

**MULTIPLIKASI TUNAS UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz)
KLON VAMAS-1 PADA BEBERAPA KONSENTRASI
BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON**

(Skripsi)

Oleh

**Anggun Permata
1914121006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

MULTIPLIKASI TUNAS UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz) KLON VAMAS-1 PADA BEBERAPA KONSENTRASI BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON

Oleh

ANGGUN PERMATA

Perbanyak bibit ubi kayu secara konvensional belum mampu memenuhi kebutuhan bibit dalam jumlah banyak dan waktu lebih singkat. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknik kultur jaringan untuk memenuhi ketersediaan bibit tersebut. Tujuan dari penelitian ini, yaitu mengetahui pengaruh jenis ZPT, konsentrasi ZPT, serta interaksi antara jenis dan konsentrasi ZPT terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1. Eksplan yang digunakan berupa satu buku tunas *in vitro* yang berukuran 1-2 cm. Rancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial (3 x 4) terdiri dari 4 ulangan dengan 12 kombinasi perlakuan. Faktor pertama yaitu ZPT benzil adenin (B) dengan konsentrasi 0 mg/l (B0), 0,1 mg/l (B1), 1 mg/l (B2), dan 3 mg/l (B3). Faktor kedua yaitu ZPT thidiazuron (T) dengan konsentrasi 0 mg/l (T0), 0,1 mg/l (T1) dan 1 mg/l (T2). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa waktu muncul tunas tercepat pada 4,17 hst dihasilkan dari media BA 1 mg/l + TDZ 0 mg/l dan BA 0,1 mg/l + TDZ 1 mg/l. Persentase eksplan bertunas mencapai 100% pada semua kombinasi perlakuan. Jumlah dan tinggi tunas tertinggi dihasilkan dari pemberian BA 1 mg/l dengan tunas sebanyak 3,25 tunas dan tinggi 1,42 cm. Jumlah buku dan jumlah daun hijau terbanyak yang mencapai 9,08 buku dan 8,42 helai daun dihasilkan dari BA 0,1 mg/l + TDZ 0,1 mg/l. Sementara jumlah daun gugur terbanyak dihasilkan dari media BA 0 mg/l + TDZ 0 mg/l yaitu 3,08 helai daun. Jumlah dan panjang akar terbanyak dihasilkan dari pemberian BA 0 mg/l dengan jumlah akar sebanyak 5,11 dan panjang 7,33 cm serta rata-rata persentase tunas berakar mencapai 100%. Planlet yang dihasilkan dari penelitian ini mencapai 268 planlet dari 12 kombinasi perlakuan dan terdapat 34 planlet yang berhasil diaklimatisasi dengan persentase aklimatisasi mencapai 41%.

Kata kunci: Benzil adenin, organogenesis, perbanyak tunas, singkong, thidiazuron, Vamas-1

**MULTIPLIKASI TUNAS UBI KAYU (*Manihot esculenta* Crantz)
KLON VAMAS-1 PADA BEBERAPA KONSENTRASI
BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON**

Oleh

Anggun Permata

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **MULTIPLIKASI TUNAS UBI KAYU
(*Manihot esculenta* Crantz) KLON VAMAS-1
PADA BEBERAPA KONSENTRASI
BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON**

Nama Mahasiswa : **Anggun Permata**

NPM : **1914121006**

Jurusan : **Agroteknologi**

Fakultas : **Pertanian**



A handwritten signature in black ink, appearing to be "Fitri Yelli", is located to the left of the seal.

Fitri Yelli, S.P., M.Si., Ph.D.
NIP 197905152008122005

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Dr. Sri Ramadiana", is located to the right of the seal.

Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.
NIP 196912051994032002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

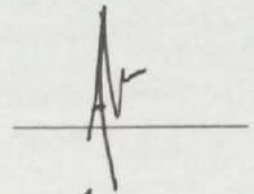
A handwritten signature in black ink, appearing to be "Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini", is located below the text for the department head.

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

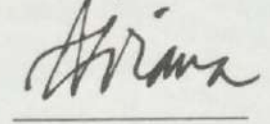
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

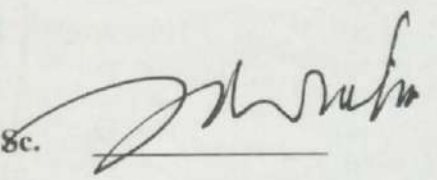
Ketua : Fitri Yelli, S.P., M.Si., Ph.D.



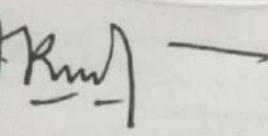
Sekretaris : Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 September 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya berjudul “Multiplikasi Tunas Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Klon Vamas-1 pada Beberapa Konsentrasi Benzil Adenin dan Thidiazuron” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 27 September 2023



METERAI
TEMPEL
FB7F1AKX748109738

Anggun Permata
NPM 1914121006

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Anggun Permata lahir di Desa Muara Jaya II, Kecamatan Kebun Tebu, Kabupaten Lampung Barat pada tanggal 26 Agustus 2000 dari pasangan Bapak Sunardi dan Ibu Wilyana. Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara, adik ke dua bernama Agita Cahya, adik ke tiga bernama Igam Butahto dan adik ke empat bernama Fajri Ramadhan. Penulis bertempat tinggal di Desa Muara Jaya II, Kecamatan Kebun Tebu, Kabupaten Lampung Barat. Penulis telah menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Muara Jaya II pada Tahun 2007. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kebun Tebu pada tahun 2013. Pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kebun Tebu pada tahun 2016.

Penulis merupakan mahasiswa aktif di Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang diterima pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis juga aktif pada kegiatan organisasi mahasiswa sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan Keilmuan PERMA AGT periode 2021 dan sebagai Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan Keilmuan PERMA AGT periode 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Suka Mulya, Kecamatan Pagar Dewa, Kabupaten Lampung Barat. Penulis melaksanakan program Praktik Umum (PU) di Sahabat Hidroponik Lampung yang berlokasi di Jalan Abdul Kadir 3, Gang Pinang, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung pada bulan Juli – Agustus 2022. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen dalam beberapa mata kuliah, yaitu Teknik Pengendalian Hama Tanaman pada tahun 2021, Biologi Dan Dasar – Dasar Agronomi pada tahun 2022, serta Bioteknologi Pertanian pada tahun 2023.

**Karya sederhana ini saya persembahkan untuk kedua orang tua
tercinta Bapak Sunardi dan Ibu Wilyana serta Adik-adik tercinta
Agita Cahya, Igam Butahto, dan Fajri Ramadhan
Atas do'a dan dukungan terbaiknya**

Almamater Tercinta Universitas Lampung

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”

-Ali bin Abi Thalib-

“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu’ ”

-QS. Al-Baqarah: 45-

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

-QS Ar Rad 11-

مَنْ صَبَرَ ظَفِرَ

Barang siapa yang bersabar, ia akan beruntung

Do your best or be prepared to accept failure

-Anggun Permata-

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul **“Multiplikasi Tunas Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Klon Vamas-1 pada Beberapa Konsentrasi Benzil Adenin dan Thidiazuron”** yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pertanian di Universitas Lampung.

Dengan selesainya penulisan skripsi ini tentu tidak terlepas dari segala bantuan arahan, nasihat, motivasi, bimbingan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung;
3. Ibu Fitri Yelli, S.P., M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing Pertama dalam penelitian yang telah meluangkan waktu, memberikan nasihat, dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi berlangsung;
4. Ibu Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si. selaku Pembimbing Kedua dalam penelitian yang telah meluangkan waktu, memberikan nasihat, dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi berlangsung;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Setyo Dwi Utomo, M.Sc. selaku Penguji atas pemberian saran kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi;
6. Bapak Ir. Ardian, M.Agr. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan dedikasi, motivasi, bimbingan, arahan dan nasihat kepada penulis selama kuliah di Universitas Lampung;

7. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Sunardi dan Ibu Wilyana serta adik-adik penulis yaitu Agita Cahya, Igam Butahto, Fajri Ramadhan dan keluarga besar penulis atas do'a, kasih sayang, dukungan, dan motivasi yang selalu diberikan kepada penulis;
8. Keluarga besar Laboratorium kultur jaringan Ibu Hayane A. Warganegara, S.P., M.Si., Titin Agustin, S.P., Panca Rahayu, S.P., Susanto S.P., Ifan Maulana Putra, S.P., Ajeng Windi Astuti, S.P., M. Alipha Hapiyatna, S.P., dan Wahyudi, S.P., yang telah membantu, memberi motivasi, dukungan, saran dan kebersamaan penulis dalam penelitian;
9. *Cassava team* 2019 Lika Yuvita, Riska Yulisawati, Jessy Mayasari, Nabilla Syalsa Anisma, Wahyu Erlangga, dan Alm. Yudhistira Haditya Permana yang telah bersama penulis dalam berjuang menyelesaikan studi di Universitas Lampung;
10. Sahabat seperjuangan Ainun Khusnul Khotimah, Ani Andriyani, Bayu Hendarto, dan Oka Emaniyar yang selalu ada untuk kebersamaan dan memberi dukungan terbaik kepada penulis;
11. Presidium Perma AGT periode 2022 yang telah kebersamaan dan memberi semangat kepada penulis;
12. Semua teman-teman jurusan Agroteknologi Angkatan 2019 tercinta yang telah bersama penulis selama masa perkuliahan;
13. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan terbaik atas bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam penelitian dan skripsi ini, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 27 September 2023

