan melakukan isolasi monospora sehingga diperoleh varian yang stabil (Nurcahyani dkk., 2012). Faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran penyakit layu fusarium antara lain temperatur, kelembaban tanah yang rendah, nutrisi dan pH yang rendah (Okungbowa *et al.,* 2016).

Jamur *Fusarium oxysporum* memiliki koloni berwarna putih disertai warna ungu hingga merah muda pada setiap koloninya, selain itu, koloni ini akan menghasilkan warna yang berbeda pada isolat dengan medium tumbuh yang sama. Hal ini dikarenakan jamur *Fusarium oxysporum* dapat melakukan mutasi dengan cepat sehingga warna koloni tidak dapat dijadikan sebagai parameter identifikasi (Sutejo *et al.,* 2008).

Menurut Putri *et al.,* (2014) penularan akibat jamur patogen tergantung pada kondisi tanah dan jarak antar tanaman. Jamur *Fusarium oxysporum* dapat menular melalui tanah dan rimpang dari tanaman yang sakit ke tanaman

lainnya sehingganya, apabila ditemukan tanaman yang terinfeksi jamur fusarium maka tanaman tersebut harus dicabut hingga akarnya dan diberikan pengobatan anti jamur pada tanaman yang sehat guna mencegah adanya penyebaran penyakit layu akibat *Fusarium oxysporum.*

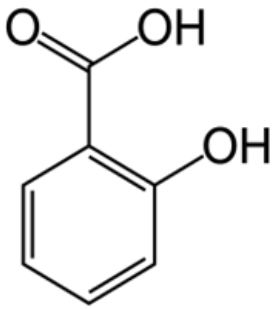
Layu fusarium sering terjadi pada pertengahan musim panas ketika temperatur udara dan tanah tinggi. Penyakit tanaman ini ditandai gejala perubahan warna daun yang paling tua menjadi kekuningan (daun yang lebih dekat dengan tanah). Daun yang terinfeksi layu akan mengering, namun tetap menempel pada tanaman. Kelayuan akan menyebar ke bagian daun yang lebih muda dan tanaman akan segera mati. Batang tanaman akan tetap keras dan hijau pada bagian luar, namun pada jaringan vaskular tanaman menjadi diskolorisasi, berupa luka berwarna cokelat (Yuniarti, 2010). *Fusarium oxysporum* dapat bertahan hidup pada tanah dengan pH 4,5-6,0 tumbuh dengan baik pada biakan murni dengan pH 3,6-8,4 sedangkan untuk perkecambahan spora pH optimum sekitar 5,0. Suhu optimum untuk pertumbuhan Fusarium oxysporum adalah 20-30^{o}C maksimum pada 37^{o}C dengan suhu minimum sekitar 5^{o}C, sedangkan suhu optimum untuk perkembangan spora adalah 20-25^{o}C, (Djaenuddin, 2011).

2.5 Asam Salisilat

Mekanisme ketahanan terhadap penyakit dapat berupa ketahanan secara fisik maupun kimia. Salah satu bentuk ketahanan secara kimia adalah asam salisilat. Asam salisilat termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang banyak berperan dalam respon tanaman terhadap penyakit dan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rivas *et al.*, 2011). Asam salisilat lebih dominan untuk mengatasi serangan patogen biotrof atau patogen yang aktif pada jaringan hidup dan virus. Pembentukan senyawa asam salisilat ini merupakan bentuk pengaktifan gen (*vir gen*). Mekanisme

ketahanan melalui jalur asam salisilat berhubungan dengan protein-protein yang terkait dengan patogenesis seperti kitinase, peroksidase, β-glukanase dan PR-1 (Corina *et al.*, 2009; Rebecca *et al.*, 2007).

Asam salisilat memiliki struktur bangunan kimia seperti yang disajikan pada **Gambar 3.** berikut.



Gambar 3. Struktur Asam Salisilat
(Fessenden dan Fessenden, 1986)

Asam salisilat berperan dalam mengatur proses fisiologi dan respon imun pada tanaman. Oleh sebab itu asam salisilat dimanfaatkan sebagai sinyal transduksi dalam jaringan pertahanan tanaman yang telah diamati dan karakterisasi pada sejumlah gen yang berfungsi dalam sintesis asam salisilat. Rangkaian ini meliputi konjugasi, akumulasi, dan crosstalk hormone tanaman seperti asam jasmonat, etilen, asam absisi, auksin, giberelin, sitokinin, dan brassinosteroid (Cristoffo *et al.*, 2017).

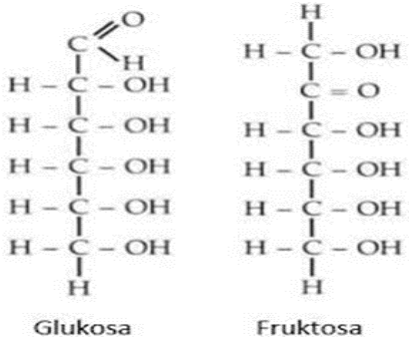
Asam salisilat diakui sebagai hormon pertahanan vital serta sebagai pengatur kondisi panas endogen pada tanaman. Thermogenesis dan produksi senyawa aromatik yang terkait dengan thermogenesis ditemukan diinduksi oleh perlakuan eksplan spadix dengan asam salisilat (Bagautdinova *et al.*, 2022). Asam salisilat merupakan hormon pertahanan yang diperlukan untuk resistensi lokal dan sistematik yang didapat SAR pada tanaman. SAR adalah respons imun sekunder di bagian distal tanaman diaktifkan oleh respons pertahanan lokal. SAR efektif melawan patogen yang luas seperti jamur,

bakteri dan virus. Infeksi patogen pada tanaman menyebabkan peningkatan kadar AS di bagian lokal dan distal tanaman, kemudian AS menginduksi resistensi terhadap patogen dengan mengaktifkan respons pertahanan melalui protein NPR1 yang menjadi regulator utama dari sistem ketahanan tanaman terhadap patogen. Sistem ketahanan inilah yang disebut *Systemic Acquired Resistance* (Zhang *et al.*, 2010)

