

**PENGARUH NAA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN
SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KEBERHASILAN GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA
DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* Mueller)**

(TESIS)

Oleh

**Watini Hefri Jayanti
2324011015**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH NAA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KEBERHASILAN GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* Mueller)

Oleh

WATINI HEFRI JAYANTI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis bahan tanam (setek dan grafting), pengaruh konsentrasi NAA pada setek dan batang bawah, pengaruh konsentrasi BA terhadap pertumbuhan tajuk singkong karet dan pengakaran ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) klon Garuda dan Marinten melalui dua percobaan paralel. Percobaan I menguji pengaruh NAA pada jenis bahan tanam setek singkong dan batang bawah singkong karet (*Manihot glaziovii*) sebagai batang atas (sambung mukibat) terhadap pertumbuhan tajuk dan pengakaran. Faktor pertama adalah jenis bahan tanam (setek dan grafting), faktor kedua adalah konsentrasi NAA (0, 1000 dan 2000 ppm). Sedangkan perlakuan pada percobaan II adalah klon batang bawah yang menggunakan (Garuda dan Marinten) sebagai faktor pertama, faktor keduanya adalah konsentrasi BA (0, 25 dan 50 ppm). Percobaan I dan percobaan II dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuan pada kedua percobaan tersebut disusun secara faktorial 2x3. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 tanaman yang ditanam dengan jarak tanam 1m x 1 m. Data analisis ragamnya menggunakan uji F, dan apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan maka dilakukan pemisahan nilai tengah menggunakan uji BNT 5%.

Hasil percobaan I menunjukkan bahwa pada umur 16 minggu setelah tanam (MST), pertumbuhan tajuk dan pengakaran klon Garuda pada jenis bahan tanam setek dan grafting memberikan pengaruh yang signifikan terhadap beberapa variabel seperti panjang tunas, jumlah daun, tingkat percabangan, jumlah akar total, bobot akar produktif, bobot akar total, diameter umbi, dan bobot segar brangkanan. Namun dari segi produktivitas, tanaman singkong dari bibit setek memiliki rata-rata jumlah akar produktif, jumlah akar total, diameter umbi, bobot akar produktif, bobot akar total dan panjang akar terpanjang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan tanam grafting. Konsentrasi NAA 1000 dan 2000 ppm secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tajuk dan pengakaran pada tanaman singkong, baik pada setek dan grafting, yang ditunjukkan oleh semua

parameter pengamatan pertumbuhan tajuk dan pengakaran. Peningkatan konsentrasi NAA dari 1000 ppm menjadi 2000 ppm menghasilkan bobot akar produktif yang sama.

Hasil percobaan II menunjukkan bahwa pada umur 16 MST, pertumbuhan tajuk grafting ubi kayu (Garuda dan Marinten) dengan batang atas singkong karet (*Manihot glaziovii*) memberikan pengaruh yang signifikan pada variabel jumlah tunas dan tingkat percabangan. Namun dari segi produktivitas, klon batang bawah Marinten memiliki rata-rata jumlah akar produktif, diameter umbi, bobot akar produktif, bobot akar total dan panjang akar terpanjang lebih tinggi dibandingkan dengan batang bawah asal Garuda. Konsentrasi BA baik pada konsentrasi 25 ppm dan 50 ppm secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tajuk dan pengakaran. Pada tanaman dengan batang bawah Marinten dan Garuda, peningkatan konsentrasi BA dari 25 ppm menjadi 50 ppm menghasilkan jumlah daun, jumlah tunas, tingkat percabangan, diameter umbi, bobot akar produktif, bobot akar total, bobot segar brangkasan yang sama, sedangkan pada variabel panjang akar terpanjang, jumlah akar produktif, jumlah akar total mengalami peningkatan lebih lanjut.

Kata kunci : akar produktif, BA, grafting, NAA, ubi kayu

ABSTRACT

THE EFFECT OF NAA ON THE GROWTH AND ROOTING OF CUTTINGS AND THE EFFECT OF BA ON THE GROWTH AND SUCCESS RATE OF GRAFTING CASSAVA GARUDA CLONE WITH RUBBER CASSAVA (MANIHOT GLAZIOVII MUELLER)

By

WATINI HEFRI JAYANTI

*This research aimed to determine the type of planting material (cuttings and grafting), the effect of NAA application on cuttings and rootstocks, and the effect of BA application on the shoot growth of rubber cassava and the rooting of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) clone of Garuda and Marinten clones through two parallel experiments. Experiment I evaluated the effect of NAA on cassava stem cuttings and on cassava rootstock grafted with rubber cassava (*Manihot glaziovii*) as the scion (Mukibat grafting), focusing on shoot growth and root development. The first factor was the type of planting material (cuttings and grafting), and the second factor was NAA concentration (0, 1000, and 2000 ppm). Meanwhile, Experiment II involved two rootstock clones (Garuda and Marinten) as the first factor, and BA concentration (0, 25, and 50 ppm) as the second factor. Both experiments were arranged in a Randomized Block Design (RBD) with three replications. Each treatment was organized in a 2×3 factorial design. Each experimental unit consisted of 10 plants planted at a spacing of 1 m × 1 m. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and significant differences between treatments were further tested using the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% level.*

The results of Experiment I showed that at 16 weeks after planting (WAP), shoot growth and root development of the Garuda clone, using both cuttings and grafting, significantly affected several variables including shoot length, number of leaves, branching intensity, total root number, productive root weight, total root weight, tuber diameter, and fresh biomass weight. However, in terms of productivity, cassava plants derived from stem cuttings had higher averages for productive root number, total root number, tuber diameter, productive root weight, total root weight, and the longest root length compared to grafted plants.

Application of NAA at 1000 and 2000 ppm significantly enhanced shoot and root development in both cutting and grafted plants, as indicated by improvements in all observed parameters. Increasing the NAA concentration from 1000 ppm to 2000 ppm resulted in a similar productive root weight.

*The results of Experiment II revealed that at 16 WAP, shoot development of grafted cassava (Garuda and Marinten clones) with rubber cassava scions (*Manihot glaziovii*) significantly affected the number of shoots and branching intensity. However, in terms of productivity, the Marinten rootstock clone had higher average values for productive root number, tuber diameter, productive root weight, total root weight, and longest root length compared to the Garuda rootstock. Application of BA at both 25 ppm and 50 ppm significantly improved shoot growth and root development. In plants with Garuda and Marinten rootstocks, increasing the BA concentration from 25 ppm to 50 ppm resulted in similar values for number of leaves, number of shoots, branching intensity, tuber diameter, productive root weight, total root weight, and fresh biomass. However, variables such as longest root length, number of productive roots, and total root number continued to show improvement.*

Keywords: cassava, BA, grafting, NAA productive roots,

**PENGARUH NAA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN
SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP PERTUMBUHAN
DAN KEBERHASILAN GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA
DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* Mueller)**

Oleh

Watini Hefri Jayanti

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN

Pada

Program Studi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Tesis

: **PENGARUH NAA TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN
SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KEBERHASILAN
GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA
DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot
glaziovii* Mueller)**

Nama Mahasiswa

: **Watini Hefri Jayanti**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2324011015**

Jurusan

: **Magister Agronomi**

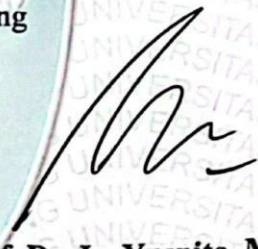
Fakultas

: **Pertanian**

Menyetujui

1. **Komisis Pembimbing**


Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc
NIP 196110211985031002


Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc
NIP 196108031986032002


Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.
NIP 196104021986031003

2. **Ketua Program Studi Magister Agronomi**


Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Tomotiwu, M.Si
NIP 196209281987031001



MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc

Sekretaris

: Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc

Pembimbing III

: Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc

Penguji I

Bukan Pembimbing

: Fitri Yelli, S.P., M.Si. Ph.D

2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002

3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si

NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 31 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul **“PENGARUH NAA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KEBERHASILAN GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot Glaziovii* Mueller)** adalah hasil karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas hasil karya orang lain dengan cara tidak sesuai dengan norma etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung.
2. Pembimbing penulis tesis ini berhak mempublikasi sebagian atau seluruh tesis ini pada jurnal dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hal intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terbukti ketidakbenaran maka saya bersedia menerima akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Juli 2025

Pembuat Pernyataan,



Watini Hefri Jayanti
NPM 2324011015

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Ratujaya, Kecamatan Sungkai Tengah, Kabupaten Lampung Utara, pada 14 Juni 2001. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Hero Yuki, S.E dan Ibu Puji Astuti, S.Ag. Adik penulis bernama Meli Astuti. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar SD 10 Muaradua Sumatera Selatan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Muaradua pada tahun 2015, Sekolah Menengah Akhir (SMA) Negeri 1 Muaradua pada tahun 2018. Penulis meneruskan di Perguruan Tinggi Negeri di jurusan Budidaya Tanaman Pangan Program Studi Teknologi Perbenihan Politeknik Negeri Lampung pada tahun 2022, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pascasarjana di Jurusan Magister Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Selama menempuh Pendidikan sarjana, penulis berkesempatan menerima Beasiswa Karya Salemba Empat pada tahun 2020 sampai dengan 2022, selain itu selama kuliah, penulis juga aktif mengikuti kegiatan organisasi baik internal dan eksternal salah satunya mengikuti PKM (Pekan Karya Mahasiswa, mengikuti program internasional dari YUCAN INDONESIA dengan program Asia Youth Cultural Exposure 2019 di Kuala Lumpur Malaysia, kemudian mengikuti Shimposium Internasional PPI Dunia 2019 di Johor Bahru Malaysia. Penulis juga tergabung dalam organisasi kampus sebagai Ketua Paguyuban KSE Polinela tahun 2020-2021, Sekertaris Bidang Kajian Politif dan Hukum BEM KBM Polinela Tahun 2019-2020, Anggota Organisasi SMART Polinela bidang PSDM tahun 2020, Anggota Public Relation Kejar Mimpi Lampung Tahun 2020-2021, Anggota bidang Keputrian ALBANA Polinela Tahun 2020-2021, pada tahun 2020 penulis melaksanakan Praktek Kerja Nyata di desa Pemanggilan Natar Lampung Selatan, kemudian penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang di PT, EAST WEST SEED INDONESIA di Jawa Barat pada tahun 2021. dan saat ini penulis bekerja sebagai Staf Yayasan di sekolah Swasta Bandar Lampung pada 2023-2025.

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan penuh rasa syukur ku persembahkan karya ilmiah ini untuk :

Keluarga tercinta Bapak Hero Yuki, S.E dan Ibu Puji Astuti, S.Ag, Adikku Meli Astuti, sebagai wujud rasa terimakasih dan baktiku atas do'a, penghormatan, semangat, dan dukungan yang telah diberikan.

Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M,Sc, Bapak Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc dan Ibu Fitri Yelli., S.P, M.Sc.,Ph.D dan Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S yang telah memberikan saran, motivasi dan bimbingannya.

Orang terdekat yang selalu memberi dukungan, keluarga besar, sahabat, Serta teman-teman yang sudah banyak membantu proses penelitian Tri Cahya Abdul Muin, S.Pd.,Gr, Irvah Zuhriah, S.Pd dan sahabat ku Khofifah Nur Indah Safitri, S.P.,M.P yang sudah banyak memberikan support dan dukungan untuk penulis.

Serta Almamater tercinta Magister Agronomi, Fakultas Pertanian,

UNIVERSITAS LAMPUNG

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya Allah Bersama orang-orang yang sabra.”

(QS. Al-Baqarah: 153)

“Manfaatkan waktu sebaik mungkin selama hidupmu, isi kesempatan itu dengan hal-hal baik dan ukirlah pengalaman dengan indah yang bermanfaat untuk orang lain”.