Anggun Permata

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Kerangka Pemikiran.....	5
1.6 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanaman Ubi Kayu	9
2.2 Kultur Jaringan.....	11
2.3 Organogenesis.....	12
2.4 Multiplikasi Tunas	13
2.5 Aklimatisasi	15
III BAHAN DAN METODE	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.4.1 Sterilisasi Alat Tanam	18
3.4.2 Sterilisasi Botol.....	18
3.4.3 Pembuatan Media <i>In Vitro</i>	19
3.4.3.1 Media Pre Kondisi	19
3.4.3.2 Media Multiplikasi Tunas.....	20
3.4.3.3 Media Pengakaran	21
3.4.4 Penanaman.....	21
3.4.4.1 Penanaman eksplan pada media pre kondisi	21
3.4.4.2 Penanaman tunas pada media multiplikasi tunas	21
3.4.4.3 Penanaman tunas pada media pengakaran.....	22
3.4.4.4 Aklimatisasi	22

3.5 Variabel Pengamatan	23
3.5.1 Waktu Muncul Tunas	23
3.5.2 Persentase Eksplan Bertunas	23
3.5.3 Jumlah Tunas Per Eksplan.....	23
3.5.4 Tinggi Tunas Per Eksplan.....	23
3.5.5 Jumlah Buku Per Eksplan.....	23
3.5.6 Jumlah Daun Hijau Per Eksplan.....	24
3.5.7 Jumlah Daun Gugur Per Eksplan.....	24
3.5.8 Persentase Tunas Berakar	24
3.5.9 Jumlah Akar Per Eksplan	24
3.5.10 Panjang Akar Per Eksplan	24
3.5.11 Persentase Tanaman Hidup pada Tahap Aklimatisasi.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Perkembangan Umum Eksplan	25
4.1.2 Hasil Analisis Ragam	28
4.1.3 Waktu Muncul Tunas	29
4.1.4 Persentase Eksplan Bertunas	30
4.1.5 Jumlah Tunas Per Eksplan.....	31
4.1.6 Tinggi Tunas Per Eksplan.....	32
4.1.7 Jumlah Buku Per Eksplan.....	33
4.1.8 Jumlah Daun Hijau Per Eksplan.....	34
4.1.9 Jumlah Daun Gugur Per Eksplan.....	35
4.1.10 Persentase Tunas Berakar.....	36
4.1.11 Jumlah Akar Per Eksplan	37
4.1.12 Panjang akar Per Eksplan	38
4.1.13 Persentase Tanaman Hidup pada Tahap Aklimatisasi.....	39
4.2 Pembahasan.....	41
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Formulasi media prekondisi, multiplikasi tunas dan pengakaran	20
2. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh BA dan TDZ terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1	29
3. Pengaruh BA dan TDZ terhadap persentase eksplan bertunas ubi kayu klon Vamas-1	31
4. Pengaruh pemberian BA terhadap jumlah tunas ubi kayu klon Vamas-1	32
5. Pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap tinggi tunas ubi kayu klon Vamas-1	33
6. Pengaruh BA dan TDZ terhadap persentase tunas berakar ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 3 mst di media pengakaran	37
7. Pengaruh BA dan TDZ terhadap jumlah dan panjang akar ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 3 mst di media pengakaran	38
8. Jumlah tanaman dan persentase aklimatisasi ubi kayu klon Vamas-1..	40
9. Pengaruh BA terhadap waktu muncul tunas ubi kayu klon Vamas-1..	56
10. Uji homogenitas pengaruh BA dan TDZ terhadap waktu muncul tunas ubi kayu klon Vamas-1.....	56
11. Analisis ragam pengaruh BA dan TDZ terhadap waktu muncul tunas ubi kayu klon Vamas-1.....	57
12. Pengaruh interaksi BA dan TDZ terhadap waktu muncul tunas ubi kayu klon Vamas-1..	57

13. Pengaruh BA terhadap jumlah tunas ubi kayu klon Vamas-1	58
14. Uji homogenitas pengaruh BA terhadap jumlah tunas ubi kayu klon Vamas-1	58
15. Analisis ragam pengaruh BA terhadap jumlah tunas ubi kayu klon Vamas-1	59
16. Pengaruh BA dan TDZ terhadap tinggi tunas ubi kayu klon Vamas-1	59
17. Uji homogenitas pengaruh BA dan TDZ terhadap tinggi tunas ubi kayu klon Vamas-1	60
18. Analisis ragam pengaruh BA dan TDZ terhadap tinggi tunas ubi kayu klon Vamas-1	60
19. Pengaruh BA dan TDZ terhadap jumlah buku ubi kayu klon Vamas-1	61
20. Uji homogenitas pengaruh BA dan TDZ terhadap jumlah buku ubi kayu klon Vamas-1	61
21. Analisis ragam pengaruh BA dan TDZ terhadap jumlah buku ubi kayu klon Vamas-1	62
22. Pengaruh interaksi antara BA dan TDZ terhadap jumlah buku ubi kayu klon Vamas-1 pada media multiplikasi tunas	62
23. Pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun hijau ubi kayu klon Vamas-1	63
24. Uji homogenitas pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun hijau ubi kayu klon Vamas-1	63
25. Analisis ragam pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun hijau ubi kayu klon Vamas-1	64
26. Pengaruh interaksi antara BA dan TDZ terhadap jumlah daun hijau ubi kayu klon Vamas-1 pada media multiplikasi tunas	64
27. Pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun gugur ubi kayu klon Vamas-1	65
28. Uji homogenitas pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun gugur ubi kayu klon Vamas 1	65

29. Analisis ragam pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah daun gugur ubi kayu klon Vamas-1	66
30. Pengaruh interaksi antara BA dan TDZ terhadap jumlah daun gugur ubi kayu klon Vamas-1 pada media multiplikasi tunas	66
31. Pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah akar ubi kayu klon Vamas-1	67
32. Uji homogenitas pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah akar ubi kayu klon Vamas-1	67
33. Analisis ragam pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap jumlah akar ubi kayu klon Vamas-1	68
34. Pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap panjang akar ubi kayu klon Vamas-1	68
35. Uji homogenitas pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap panjang akar ubi kayu klon Vamas-1	69
36. Analisis ragam pengaruh pemberian BA dan TDZ terhadap panjang akar ubi kayu klon Vamas-1	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir kerangka pemikiran	7
2. Visualisasi tunas ubi kayu klon Vamas-1 pada media BA 0,1 mg/l dan TDZ 0 mg/l.....	26
3. Visualisasi tunas ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 6 mst.....	27
4. Visualisasi tunas perkembangan tunas pada media pengakaran	28
5. Pengaruh interaksi BA dan TDZ terhadap waktu muncul tunas ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 7 hst.....	30
6. Visualisasi pertumbuhan awal tunas ubi kayu	30
7. Visualisasi jumlah tunas umur 6 mst pada media BA 1 mg/l + TDZ 0 mg/l dan BA 0,1 mg/l + TDZ 0 mg/l	32
8. Pengaruh interaksi antara BA dan TDZ terhadap jumlah buku ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 6 mst.....	34
9. Pengaruh interaksi BA dan TDZ terhadap jumlah daun hijau ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 6 mst.....	34
10. Visualisasi daun hijau pada media BA 0,1 mg/l dan TDZ 0,1 mg/l ...	35
11. Pengaruh interaksi BA dan TDZ terhadap jumlah daun gugur ubi kayu klon Vamas-1 pada umur 6 mst.....	36
12. Visualisasi daun gugur pada media BA 0 mg/l dan TDZ 0 mg/l.....	36
13. Visualisasi jumlah akar pada media BA 0 mg/l + TDZ 0 dan BA 3 mg/l +TDZ 1 mg/l	38
14. Aklimatisasi planlet ubi kayu klon Vamas-1	40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan kelompok tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Manfaat ubi kayu yaitu sebagai bahan pangan, pakan, bioenergi, dan industri (Mustafa, 2015). Pengolahan ubi kayu menjadi produk-produk olahan merupakan bagian dari upaya untuk mendukung program ketahanan pangan di Indonesia, karena ubi kayu menjadi salah satu bahan pangan pengganti beras. Salah satu produk olahan ubi kayu adalah tepung tapioka karena memiliki kadar pati dan karbohidrat yang tinggi. Sesuai dengan penelitian Soetanto (2008), yang menyatakan bahwa ubi kayu memiliki kandungan karbohidrat sebesar 34,7 g/100 g dan protein sebesar 1,2 g/100 g. Ubi kayu tergolong polisakarida yang mengandung pati dengan kadar amilum yang rendah, namun memiliki kadar amilopektin yang relatif tinggi sekitar 83% dan kadar amilosa sekitar 17%, sehingga sesuai untuk diolah menjadi produk tepung tapioka (Mustafa, 2015).

Provinsi Lampung memiliki kontribusi produksi ubi kayu terbesar di Indonesia pada tahun 2018 produksi mencapai 34,55%, berbanding lurus dengan tingkat ekspor ubi kayu terbesar di tahun 2016 yang mencapai 95% (Putri *et al.*, 2022). Meskipun demikian, permintaan ubi kayu di Lampung belum bisa terpenuhi karena produksi ubi kayu masih tergolong rendah. Menurut Tambunan *et al.*, (2023) permintaan ubi kayu untuk industri tapioka di Provinsi Lampung mencapai 7.029.000 ton/tahun pada tahun 2018 dan meningkat sebesar 7.120.400 ton/tahun pada tahun 2019.

Data produksi ubi kayu dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa produksi ubi kayu di Lampung mengalami penurunan. Sesuai dengan data BPS Provinsi Lampung Tahun 2014, produksi ubi kayu di Provinsi Lampung sebesar 8.034.016 ton, tahun 2016 sebesar 6.048.382 ton, tahun 2018 sebesar 5.055.614 ton dan terus mengalami penurunan pada tahun 2019 mencapai 4.929.044 ton. Penurunan produksi ubi kayu ini disebabkan oleh beberapa faktor budidaya diantaranya kesesuaian iklim, ketersediaan bibit unggul, serangan hama dan infeksi penyakit pada tanaman ubi kayu (BPS, 2020).