Asam salisilat sangat penting bagi tanaman untuk pertahanan tanaman. Asam salisilat digunakan untuk ketahanan terimbas tanaman terhadap penyakit layu fusarium. Asam salisilat juga digunakan sebagai reaksi infeksi patogen. Asam salisilat merupakan salah satu bentuk pertahanan tanaman secara kimia (Noviantia dkk., 2017)

2.6 Gula Reduksi

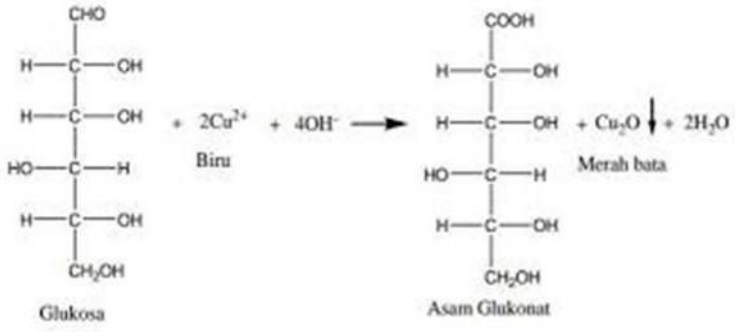
Gula reduksi adalah gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi, yang disebabkan oleh adanya gugus aldehid atau keton bebas dalam molekul karbohidrat. Sifat ini tampak pada reaksi reduksi ion-ion logam misalnya ion Cu (II) yang terdapat pada pereaksi-pereaksi tertentu. Glukosa, fruktosa, laktosa, maltosa, dan lain-lain adalah contoh dari gula reduksi (Poedjadi, 2006). Beberapa contoh dari gula reduksi dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Beberapa contoh gula reduksi
(Sumber: Hutapea dan Sitorus, 2017)

Monosakarida mempunyai kemampuan untuk mereduksi suatu senyawa. Sifat pereduksi dari suatu gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil bebas yang reaktif. Prinsip analisisnya berdasarkan pada monosakarida yang memiliki kemampuan untuk mereduksi suatu senyawa. Adanya polimerisasi monosakarida mempengaruhi sifat mereduksinya (Wilberta dkk., 2021).

Analisis yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan gula reduksi yaitu analisis Nelson-Somogyi. Pada metode Somogyi-Nelson, penambahan reagen nelson berfungsi untuk mereduksi kupri oksida menjadi kupro oksida, reagen nelson juga mengandung K-Na-tartrat yang memiliki fungsi mencegah kupri oksida mengendap. Setelah ditambahkan reagen nelson, maka sampel dipanaskan bertujuan untuk mempercepat proses reduksi kupri oksida menjadi kupro oksida. Selanjutnya sampel didinginkan supaya reaksi yang terjadi stabil. Kemudian ditambahkan larutan arsenomolibdat yang bertujuan untuk bereaksi dengan endapan kupro oksida. Pada peristiwa ini kupro oksida akan mereduksi kembali arsenomolibdat menjadi *molibdene blue* yang berwarna biru kehijauan yang nanti diukur absorbansinya dengan spektrofotometer. Reaksi glukosa dengan pereaksi nelson disajikan pada **Gambar 5.** (Anggraini dan Damayanti, 2019).



Gambar 5. Reaksi Glukosa dengan Pereaksi Nelson (Anggraini dan Damayati, 2019)

2.7 Ketahanan Terimbas (*Induced resistance*)

Konsep ketahanan terimbas pertama kali dikemukakan oleh Ray dan Beuverie pada tahun 1901. Konsep ketahanan terimbas berasal dari teori bahwa secara alamiah setiap tanaman memiliki kemampuan untuk bertahan terhadap patogen (Inayati, 2016). Mekanisme ketahanan terimbas merupakan mekanisme yang sangat kompleks, meliputi pengenalan tanaman terhadap patogen (*recognition*), produksi fitoaleksin (salah satu turunan senyawa fenol), PR- protein (*Patogenesis-Related protein*), dan lignifikasi (Nurcahyani, 2022).

Menurut Inayati, (2016) menyatakan bahwa agen pengimbas, disebut juga elisitor atau induser, merupakan molekul yang mampu menstimulasi dan mengaktifkan respon ketahanan tanaman. Mekanisme ketahanan tanaman apabila digerakkan oleh rangsangan karena infeksi patogen tanaman, maka tanaman dapat merespon dengan pertahanan tanaman. Ketahanan terimbas merupakan ketahanan tanaman yang memang sudah ada pada tanaman namun pengaktifan mekanisme ketahanan laten melalui inokulasi patogen atau mikroba (Djaenuddin dan Nurasiah, 2016).