(Watini Hefri Jayanti)

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul: **PENGARUH NAA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PENGAKARAN SETEK DAN PENGARUH BA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KEBERHASILAN GRAFTING UBI KAYU KLON GARUDA DENGAN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii* Mueller)**. Dalam penyusunan tesis ini, penulis dibantu oleh berbagai pihak dalam pelaksanaan, pengambilan data, serta bimbingan yang mendukung penulis dalam menyusun skripsi. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Tomotiwu, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi
5. Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc selaku Pembimbing pertama atas bimbingan, ilmu, serta nasihat dalam penulisan tesis ini.
6. Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Penguji II atas segala bimbingan, ide, bimbingan, ilmu, dan nasihat serta kesabaran selama penulis menjalankan penelitian hingga menyelesaikan tesis ini.
7. Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc selaku Penguji III yang selalu memberikan arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
8. Fitri Yelli, S.P.,M.Si.,Ph.D selaku dosen Penguji sekaligus pembimbing unformal saya yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan kritik dan saran yang berarti untuk saya dalam penyelesaian tesis ini.

9. Kedua orang tuaku yang tercinta Hero Yuk, S.E dan Ibu Puji Astuti, S.Ag, Adikku Meli Astuti, dalam memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis dan selalu ada di sisi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
10. Kepada partner saya Tri Cahya Abdul Muin, S.Pd., G.r yang telah menemani, mendukung, dan memotivasi saya untuk menyelesaikan tesis ini dengan sebaik mungkin.
11. Sahabat-sahabat saya Khofifah Nur Indah Safitri, S.P., M.P dan Irvia Zuhriah, S.Pd atas motivasi yang telah diberikan kepada saya.
12. Teman- teman Magister Agronomi 2023 , terima kasih atas kebersamaan dan semangatnya selama ini.
13. Almamaterku tercinta Universitas Lampung

Dalam penulisan tesis ini, penulis menyadari bahwa tesis ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan penulis.

Bandar Lampung, 31 Juli 2025
Penulis,

Watini Hefri Jayanti

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	i
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis.....	6
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ubi Kayu	8
2.2 Ubi Kayu Klon Garuda	9
2.3 Ubi Kayu Klon Marinten	9
2.4 Singkong Karet (<i>Manihot glaziovii</i> Mueller).....	9
2.5 Grafting Ubi Kayu	10
2.6 Auksin.....	14
2.7 Konsentrasi Auksin	16
 III. BAHAN DAN METODE	 17
3.1 Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Pengakaran Singkong Klon Garuda.....	17
3.1.1 Tempat dan Waktu Percobaan.....	17
3.1.2 Bahan dan Alat.....	17
3.1.3 Rancangan Percobaan.....	18
3.1.4 Pelaksanaan Percobaan	18
3.1.5 Pengamatan.....	23
3.1.6 Analisis Data.....	25
3.2 Percobaan II: Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu Dengan <i>Manihot glaziovii</i> Mueller.....	26

3.2.2 Bahan Tanam dan Alat	26
3.2.3 Rancangan Percobaan	26
3.2.4 Pelaksanaan Percobaan	27
3.3 Pengamatan Penelitian	28
3.4 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil	31
4.1.1 Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan dan Pengakaran Singkong Klon Garuda.....	31
4.1.2 Percobaan II: Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu Dengan <i>Manihot glaziovii</i> Mueller.....	46
4.2 Pembahasan.....	62
4.2.1 Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Pengakaran Singkong Klon Garuda.	62
4.2.2 Percobaan II: Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu dengan <i>Manihot glaziovii</i> Mueller	65
V. SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan.....	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Halaman

1.	Kandungan auksin, fungisida dan bubuk talk sebagai komponen pembawa dalam 100 g auksin powder mixture.	22
2.	Rekapitulasi Analisis Ragam pada Percobaan Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Akar Klon Garuda Pada Umur 16 Minggu Setelah Tanam (MST).	32
5.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Jumlah Daun (Helai) Ubi Kayu Umur 16 MST.	34
6.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Jumlah Daun Umur	35
7.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Jumlah Tunas (batang) Ubi Kayu Umur 16 MST.	36
8.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Jumlah Tunas (MST)	36
9.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Produktif (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	37
10.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Produktif Umur 16 MST.	38
11.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Total (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	39
12.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Total Umur 16 MST	40
13.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Panjang Akar Terpanjang (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	40
14.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Panjang Akar Terpanjang Umur 16 MST.	41
15.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Bobot akar produktif (kg) Ubi Kayu Umur 16 MST.	41
16.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Bobot Akar Produktif Umur 16 MST.	42

17.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Bobot akar total (kg) Ubi Kayu Umur 16 MST.	42
18.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Bobot Akar Total Umur 16 MST	43
19.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Diameter Umbi (cm) Ubi Kayu Umur 16 MST.	43
20.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Diameter Umbi Umur	44
	16 MST.....	44
19.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam Terhadap Rata- rata Diameter Umbi (cm) Ubi Kayu Umur 16 MST.....	44
20.	Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Rata- rata Bobot segar brangkasan Umur 16 MST	45
21.	Tingkat Keberhasilan Sambungan Penggunaan Bahan Tanam Setek dan Grafting Klon Garuda.....	45
22.	Rekapitulasi Analisis Ragam Pada Percobaan pengaruh klon batang bawah, dan konsentrasi BA pada batang atas terhadap pertumbuhan tunas grafting ubi kayu dengan <i>Manihot glaziovii</i> Mueller pada Umur 16 Minggu Setelah Tanam (MST).	47
23.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Panjang tunas (cm) dan Jumlah Tunas Ubi Kayu Umur 16 MST.	49
24.	Pengaruh Konsentrasi BA terhadap rata-rata panjang tunas klon Garuda dan Marinten umur 16 MST.	49
25.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Jumlah Daun (Helai) dan Jumlah Tunas Ubi Kayu Umur 16 MST.	500
26.	Pengaruh Konsentrasi BA terhadap rata-rata jumlah daun klon Garuda dan Marinten umur 16 MST.	511
27.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Panjang Akar Terpanjang (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	53
28.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Panjang Akar Terpanjang Umur 16 MST.....	54
29	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Produktif (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	54

30.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Produktif (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	55
31.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Total (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	56
32.	Pengaruh konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Jumlah Akar Total (umbi) Ubi Kayu Umur 16 MST.	56
33.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Diameter Umbi (cm) Ubi Kayu Umur 16 MST.	57
34.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Diameter Umbi Umur 16 MST	57
35.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Bobot akar produktif (kg) Ubi Kayu Umur 16 MST.	58
36.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Bobot Akar Produktif Umur 16 MST	58
37.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Bobot akar produktif (kg) Ubi Kayu Umur 16 MST.	59
38.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Bobot Akar Produktif Umur 16 MST	59
39.	Pengaruh Klon Batang Bawah Terhadap Rata- rata Diameter Umbi (cm) Ubi Kayu Umur 16 MST.	60
40.	Pengaruh Konsentrasi BA Terhadap Rata- rata Bobot segar brangkasan Umur 16 MST	60
41.	Tingkat Keberhasilan Sambungan Penggunaan Klon Batang Bawah Klon Garuda dan Marinten	61

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
	Halaman	
1.	Kerangka Pemikiran.	6
2.	Prosedur grafting samping yang menggunakan batang bawah ubi kayu dan batang atas singkong karet. Tanaman dengan panjang batang 30 cm, batang bawah dikerat dengan jarak keratan 2,5 cm. kedalaman keratan 1mm dan panjang keratan 1,5 cm. bagian batang atas memiliki minimal 5 mata tunas.	19
3.	NAA (naphthalene acetic Acid).....	15
4.	Tata Letak Percobaan I.....	18
5.	Proses pengelolaan lahan	19
6.	Metode Sambung samping ubi kayu dan singkong karet sebagai batang atas dan singkong Garuda sebagai batang bawah (a) hasil penyambungan diikat secara rapat menggunakan plastik dan diberi label untuk menghindari kesalahan dalam pencatatan (b) pengeratan dan penyiapan setek singkong setek (c).	20
7.	Tata letak percobaan II	27
8.	Pengaruh jenis bahan tanam dan konsentrasi NAA pada setek singkong klon Garuda dan grafting dengan singkong karet terhadap panjang tunas. Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5 %.....	33
9	Perbedaan penampilan tajuk tanaman singkong klon Garuda dari bibit setek dan dari grafting dengan tajuk singkong karet umur 16 MST.	Error! Bookmark not defined.
10.	Jumlah Daun Ubi Kayu pada Setiap Perlakuan Mulai dari 2 MST Hingga 16 MST.	34
11.	Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Tingkat Percabangan Setek Klon Garuda dan Grafting Singkong Karet. G-N0 =	

	Grafting tanpa NAA, G-N1000= Grafting dengan 1000 ppm, GN-2000= Grafting dengan 2000 ppm. S-N0 = Setek tanpa NAA, S-N1000= Setek dengan 1000 ppm, SN-2000= Setek dengan 2000 ppm. Nilai Rata-rata yang diikuti dengan huruf yang tidak sama, Berbeda Nyata pada Uji Lanjut BNT 5 %.	37
12.	Perbedaan jumlah akar produktif asal setek dan grafting ubi kayu pada konsentrasi NAA 1000 ppm dan 2000 ppm	39
13.	Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Terhadap Panjang Tunas Grafting Ubi Kayu 16 MST. G-N0 = Garuda tanpa BA, G-B25= Garuda dengan 25 ppm, G-B50= Garuda dengan 50 ppm. M-N0 = Marinten tanpa BA, M-B25= Marinten dengan 25 ppm, M-B50= Marinten dengan 50 ppm. Nilai Rata-rata Yang Diikuti dengan Huruf yang Tidak Sama, Berbeda Nyata Pada Uji Lanjut BNT 5 %.	48
14.	Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Terhadap Panjang Tunas Grafting Ubi Kayu 16 MST. G-N0 = Garuda tanpa BA, G-B25= Garuda dengan 25 ppm, G-B50= Garuda dengan 50 ppm. M-N0 = Marinten tanpa BA, M-B25= Marinten dengan 25 ppm, M-B50= Marinten dengan 50 ppm. Nilai Rata-rata Yang Diikuti dengan Huruf yang Tidak Sama, Berbeda Nyata pada Uji Lanjut BNT 5 %.	50
15.	Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Terhadap Jumlah Tunas Grafting Ubi Kayu 16 MST. G-N0 = Garuda tanpa BA, G-B25= Garuda dengan 25 ppm, G-B50= Garuda dengan 50 ppm. M-N0 = Marinten tanpa BA, M-B25= Marinten dengan 25 ppm, M-B50= Marinten dengan 50 ppm. Nilai Rata-rata Yang Diikuti dengan Huruf yang Tidak Sama, Berbeda Nyata Pada Uji Lanjut BNT 5 %.	52
16.	Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Terhadap Tingkat Percabangan Grafting Ubi Kayu 16 MST. G-N0 = Garuda tanpa BA, G-B25= Garuda dengan 25 ppm, G-B50= Garuda dengan 50 ppm. M-N0 = Marinten tanpa BA, M-B25= Marinten dengan 25 ppm, M-B50= Marinten dengan 50 ppm. Nilai Rata-rata Yang Diikuti dengan Huruf yang Tidak Sama, Berbeda Nyata Pada Uji Lanjut BNT 5 %.	53

17. Perbedaan jumlah akar produktif pada klon batang bawah Garuda dan Marinten dengan berbagai konsentrasi.....	55
---	----

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat terpenting setelah padi dan jagung. Tanaman ini berasal dari famili *Euphorbiaceae* dan dikenal memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap berbagai jenis tanah. Selain sebagai bahan pangan, ubi kayu juga berfungsi sebagai pakan ternak dan tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia (Ernawati, 2010). Potensi tanaman ini sangat ditentukan oleh varietas yang dibudidayakan. Ubi kayu berperan penting dalam industri sebagai bahan baku untuk produk seperti tapioka, bioetanol, pakan ternak, dan sumber utama pati. Kandungan amilopektin yang tinggi menjadikan ubi kayu ideal sebagai bahan dasar tepung tapioka (Silalahi *et al.*, 2019).