Beberapa varietas unggul yang sesuai untuk dibudidayakan di Provinsi Lampung meliputi varietas Barokah, UJ3 (Thailand), dan UJ-5 (Cassesart) (Pranowo *et al.*, 2021). Beberapa varietas tersebut telah banyak dibudidayakan di Provinsi Lampung dan Provinsi Jawa Timur (Sundari, 2010). Selain beberapa varietas unggul tersebut, di tahun 2020 Badan Litbang Pertanian merilis satu varietas unggul baru dengan nama Vamas-1. Namun, varietas ini belum banyak dibudidayakan oleh petani di Provinsi Lampung. Varietas Vamas-1 termasuk klon genjah yang dihasilkan dari persilangan terbuka dengan tetua betina CMR44-29-12. Varietas ini memiliki potensi hasil sebesar 43,61 ton/ha dengan umur panen selama 7 bulan. Keunggulan dari varietas ini, meliputi kadar pati 22,14%; 83,65 %, kadar abu 1,17%, kadar HCN 19,68 ppm, kadar serat 0,94 % dan memiliki rasa yang tidak pahit. Varietas ini dapat dibudidayakan di lahan masam dan memiliki sifat tahan terhadap serangan hama tungau serta infeksi penyakit busuk umbi (*Fusarium spp.*) (Balitbangtan, 2020).

Peningkatan ketersediaan bibit diperlukan sebagai salah satu cara menstabilkan produksi ubi kayu di Lampung. Upaya perbanyakan untuk meningkatkan ketersediaan bibit ubi kayu klon Vamas-1 dapat dilakukan secara konvensional dan penerapan bioteknologi dengan teknik kultur jaringan. Namun, teknik perbanyakan ubi kayu secara konvensional dengan stek batang kurang efisien diterapkan untuk perbanyakan bibit dalam jumlah banyak, karena memerlukan waktu yang relatif lama. Menurut Yusnita (2003) pembibitan ubi kayu secara konvensional hanya menghasilkan sekitar 10-16 stek dari satu tanaman induk setelah berumur 10 bulan atau lebih. Sedangkan stek yang diperlukan untuk

penanaman ubi kayu secara monokultur per hektarnya berkisar antara 10.000-14.000 stek (Waro *et al.*, 2020).

Penyediaan bibit dalam jumlah banyak dan waktu singkat dapat dilakukan dengan perbanyak ubi kayu secara kultur jaringan. Menurut Sukmadjadja dan Widhiastuti (2011), pada perbanyak ubi kayu secara kultur jaringan dari satu eksplan tunas dapat menghasilkan rata-rata 4 buku atau tunas setiap periode budidaya, dengan frekuensi 8 kali subkultur per tahun. Diasumsikan bahwa keberhasilan pada tahap induksi tunas mencapai 90% dan keberhasilan pada tahap perakaran mencapai 80%, sehingga dapat dihasilkan bibit dalam jumlah besar. Jumlah tanaman yang dapat dihasilkan per tahun dihitung secara teoritis menggunakan rumus Pennell (1987), jika eksplan tunas awal tersedia 10 dan memiliki rata-rata 4 buku, maka banyaknya tanaman yang dihasilkan mencapai 377.480.

Secara umum, teknik kultur jaringan didefinisikan sebagai suatu kegiatan mengisolasi bagian tanaman dan ditumbuhkan pada media aseptik, sehingga menghasilkan tanaman baru (planlet) yang dapat ditanam (Aklimatisasi) pada media non aseptik atau kondisi *eks vitro* (Budisantoso 2019). Selain itu, melalui teknik kultur jaringan dapat dihasilkan bibit berkualitas yang memiliki sifat identik dengan induknya, seragam, sehat (bebas patogen) dan bebas dari penyakit (Waro *et al.*, 2020). Perbanyak bibit dengan teknik kultur jaringan tidak bergantung pada musim dan dapat menjamin ketersediaan bibit sepanjang tahun serta terjaga kualitas bibit selama masa penyimpanan (Fitriani *et al.*, 2015).

Keberhasilan perbanyak secara kultur jaringan dipengaruhi oleh media yang digunakan dan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT). Keseimbangan antara jenis dan konsentrasi ZPT dalam media kultur dengan yang disintesa oleh tanaman menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Zat pengatur tumbuh yang digunakan pada penelitian ini yaitu Benzil Adenin (BA) dan Thidiazuron (TDZ) yang termasuk jenis sitokinin. BA berperan untuk memacu pertumbuhan tunas (Waro *et al.*, 2020), sementara TDZ berperan untuk merangsang multiplikasi tunas pada konsentrasi rendah dan dapat menghasilkan tunas abnormal (tumbuh kerdil) pada konsentrasi tinggi (Restanto *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian mengenai multiplikasi tunas ubi kayu rata-rata menghasilkan jumlah tunas kurang dari 2 atau sama dengan 2 tunas. Sesuai penelitian yang dilakukan Yelli *et al.*, (2022) dinyatakan bahwa pertumbuhan jumlah tunas ubi kayu dengan media BA dan NAA, maupun BA dan GA₃ pada penelitian Supatmi *et al.*, (2019) menghasilkan 1 tunas di minggu ke 6. Sementara pada penelitian Sukmadjadja dan Widhiastuti (2011), menyatakan bahwa dengan kombinasi BA 1 mg/l dan TDZ 0,1 mg/l jumlah tunas ubi kayu yang dihasilkan mencapai 4-7 tunas. Selain itu, Lestari *et al.*, (2013) melaporkan pada multiplikasi tunas Manggis Malinau dengan kombinasi TDZ 0.05 mg/l dan BA 4 mg/l mampu menghasilkan 9,8 tunas. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diketahui kombinasi ZPT yang sesuai untuk multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1 yang diidentifikasi berdasarkan jumlah tunas yang muncul dengan pertumbuhan yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Apakah konsentrasi BA berpengaruh terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1?
- 2) Apakah konsentrasi TDZ berpengaruh terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1?
- 3) Apakah terdapat interaksi antara BA dan TDZ dalam mempengaruhi multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi BA terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi TDZ terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.
3. Mengetahui interaksi antara BA dan TDZ dengan tingkat konsentrasi berbeda terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menghasilkan protokol untuk perbanyak tunas ubi kayu klon Vamas-1 secara *in vitro*. Media multiplikasi ini dapat digunakan dalam upaya penyediaan bibit ubi kayu dengan waktu yang lebih singkat.

1.5 Kerangka Pemikiran

Upaya peningkatan produksi ubi kayu, salah satunya dengan penyediaan bibit unggul sepanjang tahun. Perbanyak bibit dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu secara konvensional dan penerapan teknologi kultur jaringan. Perbanyak ubi kayu secara konvensional kurang efisien diterapkan karena memerlukan waktu yang relatif lama dan dapat menularkan penyakit dari generasi sebelumnya. Kendala dalam perbanyak secara konvensional dapat diatasi dengan teknik kultur jaringan.

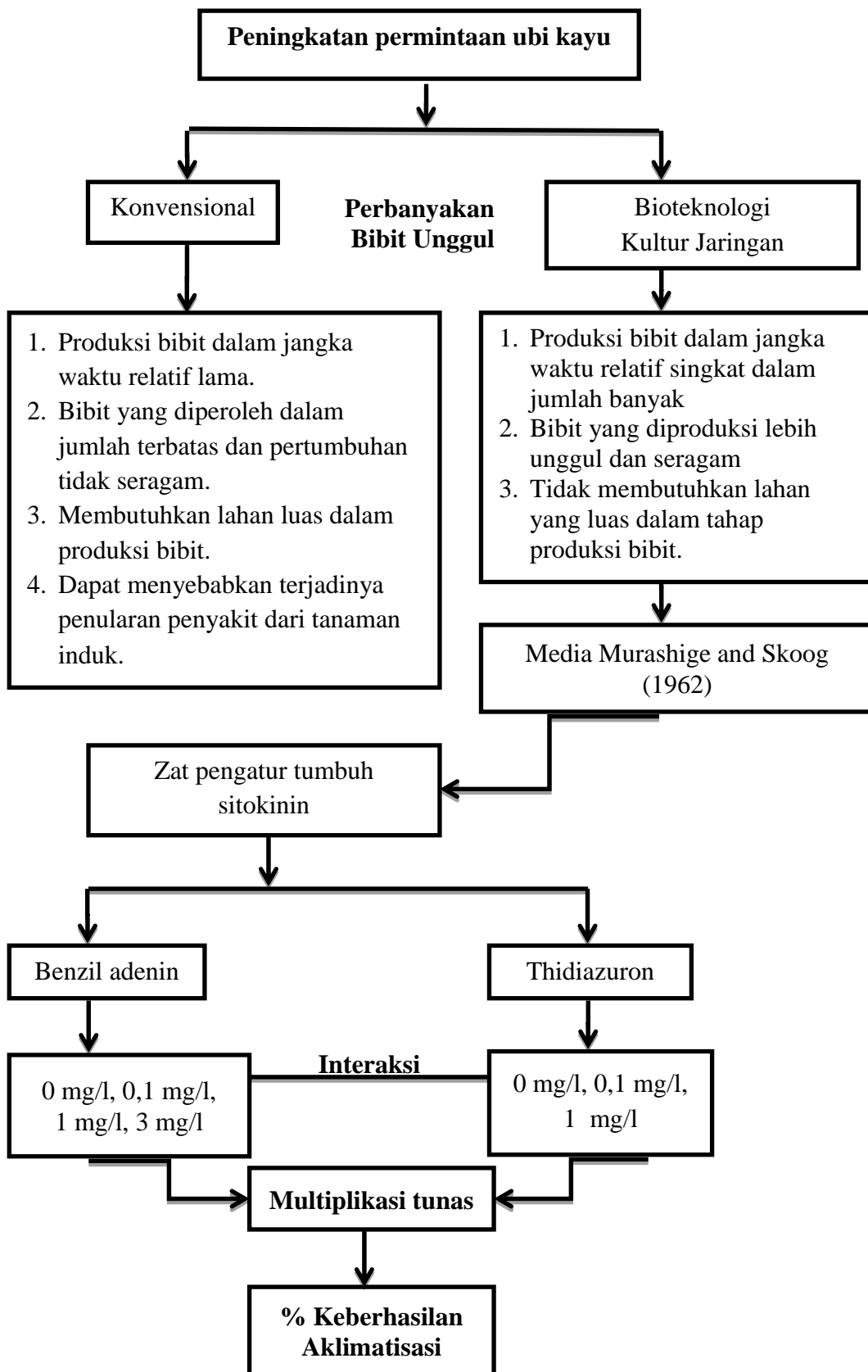
Teknologi kultur jaringan adalah teknik mengisolasi bagian tanaman dan ditumbuhkan pada media aseptik, sehingga menghasilkan tanaman baru (planlet) yang dapat ditanam pada kondisi *eks vitro*. Berbeda halnya dengan perbanyak bibit secara konvensional, teknik kultur jaringan ini dapat menjamin ketersediaan bibit sepanjang tahun, serta terjaganya kualitas bibit selama masa penyimpanan (Fitriani *et al.*, 2015). Keberhasilan perbanyak secara kultur jaringan, dipengaruhi oleh komposisi media dan penambahan zat pengatur tumbuh yang digunakan dengan konsentrasi tepat.