Ketahanan terimbas (*Induced resistance*) dapat dijadikan sebagai alternatif cara untuk mendapatkan keragaman genetik khususnya untuk karakter ketahanan terhadap penyakit. Induksi ketahanan sistemik adalah suatu proses stimulasi resistensi tanaman inang tanpa introduksi gen- gen baru. Induksi ketahanan sistemik menyebabkan kondisi fisiologis yang mengatur sistem ketahanan menjadi aktif dan atau menstimulasi mekanisme resistensi alami yang dimiliki oleh inang dengan pengaplikasian bahan penginduksi eksternal. Bahan penginduksi eksternal (elisitor) tersebut dapat berupa agens biologi, kimia, dan fisika (Agrios, 2005)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

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

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah autoclave, *Laminar Air Flow* (LAF) merek ESCO, Spektrofotometer UV- Vis merek Shimadzu, oven, cawan petri berdiameter 10 cm, alumunium foil, kertas saring, timbangan analitik ohaus, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, hot plate, tissue, shaker, cover glass, obyek glass, mikroskop, kertas label, erlenmayer 300ml, labu ukur 100, gelas ukur 10 ml dan 100 ml, jarum ose,botol kultur, haemositometer, kain kasa, kapas, batang pengaduk, bunsen, corong, lateks, dan kamera handphone.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman cassava yang berumur 1 bulan, inokulasi *Fusarium oxysporum* yang diperoleh dari koleksi pribadi Ibu Prof. Dr. Endang Nurcahyani, M. Si, tanah, aquades, asam salisilat, alkohol 70%, larutan glukosa, reagen Nelson, Regensia arsenomolybda.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan 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 kandungan gula reduksi, volume akar dan rasio pucuk akar. Percobaan notasi perlakuan dan ulangan disajikan dalam **Tabel 1.**

Tabel 1. Notasi Perlakuan dan ulangan

Ulangan	Konsentrasi asam salisilat (ppm)				
	0	80	100	120	140
1	K_1U_1	K_2U_1	K_3U_1	K_4U_1	K_5U_1
2	K_1U_2	K_2U_2	K_3U_2	K_4U2	K_5U_2
3	K_1U_3	K_2U_3	K_3U_3	K_4U_3	K_5U_3
4	K_1U_4	K_2U_4	K_3U_4	K_4U_4	K_5U_4
5	K_1U_5	K_2U_5	K_3U_5	K_4U_5	K_5U_5

Keterangan :

K_1 :Konsentrasi 0 ppm (Kontrol)
K_2 :Konsentrasi asam salisilat 80 ppm
K_3 :Konsentrasi asam salisilat 100 ppm
K_4 ;Konsentrasi asam salisilat 120 ppm
K_5 :Konsentrasi asam salisilat 140 ppm
U_1-U_5 : Ulangan 1-ulangan 5

Berikut tata letak satuan percobaan setelah pengacakan disajikan pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Tata letak percobaan setelah pengacakan

1	K_2U_1	K_3U_2	K_5U_2	K_4U_4	K_1U_2
2	K_4U_1	K_1U_1	K_3U_5	K_2U_3	K_5U_4
3	K_3U_4	K_2U_2	K_5U_5	K_1U_3	K_4U_5
4	K_1U_5	K_5U_3	K_2U_4	K_4U_2	K_3U_3
5	K_4U_3	K_3U_1	K_1U_4	K_5U_1	K_2U_5