Seluruh bagian tanaman ubi kayu memiliki nilai ekonomi. Batangnya digunakan untuk perbanyakan vegetatif dan sebagai media tanam, daunnya dapat dikonsumsi sebagai sayuran atau pakan ternak, sedangkan umbinya dimanfaatkan dalam berbagai produk olahan seperti makanan ringan, saus, sosis, dan nugget. Berdasarkan data Neraca Bahan Makanan (NBM) tahun 1993 hingga 2024, ketersediaan ubi kayu per kapita di Indonesia mengalami fluktuasi cukup tajam, namun menunjukkan tren kenaikan sebesar 54,33 kg per kapita per tahun dengan peningkatan tahunan sekitar 15,29% per tahun. Angka tertinggi terjadi pada tahun 2008 sebesar 91,27 kg per kapita, meningkat 413,91%, namun kemudian menurun hingga titik terendah sebesar 17,76 kg per kapita (turun 72,81%).

Provinsi Lampung merupakan sentra utama produksi ubi kayu di Indonesia, memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan nasional. Namun, produktivitasnya masih tergolong rendah akibat berbagai faktor yang mempengaruhi hasil dan luas panen. Pada tahun 2022, produktivitas ubi kayu di

Lampung tercatat 28,54 ton/ha, jauh di bawah Sumatera Barat yang mencapai 48,30 ton/ha (Kementan, 2023). Antara 2015 hingga 2019, sembilan provinsi utama menyumbang 87,61% dari total luas panen nasional, dengan Lampung menyumbang 198,54 ribu hektar atau sekitar 25,02%.

Upaya peningkatan produktivitas ubi kayu memerlukan inovasi teknologi budidaya seperti penggunaan varietas unggul dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Berdasarkan kandungan HCN, singkong dikategorikan sebagai pahit jika kandungan HCN lebih dari 40 ppm dan manis jika kurang dari 40 ppm (Anggraini *et al.*, 2021). Salah satu inovasi adalah teknik sambung (grafting), yaitu Teknik ini menyambung batang atas (*scion*) dari *Manihot glaziovii* (singkong karet) dengan batang bawah (*rootstock*) dari klon unggul ubi kayu. Teknik ini diharapkan dapat meningkatkan fotosintesis dan produktivitas umbi karena singkong karet memiliki tajuk lebih luas dibandingkan singkong budidaya.

Menurut Askar (1996), singkong karet memiliki keunggulan dalam daya adaptasi, sistem perakaran yang kuat dan dalam, toleransi terhadap kekeringan, ukuran daun besar, serta ketahanan terhadap pemangkasan dan hama. Penelitian ini menggunakan batang bawah dari klon Garuda dan Marinten. Klon Garuda memiliki ciri daun hijau tua, tangkai daun ungu, batang perak dengan korteks hijau gelap, serta umbi berbentuk silinder mengerucut berwarna putih atau krem (Kotto *et al.*, 2020). Klon Marinten dikenal dengan produktivitas tinggi, ketahanan terhadap kekeringan, dan umur panen singkat (5-10 bulan) (Kementan, 2022).

Grafting merupakan teknik penyatuan dua bagian tanaman berbeda untuk menghasilkan individu baru yang menggabungkan sifat unggul keduanya. Goldschmidt (2014) menyatakan bahwa grafting antar spesies dalam satu genus dapat berhasil jika jaringan kambium kompatibel. Produktivitas ubi kayu sangat ditentukan oleh banyaknya akar produktif. Konsentrasi eksogen ZPT seperti NAA (*naphthaleneacetic acid*) telah terbukti merangsang pembentukan akar baik pada setek maupun grafting (Yuliawan, 2019). Auksin diproduksi di jaringan pucuk dan akar, dan interaksinya dengan sitokinin mempengaruhi perkembangan organ

tanaman (Overvoorde *et al.*, 2010). Selain itu sitokinin seperti *benzyladenine* (BA) berperan dalam pembentukan tunas. Köşe, M., & Gülerüç, M. (2006) menyatakan bahwa BA meningkatkan keberhasilan sambungan hingga 100% pada anggur. Sumarni (2011) melaporkan peningkatan tinggi tunas pisang akibat konsentrasi BA 50 ppm. Rugayah *et al.*, (2012) juga menunjukkan bahwa BA 50 ppm menghasilkan pertumbuhan tunas tertinggi (91,67%). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi NAA dan BA terhadap keberhasilan grafting ubi kayu klon Garuda dan Marinten dengan batang atas *Manihot glaziovii* demi memperoleh pertumbuhan tajuk dan akar yang optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

Percobaan I: Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Pengakaran Singkong Klon Garuda

1. Mengetahui pengaruh bahan tanam (setek dan grafting) terhadap pertumbuhan tajuk dan pengakaran ubi kayu.
2. Mengetahui konsentrasi NAA terbaik terhadap pertumbuhan tajuk dan pengakaran klon Garuda.
3. Mengetahui interaksi antara bahan tanam dan NAA terhadap variabel pertumbuhan.

Percobaan II : Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu dengan *Manihot glaziovii*

1. Mengetahui pengaruh klon batang bawah terhadap jumlah akar hasil grafting.
2. Mengetahui konsentrasi BA terbaik untuk mendukung pertumbuhan tunas dan keberhasilan grafting
3. Mengetahui interaksi antara klon batang bawah dan BA terhadap pertumbuhan tunas.

1.3. Kerangka Pemikiran

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman yang secara umum diperbanyak melalui setek batang. Teknik ini banyak dipilih oleh petani karena sederhana, ekonomis, dan mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar dengan karakteristik genetik yang identik dengan tanaman induk. Setek yang digunakan biasanya berasal dari tanaman berumur 8–10 bulan. Untuk menghasilkan bibit berkualitas, tanaman induk harus bebas hama dan penyakit, kuat, memiliki identitas jelas, dan dipelihara dalam kondisi nutrisi optimal (Hartmann et al., 2011).

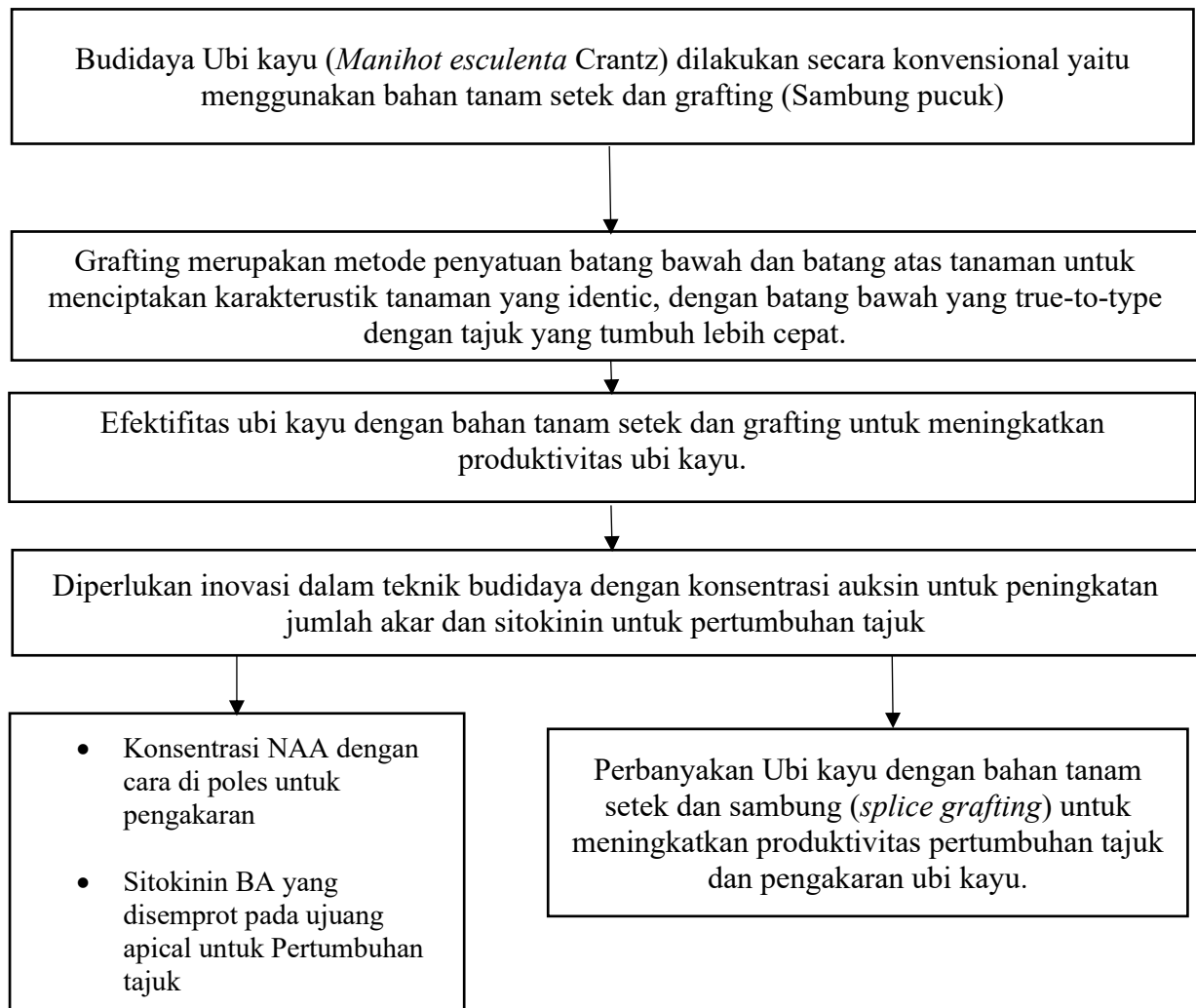
Dalam proses grafting, keberhasilan sambungan sangat bergantung pada kualitas rootstock dan aktivitas fisiologis tanaman, termasuk pertumbuhan akar dan tunas. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan akar adalah melalui konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) golongan auksin seperti NAA (*Naphthaleneacetic Acid*). Auksin diketahui berperan dalam merangsang pembentukan kalus, pembelahan dan perpanjangan sel, diferensiasi jaringan xilem dan floem, serta merangsang pembentukan akar adventif (Overvoorde et al., 2010; Yan et al., 2014). Penelitian oleh Paul dan Aditi (2009) serta Abu-Zahra et al. (2013) juga menunjukkan bahwa konsentrasi NAA 1000 ppm efektif meningkatkan pembentukan akar pada berbagai jenis tanaman. Hal ini diperkuat oleh studi Yelli et al. (2022) dan penelitian pada setek singkong yang menunjukkan bahwa konsentrasi NAA 1000 ppm menghasilkan jumlah akar produktif tertinggi (ResearchGate, 2024).

Selain itu, sitokinin seperti Benzyladenine (BA) sangat berperan dalam merangsang pertumbuhan tunas pada batang atas. BA bekerja dengan mengaktifkan meristem apikal dan merangsang pembelahan sel. Rugayah et al. (2012) melaporkan bahwa konsentrasi BA 50 ppm pada media campuran pasir dan kompos mampu meningkatkan persentase tumbuh tunas hingga 91,67% pada tanaman pisang. Penelitian *in vitro* pada ubi kayu oleh Yelli et al. (2022) juga menunjukkan bahwa konsentrasi BA yang lebih tinggi cenderung meningkatkan jumlah tunas, mendukung penggunaan konsentrasi 25 ppm dan 50 ppm dalam

penelitian ini.

Interaksi antara auksin dan sitokinin merupakan faktor krusial dalam kultur jaringan. Hamburger et al. (2010) menunjukkan bahwa kombinasi BA dan NAA secara signifikan meningkatkan pembentukan akar *tuberous* pada tanaman ubi kayu dalam kondisi *in vitro*. Dalam studinya, penggunaan BA pada konsentrasi 0,5 mg/L (sekitar 500 ppm) terbukti mampu meningkatkan regenerasi akar dibandingkan perlakuan tanpa BA. Selain itu, penelitian oleh Sukmadjaja dan Widhiastuti (2011) juga mendukung hal serupa, di mana BA terbukti berperan dalam mempercepat pembentukan akar pada kultur jaringan ubi kayu. Studi pada *Jatropha curcas* (jarak pagar), yang juga termasuk dalam famili Euphorbiaceae seperti ubi kayu, menunjukkan bahwa rasio antara BA dan NAA menentukan arah morfogenesis. Konsentrasi BA yang lebih tinggi dibandingkan NAA cenderung mendorong pembentukan tunas, sementara rasio NAA yang lebih tinggi akan menginduksi pembentukan akar. Keseimbangan antara keduanya akan mengarah pada pembentukan kalus. Studi ini menegaskan bahwa pemahaman akan interaksi hormonal ini sangat penting untuk memanipulasi pertumbuhan tanaman sesuai tujuan yang diinginkan, baik untuk induksi tunas maupun akar.