Penggunaan hormon atau ZPT jenis sitokinin dapat memacu pembelahan sel (sitokinesis), mempengaruhi diferensiasi sel dan menunda terjadinya penuaan pada tanaman. Selain itu, sitokinin berfungsi untuk multiplikasi tunas aksilar, menginduksi pembentukan tunas adventif dan proliferasi tunas aksilar. Zat pengatur tumbuh yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sitokinin jenis benzil adenin (BA) dan thidiazuron (TDZ). BA berperan untuk memacu penggandaan tunas (Lestari, 2011), selain itu senyawa pada BA berperan untuk meningkatkan pembelahan sel, proliferasi pucuk dan morfogenesis pucuk. Namun, apabila

ketersediaan sitokinin di dalam media kultur sangat terbatas akan menghambat pembelahan sel (Zulkarnain, 2017). Sementara itu, TDZ berpotensi memacu regenerasi tunas pada *Solanum tuberosum* secara *in vitro*, dan memacu pembentukan tunas adventif pada beberapa jenis tumbuhan (Sajid dan Aftab 2009). Senyawa pada TDZ dapat menginduksi proses pembelahan sel secara cepat pada kumpulan sel yang bersifat meristematik sehingga terbentuk primordia tunas (Lestari *et al.*, 2013). Restanto *et al* (2018) melaporkan bahwa, TDZ merupakan sitokinin yang mampu merangsang multiplikasi tunas pada konsentrasi rendah dan dapat menghasilkan tunas abnormal (tumbuh kerdil) pada konsentrasi tinggi.

Penggunaan BA dan TDZ mengacu pada penelitian Sukmadjadja dan Widhiastuti (2011) yang menyatakan bahwa kombinasi BA 1 mg/L dan TDZ 0,1 mg/l menghasilkan tunas terbanyak sekitar 4-7 tunas. Selain itu, Lestari *et al.*, (2013) melaporkan bahwa pada multiplikasi tunas Manggis Malinau dengan kombinasi TDZ 0.05 mg/l dan BA 4 mg/l mampu menghasilkan 9,8 tunas. Kombinasi media dasar dan zat pengatur tumbuh yang tepat akan meningkatkan aktivitas pembelahan sel dalam proses morfogenesis dan organogenesis, sehingga dapat diperoleh biakan dalam jumlah banyak (Lestari, 2011).

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diketahui kombinasi konsentrasi ZPT yang tepat untuk multiplikasi tunas ubi kayu yang dilakukan dengan pengamatan pertumbuhan tunas normal serta banyaknya jumlah buku dan tunas. Selain itu, dengan ditemukannya protokol perbanyak tunas melalui teknik kultur jaringan, maka bibit ubi kayu dapat tersedia lebih cepat dalam jumlah yang banyak untuk memenuhi kebutuhan bibit yang menjadi klon unggul. Kerangka pemikiran merujuk pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir kerangka penelitian.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh konsentrasi BA terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.
2. Terdapat pengaruh konsentrasi TDZ terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.
3. Terdapat interaksi antara BA dan TDZ dengan tingkat konsentrasi berbeda terhadap multiplikasi tunas ubi kayu klon Vamas-1.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Ubi Kayu

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini termasuk sumber bahan, pangan, pakan, dan bahan baku industri (Zamora *et al.*, 2010). Secara taksonomi, klasifikasi ubi kayu sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Euphorbiales
Famili : Euphorbiaceae
Genus : Manihot
Spesies : *Manihot esculenta* Crantz (Bargumono dan Wongsowijaya, 2013).

Tanaman ubi kayu termasuk tanaman tropis yang mampu beradaptasi dan dapat tumbuh dengan baik di lahan marginal dan di daerah sub tropis. Menurut Lokko *et al.*, (2007) tanaman ubi kayu tidak memiliki kriteria iklim yang spesifik untuk pertumbuhannya. Ubi kayu memiliki potensi sebagai bahan dasar pada industri makanan, salah satunya bahan pembuatan tepung tapioka dengan kadar amilum yang rendah dan kadar amilopektin yang tinggi. Zamora *et al* (2010) melaporkan bahwa ubi kayu memiliki kandungan pati yang lebih murni dibandingkan dengan kentang, padi, dan jagung, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku bioenergi/bioethanol.

Terdapat beberapa varietas unggul yang banyak dibudidayakan di Provinsi Lampung dan Provinsi Jawa Timur, yaitu varietas Barokah, UJ3 (Thailand), dan UJ-5 (Cassart) (Pranowo *et al.*, 2021). Bahan tanam yang digunakan pada penelitian adalah satu buku tunas *in vitro* ubi kayu klon Vamas-1 dengan ukuran 1-2 cm. Klon Vamas-1 merupakan varietas yang baru dirilis Badan Litbang Pertanian pada tahun 2020. Namun, klon Vamas-1 belum banyak dibudidayakan oleh petani di Provinsi Lampung. Ubi kayu klon Vamas-1 termasuk klon genjah yang dihasilkan dari persilangan terbuka dengan tetua betina CMR44-29-12, dan memiliki potensi hasil sebesar 43,61 ton/ha dengan umur panen selama 7 bulan. Keunggulan dari varietas ini, meliputi kadar pati 22,14%; 83,65 %, kadar abu 1,17%, kadar HCN 19,68 ppm, kadar serat 0,94 % dan memiliki rasa yang tidak pahit (Balitbangtan, 2020).. Sesuai dengan penelitian Ardian *et al* (2023) kadar pati dari varietas Vamas-1 mencapai 20,4%, dan potensi bobot segar akar yang mencapai 41,1 ton/ha. Selain itu, klon ini dapat dibudidayakan di lahan masam dan memiliki sifat tahan terhadap serangan hama tungau serta infeksi penyakit busuk umbi (*Fusarium spp.*) (Balitbangtan, 2020).

Tanaman ubi kayu tumbuh di daerah antara 30° lintang selatan dan 30° lintang utara, yaitu daerah dengan suhu rata-rata lebih dari 18°C dengan curah hujan di atas 500 mm/tahun. Ubi kayu dapat tumbuh pada ketinggian 300-2000 mdpl di daerah tropis dan sub-tropis dengan suhu rata-rata 16°C (Mustikarini *et al.*, 2019). Ciri morfologi ubi kayu klon Vamas-1, yaitu batang ubi kayu berbentuk silinder bergerigi dengan diameter berkisar antara 2-4 cm. Batang muda berwarna hijau muda, sedangkan batang tua bagian bawah berwarna perak. Daun ubi kayu berupa daun majemuk berbentuk lanset yang berwarna hijau tua dan memiliki 7 lobus dengan panjang 7-8 cm. Tangkai daun berwarna hijau, dengan panjang sekitar 10-12 cm (Fukuda *et al.*, 2010). Akar ubi kayu dapat mencapai kedalaman 0,5-0,6 cm dan menyimpan cadangan makanan (karbohidrat) (Aidah *et al.*, 2020). Selain itu, akar ubi kayu berfungsi menyerap air dan unsur hara dari tanah. Akar tanaman ubi kayu berkembang dari tunas samping (aksilar) atau pada (noodal akar) (Mustikarini *et al.*, 2019).

2.2 Kultur Jaringan

Upaya perbanyakannya untuk meningkatkan ketersediaan bibit ubi kayu dilakukan secara konvensional dan penerapan bioteknologi dengan teknik kultur jaringan. Perbanyakannya ubi kayu secara konvensional dengan stek batang kurang efisien untuk diterapkan pada upaya perbanyakannya bibit dalam jumlah banyak. Hal ini karena perbanyakannya ubi kayu dengan cara konvensional memerlukan waktu yang relatif lama (Waro *et al.*, 2020). Selain itu, dengan perbanyakannya secara konvensional dihasilkan bibit yang tidak seragam mutu dan umurnya, serta tidak bebas dari penyakit tanaman (Rahman *et al.*, 2017). Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya penerapan teknologi untuk meningkatkan kualitas bibit dengan waktu produksi yang lebih singkat.