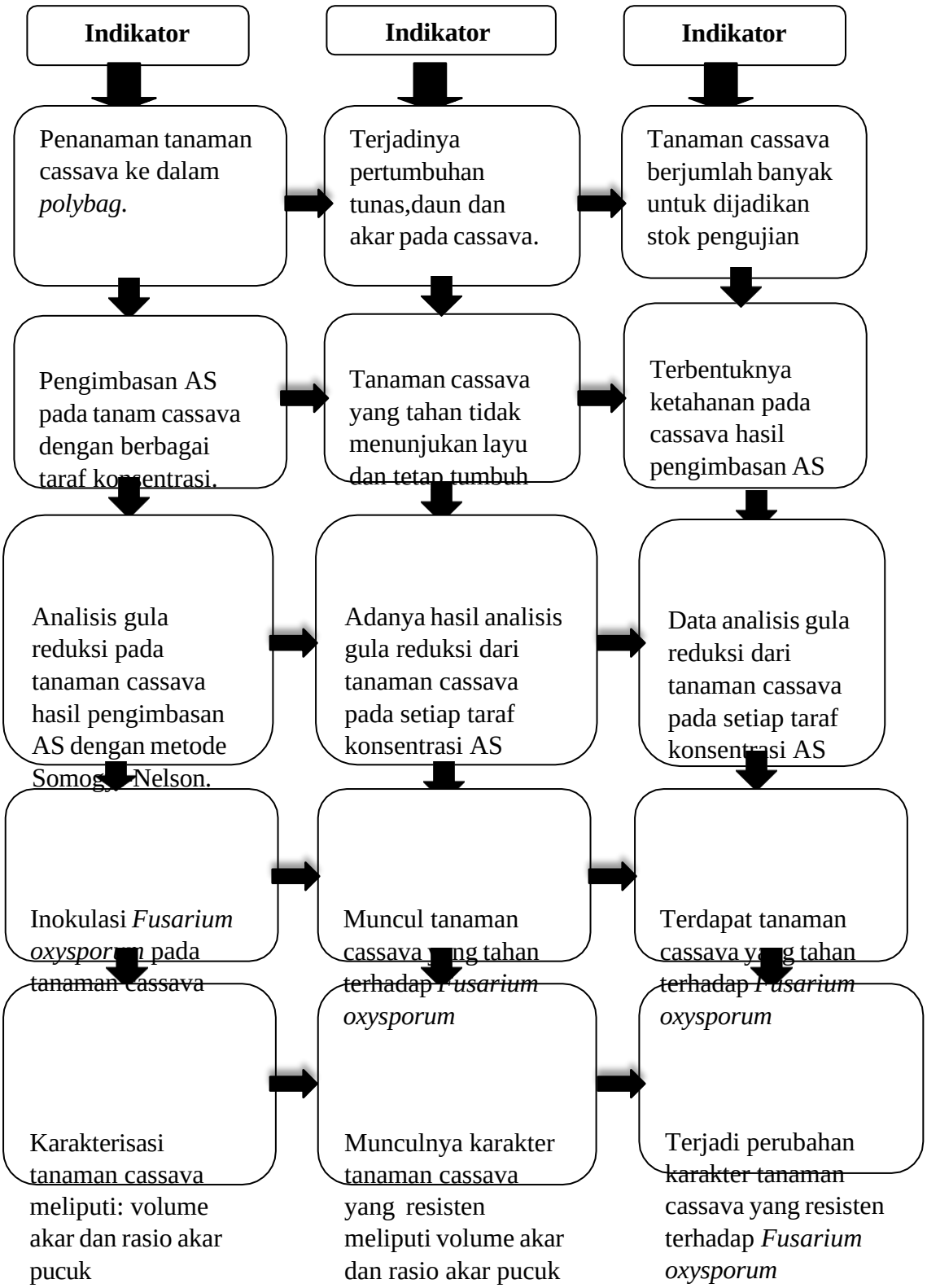
Keterangan

K_1 : Konsentrasi 0 ppm (kontrol)
K_2 : Konsentrasi asam salisilat 80 ppm
K_3 : Konsentrasi asam salisilat 100 ppm
K_4 : Konsentrasi asam salisilat 120 ppm
K_5 : Konsentrasi asam salisilat 140 ppm
U_1-U_5 : Ulangan 1 -ulangan 5

3.4 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu, 1). Penanaman tanaman cassava ke dalam media tanah; 2). Pengimbasan asam salisilat pada tanaman cassava dengan berbagai konsentrasi; 3). Analisis gula reduksi hasil pengimbasan asam salisilat dengan metode Somogyi-Nelson; 4). Inokulasi jamur *Fusarium oxysporum* ke dalam tanaman cassava hasil seleksi dengan asam salisilat; 5). Karakterisasi cassava meliputi volume akar dan rasio pucuk akar.

Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir seperti yang disajikan pada **Gambar 6.**



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan dan Penanaman Cassava dalam Medium Tanam

Medium yang digunakan dalam penelitian ini yaitu medium tanah yang dicampurkan dengan sekam padi dan diberi pupuk kompos. Dalam pembuatan medium tanam ini, sekam ditambahkan dengan campuran pupuk organik dengan perbandingan 1:1, kemudian dimasukan setiap *polybag* berisi 1kg media ditambahkan tanah yang sudah diberi label sesuai konsentrasi dan pengulangan. Dilakukan penyiraman sebanyak tiga kali dalam seminggu, pada pagi hari sampai pukul 09:00 atau sore hari pada pukul 16.00 selama 30 hari.

3.5.2 Persiapan Asam Salisilat

Asam salisilat yang digunakan pada penelitian ini terdapat 5 taraf dengan konsentrasi 0 ppm sebagai kontrol, 80 ppm, 100 ppm, 120 ppm dan 140 ppm disajikan dalam **Lampiran 1**. Pembuatan larutan stok asam salisilat dilakukan dengan cara melarutkan kristal asam salisilat kemudian dilarutkan dengan aquades menggunakan labu ukur 500ml. Asam salisilat dimasukkan ke dalam botol kultur dan disimpan dalam kulkas selama 1 hari.

3.5.3 Pengimbasan Tanaman Cassava dalam Asama Salisilat

Asam salisilat yang sudah dibuat dengan konsentrasi yang ditentukan selanjutnya digunakan untuk perlakuan tanaman cassava. 1 buah *polybag* diberikan perlakuan sebanyak 50 ml larutan asam salisilat untuk tiap konsentrasi. Pengimbasan dilakukan sekali setelah hari ke-30 pada saat

setelah cassava ditanam. Asam salisilat diimbaskan pada bagian batang tanaman dan setelah itu dilakukan analisis gula reduksi pada hari ke 14.

3.5.4 Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* Terhadap Tanaman Cassava

Tahap ini menggunakan metode Nurcahyani (2012) yang dimodifikasi yaitu diawali dengan pembuatan larutan suspensi pada jamur *Fusarium oxysporum* disajikan dalam **Lampiran 2.** Jamur *Fusarium oxysporum* yang telah dibiakkan sebelumnya diambil menggunakan jarum ose, kemudian spora dilarutkan dengan menggunakan akuades pada tabung reaksi steril (ukuran 10 ml) lalu dihomogenkan menggunakan shaker dengan kecepatan 470 rpm hingga tercampur setelah itu dilakukan pengenceran hingga didapat suspensi dengan kerapatan spora $1{,}75x10^5$/ml (Herlinda *et al.*, 2006).

Inokulasi *Fusarium oxysporum* dilakukan dengan menyiram pada tanaman cassava menggunakan larutan suspensi sebanyak 2 ml pada batang yang sudah diberikan perlukaan di bagian bawah berdekatan dengan medium tanaman. Pengamatan dilakukan pada hari ke 14 setelah inokulasi jamur *Fusarium oxysporum.*

3.5.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah 14 hari inokulasi jamur *Fusarium oxysporum* untuk mengetahui konsentrasi asam salisilat yang toleran untuk tanaman cassava dengan parameter sebagai berikut.

1. **Volume Akar (ml)**

   Mengukur volume akar dilakukan dengan cara merendam akar ke dalam gelas ukur yang diisi air. Kemudian diamati perubahan volume dan diukur volume akarnya. Volume akar dihitung dengan dipotong bagian akar tanaman cassava, kemudian akar di bersihkan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml yang berisi air 50 ml, sehingga didapatkan penambahan volume (Munarso, 2011).

