

**MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA
GROUP IN VITRO SEBAGAI RESPON TERHADAP THIDIAZURON DAN
KOMBINASINYA DENGAN BENZILADENIN**

(Skripsi)

Oleh

Fiska Noviana



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP *IN VITRO* SEBAGAI RESPON TERHADAP THIDIAZURON DAN KOMBINASINYA DENGAN BENZILADENIN

Oleh

Fiska Noviana

Salah satu permasalahan dalam budidaya tanaman pisang adalah penyediaan bibit seragam dan berkualitas dalam skala besar. Teknik kultur jaringan menjadi alternatif perbanyakkan bibit guna mengatasi permasalahan tersebut. Jenis ZPT yang digunakan untuk memicu multiplikasi tunas dan *scalp* adalah sitokinin seperti Thidiazuron (TDZ) dan benziladenin (BA). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian TDZ dan kombinasinya dengan BA terhadap multiplikasi tunas dan/atau *scalp* pada kultur *in vitro* pisang Mas Kirana. Eksplan yang digunakan merupakan tunas pucuk dari bonggol anakan pedang yang dikulturkan pada media prakondisi (MS+2,5 mg/l BA) selama 4 minggu. Perlakuan yang diujicobakan adalah TDZ 1, 2, dan 3 mg/l tunggal serta yang dikombinasikan dengan 2 mg/l BA. Setelah 8 minggu, eksplan disubkultur pada media regenerasi (MS+2,5 mg/l BA) selama 6 minggu. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Keseragaman data diuji menggunakan uji Bartlett dan aditifitasnya menggunakan Uji Tukey, data yang memenuhi asumsi dilakukan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kultur *in vitro* pisang Mas Kirana (1) Aplikasi 1 mg/l TDZ atau kombinasinya dengan 2 mg/l BA tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas. Peningkatan konsentrasi TDZ menyebabkan penurunan jumlah tunas; jumlah tunas tertinggi (± 7 tunas) diperoleh pada konsentrasi 1 mg/l TDZ (2) Aplikasi 1-3 mg/l TDZ atau kombinasinya dengan 2 mg/l BA menyebabkan peningkatan *scalp*; jumlah *scalp* terbanyak diperoleh pada konsentrasi 3 mg/l TDZ (3) Aplikasi 2 mg/l BA dengan TDZ tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas dan *scalp*, dibandingkan dengan aplikasi TDZ saja.

Kata kunci: Benziladenin, Mas Kirana, *Scalp*, Thidiazuron, dan Tunas

ABSTRACT

SHOOT MULTIPLICATION OF BANANAS MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP IN VITRO IN RESPONSE TO THIDIAZURON AND ITS COMBINATION WITH BENZYLADENINE

Oleh

Fiska Noviana

One of the problems in banana cultivation is the difficulty in obtaining uniform and quality seedlings on a large scale. Tissue culture techniques are an alternative for seedling propagation to overcome this problem. The types of PGR used to stimulate the multiplication of shoot and scalp are cytokinins such as Thidiazuron (TDZ) and benzyladenine (BA). This study aims to determine the effect of TDZ and its combination with BA on shoot and/or scalp multiplication in in vitro culture of bananas Mas Kirana. The explants used were shoot buds of sword sucker corms cultured on preconditioned media (MS+2,5 mg/l BA) for 4 weeks. The treatments tested were TDZ 1, 2, and 3 mg/l and in combination with 2 mg/l BA. After 8 weeks, explants were subcultured on regeneration media (MS+2.5 mg/l BA) for 6 weeks. This study used a completely randomized design (CRD) with 3 replications. The homogeneity of the data was tested with Bartlett test and additivity using Tukey test, if met the assumptions data were analyzed with analysis of variance and continued with the 5% LSD test. The results showed that in vitro culture of bananas Mas Kirana (1) Application of 1 mg/l TDZ or its combination with 2 mg/l BA had no effect on the number of shoots. The increase in TDZ concentration caused a decrease in the number of shoots; the highest number of shoots (± 7 shoots) was obtained at a concentration of 1 mg/l TDZ (2) Application of 1-3 mg/l TDZ or its combination with 2 mg/l BA caused an increase in scalp; the highest number of scalp was obtained at a concentration of 3 mg/l TDZ (3) Combined application of 2 mg/l BA with TDZ had no effect on the number of buds and scalp, compared with TDZ application alone.