Teknik kultur jaringan merupakan salah satu alternatif untuk perbanyakannya tanaman dengan mengisolasi bagian tanaman dan ditumbuhkan pada media aseptik sehingga menghasilkan tanaman baru (planlet). Penerapan teknik kultur jaringan ini, merupakan solusi untuk memproduksi bibit dalam waktu yang lebih singkat dan terkontrol. Bibit yang dihasilkan akan memiliki sifat sama dengan induknya, lebih tahan terhadap infeksi hama dan penyakit, dan tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan (Rahman *et al.*, 2017). Menurut Yusnita (2015) teknik kultur jaringan tanaman untuk perbanyakannya bibit berbagai tanaman seperti pisang, jati, bambu, tebu, dan ubi kayu, umumnya menggunakan pola regenerasi percabangan tunas-tunas aksilar. Regenerasi percabangan tunas-tunas aksilar, yaitu dengan merangsang pecahnya mata tunas pada eksplan.

Beberapa karakteristik sebagai prasyarat utama kultur jaringan, yaitu kondisi eksplan yang dikulturkan bebas dari mikroorganisme (aseptik) dan isolasi eksplan dalam tabung atau wadah transparan (*in vitro*). Beberapa hal yang menjadi syarat dalam penerapan teknik kultur jaringan, yaitu suplai unsur hara yang lengkap, tersedianya sumber energi, dan inkubasi kultur di tempat yang terkontrol pencahayaan dan suhunya. Selain itu, penambahan ZPT tertentu dalam media kultur diperlukan untuk menginduksi pertumbuhan tunas atau akar tanaman. ZPT tersebut digunakan untuk mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan menjadi struktur morfologi tanaman tertentu (Yusnita, 2015).

Teknik kultur jaringan dimulai dari pemilihan tanaman sumber eksplan, sterilisasi eksplan sebelum diinisi (ditanam di media), pembuatan dan sterilisasi media kultur, penanaman eksplan secara aseptik di media steril, subkultur untuk perbanyak propagul dan aklimatisasi planlet. Pelaksanaannya dilakukan dalam laboratorium yang dilengkapi dengan peralatan khusus dalam kondisi steril untuk menunjang penerapan teknik kultur jaringan. Pertumbuhan dan perkembangan sel, jaringan atau organ tanaman yang berukuran sangat kecil menjadi tanaman utuh dapat terjadi karena sel-sel tanaman mempunyai plastisitas morfogenetik dan potensi genetik total atau *total genetic potential* (Yusnita, 2015).

2.3 Organogenesis

Pola regenerasi tanaman dibagi menjadi 3, yaitu *axillary branching*, organogenesis dan embriogenesis. Perbanyak bibit tanaman ubi kayu untuk multiplikasi tunas termasuk pada pola regenerasi organogenesis. Organogenesis adalah proses pembentukan organ (tunas atau akar) dari sel-sel eksplan secara *de novo* (Yusnita, 2015). Organogenesis dapat dilakukan pada sel-sel yang bersifat meristematik dan kompeten, yaitu sel-sel yang mampu memberikan tanggapan terhadap sinyal lingkungan atau hormonal sehingga berakhir dengan terbentuknya organ (Tyas *et al.*, 2015).

Proses pembentukan tunas ubi kayu terjadi melalui dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung (*direct and indirect organogenesis*). Pembentukan tunas secara langsung (*direct organogenesis*) terbentuk dari buku (*node*) yang disebut juga dengan tunas aksilar (Yelli *et al.*, 2022). Sedangkan pembentukan tunas secara tidak langsung (*indirect organogenesis*) ditandai dengan pembentukan kalus yang diikuti dengan pembentukan organ-organ tanaman lainnya (Suminar *et al.*, 2017). Terdapat 2 faktor yang mempengaruhi kemampuan sel untuk melakukan organogenesis yaitu tingkat diferensiasi dan spesialisasi serta pengaruh jaringan di dekatnya terhadap ekspresi gen pada sel tersebut (Tyas *et al.*, 2015). Proses organogenesis dan morfogenesis dalam kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keberadaan zat pengatur tumbuh (ZPT) pada media (Suminar *et al.*, 2017).

Tunas yang tumbuh dari pola regenerasi organogenesis berupa tunas adventif dan tunas aksilar. Tunas adventif pada pola regenerasi ini, terbentuk dari bagian eksplan yang sebelumnya bukan mata tunas, misalnya dari eksplan ujung akar atau potongan daun. Proses pembentukan tunas adventif dapat terjadi secara langsung dari permukaan eksplan, atau secara tidak langsung melalui terbentuknya kalus. Kalus adalah kumpulan sel yang tidak terorganisasi dan meristematik yang biasanya terbentuk akibat pelukaan atau eksplan mengalami dediferensiasi sel. Tunas-tunas adventif tersebut jika sudah tumbuh memanjang dapat diakarkan dan diaklimatisasi menjadi bibit siap tanam (Yusnita, 2015). Tunas aksilar merupakan tunas yang berkembang dari kuncup tunas aksilar yang ada dimasing-masing ketiak daun. Tunas aksilar yang tidak muncul pada ketiak daun disebabkan oleh dominasi apikal pada daerah ujung tunas. Dominasi apikal dapat diubah dengan sintesis sitokinin pada kuncup aksilar (Mastuti., 2017).

2.4 Multiplikasi Tunas

Multiplikasi tunas merupakan salah satu metode dalam kultur jaringan untuk memperbanyak bibit dalam waktu relatif singkat. Strategi multiplikasi tunas *in vitro*, dapat dilakukan dengan meningkatkan percabangan aksilar melalui penerapan teknik kultur jaringan, yaitu dengan meletakkan eksplan nodus pada medium dengan posisi horizontal (Mastuti., 2017). Beberapa hal yang mempengaruhi tingkat multiplikasi tunas *in vitro* yaitu komposisi media, jenis eksplan, ukuran eksplan, kepadatan eksplan, dan zat pengatur tumbuh. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi multiplikasi tunas, yaitu kondisi lingkungan yang steril dan protokol yang aseptik, ketersediaan sumber energi, kesesuaian suhu dan pencahayaan. Keberhasilan multiplikasi tunas ditunjang dari peran zat pengatur tumbuh dalam menginduksi pertumbuhan tunas. Zat pengatur tumbuh (*plant growth regulator*) merupakan senyawa organik (non- nutrisi) yang mampu mendorong maupun menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara kualitatif. Senyawa ini aktif dalam konsentrasi rendah (umumnya <1mM, tergantung pada spesies tanaman) (Asra *et al.* , 2020).

Zat pengatur tumbuh yang digunakan pada penelitian ini yaitu benzil adenin dan thidiazuron yang termasuk jenis sitokinin. Fungsi utama sitokinin, yaitu mempengaruhi diferensiasi sel dan menghambat penuaan pada tanaman (Asra *et al.*, 2020). Selain itu, sitokinin berfungsi untuk multiplikasi tunas aksilar, menginduksi pembentukan tunas adventif dan proliferasi tunas aksilar. BA berfungsi memacu pertumbuhan tunas, selain itu senyawa pada BA berperan untuk meningkatkan pembelahan sel, proliferasi pucuk dan morfogenesis pucuk (Waro *et al.*, 2020). Namun, apabila ketersediaan sitokinin didalam media kultur sangat terbatas akan menghambat pembelahan sel (Zulkarnain, 2018).

Sementara itu, TDZ berpotensi memacu regenerasi tunas pada *Solanum tuberosum* secara *in vitro*, dan memacu pembentukan tunas adventif pada beberapa jenis tumbuhan (Sajid dan Aftab 2009). Senyawa pada TDZ dapat menginduksi proses pembelahan sel secara cepat pada kumpulan sel yang bersifat meristematis sehingga terbentuk primordia tunas (Lestari *et al.*, 2013). Penelitian Restanto *et al.* (2018) melaporkan bahwa, TDZ merupakan sitokinin yang mampu merangsang multiplikasi tunas pada konsentrasi rendah dan dapat menghasilkan tunas abnormal (tumbuh kerdil) pada konsentrasi tinggi. Selain itu, TDZ berperan dalam menstimulasi sitokinin endogen dan sebagai inhibitor sitokinin oksidase, yaitu enzim yang mampu menonaktifkan sitokinin tipe adenin bebas.

Penggunaan kombinasi ZPT BA dan TDZ mengacu pada penelitian Sukmadjadja dan Widhiastuti (2011) yang menyatakan bahwa kombinasi BA 1 mg/L dan TDZ 0,1 mg/l menghasilkan tunas terbanyak sekitar 4-7 tunas. Keberhasilan penggunaan kombinasi media yang tepat juga dilihat dari hasil penelitian penggunaan media BA dan TDZ pada tanaman lain. Lestari *et al.*, (2013) melaporkan pada multiplikasi tunas Manggis Malinau dengan kombinasi TDZ 0.05 mg/l dan BA 4 mg/l mampu menghasilkan 9,8 tunas. Sementara Sajimin *et al.*,(2015) menyatakan bahwa kombinasi BA 0,5 mg/l dan TDZ 0,03 mg/l pada multiplikasi tunas *Leucaena* (tanaman pakan ternak) menghasilkan jumlah tunas sebanyak 4 tunas. Begitupun dengan penelitian Yelli *et al.*,(2022) yang menyatakan bahwa pada multiplikasi meristem ubi kayu terdapat interaksi antara

penambahan BA ke dalam media MS. Penambahan BA dapat mendukung perkembangan jumlah tunas baru dan jumlah daun pada setiap planlet.

2.5 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan tahap adaptasi plantlet dari lingkungan *in vitro* ke lingkungan baru atau eks vitro. Keberhasilan perbanyakan tanaman *in vitro* di laboratorium tergantung dengan tahap akhir perbanyakan yaitu aklimatisasi. Tahap aklimatisasi termasuk tahap yang kritis bagi planlet karena akan mengalami perubahan fisiologi akibat dari faktor lingkungan yang baru (Erva *et al.*, 2019). Menurut Yusnita (2014), pada perbanyakan *in vitro* lingkungan terkontrol sedangkan di lapangan faktor lingkungan sulit terkontrol. Kondisi lingkungan yang tidak mendukung pada tahap aklimatisasi dapat menyebabkan planlet mengalami cekaman hingga akhirnya mati. Salah satu faktor lingkungan yang penting diperhatikan pada tahap aklimatisasi planlet dan pembesaran bibit adalah media tanam. Media tanam penting karena sebagai penopang tanaman, mempertahankan kelembaban, menyediakan nutrisi dan aerasi akar (Kaveriamma, 2019).