2. **Rasio Pucuk Akar**

   Pengamatan rasio pucuk akar dimulai dengan membersihkan akar tanaman cassava dari tanah yang menempel dengan air, rasio tajuk akar dipisahkan dengan cara dipotong pucuk dan akarnya. Kemudian dikeringkan menggunakan metode oven dengan suhu 70 ^{O}C selama 3x24 jam. Pengamatan rasio pucuk akar dihitung dengan membandingkan bobot kering tajuk dan bobot kering akar.
   Rasio pucuk dan akar dihitung dengan rumus sebagai berikut ;

$$\frac{Berat\ kering\ pucuk}{Berat\ kering\ akar}$$

(Kakanga *et al.*,2017)

3.5.6 Analisis Kandungan Gula Reduksi

Analisis kandungan gula reduksi tanaman cassava dilakukan pada hari ke 14 setelah pengimbasan asam salisilat pada tanaman cassava. Bahan untuk analisis kandungan gula reduksi menggunakan tanaman cassava yang sudah diberi asam salisilat dan tanpa perlakuan (kontrol). Analisis

kandungan gula reduksi menggunakan metode Somogyi-Nelson (Al-kayyis dan Susanti, 2016) dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. **Pembuatan Kurva Kalibrasi Gula Reduksi**

   Pembuatan larutan glukosa standar (12 mg glukosa/120ml), dilakukan 6 pengenceran larutan glukosa dengan konsentrasi 2, 4,6,8,10, dan 12 mg/120 ml yang masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi dan 1 tabung berisi akuades sebagai blanko. Lalu ditambahkan 1 ml regensia nelson (reagen nelson a 25 bagian dan reagen nelson b1 bagian) ke dalam masing-masing tabung. Larutan yang telah ditambahkan regensia nelson kemudian dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit. Larutan tersebut kemudian didinginkan di dalam gelas piala yang berisi air dingin sampai suhu tabung 25^{o}C, lalu ditambahkan 1 ml regensia arsenomolybdat, dihomogenkan sampai semua endapan larutan kembali. Setelah homogen, sampel ditambahkan 7 ml akuades dan dihomogenkan kembali. Larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 695 nm, kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi glukosa dengan absorbasi.

2. **Penentuan Kandungan gula reduksi**

   Ekstrak daun cassava segar (larutan ekstrak harus jernih) masing-masing konsentrasi diambil 1 ml, dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi dan ditambahkan 1 ml regensia nelson ke dalam masing-masing tabung, larutan yang telah ditambahkan regensia nelson kemudian dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit. Larutan tersebut kemudian

didinginkan di dalam gelas piala berisi air dingin sampai suhu tabung 25^{o}C, lalu ditambahkan 1ml regensia arsenomolibdat, homogenkan hingga endapan larut. Setelah homogen, ditambahkan 7 ml akuades dan kocok hingga homogen. Larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang hubungan antara konsentrasi glukosa dengan absorbansi, menurut Pujiati dan Novi (2016), kandungan gula reduksi dihitung menggunakan rumus.

Kandungan gula reduksi (%) = $\frac{X.FP}{BS}\ x\ 100\ \%$

Keterangan :

X = Konsentrasi (ppm)
Fp = Faktor Pengenceran
BS = Berat Sampel (mg)

3.5.7 Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini berupa kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif yang didukung oleh foto. Data kuantitatif ditabulasi dengan faktor konsentrasi yang berbeda. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), data kuantitatif dari setiap parameter dianalisis menggunakan Analisis Ragam (*Analysis of Variance*) atau ANOVA dan uji lanjut dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Terjadinya peningkatan kandungan gula reduksi pada tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam salisilat.
2. Perlakuan konsentrasi asam salisilat pada 100 ppm berpengaruh paling baik pada volume akar dan rasio akar pucuk pada tanaman cassava (*Manihot esculenta* Crantz) tahan *Fusarium oxysporum*.

B. Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjut tentang karakterisasi cassava yang tahan *Fusarium oxysporum* seperti kandungan lignin (lignifikasi).
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kadar konsentrasi Asam Salisilat yang dapat mempengaruhi kandungan karbohidrat sehingga didapatkan tanaman cassava yang toleran.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Agrios, G. N. 2005. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. (Terjemahan Munzir Busnia). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Alfons, J.B. dan Wamaer, D. 2015. Keragaman karakter morfologis dan agronomis ubi kayu lokal Maluku. Dalam: Priyatno, T.P., Kurniawan, H., Hidayatun, N., Kosmiatin, M. dan Suryadi, Y. *(editor) Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Genetik Pertanian Tahun 2015.*160-168.

Al-kayyis HK. and Susanti H. 2016. Comparison of The Somogyi-Nelson and Anthrone-Sulfate Methods *Fusarium oxysporum* Determining Reducing Sugar Content In Cilembu (*Ipomea batatas* L.) tubers. *J. Pharmacy Science and Community.* 13 (2): 81-89.

Amusa, N. A., Adigbite, A.A., Muhammed, S., and Baiyewu, R.a. (2003). Yam diseases and its management in Negeria. *African Jornal of Biotechnology* 2(12), 497. 502. https://doi.org//0.5897/AJB2003.000.1099 Diakses pada 16 September 2003.

Andriani, A., dan Handayani, T. 2015. Pengaruh Asam Salisilat Terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi Gogo Varietas Situ Bagendit Effect Of Salicylic Acid On Growth Of Upland Rice Seedling Situ Bagendit Varieties. *Jurnal April*, 40–45.

Anggraini, D.I. dan Damayanti, D. 2019. Studi Antidiabetes Kombinasi Ekstrak Etanol Kubis (*Brassica oleraceae* L.) dan Tomat (*Solanum lycopersicum*) Secara *InVitro*. *As-Syiffa Jurnal Farmasi*. 11 (1): 30-37.

Angiosperm Phylogeny Group (APG II). 2003. An Update of the Angiosperm Phylogeny Groups Classification for the Orders and Sukues of Flowering Plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 141:399- 436.