Dengan demikian, penelitian ini dirancang untuk mengkaji pengaruh konsentrasi NAA terhadap pembentukan akar dan pengakaran setek, serta pengaruh BA terhadap pertumbuhan tunas dan keberhasilan grafting pada kombinasi klon ubi kayu Garuda dan Marinten dengan batang atas dari *Manihot glaziovii*. Strategi ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas melalui penguatan sistem perakaran dan pertumbuhan tajuk tanaman yang lebih optimal.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran.

1.4. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah di kemukakan, hipotesis yang dapat diajukan sebagai berikut:

Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Akar Klon Garuda

1. Bahan tanam setek dan grafting mampu meningkatkan pengakaran ubi kayu pada umur 16 MST

2. Konsentrasi NAA 1000 ppm memberikan pertumbuhan tajuk dan akar yang lebih tinggi.
3. Terdapat interaksi antara bahan tanam dan NAA terhadap Jumlah tunas dan tingkat percabangan.

Percobaan II: Pengaruh Klon Batang Bawah Dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan *Grafting* Ubi Kayu dengan *Manihot glaziovii* Mueller

1. Klon Garuda dan Marinten tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada jumlah akar.
2. BA 50 ppm meningkatkan pertumbuhan tunas dan akar pada grafting.
3. Terdapat interaksi antara klon batang bawah dan BA terhadap jumlah tunas dan tingkat percabangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ubi Kayu

Ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan dan tahan terhadap kekeringan. Tanaman ini sangat penting sebagai sumber karbohidrat serta bahan baku industri, seperti tapioka, pellet, protein sel tunggal, asam sitrat, dan pakan ternak (Noerwijati, 2012).

Klasifikasi ubi kayu sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz (Jurni, 2020)

Ubi kayu merupakan tanaman perdu dalam famili Euphorbiaceae yang mampu tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan, khususnya di daerah beriklim tropis dan subtropis. Tanaman ini menyimpan karbohidrat tinggi dalam umbi akar selama masa dormansi dan memiliki bunga jantan di bagian atas serta bunga betina di bagian bawah (Derso, 2018).

Varietas ubi kayu yang dilepaskan pada tahun 2000, seperti yang berasal dari Thailand, memiliki potensi hasil sebesar 25–38 ton/ha dan dapat dipanen pada umur 8–10 bulan (Lasmono *et al.*, 2020).

2.2 Ubi Kayu Klon Garuda

Klon Garuda merupakan klon unggul. Klon ini memiliki ciri khas pucuk daun berwarna hijau muda, tangkai daun merah, batang berwarna perak, dan bentuk daun lanset. Korteks batang berwarna hijau gelap, tunas pucuk hijau tua, kulit umbi cokelat terang, dan daging umbi berwarna putih hingga krem berbentuk silinder mengerucut (Kotto *et al.*, 2020).

2.3 Ubi Kayu Klon Marinten

Klon Marinten merupakan klon yang banyak ditanam di Indonesia, terutama di Provinsi Lampung. Klon ini menunjukkan potensi hasil tinggi, Umbinya besar, adaptasi luas terhadap lingkungan, serta ketahanan terhadap penyakit dan hama. seragam, dan sesuai dengan standar industri, terutama dalam produksi tepung tapioka. Keunggulan lain adalah umur panen singkat dan nilai tambah yang tinggi bagi petani (Lasmono *et al.*, 2020).

2.4 Singkong Karet (*Manihot glaziovii*)

Singkong karet termasuk singkong pahit karena kandungan HCN yang tinggi. Tanaman ini mengandung pati hingga 98,5%, sehingga lebih sering dimanfaatkan sebagai bahan baku etanol. Singkong karet dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dan tahan terhadap hama dan penyakit (Kurniawan, 2017; Arifwan *et al.*, 2016).

Klasifikasi singkong karet sebagai berikut;

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot glaziovii</i> Mueller (Suprapti, 2005)

2.5 Perbanyak Tanaman Singkong dengan Penyambungan Mukibat

Singkong dapat diperbanyak melalui dua metode: generatif (menggunakan biji) dan vegetatif (menggunakan bagian tanaman induk, seperti batang atau stek). Perbanyak vegetatif seringkali dilakukan dengan teknik *grafting* atau penyambungan. Keuntungan perbanyak vegetatif meliputi masa panen yang lebih cepat dan sifat tanaman baru yang identik dengan induknya, sehingga karakteristik unggul dapat dipertahankan (Zhang *et al.*, 2019).

Grafting adalah menggabungkan dua bagian tanaman: batang atas (*scion*) yang diinginkan dan batang bawah (*rootstock*) yang menyediakan sistem perakaran. Lestari (2020) menambahkan bahwa batang atas biasanya dipilih karena memiliki fotosintesis tinggi, sedangkan batang bawah dipilih karena tahan cekaman lingkungan. Teknik *grafting* pada ubi kayu memungkinkan penggabungan sifat unggul dari dua varietas berbeda, seperti antara singkong karet sebagai batang atas dan singkong budidaya sebagai batang bawah. Tujuannya adalah untuk mengombinasikan sifat-sifat terbaik dari keduanya. Batang atas dipilih karena karakteristik produktifnya, sementara batang bawah dipilih karena perakarannya yang kuat dan ketahanannya terhadap kondisi tanah atau hama. Melalui penyambungan, kedua jaringan ini menyatu membentuk tanaman baru. Diharapkan batang bawah akan memberikan dasar yang kokoh dengan perakaran yang kuat dan tahan terhadap tekanan lingkungan, mendukung pertumbuhan optimal batang atas.

Hartmann *et al.* (2010), melaporkan bahwa terdapat beberapa alasan dilakukan teknik penyambungan pada tanaman yaitu: (1) membantu pembungaan dan pembuahan pada tanaman tertentu yang memiliki karakteristik pertumbuhan yang sulit dipertahankan atau diperbanyak secara generatif; (2) menggabungkan berbagai kultivar menjadi tanaman komposit sebagai batang atas, batang bawah, setiap bagian menyediakan karakteristik khusus; (3) mengubah kultivar *top working*, termasuk menggabungkan lebih dari satu kultivar batang atas pada tanaman yang sama; (4) memperbaiki tanaman yang rusak (patah) misalnya dengan *inarching* dan *grafting*; (5) pengindeksian penyakit/penguji untuk penyakit virus; (6) mempelajari perkembangan tanaman dan proses fisiologi

tanaman. Keberhasilan *grafting* dapat di tentukan oleh beberapa hal antara lain: (1) batang bawah dan batang atas yang harus kompatibel (2) kambium vaskular pada batang atas harus ditempatkan dalam kontak langsung dengan batang bawah, (3) *Grafting* harus dilakukan saat batang bawah dan batang atas berada dalam kondisi fisiologis yang baik, (3) setelah *grafting*, semua bagian yang terpotong harus dilindungi dari pengeringan, dan (4) perawatan yang tepat harus diberikan pada *grafting* selama periode waktu tertentu setelah *grafting* (Hartmann *et al.*, 2014).

Menurut Kurniastuti (2014), keberhasilan teknik sambung pada tanaman dapat dievaluasi melalui beberapa indikator, antara lain:

1. Persentase keberhasilan sambungan, yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Keberhasilan sambungan} = \frac{\text{Total sambungan yang dibuat}}{\text{Jumlah sambungan yang berhasil tumbuh}} \times 100\%$$

2. Jumlah tunas, di mana perhitungan biasanya hanya mencakup tunas yang tumbuh dari bagian atas batang.
3. Panjang tunas, yang menunjukkan sejauh mana pertumbuhan vertikal setelah sambungan.
4. Jumlah daun yang telah membuka secara sempurna, sebagai indikator perkembangan morfologi yang baik.

2.5.1 Bibit Batang Singkong

Bagian batang singkong yang paling sesuai untuk dijadikan bibit adalah segmen bawah yang sudah matang dan berkayu, khususnya dari bagian tengah. Batang yang masih muda dan berwarna hijau cenderung kurang produktif, baik dari segi pertumbuhan maupun hasil umbi. Sumber terbaik untuk stek adalah tanaman singkong berusia 7-12 bulan. Stek ideal memiliki panjang sekitar 25 cm, diameter 2,25-2,50 cm, dan berasal dari tanaman berumur 11-13 bulan (Guritno, 2005).

2.5.2 Sambung Miring (*Splice Grafting*)

Metode sambung miring (*splice grafting*) sangat efektif untuk tanaman yang mudah membentuk kalus. Menurut Hartmann *et al.*, (2011), *grafting* memberikan beberapa keuntungan penting: 1) memulihkan tanaman yang rusak; 2) mengombinasikan keunggulan sifat dari batang atas dan bawah untuk menciptakan tanaman baru yang lebih baik; 3) mempercepat siklus reproduksi tanaman; dan 4) meremajakan tanaman tua atau mengganti kultivar dengan klon baru. Perlu diperhatikan bahwa keberhasilan *grafting* pada tanaman berkayu bisa menurun jika entres disimpan terlalu lama, karena kadar airnya berkurang (Hartmann *et al.*, 2010).

Kunci keberhasilan *grafting* terletak pada pembentukan sambungan yang kuat. Faktor utama yang mempengaruhii ini adalah kontak yang erat antara lapisan kambium kedua batang dan pengikatan yang kuat yang mencegah pergerakan sambungan. Kondisi ini mendorong pembentukan kalus yang solid dan terintegrasi, yang pada gilirannya memperkuat pertautan. Penelitian oleh Sitompul dan Guritmo (1995) menunjukkan bahwa komponen batang seperti karbohidrat, lemak, dan protein mengalami transformasi enzimatik. Proses ini esensial untuk mendukung pembentukan struktur tanaman baru seperti tunas dan mengaktifkan embrio. Menurut Hartmann *et al.*, 2011, penyatuan sambungan (*graft union*) dalam *grafting* dapat berhasil jika beberapa kondisi terpenuhi:

1. Batang atas dan batang bawah harus menyatu dengan erat.
2. Terjadi respons penyembuhan luka di mana lapisan sel terluar yang disayat mengalami nekrosis (kematian sel). Setelah itu, jaringan kalus akan tumbuh di belakang area yang nekrosis ini sebagai bagian dari proses penyembuhan luka. Kalus ini berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan batang atas dan batang bawah.
3. Respons penyembuhan luka diikuti dengan pelarutan lapisan nekrotik, yang kemudian memicu pembentukan kambium baru pada kalus.

4. Terbentuknya pembuluh xilem (untuk transportasi air) dan floem (untuk transportasi makanan) baru di bagian luar, yang akan menghubungkan sistem vaskular batang atas dan batang bawah secara fungsional.

2.5.3 Klon Garuda

Klon Garuda merupakan salah satu klon lokal dengan keunggulan produksi yang tinggi, yaitu mencapai 40-60 t/ha. Berdasarkan informasi yang tersedia (melalui YouTube, 2023), perkiraan hasil panen klon Garuda dapat mencapai 40 hingga 60 ton per hektar. Angka ini menunjukkan produktivitas yang signifikan dibandingkan dengan klon singkong pada umumnya. Secara umum, singkong atau ubi kayu yang dianggap unggul memiliki rentang kandungan pati sekitar 25% hingga 35% dari berat basah. Klon Garuda sendiri menunjukkan karakteristik unggul dalam hal produktivitas umbi dan kualitasnya. Berdasarkan observasi, kandungan pati klon Garuda diperkirakan berada dalam kisaran umum ini. Namun, untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan konklusif mengenai kandungan pati spesifiknya, sangat diperlukan pengujian laboratorium yang terverifikasi dan referensi resmi dari hasil penelitian ilmiah yang berkaitan dengan klon ini. Salah satu keunggulan utama klon Garuda terletak pada karakteristik umbinya yang cenderung seragam, terutama pada bagian kulit. Keseragaman ini menjadi keuntungan signifikan karena mempermudah proses panen dan pengolahan pasca-panen. Dengan ukuran dan bentuk umbi yang konsisten, petani dapat melakukan panen lebih efisien dan proses pengolahan seperti pengupasan atau pemotongan menjadi lebih mudah dan cepat. Lebih lanjut, klon Garuda juga dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Kemampuan adaptasi ini menjadikannya pilihan yang menjanjikan untuk budidaya di berbagai wilayah dengan kondisi tanah dan iklim yang bervariasi.