Tahap awal yang dilakukan pada proses aklimatisasi, dilakukan proses *hardening*, atau memindahkan planlet pada suhu ruang selama satu minggu. Penelitian Sukmdjaja dan widhiastuti (2011) menyatakan bahwa tahapan dalam proses aklimatisasi meliputi pemindahan planlet dengan akar yang berkembang ke lingkungan eks vitro (dikeluarkan dari dalam botol). Kemudian akar dicuci bersih pada air mengalir dan dipindahkan ke pot plastik (polybag) yang berisi campuran tanah dan pupuk kandang (1:1). Kemudian media aklimatisasi dimasukkan ke dalam polybag setinggi 10 cm. Setiap polybag berisi satu planlet, kemudian diberi sungkup plastik transparan untuk menjaga kelembaban. Selanjutnya planlet ditempatkan di ruang terbuka dengan kondisi sungkup yang masih terpasang, kemudian pada 2 minggu setelah aklimatisasi (msa) dilakukan pembukaan sungkup. Berikutnya tanaman dapat dipindahkan ke lahan secara langsung (Rahman *et al.*, 2018).

III BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, pada November 2022 sampai dengan April 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat standar kultur jaringan yang digunakan pada penelitian ini meliputi autoklaf *Buddenberg*, autoklaf *Tomy*, destilator, timbangan digital, botol kultur, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), rak kultur, karet, plastik, pinset, *scalpel*, *blade*, ubin, tissue, gelas ukur, gelas beaker, botol semprot, erlenmeyer, pipet tetes, mikro pipet, keranjang, kereta dorong, bak air, ember, sikat pembersih, panci, spatula, botol *schott*, sprayer, *show case*, mangkuk mini, lap kain, kompor, korek api, bunsen, dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi ubi kayu klon Vamas-1, media Murashige and Skoog (MS), ZPT benzil adenin dan thidiazuron, media pengakaran Murashige and Skoog + *active charcoal* (AC), aquadest, air, agar-agar, spirtus, detergen, Bayclin (NaOCl 0,05%), sukrosa, sabun cuci cair, KOH 1 N, dan HCL 1 N.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial (4 x 3). Faktor pertama pada penelitian ini, yaitu ZPT benzil adenin (BA) dengan taraf konsentrasi B0 = 0 mg/l, B1 = 0,1 mg/l, B2 = 1 mg/l, dan B3 = 3 mg/l. Sementara faktor kedua, yaitu thidiazuron (TDZ) dengan taraf konsentrasi T0 = 0 mg/l, T1 = 0,1 mg/l dan T2 = 1 mg/l. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA) pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Berdasarkan rancangan tersebut, maka diperoleh 12 kombinasi perlakuan yang meliputi :

1. B0T0 = Benzil Adenin 0 mg/l + Thidiazuron 0 mg/l
2. B0T1 = Benzil Adenin 0 mg/l + Thidiazuron 0,1 mg/l
3. B0T2 = Benzil Adenin 0 mg/l + Thidiazuron 1 mg/l

4. B1T0 = Benzil Adenin 0,1 mg/l + Thidiazuron 0 mg/l
5. B1T1 = Benzil Adenin 0,1 mg/l + Thidiazuron 0,1 mg/l
6. B1T2 = Benzil Adenin 0,1 mg/l + Thidiazuron 1 mg/l

7. B2T0 = Benzil Adenin 1 mg/l + Thidiazuron 0 mg/l
8. B2T1 = Benzil Adenin 1 mg/l + Thidiazuron 0,1 mg/l
9. B2T2 = Benzil Adenin 1 mg/l + Thidiazuron 1 mg/l

10. B3T0 = Benzil Adenin 3 mg/l + Thidiazuron 0 mg/l
11. B3T1 = Benzil Adenin 3 mg/l + Thidiazuron 0,1 mg/l
12. B3T2 = Benzil Adenin 3 mg/l + Thidiazuron 1 mg/l

Percobaan ini terdiri atas empat ulangan, setiap ulangan terdiri atas tiga botol dengan satu botolnya berisi dari satu tunas *in vitro*. Sehingga total tunas *in vitro* yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebanyak 144 tunas *in vitro*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat Tanam

Alat dan bahan yang digunakan pada teknik kultur jaringan harus dalam keadaan aseptik, untuk meminimalisir kontaminasi pada tahap penanaman eksplan. Oleh karena itu, perlu dilakukan tahap sterilisasi alat sebelum pelaksanaan penanaman eksplan. Sterilisasi alat pada penelitian ini meliputi sterilisasi alat tanam dan sterilisasi botol. Alat tanam yang perlu di sterilisasi meliputi pinset, *scalpel*, dan ubin (keramik). Tahap awal yang perlu dilakukan, yaitu mencuci bersih alat-alat tersebut menggunakan sabun cuci cair. Berikutnya pinset, *scalpel* dan ubin dibungkus menggunakan kertas dan plastik sementara untuk ubin hanya dibungkus menggunakan kertas saja. Selanjutnya alat-alat tanam disusun dalam keranjang lalu diletakkan dalam autoklaf *Tomy*. Sterilisasi alat tanam dilakukan selama 30 menit di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1,5 kg/cm³. Setelah itu alat-alat tersebut disimpan pada ruangan dalam kondisi steril.

3.4.2 Sterilisasi botol

Terdapat 2 tahap sterilisasi botol, tahap pertama yaitu botol kultur diletakkan ke dalam autoklaf *Buddenberg* lalu disterilisasi selama 120 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm³. Selanjutnya, sisa media dikeluarkan dari dalam botol kultur. Kemudian botol dicuci bersih menggunakan sikat dan sabun cuci cair. Tahap pencucian botol dilakukan dengan menggosok bagian dalam botol hingga bersih. Berikutnya botol direndam dalam air yang telah ditambahkan 40 g detergen dan ±300 ml Baycline (NaOCl 0,05%) untuk ±10 liter air selama 1 malam. Kemudian botol dicuci bersih dan dibilas dengan air mengalir. Berikutnya botol direndam kembali dalam air panas selama 15 menit dan selanjutnya ditiriskan di atas *banch* atau kereta dorong. Botol yang telah ditiriskan ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Tahap sterilisasi kedua yaitu dilakukan dengan meletakkan botol kultur dalam autoklaf *Tomy* selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm³. Setelah itu botol kultur disimpan di ruangan steril.

3.4.3 Pembuatan Media *In Vitro*

Media *in vitro* yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri atas 3 media yang meliputi media pre kondisi, media multiplikasi tunas, dan media pengakaran. Adapun tahap pembuatan media pada penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

3.4.3.1 Media pre kondisi

Media pre kondisi digunakan untuk menyediakan tunas *in vitro*, sebagai bahan eksplan pada penelitian multiplikasi tunas. Media yang digunakan yaitu media $\frac{1}{2}$ MS dengan tahap pembuatan yang sama dengan media MS, namun terdapat perbedaan pada tingkat konsentrasi stok makro (10x). Konsentrasi stok makro yang digunakan pada media MS yaitu 100 ml/l, sedangkan pada media $\frac{1}{2}$ MS hanya diambil 50 ml/l atau setengah dari konsentrasi pada media MS. Media pre kondisi ini dibuat sesuai dengan formulasi media MS yang diuraikan pada Tabel 1.

Sesuai dengan formulasi media MS, tahapan pembuatan media pre kondisi dimulai dengan memasukkan semua komponen pada media MS kecuali agar-agar dimasukkan dalam gelas beaker yang berisi ± 300 ml aquades. Selanjutnya semua komponen media yang tertera pada Tabel 1 kecuali agar-agar, lalu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian larutan media ditera dengan menambahkan aquades hingga batas 1 liter menggunakan gelas ukur dengan ukuran 1 liter. Berikutnya, larutan media dihomogenkan kembali menggunakan *magnetic stirrer*, lalu dilakukan pengaturan pH hingga mencapai 5,8. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan KOH 1 N jika pH awal di bawah 5,8, sebaliknya jika pH awal di atas 5,8 ditambahkan HCL 1 N. Setelah itu, masukkan larutan media pada panci dan tambahkan 7 g agar-agar. Berikutnya larutan media dimasak hingga mendidih. Larutan media yang telah mendidih dimasukkan ke dalam botol-botol kultur yang telah disterilisasi. Setiap botol berisi ± 25 ml larutan media, kemudian kembali ditutup dengan plastik.

Tabel 1. Formulasi media pre kondisi, multiplikasi tunas dan media pengakaran.

Komponen Media	Konsentrasi dalam media MS (mg/l)	Konsentrasi dalam media multiplikasi tunas (mg/l)	Komponen dalam media pengakaran (mg/l)
NH ₄ NO ₃	1650	1650	1650
KNO ₃	1900	1900	1900
MgSO ₄ .7H ₂ O	370	370	370
KH ₂ PO ₄	170	170	170
CaCl ₂ . 2H ₂ O	440	440	440
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	6,2
MnSO ₄ .H ₂ O	16,9	16,9	16,9
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6	8,6	8,6
KI	0,83	0,83	0,83
Na ₂ MoO ₄ . 7H ₂ O	0,25	0,25	0,25
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,025	0,025	0,025
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,025	0,025	0,025
FeSO ₄ . 7H ₂ O	27,8	27,8	27,8
Na ₂ EDTA	37,3	37,3	37,3
Tiamin – HCl	0,1	0,1	0,1
Piridixin – HCl	0,5	0,5	0,5
Asam Nikotinat	0,5	0,5	0,5
Glisin	2	2	2
Mio + Inositol	100	100	100
Sukrosa	30.000	30.000	30.000
Agar-agar	7.000	7.000	7.000
Benzil adenin	-	0	-
		0,1	
		1	
		3	
Thidiazuron	-	0	-
		0,1	
		1	
<i>Active Charcoal</i> (AC)	-	-	1000

3.4.3.2 Media multiplikasi tunas

Media multiplikasi tunas merupakan media yang dibuat dengan komposisi media MS dan penambahan ZPT BA dan TDZ dengan taraf konsentrasi berbeda.