Arif hariana, 2015, 262 *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*, Jakarta : Penebaran Swadaya.

Ashari, S. 2006. *Hortikultura: Aspek Budidaya*. UI Press. Jakarta. 485 hlm.

Baharuddin., M. Muin. dan H. Bandaso. 2007. Pemanfaatan Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Sebagai Bahan Pembuatan Gula Putih Kristal. *Jurnal Perennial*.3: 40-43.

Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Harga Produsen Pertanian Subsektor Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan Rakyat tahun 2020.* Lampung:BPS Provinsi Lampung. https://www.bps.go.id/ Diakses pada 18 September 2023.

Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Ubi Kayu*. https://www.bps.go.id/ Diakses pada 17 September 2023.

Bagautdinova, Z.Z., Omelyanchuk, N., Tyapkin, A.V., Kovrizhnykh, V.V., Lavrenjha, V.V. and Zemlyanskaya, E.V. 2022. Salicylic Acid in Root Growth and Development. *International Journal of Molecular Sciences*. 23(4):1-26.

Bariyyah, K., Suparjono, S., dan Usmadi, U. 2015. Pengaruh Kombinasi Komposisi Media Organik dan Konsentrasi Nutrisi Terhadap Daya Hasil Tanaman Melon (*Cucumis melon* L.*). Planta Tropika Journal of Agro Science*. 3 (2). 67–72.

Corina V.A., D. A. Dempsey, and D.F. Klessig. 2009. Salicylic Acid, a multifaceted Hormone to Combat Disease. Annu . *Rev. Phytopathol 47:177-206.*

Cristoffol, L., Meity, S., Kikin, H., Trikoesoemaningtyas and Giyanto. 2017. Salicylic Acid as Inducers for Rice resistance Against Bacterial Leaf Blight Disease. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(6):207.

Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York. 477 p.

Djaenuddin dan Nuraisiah. 2016. Interaksi Bakteri Antagonis dengan Tanaman: Ketahanan Terinduksi pada Tanaman Jagung. *Iptek Tanaman Pangan* 11(2):143-148.

Du umur, M., Lambert, Crantz, Bouscout, J., Merillon J., and Corio, Crantz 2013. Benzothiadiazole primed Defencw Responses and Enhanced Differential Exspression of Defence Genes in Vitis venifera Infected with BiotropicPathogens *Erysiphe necator and plasmophora Viticola. Plant pathol.* 62:370 382.

Eleazu, O.C., Eleazu, K.C. and Kolawole, S. 2014. Use of indigenous technologyfor the production of high quality cassava flour with similar food qualitiesas wheat flour. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 13: 249-256.

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. ISSN No. 2337- 6597.

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*. ISSN No. 2337- 6597. 3 (3): 1082-1088

Feliana., Firga., Hakim, L. dan Fatmah, D. 2014. Kandungan Gizi Dua Jenis Varietas Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Berdasarkan Umur Panen di Desa Siney Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong. *Jurnal E-Jipbiol*. 2 (3).

Fessenden, R. J. and Fessenden, J. S. 1986. Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid Kedua. Erlangga. Jakarta. Alih Bahasa Pudjaatmaka, A. H. Terjemahan dari : organik *Chemistry, Third Edition.*

Gwa, I. V., Bem, A. A., and Okoro. J. K. (2015). Yams (Dioscore rotundata poir and D, alata La,.) Fungsi etiology in Katsina- ala local government aera of Benue state, Nigeria. *Jornal of phytopathology and plant Health*, 3, 38-48.

Hapsari, M.A dan Pramashinta A. 2013 pembuatan biotanol dari singkong karet (*manihot glaziovii*) untuk bahan bakar kompor rumah tangga sebagai upaya mempercepat konversi minyak tanah ke bahan bakar nabati. *Jurnal Teknologi Kimia.* 2 (2):240-245.

Hariana, A., 2015. *Tumbuhan Obat dan Khasiatnya*. Swadaya Group. Jakarta.

Hayat Q, Hayat S, Irfan M, Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environ Exp Bot. 68(1):14–25. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005 Diakses pada 16 September 2023.

Herlinda, S., Utama, M. D. dan Pujiastuti, Y. 2006. Kerapatan dan Viabilitas Spora Beauveria bassiana (Bals). Akibat Subkultur dan Pengayaan Media, Serta Virulensinya Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Linn). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika.* 6 (2): 70-78.

Herman, H., Indriyani, D., Roslim, dan Fitriani, I.Y. 2016. Respon Genotipe Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Terhadap Dosis Pupuk Kandang Sapi Taluk Kuantan. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 32(2):135-142.

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., Zhang, N. 2007. A Higher-Level Phylogenetic Classification of The Fungi. Mycological Research. 111 (5) pp. 509–547.

Inayati, A. 2016. Ketahanan terimbas tanaman Kacang-Kacangan Terhadap Penyakit *Induced Disease Resistance in Legumes. Iptek Tanaman Pangan*. 11(2):175 186.

Jafar, M. J. 2013. Bisnis Ubi Kayu Indonesia. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta. Kementrerian Pertanian (Kementan), 2012. Ketahanan pangan https://www.ekon.Keturunan Tetua Betina Uj-3, Cmn 25-27, dan Mentik Urang. *Jurnal Agrotek Tropika*. 1 (1): 1-7. Diakses pada 20 September 2023.

Javaheri, M., Mashayeki, K., Dadkhan, A., & Travallaee, 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.

Juniawan. 2015. Mengenal Jamur *Fusarium oxysporum*. BBPP KETINDAN. https://bbppketindan.bppsdmp.pertanian.go.id/beranda/ Diakses pada 01 Oktober 2023.