2.5.4 Klon Marinten

Klon Marinten merupakan salah satu klon lokal yang menonjol karena reputasinya sebagai ubi kayu dengan potensi produksi yang menjanjikan. Secara umum, singkong atau ubi kayu yang dianggap unggul memiliki rentang kandungan pati

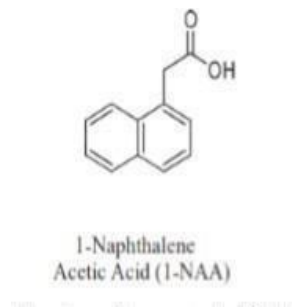
sekitar 25% hingga 35% dari berat basah. Klon Marinten sendiri menunjukkan karakteristik unggul dalam hal produktivitas umbi dan kualitasnya. Berdasarkan observasi, kandungan pati klon Marinten diperkirakan berada dalam kisaran umum. Namun, untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan konklusif mengenai kandungan pati spesifiknya, sangat diperlukan pengujian laboratorium yang terverifikasi dan referensi resmi dari hasil penelitian ilmiah yang berkaitan dengan klon Marinten. Salah satu keunggulan utama klon Marinten mungkin terletak pada kemampuan adaptasi yang baik kemampuan adaptasi ini menjadikannya pilihan yang menjanjikan untuk budidaya di berbagai wilayah dengan kondisi tanah dan iklim yang bervariasi.

2.6 Auksin

Auksin adalah zat pengatur tumbuh (ZPT) yang berperan dalam pembentukan akar, dominansi apikal, serta pembelahan dan pemanjangan sel (Alpriyan & Karyawati, 2018). Auksin juga merespons berbagai rangsangan lingkungan dan proses genetik (Cokrowati & Diniarti, 2019). Menurut Overvoorde et al. (2010), auksin diproduksi baik di pucuk maupun di akar, dan berinteraksi dengan sitokinin dalam pengaturan pertumbuhan organ. Konsentrasi NAA (*naphthaleneacetic acid*) 1000 ppm terbukti efektif untuk mempercepat pembentukan akar (Abu-Zahra et al., 2013; Hidayanto et al., 2003).

Auksin seperti NAA dapat menstimulasi pertumbuhan akar dengan cara melonggarkan dinding sel, memfasilitasi pergerakan air secara osmosis, sehingga mempercepat pemanjangan sel (Muliati et al., 2017; Hartmann et al., 2011). Penelitian lain menunjukkan bahwa NAA 100 ppm hingga 1000 ppm memberikan hasil pertumbuhan akar yang lebih baik dibanding konsentrasi lebih tinggi (Kamila et al., 2020; Eganathan et al., 2000).

2.7 NAA (*Naphthalene Acetic Acid*)



(Sumber: Sauer et al. 2013)

Gambar 3. NAA (naphthalene acetic Acid)

NAA (*naphthaleneacetic acid*) dapat menginduksi akar dan pemanjangan sel yang terjadi karena plastisitas dinding sel menjadi longgar sehingga air mudah masuk secara osmosis dan sel mengalami pemanjangan (Muliati, M., Nurhidayah, T., & Nurbaiti, N. (2017). Menurut Hartmann *et al.*, 2011 NAA sering di kombinasikan dengan IBA untuk memiliki hasil optimal. NAA cukup stabil bila dicampur sebagai bubuk maupun cairan. Berdasarkan penelitian yang di lakukan oleh Apriliani (2015) menunjukkan bahwa NAA 100 ppm mampu meningkatkan panjang akar setek buyur karena NAA lebih menstimulasi pemanjangan akar. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Kamila *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa pengkonsentrasian NAA 300 ppm pada setek apikal *Hypericum* itu mampu memberikan persentase akar 80%, jumlah akar 24,16 buah, dan panjang akar 13,8 cm dibandingkan 400 ppm atau 500 ppm. Penelitian yang dilakukan oleh Eganathan et al. (2000) menunjukkan bahwa NAA 1000 ppm mampu memberikan persentase akar tertinggi sebesar 60% dibandingkan 2000 ppm pada setek *Heritiera fomes*. Induksi akar oleh NAA berkaitan dengan penghambatan aktivitas enzin IAA oksidase serta penurunan enzim peroksidase dan polifenol peroksidase sehingga aktivitas auksin endogen lebih efektif (Agustiansyah *et al.*, 2018).

2.7.1 Benziladenin (BA)

Zat Pengatur Tumbuh BA (*Benziladenin*) merupakan salah satu jenis sitokinin sintetis yang paling sering dimanfaatkan dalam konsentrasi bioteknologi tanaman, khususnya pada kultur jaringan. Sebagai hormon pertumbuhan tanaman, BA memegang peranan vital dalam memediasi berbagai proses fisiologis tumbuhan, meliputi stimulasi pembelahan sel (sitokinesis), induksi diferensiasi tunas dan organ, serta perlambatan proses penuaan (senesensi) jaringan tanaman (Taiz *et al.*, 2015). Dalam praktik kultur jaringan, formulasi media yang diperkaya dengan BA secara umum dikonsentrasikan untuk menginisiasi pembentukan tunas aksilar atau adventif secara multipel dari eksplan, meningkatkan laju multiplikasi tunas, dan mendorong pertumbuhan kalus yang viabel. Efektivitas optimal BA sangat bergantung pada konsentrasi spesifik yang dikonsentrasikan, serta keseimbangan interaksinya dengan kelompok hormon pertumbuhan lain seperti auksin, di mana rasio sitokinin-auksin yang tepat esensial untuk mengarahkan jalur perkembangan sel dan jaringan tanaman sesuai tujuan kultivasi (Murashige & Skoog, 1962).

2.8 Konsentrasi Auksin

Efektivitas auksin bergantung pada jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotipe, dan fase fisiologis tanaman (Lestari, 2011). Auksin dapat dikonsentrasikan dalam bentuk rendaman, semprotan, atau pasta. Konsentrasi pasta umumnya lebih efektif karena menahan hormon di lokasi target seperti titik akar (Konrad, 2001; Romly *et al.*, 2019). Maulida *et al.*, (2014) melaporkan bahwa pemberian NAA dengan konsentrasi 1000–4000 ppm meningkatkan jumlah akar baik pada buku maupun pangkal setek. Namun, konsentrasi yang terlalu tinggi justru dapat menghambat pertumbuhan akar. Dengan demikian, penggunaan auksin harus disesuaikan dengan jenis setek, metode konsentrasi, dan karakter genetik tanaman untuk mencapai efektivitas maksimal.

III. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdiri atas dua percobaan yang bertujuan untuk mengetahui jenis bahan tanam dan konsentrasi NAA terbaik terhadap pertumbuhan tajuk dan pengakaran singkong klon Garuda dan mempelajari pengaruh klon batang bawah dan konsentrasi BA pada batang atas terhadap pertumbuhan tunas grafting ubi kayu dengan *Manihot glaziovii* Mueller.

1. Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Pengakaran Singkong Klon Garuda.
2. Percobaan II : Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu dengan *Manihot glaziovii* Mueller

3.1 Percobaan I : Pengaruh Jenis Bahan Tanam dan Konsentrasi NAA Terhadap Pertumbuhan Tajuk dan Pengakaran Singkong Klon Garuda

3.1.1 Tempat dan Waktu Percobaan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada bulan Agustus 2024 hingga Januari 2025.

3.1.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi ubi kayu klon Garuda, Marinten, Singkong Karet NAA, fungisida berbahan aktif mancozeb 80%, furadan, bedak talk, urea, KCl, SP36, pupuk kandang sapi, dan plastik. Alat yang digunakan antara lain gelas

ukur, labu ukur, timbangan analitik, baskom, oven, meteran, dan alat tulis.

3.1.3 Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan disusun secara faktorial (2x3), dengan faktor pertama bahan tanam asal setek (S) dan asal grafting (G), faktor kedua konsentrasi NAA yang terdiri dari N-0 = 0 ppm kontrol, N-1000 ppm dan N-2000 ppm, sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 tanaman, yang terbagi menjadi dua baris tanaman, lima tanaman perbaris dengan jarak tanam antar baris 1 meter dan dalam baris 1 meter. Berikut ini merupakan tata letak percobaan:

Denah Tata Letak Percobaan I

U1	S-N2000	G-N1000	S-N0	G-N2000	S-N1000	G-N0
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
U2	G-N1000	S-N0	G-N2000	S-N1000	G-N0	S-N2000
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
U3	S-N0	G-N1000	S-N1000	G-N0	S-N2000	G-N2000
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Gambar 4. Tata Letak Percobaan I

3.1.4 Pelaksanan Percobaan

Pada percobaan ini panjang batang ubi kayu 25 cm dengan 2 keratan sehingga kombinasi perlakuan pada percobaan ini sebagai berikut;

1. S-N0 : Setek (0 NAA)
2. S-N1000 : Setek (1000 ppm NAA)
3. S-N2000 : Setek (2000 ppm NAA)
4. G-N0 : Grafting (0 NAA)
5. G-N1000 : Grafting (1000 ppm NAA)
6. G-N2000 : Grafting (2000 ppm NAA)

3.1.4.1 Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dilakukan dengan cara mencangkul tanah sedalam 20 cm, yang bertujuan untuk menggemburkan tanah, kemudian dibuat guludan dengan ukuran 1,4 m x 0,5 m, kemudian dilakukan pembuatan lubang tanam dengan diameter 30 cm dan kedalaman 20 cm.

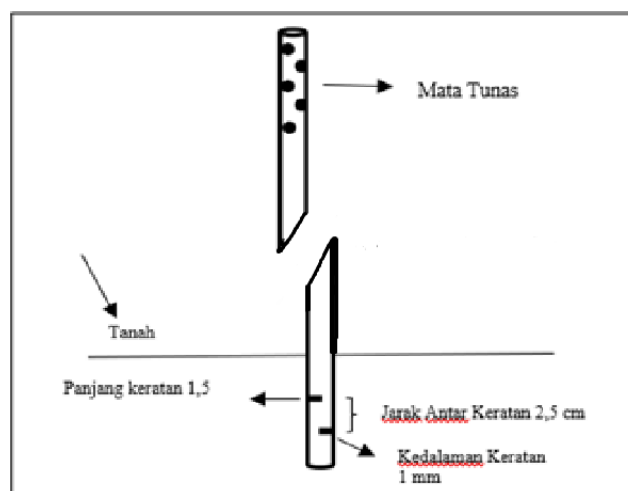


Gambar 5. Pengelolaan lahan (a) Pengukuran lubang tanam (b) Pemberian pupuk kandang kedalam lubang tanam (c)

3.1.4.2 Persiapan Bibit

3.1.4.2.1 Pemilihan Batang Atas

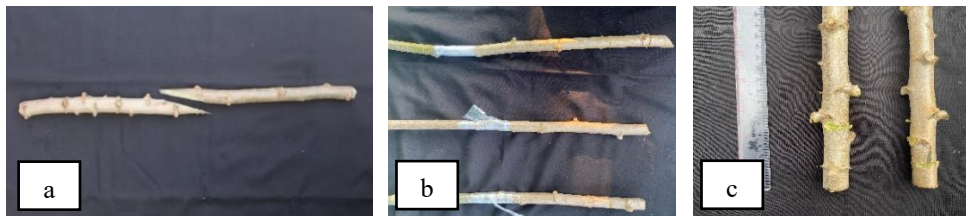
Batang atas yang digunakan pada teknik grafting berasal dari batang atas singkong karet yang dipotong dengan panjang 25 cm berdiameter 2 cm. Batang atas yang digunakan memiliki ciri-ciri, yaitu pertumbuhannya baik, batangnya lurus dan tinggi serta terbebas dari serangan hama dan penyakit. Pohon induk yang digunakan sebagai batang atas berasal dari lahan kebun Percobaan Unila Natar Lampung Selatan



Gambar 2. Prosedur grafting samping yang menggunakan batang bawah ubi kayu dan batang atas singkong karet.