Taraf konsentrasi BA yang digunakan yaitu 0, 0,1, 1, dan 3 mg/l, sementara taraf konsentrasi TDZ yaitu 0, 0,1 dan 1 mg/l. Media ini terdiri dari 12 kombinasi sesuai dengan taraf konsentrasi ZPT yang digunakan.

3.4.3.3 Media pengakaran

Media pengakaran yang digunakan yaitu media MS + *active charcoal* (AC) 0,1%, untuk menginduksi pertumbuhan akar. Tahap pembuatan media hampir sama dengan tahap pembuatan media pre kondisi. Pembeda dari pembuatan media pengakaran ini, yaitu adanya penambahan *active charcoal* (AC) 0,1% pada saat akan memanaskan media.

3.4.4 Penanaman

3.4.4.1 Penanaman tunas pada media pre-kondisi

Sebelum ditanam pada media pre kondisi, eksplan ubi kayu klon Vamas-1 yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu dengan protokol sterilisasi mengikuti Yelli *et al.*, 2022. Bahan tanam yang digunakan pada penelitian ini, berupa satu buku tunas *in vitro* berumur 4 mst yang telah ditanam pada media MS0 dan disimpan di ruang inkubasi. Penanaman tunas pada media pre kondisi dilakukan dengan memotong tunas berukuran 1-2 cm yang memiliki satu mata tunas. Tunas ditanam pada media pre kondisi dengan posisi vertikal dan mata tunas menghadap ke bagian atas botol. Terdapat 48 botol media pre-kondisi ½ MS yang disiapkan, setiap botol berisi 3 tunas *in vitro*. Sehingga tunas yang disiapkan untuk penelitian ini sebanyak 144 tunas. Setelah penanaman, dilakukan pemberian label sesuai tanggal tanam dan jenis media yang digunakan. Berikutnya, tunas yang telah ditanam disimpan dalam ruang inkubasi dengan pencahayaan kontinyu dan suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ selama 4 mst.

3.4.4.2 Penanaman tunas pada media multiplikasi tunas

Penanaman tunas pada media multiplikasi, dilakukan dengan menanam tunas dalam posisi horizontal dan mata tunas tetap berada di atas. Setiap botol berisi 1 tunas, dengan demikian terdapat 144 tunas *in vitro* yang ditanam pada media multiplikasi tunas. Tunas ditanam pada media multiplikasi selama 6 mst, dengan melakukan subkultur pada umur 3 mst untuk memperbaharui suplai nutrisi pada tanaman. Selanjutnya, yaitu tahap pemberian label sesuai dengan tanggal tanam

dan jenis media yang digunakan. Tunas yang telah ditanam diinkubasi pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dengan pencahayaan kontinyu dengan melakukan subkultur pada 3 mst

3.4.4.3 Penanaman tunas pada pengakaran

Tunas yang telah tumbuh dan berumur 6 mst di media multiplikasi disubkultur ke media pengakaran yang terdiri atas media dasar MS dengan penambahan *active charcoal* (AC) 0,1 %. Lebih spesifiknya, kriteria tunas yang dapat disubkultur ke media pengakaran yaitu telah memiliki tinggi sekitar 5 cm dan memiliki 3-4 helai daun. Tujuannya yaitu untuk menginduksi pertumbuhan akar pada tunas.

Penanaman tunas pada media pengakaran, yaitu tunas ditanam dengan posisi vertikal dan bagian tunas berada di atas. Sama dengan tahapan penanaman sebelumnya, setelah dilakukan penanaman dilakukan tahap pemberian label. Tunas yang telah ditanam diinkubasi pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dengan pencahayaan kontinyu selama 5 minggu.

3.4.4.4 Aklimatisasi

Sebelum dilaksanakan tahapan aklimatisasi, terlebih dahulu dilakukan pengamatan jumlah dan panjang akar untuk menentukan planlet yang akan diaklimatisasi. Kriteria planlet yang dapat diaklimatisasi, yaitu memiliki 4-6 helai daun dengan tinggi 5-9 cm. Media aklimatisasi yang digunakan berupa campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Tahap awal yang dilakukan pada proses aklimatisasi, yaitu dilakukan proses *hardening*, atau memindahkan planlet pada suhu ruang selama satu minggu. Selanjutnya akar dicuci di air mengalir hingga bersih, lalu di rendam dengan 2 g/l fungisida (Dithane) selama 2 menit. Kemudian planlet ditanam pada pot dengan diameter 7 cm (setiap polybag berisi satu planlet).

Tahap selanjutnya, tanaman yang telah diaklimatisasi disungkup dengan plastik transparan selama satu minggu untuk menjaga kelembaban tanaman. Kemudian dilakukan tahapan buka tutup sungkup secara kontinyu selama satu minggu, setiap sore sungkup akan dibuka dan akan ditutup kembali pada pagi harinya. Berikutnya, sungkup tanaman dibuka dan dilakukan penyiraman secara rutin.

Tanaman dapat ditanam dalam polybag yang berukuran lebih besar setelah sungkup dibuka. Selanjutnya tanaman dipindahkan ke rumah kaca selama 2 minggu, kemudian pada (6 msa) tanaman dapat dipindahkan ke lahan.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi waktu muncul tunas (hari setelah tanam), jumlah tunas per eksplan, persentase eksplan bertunas, tinggi tunas per eksplan, jumlah buku per eksplan, jumlah daun hijau per eksplan, jumlah daun gugur per eksplan, persentase tunas berakar, jumlah akar per eksplan panjang akar per eksplan, dan persentase tanaman hidup pada tahap aklimatisasi.

3.5.1. Waktu Muncul Tunas (hari setelah tanam)

Pengamatan waktu muncul tunas dilakukan mulai dari 2 hst hingga 7 hst pada media multiplikasi tunas.

3.5.2. Persentase Eksplan Bertunas

Persentase tanaman bertunas diamati setelah berumur 6 mst pada media multiplikasi tunas. Persentase eksplan bertunas dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Eksplan bertunas} = \frac{\text{Jumlah Eksplan Bertunas}}{\text{Total Eksplan}} \times 100$$

3.5.3. Jumlah Tunas Per Eksplan

Pengamatan jumlah tunas dilakukan pada umur 6 mst di media multiplikasi tunas, dengan menghitung jumlah tunas yang tumbuh.

3.5.4. Tinggi Tunas Per Eksplan

Pengamatan tinggi tunas dilakukan pada umur 6 mst di media multiplikasi tunas, dengan mengukur tinggi tunas dari pangkal tunas hingga bagian pucuk tunas.

3.5.5. Jumlah Buku Per Eksplan

Pengamatan jumlah buku dilakukan pada umur 6 mst di media multiplikasi tunas, dengan menghitung jumlah buku pada tunas hingga titik tumbuh terakhir.

3.5.6 Jumlah Daun Hijau Per Eksplan

Jumlah daun hijau diamati pada umur 6 mst pada media multiplikasi tunas.

3.5.7. Jumlah Daun Gugur Per Eksplan

Daun gugur yang diamati merupakan daun yang telah gugur atau terlepas dari bagian tanaman dan daun yang berwarna coklat. Jumlah daun gugur diamati pada 6 mst di media multiplikasi tunas.

3.5.8. Persentase Tunas Berakar

Pengamatan persentase tunas berakar dilakukan pada 3 minggu setelah perakaran (msp). Persentase tunas berakar dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Tunas berakar} = \frac{\text{Jumlah Tunas Berakar}}{\text{Total Tanaman}} \times 100$$

3.5.9. Jumlah Akar Per Eksplan

Jumlah akar diamati pada umur 5 msp di media pengakaran, sebelum tahap aklimatisasi. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah akar yang muncul pada setiap tunas.

3.5.10 Panjang Akar Per Eksplan

Panjang akar diamati pada umur 5 msp di media pengakaran, sebelum tahap aklimatisasi. Pengamatan dilakukan dengan mengukur panjang akar pada tunas.