Kabiri, R., dan Naghizadeh, M. 2015. Exogenous Acetylsalicylic Acid Stimulates ’Physiological Changes To Improve Growth , Yield And Yield Components Of Barley Under Water Stress Condition. *Journal Of Plant Physiology And Breeding* 5(1), 35–45.

Kakanga, Crantz J., Nio, S.A. dan Siahaan, P. 2017. Rasio akar:tajuk tanaman padi local Sulawesi Utara yang mengalami cekaman banjir dan kekeringan pada fase vegetative (Root:shot ratio of North Sulawesi local rice under waterlogging and drought at the vegetative phase). *Jurnal Bioslogos* 7(1).

Kamisi, L.H. 2011. Analisis Usaha dan Nilai Tambah Agroindustri Kerupuk Singkong. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan Ummu-Ternate)* 4 (2).

Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian.*USAID.

Kusumawati, R, D., Hariyono, D., dan Aini, N. (2016). Pengaruh komposisi media tanam dan interval pemberian air sampai dengan kapasitas lapang terhadap produksi tanaman cabai rawit *(Capsicum frutescesns* L.*) .Plantopica*, 1(2), 64-71

Lehninger, A. L. 1982. *Dasar-dasar Biokimia*. Erlangga. Jakarta.

Munarso, P.Y. 2011. Keragaan padi hibrida pada sistem pengairan intermittent dan tergenang. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 30:189-195.

Murphy, A. M., Gilliand, Crantz., Wong, J. West, D.P. Sigh and J.P. Carr 2001. Signal Transduction in resistance to plant Virases. *Euro. J. Plat Pathol.* 107: 121-128.

Nirwanto, H. 2012. *Analisis Life Cycle Biotanol Berbasis Singkong dan Tandan Kosong Kelapa Sawit di Indonesia*. Tugas Akhir Sarjana Teknik Bioproses UI. https://lib.ui.ac.id Diakses pada 10 Oktober 2023.

Noviantia, R. A., Endang N., dan Martha L. L. 2017. Uji Ketahanan Planlet Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl.) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara *In Vitro. Jurnal Penelitian Pertanian Terapan.* 17(2): 132-137.

Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif.* Jakarta : Agromedia Pustaka.

Nurcahyani, E., Sumardi I, Hadisutrisno B., dan 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. JHPTT.* 12 (1): 12-22.

Nurcahyani, E., Hadisutrisno, B., Sumardi, I. dan E. Suharyanto. 2014. Identifikasi Galur Planlet Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Resisten Terhadap Infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* Hasil Seleksi *In Vitro* dengan Asam Fusarat. Prosiding Seminar Nasional: *"Pengendalian Penyakit Pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan".* pp 272-279.

Nurcahyani, E., Agustrina, R. dan Handayani, T T. 2016a. The Protein Profile of the Planlets of *Spathoglottis plicata* Bl. Induced Resistance to *Fusarium oxysporum. Journal of Plant Science.* 4(5): 102-105.

Nurcahyani, E., Agustrina, R., Suroso, E. dan Andari, G. 2016b. Analysis of Peroxidase Enzyme and Total Phenol from Ground Orchid (*Spathoglottis plicata* Bl) as Result of the In Vitro Fusaric Acid Selection Toward to *Fusarium oxysporum. International Journal of Apllied Agricultural Science.* 2(6): 79-82.

Nurcahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B. dan Suharyanto, E. 2017. DNA Pattern Analisys of *Vanilla planifolia* Andrews Plantlet With Resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae*.WPJLS 3(4):27-34.

Nurcahyani, E., Bambang I., Sumardi, Evi Yunita, & Tika Linda. 2018. Analisis Pola DNA Planlet Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Hasil Induced Resistance Terhadap *Fusarium oxysporum. Journal of Tropical Upland Resources.*1 (1): 93-102.

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. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences* 5(2):195-198.

Nurcahyani, E. 2022. *Varietas Unggul Vanili Tahan Busuk Batang; Berbasis Teknik Molekular dan Induced Resistance.* Plantaxia. Yogyakarta. 68 hlm.

Obed., Alimudin, A., dan Harlina., 2015. *Optimasi Katalis Asam Sulfat dan Asam Maleat pada Produksi Gula dari Hidrolisis Pereduksi dari Hidrolisis Kulit buah Durian.* 4(1).

Ogunleye, A. O., & Ayansola, O.T (2014). Studies of isolated rot-causing mycoflora of yams (Discore spp). *American Jornal of Microbiology and Biotechnology*, 1(1), 9-20. https://www.WJPIS.org/admin/assets/articleissue./480/2020/1580434679 Diakses pada 16 September 2023.

Okigbo. R. N., Putheti, R., &Achusi, Crantz (2009). Post-harvest deterioration of cassava its control using extracts of. Azadirachta indica and Aframomum melegueta.*E. Journal of chemistry*, 6(4), 1274-1280. https://doi.org/101155/2009/680519 Diakese pada 16 September 2023.

Okungbowa, F. I., & H. O. Shittu. 2016. Fusarium Wilts: An Overview. *Environmental Research Journal*. 6 (2): 83-102.

Pancasiwi, D. 2004. *Uji Ketahanan Beberapa Varietas Jahe terhadap Fusarium oxysporum f.* sp. *zingiberi secara In vitro dan In planta*. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 43 hlm.

Poedjiadi, Anna. 2006. Dasar-dasar Biokimia. Universitas Indonesia PRESS. Jakarta.

Pratiwi, Darmawanti. 2011 Pemanfaatan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Dari Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Dengan HCL 30% Untuk Pembuatan Manisan Jambu Biji (*Psidium guajava L.)* Dengan Variasi Konsentrasi. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Pujiati, C. dan Novi, P. 2016. Analisis Kadar Gula Reduksi Pada Fermentasi Kacang Gude (*Cajanus cajan*) oleh *Aspergilus niger. Proceeding Biology Education Conference.* 13 (1): 832-835.