3.1.4.2.2 Pemilihan Batang Bawah (*rootstock*)

Batang bawah yang digunakan adalah batang singkong klon Garuda yang berfungsi sebagai penyedia sistem perakaran. Batang bawah tanaman singkong Garuda yang dipilih untuk teknik grafting samping yaitu yang memiliki cabang tumbuh tegak dengan ketinggian batang 70-90 cm di atas permukaan tanah dan memiliki diameter batang antara 1-2 cm serta sudah berumur 2-3 bulan. Batang yang diameternya terlalu besar (>2 cm) dipangkas kemudian cabang hasil pangkasan yang sudah cukup tua tersebut dapat ditanam dan digunakan sebagai calon batang bawah.



Gambar 6. Penyatuan Batang Atas dan Batang Bawah; Batang bawah dan batang atas klon Garuda (a) Penyatuan sambungan batang bawah dan batang atas (b) batang setek klon Garuda (c)

3.1.4.3 Metode Sambung Miring (*Splice Grafting/Mukibat*)

Metode sambung samping digunakan berdasarkan modifikasi Ceballos et al. (2017) dan Souza et al. (2018). Metode perbanyakan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik grafting dengan metode sambung miring (*splice grafting*), yang merupakan modifikasi dari metode sambung Mukibat. Teknik ini dilakukan dengan memanfaatkan batang bawah dari klon ubi kayu Garuda dan batang atas dari tanaman singkong karet (*Manihot glaziovii*).

Batang bawah dipilih dari setek yang sehat dengan diameter antara 2–3 cm, sedangkan batang atas dipilih dari individu yang memiliki ukuran diameter yang seragam atau mendekati batang bawah. Kesamaan diameter antara batang bawah dan batang atas sangat penting untuk memastikan keberhasilan penyatuan jaringan kambium kedua bagian tanaman, yang menjadi kunci utama dalam proses grafting.

Metode sambung miring ini dipilih karena kemudahannya dalam pelaksanaan serta tingkat keberhasilan yang relatif tinggi dalam kondisi lapangan. Adapun tahapan pelaksanaannya dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan Batang Bawah

Batang bawah dari klon Garuda disayat secara miring dengan sudut kemiringan sekitar 45° , dan panjang sayatan ± 4 cm. Sayatan ini bertujuan menciptakan bidang kontak yang cukup luas untuk penyatuan jaringan kambium.

2. Persiapan Batang Atas (*Scion*)

Batang atas disayat dengan sudut dan panjang yang sesuai dengan batang bawah, sehingga keduanya dapat dipadukan secara presisi. Jika terdapat perbedaan ukuran diameter, penyatuan dilakukan dengan memastikan bahwa setidaknya salah satu sisi kambium dari batang atas menempel sempurna pada kambium batang bawah.

3. Penyatuan dan Pengikatan

Setelah kedua sayatan disejajarkan dan disatukan, sambungan diikat dengan erat menggunakan tali rafia atau plastik grafting guna menjaga stabilitas dan kelembaban. Tahap ini sangat krusial untuk mencegah pergeseran sambungan dan mendorong proses penyatuan jaringan. Selanjutnya, bagian atas tanaman disungkup menggunakan plastik transparan berukuran besar. Tujuannya adalah untuk menjaga kelembaban mikro dan mencegah masuknya air hujan secara langsung yang dapat menyebabkan kegagalan sambungan.

4. Pemberian Label

Setiap unit sambungan diberi label yang mencakup informasi penting seperti tanggal pelaksanaan grafting, identitas klon batang atas, dan metode grafting yang digunakan. Hal ini bertujuan untuk mendukung ketertelusuran data selama pengamatan dan analisis hasil.

5. Pembukaan Sungkup

Sungkup dilepas secara bertahap setelah tanaman menunjukkan tanda-tanda keberhasilan adaptasi awal, yang ditandai dengan terbukanya minimal lima helai daun secara sempurna. Pembukaan sungkup dilakukan

untuk menghindari akumulasi panas dan memungkinkan tanaman berfotosintesis secara optimal dalam kondisi terbuka.

3.1.4.4 Pembuatan Bubuk Auksin (*Auxin Powder mixture*)

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis Zat Pengatur Tumbuh (ZPT), yaitu auksin berupa Naphthaleneacetic Acid (NAA) dengan konsentrasi 0, 1000, dan 2000 ppm, serta sitokinin berupa Benzyladenine (BA) dengan konsentrasi 0, 25, dan 50 ppm. Kedua jenis ZPT tersebut diformulasikan dalam bentuk bubuk dengan menggunakan bahan pembawa berupa talcum powder (bubuk talk) yang telah dicampur dengan fungisida untuk mencegah infeksi jamur selama proses grafting dan fase awal pertumbuhan.

Prosedur pencampuran dimulai dengan menimbang talcum powder dan fungisida sesuai dengan proporsi yang ditentukan dalam masing-masing perlakuan (Tabel 3). Campuran bubuk tersebut kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker dan dihomogenkan dengan pengadukan manual. Selanjutnya, ZPT yang telah ditimbang dilarutkan terlebih dahulu menggunakan 10 ml etanol 96% (alkohol teknis) hingga larut sempurna. Larutan ZPT kemudian dituangkan secara perlahan ke dalam gelas beaker yang berisi campuran talcum powder dan fungisida sambil terus diaduk hingga tercampur merata dan membentuk serbuk homogen.

Tabel 1. Kandungan Auksin, Fungisida dan Bubuk Talk Sebagai Komponen Pembawa Dalam 100 g Auksin *Powder Mixture*.

Konsentrasi NAA (ppm)	Bobot NAA (g)	Bobot talk industri (g)	Fungisida (g)	Bobot campuran auksin akhir yang akan dibuat(mg)
0	0	96	4	100
1000	0,1	95,9	4	100
2000	0,2	95,8	4	100

3.1.4.5 Penanaman dan Penyulaman

Penanaman dilakukan pada jarak tanam 100 cm x 100 cm pada setiap guludan, penyulaman dilakukan 2 MST (minggu setelah tanam).

3.1.4.6 Pemupukan

Pemupukan dilakukan satu kali pada 1 BST (Bulan Setelah Tanam). Dosis pupuk yang digunakan adalah 16.000 kg kotoran sapi ha^{-1} (2,24kg/ tanam) dilakukan 7 hari sebelum tanam, 200 kg Urea ha^{-1} , 100 kg SP36 ha^{-1} , dan 100 kg KCl ha^{-1} . Urea dan KCl diberikan sebanyak 28 gr/ tanaman, SP36 diberikan 14 gr/tanaman.

3.1.4.6 Perawatan

Perawatan dilakukan dengan pembumbunan pada saat umur tanaman 2-3 bulan, Penyiangan gulma dilakukan pada tahap awal hingga 8 MST, dengan cara mencabut gulma yang ada di sekitar tanaman. Kemudian dilakukan penyiraman yang tepat membantu tanaman tumbuh optimal dan bebas dari kompetisi gulma.

3.1.5 Pengamatan

Variabel yang diamati pada percobaan ini meliputi panjang tunas, jumlah tunas, dan jumlah daun, yang diukur setiap minggu selama 16 MST. Pada saat panen, yaitu pada 16 MST, dilakukan pengamatan terhadap dua tanaman sampel per perlakuan dengan variabel meliputi: jumlah akar produktif, jumlah akar total, panjang akar terpanjang, bobot akar produktif, bobot akar total, diameter umbi, tingkat percabangan, serta bobot segar brangkasan.

1. Panjang Tunas

Panjang tunas diukur pada 1 MST hingga 16 MST dari pangkal tunas yang tumbuh pada setiap tanaman.

2. Jumlah Daun

Jumlah daun segar diamati pada 1 MST hingga 16 MST pada setiap setek dan grafting dari tunas yang tumbuh.

3. Jumlah Tunas

Jumlah tunas diamati pada 1 MST hingga 16 MST pada setiap setek dan grafting dari tunas yang tumbuh.

4. Tingkat Percabangan

Tingkat percabangan dilakukan saat tanaman sudah berumur 16 MST.

5. Jumlah Akar Produktif

Pada variabel ini pengamatan jumlah akar produktif dihitung pada 16 MST yang ditandai dengan akar yang mengembang lebih besar. Jumlah sampel yang diamati ialah 2 sampel ubi kayu di setiap perlakuan.

6. Jumlah Akar Total

Jumlah akar primer total dihitung pada 16 MST dengan menghitung seluruh akar primer yang terbentuk. Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

7. Bobot Akar Produktif

Pada variabel ini pengamatan tanaman dihitung pada 16 MST Bobot akar produktif pada ubi kayu adalah berat seluruh akar yang membentuk umbi (akar yang mengalami penebalan sebagai organ penyimpan cadangan makanan berupa pati). Dengan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

8. Bobot Akar Total

Bobot total tanaman dihitung pada 16 MST pada ubi kayu adalah berat keseluruhan semua akar yang dihasilkan oleh satu tanaman ubi kayu, baik yang termasuk akar produktif (akar yang membentuk umbi) maupun akar non-

produktif (akar serabut atau akar kecil yang tidak membentuk umbi besar). Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

9. Panjang Akar Terpanjang

Panjang akar terpanjang di ukur pada 16 MST menggunakan meteran, jumlah yang diamati pada setiap perlakuan sebanyak 2 sampel tanaman ubi kayu.

10. Diameter Umbi

Pada variabel ini pengamatan dilakukan pada tanaman yang telah berumur 16 MST. pengamatan dilakukan dengan cara membelah bagian pangkal umbi kemudian mengukur menggunakan jangka sorong atau meteran.

11. Bobot segar brangkasan

Bobot segar brangkasan ubi kayu yaitu berat total bagian tanaman ubi kayu yang berada di atas permukaan tanah (tajuk), meliputi batang, cabang, dan daun, dalam kondisi segar (belum dikeringkan). Di timbang pada 16 MST pengukuran dilakukan pada 2 sampel pada setiap perlakuan

12. Keberhasilan Grafting

Pada variabel ini pengamatan dilakukan pada tanaman yang telah berumur 16 MST. Dengan cara total tanaman yang dibuat dibagi jumlah sambungan yang berhasil tumbuh kemudian dikali dengan 100 %. pengukuran dilakukan pada 2 sampel pada setiap perlakuan

3.1.6 Analisis Data

Analisis data menggunakan Microsoft excel dan R studio 4.3.2 Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett, Uji Aditivitas atau kemenambahan diuji dengan Uji Tukey, analisis ragam dengan Uji Fisher. Apabila syarat terpenuhi dilakukan uji lanjut dengan Fisher' LSD pada taraf 5 %.

3.2 Percobaan II: Pengaruh Klon Batang Bawah dan Konsentrasi BA Pada Batang Atas Terhadap Pertumbuhan Tunas Grafting Ubi Kayu Dengan *Manihot glaziovii* Mueller.

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada bulan Oktober 2024 sampai dengan Januari 2025.

3.2.2 Bahan Tanam dan Alat

Bahan yang digunakan diantaranya ubi kayu klon Garuda, Marinten dan Singkong karet, BA, fungisida, herbisida aktif mancozeb 80%, furadan, bedak talk, urea, KCL, SP36, pupuk bokashi sapi dan plastik. Untuk alat yang akan digunakan adalah gelas ukur, labu ukur, spatula, karet, timbangan analitik, baskom, oven, meteran dan alat tulis.