3.5.11 Persentase Tanaman Hidup pada Tahap Aklimatisasi

Persentase tanaman hidup pada tahap aklimatisasi dilakukan pada 3 minggu setelah aklimatisasi (msa) hingga 6 msa. Persentase tanaman hidup dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Tanaman hidup} = \frac{\text{Jumlah Tanaman hidup}}{\text{Total Tanaman Diaklimatisasi}} \times 100$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Konsentrasi BA 1 mg/l berpengaruh terhadap multiplikasi tunas dengan jumlah tunas terbanyak mencapai 3,25 tunas.
2. Konsentrasi TDZ 0 mg/l dan 1 mg/l menghasilkan tinggi tunas tertinggi mencapai 1,26 cm dan 1,04 cm pada umur 6 mst.
3. Interaksi antara BA dan TDZ dengan konsentrasi 0, 0,1 dan 1 mg/l menunjukkan bahwa waktu muncul tunas tercepat pada 4 hst. Interaksi antara BA 0 mg/l +TDZ 0,1 mg/l menunjukkan jumlah buku terbanyak mencapai 9,08 buku pada umur 6 mst.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pada penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diterapkan pada penelitian serupa, yaitu menggunakan jenis sitokinin dengan tingkat konsentrasi berbeda yang disesuaikan dengan karakteristik morfologi tanaman. Disarankan juga untuk menguji hasil perbanyakan ubi kayu secara *in vitro* ini dengan aklimatisasi tanaman di lahan secara langsung kemudian diamati pertumbuhan dan kualitas umbinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda, L. 2018. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Depublish. Yogyakarta.
- Aidah, S. N. dan Tim Penerbit KBM Indonesia. 2020. *Ensiklopedia Singkong: Deskripsi, Filosofi, Manfaat, Budidaya, dan Peluang Bisnisnya*. Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia. Yogyakarta.
- Ardian., Setiawan, K., Noerwijati, K., Utomo, SD, Yelli, F., & Syaifudin, A. 2023. Detection of early harvest cassava clone through plant height development and starch content in dry land of Lampung. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1208(1).
- Asra, R., Samarlina, R. A. dan Silalahi, M.2020. *Hormon Tumbuhan*. UKI Press. Jakarta.
- Bargumono, H, M., dan Wongsowijaya,S. 2013. 9 Umbi utama sebagaipangan alternatif nasiona. *Leutika Prio. Chemical Sciences*. 1(1) : 37-43.
- BPS. 2020. <https://lampung.bps.go.id/indicator/54/258/1/produksi-tanaman.htm>. Diakses pada 10 Januari 2023.
- Balitbangtan. 2020. <https://technology-indonesia.com/pertanian-dan-pangan/inovasi-pertanian/vamas-1-varietas-ubi-kayu-adaptif-lahan-kering-masam/>. Diakses pada 9 Januari 2023.
- Budisantoso, I., Triani,H., Murni, D., dan Kamsinah. 2019. Teknologi Kultur Invitro Anggrek untuk Meningkatkan Keragaman Tanaman di Agrowisata Serang. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan*.
- Erfa, L., Maulida, D., Sesanti, R. N., & Yuriansyah, Y. 2019. Keberhasilan aklimatisasi dan pembesaran bibit kompot anggrek bulan (phalaenopsis) pada beberapa kombinasi media tanam. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*.19(2), 121-126.

- Fauzi, A, R. 2010. Induksi Multiplikasi Tunas Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) var. ADIRA 2 Secara In Vitro. *Skripsi*. Program sarjana Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat: 59-63.
- Fitriani, H., Rahman, N. dan Sudarmonowati. 2015. Evaluasi stabilitas daya hasil ubi kayu (*Manihot esculenta*) genotip lokal hasil kultur jaringan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia* 1 (8): 1756-1760.
- Fukuda, W.M.G., C.L. Guevera., R.Kawuki., dan M.E. Ferguson. 2010. *Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of casava*. International Institute of Tropical Agriculture. Nigeria.
- Guo, B., Abbasi, B, H., Zeb A., Xu³, L, L., dan Wei, Y, H. 2011. Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. *African Journal of Biotechnology*. 10 (45) :8984-9000.
- Indiriani, B, T., Suwarsi, E., dan Pukan, K, K. 2014. Efektivitas Substitusi Sitokinin dengan Air Kelapa pada Multiplikasi Tunas Krisan Secara In vitro. *Journal of life science*. 3(2): 148-155.
- Jafari, N., Othman, R, Y., dan Khalid, N. 2011. Effect of benzylaminopurine (BAP) pulsing on in vitro shoot multiplication of *Musa acuminata* (banana) cv. *Berangan*. *African Journal of Biotechnology*. 10(13): 2446-2450.
- Kaveriamma, M, M, Rajeevan, P, K., Girija, D. Nandini, K. 2019. Sphagnum Moss as Growing Medium in Phalaenopsis Orchid. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN.8(2) 2319- 7706.
- Lokko Y, J, V., Anderson, S., Rudd, A., Raji, A., Horvath, M, A., Mikel, R. Kim, L. Liu, A., Hernandez, A, G, O., Dixon dan I., dan L Ingelbrecht. 2007. Characterization of an 18,166 EST Dataset for Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Enriched for Drought-responsive Genes. *Plant Cell Reports*. 26 (9): 1605 – 1618.
- Latifah, R., Suhermiatin, T., dan Ermawati, N. 2017. Optimasi pertumbuhan plantlet *Cattleya* melalui kombinasi kekuatan media Murashige-Skoog dan bahan organik. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*. 1(1): 59-62.
- Lestari, E, G. 2011. Peran zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal Agrobiogen* . 7(1):63-68.
- Lestari, E, G, Suhartanto, M, R, Kurniawati, A., dan Rahayu, S. 2013. Inisiasi tunas ganda tanaman manggis Malinau melalui kultur in vitro untuk perbanyakan klonal. *Jurnal Agronomi Indonesia* . 41 (1) : 40-46.
- Mastuti, R. 2017. *Dasar-dasar kultur jaringan tumbuhan*. UB Press. Malang.

- Mustikarini, E. D., Lestari. dan Prayoga, Gigih , I. 2019. *Plasma Nutfah*. Uwais Inspirasi Indonesia. Jawa Timur.
- Mustafa, A. 2015. Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *AGROINTEK*. 9(2):127-133.
- Pranowo, D., Setiawan, K., Hadi, S., dan Yuliadi, E. 2021. Deskripsi klon tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*) yang ditanam petani di enam kabupaten di provinsi lampung. *Jurnal Kelitbang*. 9(3):271–280.
- Putri, N, S, R., Rosanti, N. dan Abidin,Z. 2022. Export Competitiveness of Lampung Province Cassava Strach. *Journal of Food System and Agribusiness*. Vol.6 (2): 192-200.
- Rahman, N., Fitriani, H, N., Hartati, S. dan Soedarmonowati, E. 2017. Multiplikasi Tunas Kultur Ubi Kayu dengan Teknik Sambung Pucuk (*Grafting*) *In Vitro*. *Prosiding. Seminar Nasional Fak.*: 229 – 236.
- Restanto, D, P., Kriswanto, B., Khozim, M, N., dan Soeparjono, S. 2018. Kajian thidiazuron (TDZ) dalam induksi PLB anggrek *Phalaenopsis* sp secara in vitro. *Agrotrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*. 16(1). 176-185.
- Rodinah, R., Hardarani, N., dan Ariani, H, D. 2018. Modifikasi media dan periode subkultur pada kultur jaringan pisang talas (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.). *Jurnal Hexagro*,2(2).
- Sajid, Z, A.,dan F, Aftab. 2009. Effect of thidiazuron (TDZ) on *in vitro* micropropagation of *Solanum tuberosum* L. CVS, desire and cardinal. *J. Bot.* 41(1):1811-1815.
- Sajimin, S., Purwantari, N, D, dan Sukmadjaja, D. 2015. Induksi Dan Multiplikasi Tanaman Pakan Ternak *Leucaena Kx2* Secara Invitro. *Pastura: Jurnal Ilmu Pakan Tropis*. 4(2): 83-87.
- Soetanto, N, E. 2008. *Tepung Cassava dan Olahannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sukmadjaja, D.dan Widhiastuti, H. 2011. Effects of plant growth regulators on shoot multiplication and root induction of cassava varieties in vitro culture. *Biotropia*. 18 (1): 50 – 60.
- Sundari, T. 2010. *Petunjuk Teknis: Pengenalan Varietas Unggul dan Teknik Budidaya Ubi Kayu (Materi Pelatihan Agribisnis Bagi KMPH)*. Balai Penelitian Kacang dan Umbi-Umbian. Malang.
- Suminar, E., Sumadi, S., Mubarak, S., Sunarto, T., dan Rini, N, S, E. 2017. Percepatan Penyediaan Benih Sumber Kedelai Unggul Secara In Vitro. *Agrikultura* . 28 (3). 126-135.

- Sutriana, S., Jumin, H. B., dan Mardaleni, M. 2017. Interaksi BAP Dan NAA Terhadap Pertumbuhan Eksplan Anggrek Vanda Secara In-Vitro. *Dinamika Pertanian*, 29(1), 1-8.
- Tambunan, V. P., Zakariya, W. A., dan Indriani, Y. 2023. Analisis Respon Penawaran, Permintaan Dan Harga Ubi Kayu Di Provinsi Lampung. *Journal of Food System and Agribusiness*, 1-12.
- Thomas, T, D. 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology advances*. 26(6), 618-631.
- Tyas, K, N., Susanto, S., Saraswati, I., Dewi. dan Khumaida, N. 2016. Pummelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) Direct Shoot Organogenesis. *Buletin Kebun Raya*.19(1):1–10.
- Waro, N, T., Astutik. dan Sumiati, A. 2020. Multiplikasi meristem ubikayu (*Manihot esculenta*) dalam media murashige and skoog (MS) modifikasi NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BA (*Benzyl Adenine*). *Buana Sains*. 20(2): 121 – 130.
- Yelli, F., Ardiann dan Utomo, S, D. 2022. Pengaruh BA dan NAA terhadap multiplikasi tunas ubi kayu secara *In vitro*. *Jurnal Agro*. 9(2): 193-207.
- Yusnita. 2003. *Kultur jaringan, cara memperbanyak tanaman secara efisien*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Yusnita. 2015. *Kultur jaringan sebagai teknik enting bioteknologi untuk menunjang pembangunan pertanian*. Aura Publishing. Bandar Lampung.
- Yusnita. 2014. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Zamora, L, L., Amir, J., Calderón, G.dan Vázquez, E, T., dan Bolaños, E. 2010. Optimization of Ethanol Production Process from Cassava Starch by Surface Responce. *J. Mex. Chem. Soc*. 54 (4).
- Zulkarnain. 2017. *Solusi Perbanyak Tanaman, Budidaya Kultur Jaringan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Zuyasna. 2021. *Kultur Invitro dan Mutagenesis Tanaman Nilam*. Syah Kuala University Press. Aceh.