Putri, O.S.D., Sastrahidayat, I.R., & Djauhari, S. 2014. Pengaruh Metode Inokulasi Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici* (*Sacc*.) Terhadap Kejadian Penyakit Fusarium Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Jurnal HPT. Vol. 2 (3). Hal. 74-81.Pusat Data dan In *Fusarium oxysporum* masi Pertanian. Kementerian pertanian (2010).Outlook ubi kaya.ISSN:1907 1507.

Rebbeca, L., B. Larson., and B.J. Jacobsen. 2007. Biocontrol Elicited Systemic Resistance in Sugarbeet is Salicylic Acid Independent and NPR1 Dependent. *J. Sugarbeet Bioslogos.* 1(1).

Restiani, R., Dewi, I.R., dan Herman. 2014. Karakter Morfologi Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Hijau dari Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Online Mahasiswa FMIPA* 1(2):619-623.

Rivas, M. & Plasencia J. 2011. Salicylic Acid Beyond Defence: its Role in Plant Growth and Development. *Journal of Experimental Botany* 62 (10): 3321 3338.

Rukmana, R. (1997). Ubi Kayu Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius: Yogyakarta

Rukmana. H. Rahmat. 1999. Budidaya dan penanganannya pasca panen. Badan Arsip Dan Perpustakaan. Yogyakarta.

Rusmana. 2017. Rasio Tajuk Akar Tanaman Melon (*Cucumis melon* L.) Pada Media Tanam Dan Ketersediaan Air Yang Berbeda. *Jurnal Agroekotek.* 9(2): 137 142 hal.

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 Perkembangan Pertanian Kementerian pertanian.

Saleh, N., Abdullah, T., Yudi, W., Titik, S. 2016. *Pedoman Budidaya Ubi Kayu di Indonesia. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD).* Press.

Samanhudi. 2010. Pengujian Cepat Ketahanan Tanaman Sorgum manis Terhadap Cekaman Kekeringan. *Agrosains* 12(1) : 9 – 13, 2010. Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.Pengendaliannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.

Saliem, P. H dan S. Nuryanti. 2011. Analisis Kebijakan : Perspektif Ekonomi Global Kedelai dan Ubi kayu mendukung swasembada. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Savitri, A.Y., 2014. Pengaruh Berbagai Perlakuan Stek terhadap Pertumbuhan Akar pada Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Soenartiningsih, M. Aqil, dan N.N. Andayani. 2016. Strategi Pengendalian Cendawan *Fusarium* sp. dan Kontaminasi Mitoksin pada Jagung. *Iptek Tanaman Pangan.*11 (1): 85-93.

Sulistyaningsih E, B Kurniasih dan E Kurniasih. 2005. Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna sungkup plastik. *Ilmu Pertanian,*12(1):65-76.

Sumardi, I dan A. Pudjoarianto. 2006. *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Fakultas Biologi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Suryati., 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.

Sutejo, A.M., A. Priyatmojo, dan A. Wibowo. 2008. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur Fusarium. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia.* 14 (1): 7 13.

Tarigan, R., dan Susilawati Barus, Dan K. 2018. Pengaruh Asam Salisilat Dan K 2 HPO 4 Pada Ketahanan Tanaman Kentang Terhadap Penyakit Busuk Daun Di Musim Penghujan.

Trustinah dan . Iswanto. 2013. *Keragaman bahan genetik galur kacang hijau*. Dalam A. A. Rahmiana, E. Yusnawan, A. Taufiq, Sholihin, Suharsono, T. Sundari, dan Hermanto (eds). Prosiding Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. Universitas Brawijaya, Malang.

Wang, M., Sun, Y., Goumei, S., 2015. Water balance altered in cucumber plants infected with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum. Science Reports.*5 (1):1-7.

Wilberta, N., Sonya, N. T. dan Lydia, S. H. R. 2021. Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut Dari Nira Aren Yang Dipengaruhi pH Dan Kadar Air. BIOEDUKASI (*Jurnal Pendidikan Biologi*). 12(1): 101.

Wulandari, E., Guritno, B., dan Aini, N. (2014). Pengaruh kombinasi jumlah tanaman per polybag dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) var. *Venus. Produksi Tanaman,* 2(6), 464-473.

Yuniarti. 2010. Kajian Pemanfaatan Ekstrak Kulit Acaca Mangium Willd Sebagai Antifungi dan Pengujianya Terhadap *Fusarium* sp. dan *Ganoderma* sp. *Jurnal Ilmiah Berkala.* 4 (2): 190-198.

Yusuf, M., Hasan, S. A., Ali, B., Hayat, S., Fariduddin, Q., & Ahmad, A. 2008. Effect Of Salicylic Acid On Salinity-Induced Changes In Brassica Juncea. *Journal Of Integrative Plant Biology,* 50(9), 1096–1102.

Zhang, Y., Xu, S., Ding, P., Wang, D., Cheng, Y.T., He, J., Gao, M., Xu, F., Li, Y., and Zhu, Z. 2010. Control of salicylic acid synthesis and systemic acquired resistance by two members of a plant-specific family of transcription factors. *Journal of Proceedings of the National Academy of Sciences.* 107(42):1820 1822.

Zuliana,crysse, endrika Widyastuti, dan Wahono Hadi Susanto.2016. Pembuatan Gula Semut Kelapa (Kajian pH Gula Kelapa Dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Argoindustri* 4(1): 109-119.

Zulkarnaim. 2010. *Dasar-dasar Hortikultura*. Jakarta : Bumi Aksara.