3.2.3 Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan disusun secara faktorial (2x3), dengan faktor pertama klon batang bawah (Garuda dan Marinten) dan faktor kedua konsentrasi BA yang terdiri dari B-0 = 0 ppm kontrol, B-25 ppm dan B-50 ppm, sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 tanaman, yang terbagi menjadi dua baris tanaman, lima tanaman perbaris dengan jarak tanam antar baris 1 meter dan dalam baris 1 meter. Berikut ini merupakan tata letak percobaan:

1. G-B0 : Garuda + 0 ppm BA
2. G-B25 : Garuda + 25 ppm BA
3. G-B50 : Garuda + 50 ppm BA
4. M-B0 : Marinten + 0 ppm BA
5. M-B25 : Marinten + 25 ppm BA
6. M-B50 : Marinten + 50 ppm BA

Berikut ini merupakan tata letak percobaan II

U1	M-B50	G-B0	M-B25	G-B50	M-B0	G-B25
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
U2	G-B25	M-B25	G-B50	M-B0	G-B0	M-B50
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
U3	M-B0	G-B25	M-B50	G-B0	M-B25	G-B50
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Gambar 7. Tata letak percobaan II

3.2.4 Pelaksanaan Percobaan

3.2.4.1 Pembuatan zat pengatur tumbuh (ZPT) BA

Pada penelitian ini menggunakan ZPT *benziladenin* (BA) dengan konsentrasi 0 ppm, 25 ppm dan 50 ppm. Cara membuat larutan BA 25 ppm dan 50 ppm yaitu dengan menimbang BA 25 mg kemudian dilarutkan dengan HCL $\pm$ 3 ml kedalam beaker dengan menambahkan air panas dan sedikit ditekan-tekan menggunakan spatula pada ujung gelas beaker agar tidak menggumpal. Setelah BA larut maka ditambahkan aquades hingga 1000 ml. kemudian larutan di homogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah homogen maka larutan tersebut diatur derajat keasamannya pH mencapai 5,8. Pembuatan larutan BA 50 ppm dilakukan dengan cara yang sama, namun BA yang ditimbang 50 mg dengan volume akhir 1000 ml.

3.2.4.2 Penyiapan batang bawah (*rootstock*) dan penyambungan

Rootstock yang digunakan adalah setek ubi kayu yang sudah berumur 3 bulan setelah setek dengan perlakuan ZPT yang terbaik dari percobaan I. Batang bawah (*scion*) yang digunakan adalah 2 klon yaitu Garuda dan Marinten. Penyambungan dilakukan dengan metode grafting (sambung miring)

3.3 Pengamatan Penelitian

Pada percobaan ini, pengukuran berbagai variabel pertumbuhan tajuk dilakukan setiap minggu, selama 1 MST hingga 16 MST. Variabel pengamatan yang dicatat meliputi:

1. Panjang Tunas

Panjang tunas diukur pada 1 MST hingga 16 MST dari pangkal tunas yang tumbuh pada setiap tanaman

2. Jumlah Daun

Jumlah daun segar diamati pada 1 MST hingga 16 MST pada setiap setek dan grafting dari tunas yang tumbuh.

3. Jumlah Tunas

Jumlah tunas diamati pada 1 MST hingga 16 MST pada setiap setek dan grafting dari tunas yang tumbuh.

4. Tingkat Percabangan

Tingkat percabangan dilakukan saat tanaman sudah berumur 16 MST.

5. Jumlah Akar Produktif

Pada variabel ini pengamatan jumlah akar produktif dihitung pada 16 MST yang ditandai dengan akar yang mengembang lebih besar. Jumlah sampel yang diamati ialah 2 sampel ubi kayu di setiap perlakuan.

6. Jumlah Akar Total

Jumlah akar primer total dihitung pada 16 MST dengan menghitung seluruh akar primer yang terbentuk. Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

7. Bobot Akar Produktif

Pada variabel ini pengamatan tanaman dihitung pada 16 MST Bobot akar produktif pada ubi kayu adalah berat seluruh akar yang membentuk umbi (akar yang mengalami penebalan sebagai organ penyimpan cadangan makanan berupa pati). Dengan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

8. Bobot Akar Total

Bobot total tanaman dihitung pada 16 MST pada ubi kayu adalah berat keseluruhan semua akar yang dihasilkan oleh satu tanaman ubi kayu, baik yang termasuk akar produktif (akar yang membentuk umbi) maupun akar non-produktif (akar serabut atau akar kecil yang tidak membentuk umbi besar). Jumlah sampel yang di amati adalah 2 sampel pada setiap perlakuan.

9. Panjang Akar Terpanjang

Panjang akar terpanjang di ukur pada 16 MST menggunakan meteran, jumlah yang diamati pada setiap perlakuan sebanyak 2 sampel tanaman ubi kayu.

10. Diameter Umbi

Pada variabel ini pengamatan dilakukan pada tanaman yang telah berumur 16 MST. pengamatan dilakukan dengan cara membelah bagian pangkal umbi kemudian mengukur menggunakan jangka sorong atau meteran.

11. Bobot segar brangkasan

Bobot segar brangkasan ubi kayu yaitu berat total bagian tanaman ubi kayu yang berada di atas permukaan tanah (tajuk), meliputi batang, cabang, dan daun, dalam kondisi segar (belum dikeringkan). Di timbang pada 16 MST pengukuran dilakukan pada 2 sampel pada setiap perlakuan

12. Keberhasilan Grafting

Pada variabel ini pengamatan dilakukan pada tanaman yang telah berumur 16 MST. Dengan cara total tanaman yang dibuat/ jumlah sambungan yang berhasil

tumbuh kemudian dikali dengan 100 %. pengukuran dilakukan pada 2 sampel pada setiap perlakuan

3.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan Microsoft excel dan R studio 4.3.2 Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett, Uji Aditivitas atau kemenambahan diuji dengan Uji Tukey, analisis ragam dengan Uji Fisher. Apabila syarat terpenuhi dilakukan uji lanjut dengan Fisher'LSD pada taraf 5 %.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Percobaan I

1. Pada umur 16 MST, klon Garuda asal setek menunjukkan performa setara atau lebih tinggi dibandingkan grafting pada sebagian besar parameter pertumbuhan dan hasil, termasuk jumlah daun, jumlah tunas, jumlah akar produktif, jumlah akar total, panjang akar terpanjang, bobot akar produktif, bobot akar total, dan diameter umbi. Namun, grafting unggul pada panjang tunas, tingkat percabangan, dan bobot segar brangkasan. Secara khusus, metode setek menghasilkan bobot akar produktif lebih tinggi (2,29 kg/tanaman) dibandingkan grafting (1,69 kg/tanaman), sedangkan grafting menghasilkan bobot segar brangkasan lebih tinggi (2,46 kg) dibandingkan setek (1,55 kg). Hal ini mengindikasikan bahwa metode setek lebih efektif untuk pembentukan akar, sedangkan grafting lebih mengoptimalkan pertumbuhan tajuk.
2. Aplikasi NAA baik pada konsentrasi 1000 ppm maupun 2000 ppm secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan pengakaran singkong klon Garuda dibandingkan dengan kontrol yang ditunjukkan oleh variabel panjang tunas, jumlah daun, jumlah akar produktif, jumlah akar total, panjang akar terpanjang, bobot akar total dan diameter umbi, namun nilai rata-rata yang dihasilkan dari NAA 1000 ppm sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan NAA 2000 ppm.
3. Terdapat interaksi antara jenis bahan tanam dan konsentrasi NAA pada variabel panjang tunas dan tingkat percabangan, namun tidak pada variabel lainnya

Percobaan II

1. Pada umur 16 MST, batang bawah klon asal Marinten menghasilkan panjang tunas, jumlah daun, tingkat percabangan, panjang akar terpanjang, jumlah akar produktif, diameter umbi, bobot akar produktif, bobot akar total yang sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan yang berasal dari klon Garuda. Namun, untuk variabel jumlah tunas, jumlah akar produktif, dan bobot segar brangkasan, batang bawah asal Garuda menghasilkan rata-rata nilai yang lebih tinggi, yaitu jumlah akar produktif 20 umbi, bobot akar produktif (2,29 kg/tanaman), dan bobot segar brangkasan (1,62 kg/tanaman) dibandingkan dengan Marinten yang masing-masing sebesar 17,33 buah, 1,69 kg, dan 1,49 kg/tanaman.
2. Konsentrasi BA baik pada konsentrasi 25 ppm dan 50 ppm secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tunas dan pengakaran klon batang bawah Garuda dan Marinten dibandingkan dengan kontrol yang ditunjukkan oleh variabel panjang tunas, jumlah daun, jumlah tunas, tingkat percabangan, panjang akar terpanjang, jumlah akar produktif, jumlah akar total, diameter umbi, bobot akar produktif, bobot akar total, dan bobot segar brangkasan, nilai rata-rata yang dihasilkan dari BA 50 ppm sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan BA 25 ppm.
3. Terdapat interaksi antara jenis bahan tanam dan konsentrasi BA pada variabel jumlah tunas dan tingkat percabangan, namun tidak pada variabel lainnya.

5.2 Saran

Saran yang diberikan antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan hingga masa panen untuk mengevaluasi jumlah akar produktif, produktivitas umbi, serta kadar pati yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan.
2. Disarankan menguji efektivitas konsentrasi NAA pada metode grafting di berbagai jenis tanah dan tingkat kesuburan, serta mempertimbangkan kombinasi dengan pupuk produktif pada ubi kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Zahra, T. R., Al-Shadaideh, A. M., Abubaker, S. M., & Qrunfleh, I. M. (2013). Pengaruh konsentrasi auksin pada perakaran tanaman hias yang berbeda. *Jurnal Botani Internasional*, 9(2), 96–99. <https://doi.org/10.3923/ijb.2013.96.99>
- Agustiansyah, A., Jamaludin, J., Yusnita, Y., & Hapsoro, D. (2018). NAA lebih efektif dibanding IBA untuk pembentukan akar pada cangkok jambu bol (*Syzygium malaccense*). *Jurnal Horti Indonesia*, 9(1), 1–9.
- Ahit, K. L., del Rosario, R. A., & Obien, S. R. (1981). Growth and development of cassava under the traditional and the Mukibat systems of planting. *Annals of Tropical Research*, 3(1), 45–57.
- Alpriyan, A., & Karyawati, K. (2018). Peran Auksin dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. *Jurnal Sains Pertanian*, 2(1), 1-8.
- Anggraini, N. R., Yuliadi, E., Setiawan, K., & Hadi, M. S. (2021). Karakterisasi pertumbuhan, kandungan pati, dan kadar HCN berbagai klon ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Tropical Upland Resources*, 3(1), 45–53.
- Anonymous. (2010). *Pedoman Budidaya Ubi Kayu*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Apriliani, I. (2015). Pengaruh pemberian hormon pertumbuhan terhadap pertumbuhan tunas pada tanaman stek. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(2), 112–118.
- Asmara, S., Widyastuti, R. A. D., & Sanjaya, P. (2022). Pertumbuhan akar setek singkong (*Manihot esculenta* Crantz) hasil pengeratan dengan alat pengerat bibit singkong (Rabikong). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(2), 309–314.
- Bangthong, P., Vuttipongchaikij, S., Kongsil, P., Ceballos, H., & Kittipadakul, P. (2022). Evaluation of *Manihot glaziovii* scion cassava understock grafting for cassava growth and root yield during rainy and dry seasons. *Journal of Crop Improvement*, 36(2), 193–206. <https://doi.org/10.1080/15427528.2021.1931609>
- Ceballos, H., Hershey, C., & Okogbenin, E. (2012). Cassava breeding: Current status, bottlenecks and the potential of biotechnology tools. *Tropical Plant Biology*, 5(3), 73–87. <https://doi.org/10.1007/s12042-012-9094-9>

- Chauhan, A., & George, D. L. (2010). Effects of cytokinins and auxins on in vitro regeneration of cassava. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 101(3), 225–233.
- Cokrowati, N., & Diniarti, N. (2019). Mekanisme Kerja Auksin dalam Merespons Lingkungan dan Genetik Tanaman. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(2), 101–108.
- Derso, D. (2018). Cassava (*Manihot esculenta* Crantz): Biology, production and use. *African Journal of Plant Science*, 12(5), 113–120.
- Eganathan, P., Anand, A., & Rao, C. S. (2000). Vegetative propagation of *Salvadora persica* L. by stem cuttings using different growth hormones. *Journal of Tropical Forest Science*, 12(4), 779–785.
- Eid, R. A. (2020). Influence of foliar application by benzyladenine and yeast extract on growth, root yield, quality and chemical compositions of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plant. *Journal of Plant Production*, 11(12), 1341–1347. <https://doi.org/10.21608/jpp.2020.149806>
- El-Sharkawy, M. A. (2021). Cassava biology and physiology revisited: Recent progress and perspectives in the context of climate change. *Tropical Plant Biology*, 14, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s12042-021-09276-z>
- Fauzan, M. R., Rahayu, S., & Prasetyo, D. (2025). Kombinasi NAA dan IBA dalam meningkatkan sistem perakaran ubi kayu. *Jurnal Pertanian Tropika*, 10(1), 55–62. (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2025)
- Fitri Yelli, F., Nurhayati, N., & Iswanto, A. (2022). Pengaruh kombinasi hormon BA dan NAA terhadap pertumbuhan tunas klon ubi kayu dalam kultur in vitro. *Jurnal Kultur Jaringan dan Bioteknologi Tanaman*, 12(1), 45–51.
- Fukuda, W. M. G., Alves, A. A. C., & Silva, S. O. (2010). The Mukibat system: Use of *Manihot glaziovii* as rootstock for cassava. *IITA Technical Bulletin*, 15(2), 1–8.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G.-J. (2008). *Plant propagation by tissue culture* (3rd ed.). Springer.
- Guritno, B. (2005). *Budidaya Ubi Kayu*. Penebar Swadaya.
- Hamburger, A., Nyaboga, E. N., & Njiru, J. (2010). Synergistic effects of BA and NAA on in vitro rooting and tuber formation in cassava. *African Journal of Biotechnology*, 9(2), 152–160.

- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2010). Principles of grafting and budding. In *Plant propagation: Principles and practices* (8th ed.). Pearson Education, Prentice Hall.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Robert, L. (1970). *Hartmann and Kester's Plant Propagation Principles and Practices* (3rd ed.). Prentice Hall International Inc. p. 74.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Robert, L. (2014). *Hartmann and Kester's Plant Propagation Principles and Practices* (8th ed.). Prentice Hall International Inc. 927 halaman.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Pearson Education.
- Haryono, S. (2022). Teknik Perbanyak Tanaman dengan Stek dan Pelukaan. *Jurnal Agroteknologi*, 16(1), 22-30.
- Jurni, J. (2020). Klasifikasi Dan Morfologi Tanaman Singkong (Manihot Esculenta). [Skripsi]. Surabaya. Univeristas Muhamadiyah Surabaya.
- Karuniawan, A., Wicaksono, H. N., Ustari, D., Setiawati, T., & Supriatun, T. (2017). Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* Muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Jurnal Kultivasi*, 16(1), 22–28.
- Kaur, N., & Kaur, A. (2023). Effect of plant regulators and cutting type on rooting potential of fig (*Ficus carica* L.) stem cuttings. *The Pharma Innovation Journal*, 12(1), 2838–2843.
- Konrad, H. (2001). Effect of auxins on root induction and development in stem cuttings of various species. *Plant Growth Regulation*, 34(1), 1–10.
- Köşe, M., & Gülerüz, M. (2006). The effect of some plant growth regulators on callus formation and shoot proliferation of grape (*Vitis vinifera* L.) in vitro. *Journal of Central European Agriculture*, 7(3), 481-488.
- Kotto, F., Yuliadi, E., Setiawan, K., & Hadi, M.S.(2020). Investarisasi Klon Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Cranz) Di Empat Wilayah Provinsi Lampung. *Jurnal Tropical Dataran Tinggi Resources*, 2(2), 162-172.
- Lestari, R. (2011). Pengaruh Berbagai Konsentrasi Auksin Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 5(2), 78-85.
- Liu, J., Wang, Q., Zhang, L., & Zhou, M. (2011). Auxin and cytokinin interaction in the regulation of plant root development. *Plant Physiology Reports*, 29(1), 56–68. (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2024)

- Maulida, N., Nurul, H., & Yuniarti, Y. (2014). Pengaruh Konsentrasi NAA dan IBA Terhadap Pertumbuhan Akar Stek Melati (*Jasminum sambac* L. Ait). *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(3), 321-326.
- Merisa, M. (2020). Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Auksin Terhadap Pembiakan Stek Kayu Salai (*Glochidion sericeum*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 5(2), 1-16.
- Mudge, K., Janick, J., Scofield, S., & Goldschmidt, E. E. (2009). A history of grafting. In *Horticultural Reviews* (Vol. 35, pp. 437–493). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch9>
- Muktar, H., Beshir, H. M., Tadesse, T., & Haile, A. (2023). Rooting performance of cassava cuttings due to the number of nodes and rooting media. *Food Energy Security*, e512. <https://doi.org/10.1002/fes3.512>
- Mustofa, M., Setiawan, E., & Nurhalimah, S. (2020). Pengaruh jenis setek terhadap pertumbuhan tanaman suruhan (*Peperomia pellucida*). *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(2), 125–133.
- Oluwasanya, D. N., Adebola, P. O., & Folarin, O. A. (2021). Cytokinin application enhances graft success and early growth in cassava. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 24(2), 221–228.
- Opoku-Agyemang, P., Kwarteng, A. O., & Aboagye, L. M. (2024). Optimization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grafting technique to enhance its adoption in cassava cultivation. *MethodsX*, 11, 102904. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102904> (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2024)
- Overvoorde, P., Fukaki, H., & Beeckman, T. (2010). Auxin control of root development. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 2(6), a001537. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001537>
- Paul, A., & Aditi, G. (2009). Effect of NAA on rooting of cuttings in some ornamental plants. *Journal of Ornamental Horticulture*, 12(1), 59-62.
- Prangkratok, P., Phongpreecha, P., & Limsila, A. (2022). Effects of BA and red light on cassava branching and plant architecture. *International Journal of Plant Science*, 183(5), 351–362.
- Puspitarini, R. D., Handayani, T., & Nugroho, D. (2024). The effect of auxin (NAA) on cassava shoot and root development. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 29(1), 33–41. (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2024)
- Puspitarini, R. D., Widodo, S., & Supriyadi, E. (2025). Influence of different auxin concentrations on cassava rooting. *Agrivita Journal of Agricultural*

Science, 47(2), 117–126. (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2025)

- Rahman, M. A., Islam, M. S., & Hossain, M. M. (2012). Effect of ringing and plant growth regulators on rooting of stem cuttings of guava (*Psidium guajava* L.). *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 2(1), 1-6.
- Rahmawati, D., & Firmansyah, R. (2019). Pengaruh benzyladenine terhadap pertumbuhan tunas hasil sambungan *Manihot glaziovii*. *Jurnal Pertanian Tropis*, 7(2), 65–71.
- Rahman, N., Fitriani, H., & N. (2018). Multiplikasi Tunas Kultur Ubi Kayu dengan Teknik Sambung Pucuk (*Grafting*) In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTAN)*, 229-236.
- Rochima, S., & Harjafi, M. (1973). Pengaruh Pengeratan Terhadap Pembentukan Akar pada Stek Tanaman. *Buletin Agronomi*, 4(1), 1-5.
- Rodriguez-Perez, J. (2014). Effects of wounding and IBA application on rooting and root morphology in *Leucospermum* ‘Spider’ cuttings. *Scientia Horticulturae*, 165, 40–44.
- Romly, M. F., Wahab, P. E. M., & Noraini, M. (2019). Rooting of *Jatropha curcas* L. stem cuttings using different concentrations and application methods of indole-3-butyric acid (IBA). *Journal of Tropical Forest Science*, 31(2), 199-206.
- Rugayah, S., Wahyuni, D., & Handayani, T. (2012). Respons pertumbuhan dan pembentukan tunas *Manihot glaziovii* terhadap konsentrasi benzyladenine. *Jurnal Biologi Tropis*, 12(2), 123–130.
- Sauer, N., G. G. G. (2013). Plant Growth Regulators: Auxins. In *eLS*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Setiawan, A. (2022). Respon varietas lokal ubi kayu terhadap konsentrasi hormon pertumbuhan. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 10(1), 45–53.
- Sharma, P., Kaur, J., & Verma, V. (2022). Role of synthetic auxins in root and vascular tissue formation during grafting. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(1), 25–38.
- Shi, L., Zhang, Y., Chen, X., & Wang, J. (2020). Histological and physiological changes during graft union formation in cassava (*Manihot esculenta*). *Plant Cell Reports*, 39(8), 1013–1025. <https://doi.org/10.1007/s00299-020-02532-4>

- Sitompul, S. M., & Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. UGM Press. Yogyakarta.
- Souza, G. M., Carvalho, L. J. C. B., & Torres, A. C. (2018). Grafting techniques and physiological mechanisms for improved cassava propagation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(5), 99. <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2671-9>
- Sukmadjaja, S., & Widhiastuti, H. (2011). Peran benziladenin dalam pembentukan akar pada kultur jaringan ubi kayu. *Buletin Agronomi*, 39(1), 13–20.
- Sutami, M., Prihadi, T., & Kusuma, D. (2009). Keberhasilan Sambung Samping Tanaman Durian (*Durio zibenthinus* M.) Akibat Konsentrasi Auksin. *Journal of Agro Complex (JOAC)*, 1(1), 1-8.
- Timburas, R. D., Pinaria, A. G., & Lengkong, E. F. (2023). The Effect Of Several Concentrations Of Growth Regulatory Substance (ZPT) Auxin NAA (Naphthalene Acetic Acid) On The Root Growth Of Vanila (*Vanilla planifolia* Andrew) Cuttings. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan (Applied Agroecotechnology Journal)*, 1(1), 30-36.
- Utomo, J. S., Haryanto, T., & Lestari, D. (2020). Kualitas jaringan stek ubi kayu dan pengaruh fisiologis terhadap keberhasilan propagasi vegetatif. *Journal of Tropical Upland Resources*, 5(1), 30–38.
- Uwimana, B., Kawuki, R., & Ferguson, M. E. (2023). Effects of benzyladenine on shoot induction in cassava genotypes. *African Journal of Plant Science*, 17(4), 87–94. <https://doi.org/10.5897/AJPS2023.2346>
- Yan, Y.-H., Xu, Z.-S., Wang, F., & Xiong, A.-S. (2014). Effects of NAA on root formation in stem cuttings of *Hemarthria compressa* and the related physiological mechanisms. *Horticultural Plant Journal*, 1(1), 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2014.10.002>
- Yelli, R., Hidayat, R., & Puspitasari, D. (2022). Response of Unila UK 1 cassava clones to BA and NAA on shoot induction. *Jurnal Kultur Jaringan*, 11(2), 91–98.
- YouTube. (2023). *Singkong Garuda/ Ciri-Ciri dan Keunggulan Singkong Garuda*. Stasiun Petani. <https://youtu.be/kWHLMxruBY?si=X45H8MU1YFF2UL>.
- Yusnita, Y., & Hansoro, D. (2018). *Kultur Jaringan Teori dan Praktik*. Andi (IKAPI) Publishing Yogyakarta.
- Yusnita, Y., Hansoro, D., Prayogi, A. N., Agustiansyah, A., & Karyanto, A. (2024). Successful Grafting of Two Indonesian Clones of *Piper nigrum* L. with *P. colubrinum* Link.: Effects of IBA and NAA on Rooting and

Effects of BA on Grafting. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 46(1), 28-37. (Catatan: Mohon verifikasi tahun publikasi 2024)

- Zanor, M. I., Osorio, S., Nunes-Nesi, A., Carrari, F., & Fernie, A. R. (2013). Application of cytokinins promotes photosynthetic efficiency and nitrogen assimilation in cassava. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.023>
- Zhang, Y., Zhao, L., & Liu, X. (2023). Auxin–cytokinin cross-talk regulates plant organogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1123562.