Keywords: Benzyladenin, Mas Kirana, Scalps, Thidiazuron, and Shoot

**MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA
GROUP IN VITRO SEBAGAI RESPON TERHADAP THIDIAZURON DAN
KOMBINASINYA DENGAN BENZILADENIN**

Oleh

Fiska Noviana

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP IN VITRO SEBAGAI RESPON TERHADAP THIDIAZURON DAN KOMBINASINYA DENGAN BENZILADENIN**

Nama Mahasiswa : **Fiska Noviana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014161004**

Program Studi : **Agronomi**

Fakultas



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

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

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura

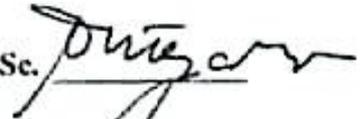
Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

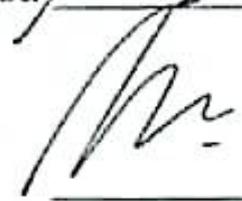
Ketua

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



Sekretaris

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



**Penguji
Bukan Pembimbing**

: Ir. Ardian, M.Agr.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 06.411481989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 27 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Multiplikasi Tunas Pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* L.) AA Group In Vitro Sebagai Respon Terhadap Thidiazuron dan Kombinasinya dengan Benziladenin**” merupakan hasil karya 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 skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 23 September 2024



Fiska Noviana
2014161004

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di Sidodadi, Lampung Selatan pada 23 November 2002, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara buah hati alm. Bapak Sukirman dan Ibu Hamidah. Penulis menempuh pendidikan formal diawali di SD N 1 Budidaya pada tahun 2008. Kemudian, pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan menengah di SMP N 2 Kalianda. Pada tahun 2017 penulis menempuh pendidikan di SMA N 1 Kalianda dan lulus pada tahun 2020. Studi pendidikan tinggi penulis diawali pada 2020 di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, melalui jalur seleksi Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada masa perkuliahan, penulis sempat menjadi penerima beasiswa YBMBRI *Smart Scholarship* pada tahun 2021.

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Padang Dalam, Kecamatan Ngaras, Kabupaten Pesisir Barat pada Tahun 2022. Pada tahun berikutnya, penulis mengikuti kegiatan Magang yang diselenggarakan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek) yang tergabung dalam program Merdeka Belajar – Kampus Merdeka (MBKM) selama 5 bulan. Kegiatan magang yang diikuti penulis berlokasi di PT. Bumitama Gunajaya Agro tepatnya di Metro Pundu, Kalimantan Tengah dengan posisi magang yang diikuti adalah *Research and Development Agronomy Field Assistant*.

Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis berkesempatan menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi, Fisiologi Tumbuhan, Bioteknologi Tanaman, Produksi Tanaman Perkebunan, Pasca-panen Tanaman Budidaya, serta Produksi Tanaman Atsiri dan Fitofarmaka. Penulis tergabung sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada Himpunan Mahasiswa Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO).

“Setiap hal yang terjadi dalam hidup kita merupakan takdir yang telah ditetapkan oleh Allah. Sehingga, ketika merasa takut, ingatlah bahwa takut ataupun tidak, sesuatu yang telah ditakdirkan pasti akan terjadi. Oleh karena itu, berusaha untuk berani dan percaya pada takdir yang telah Allah tetapkan. Yakinlah bahwa Allah tidak akan menguji makhluk diluar kemampuannya”

“Even if the world ends tomorrow, just cherish what we have now”

(Seventeen)

“Allah tidak akan memberi kesedihan pada hambanya kecuali untuk membahagiakannya dan Allah tidak akan menguji hambanya kecuali karena Allah mencintainya”

(Hisshann)

PERSEMBAHAN

Puji syukur atas rahmat Allah SWT penulis persembahkan skripsi ini kepada:

My dearest,

Alm. Ayah, Mama, Mba dan Adik serta Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Multiplikasi Tunas Pisang Mas Kirana (*Musa acuminata L.*) AA Group In Vitro Sebagai Respon Terhadap Thidiazuron dan Kombinasinya dengan Benziladenin”**. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama mencapai gelar sarjana di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi, yaitu kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama penelitian. Terima kasih atas bimbingan dan arahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku pembimbing kedua penelitian. Terima kasih atas bimbingan dan arahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Ir. Ardian, M.Agr. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik, dan nasehat dalam penyelesaian skripsi.
5. Ibu Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdi Evizal, M.S. selaku pembimbing akademik yang telah membimbing, memberi saran dan arahan kepada penulis selama menempuh pendidikan tinggi.
7. Keluarga besar Laboratorium Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian, Ibu Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si, Bang Wahyudi, Tedy Prasetya, Miftahul Mukhoironi, Vernanda Saktilas, Kalvina Izumi, Lilis Sulastris, Retna Dwi

Safitri, Annilen, Sabrina, dan Indah yang telah memberi semangat, bantuan, dan kerjasama.

8. Tim penelitian Pisang Mas Kirana, Tedy Prasetya dan Miftahul Mukhoironi yang telah kebersamai dari awal hingga akhir, terima kasih atas tenaga, waktu, bantuan, dan suka duka yang telah dilalui.
9. Teman dekat penulis, Aslamiah, Izmi Suci, Novia Risa Utami, Mita Nur Nilasari, Andika Dwi Saputra, Sabilal Muhtadi, Dwi Puspita terimakasih atas semangat dan saran untuk penulis.
10. Teman-teman HUWOW, Mita Nurnilasari, Lucky Fhigo Raffi, dan Bagekinita Br Brahmana terimakasih atas semangat dan kebersamaannya.
11. Segenap dosen Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
12. Teman-teman, abang, mbak, dan adik-adik di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
13. Secara khusus penulis menyampaikan terima kasih yang sangat besar kepada keluarga penulis, alm. Bapak Sukirman, Ibu Hamidah, dan Mba Elsa Diah Fitriani, dan Masayu Nindya Putri, atas dukungan, kasih sayang, pendidikan moril, spiritual, dan bantuan materil dalam pendidikan penulis.

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dan doa yang telah diberikan. Akhir kata, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 23 September 2024

Penulis,

Fiska Noviana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Kerangka Pemikiran	6
1.4 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Botani Tanaman Pisang	9
2.2 Perbanyakkan Tanaman Pisang secara Konvensional	10
2.3 Perbanyakkan Tanaman Pisang melalui Kultur Jaringan	11
2.4 Pola Regenerasi Tanaman.....	13
2.5 Zat Pengatur Tumbuh	15
2.6 Benziladenine (BA).....	16
2.7 Thidiazuron (TDZ)	17
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan Tanaman	18
3.3 Persiapan Eksplan.....	19
3.4 Sterilisasi dan Penanaman Eksplan	19

3.5 Subkultur	20
3.6 Kondisi Kultur	21
3.7 Sterilisasi Alat.....	21
3.8 Pembuatan Media	22
3.9 Metode Penelitian	23
3.10 Pengamatan	24
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil.....	25
4.1.1 Perkembangan Umum Kultur	25
4.1.2 Rekapitulasi Analisis Data	33
4.1.3 Rata-rata Jumlah Tunas.....	33
4.1.3 Rata-rata Panjang Tunas	37
4.1.4 Rata-rata Jumlah <i>Scalp</i>	39
4.2 Pembahasan	42
4.2.1 Perkembangan Umum Kultur	42
4.2.2 Rata-rata Jumlah Tunas.....	45
4.2.3 Rata-rata Panjang Tunas	46
4.2.4 Rata-rata Jumlah <i>Scalp</i>	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase respon eksplan hidup pada media MS+2,5 mg/l BA setelah 6 MSS	31
2. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh konsentrasi TDZ dan kombinasi konsentrasi TDZ dengan 2 mg/l BA pada beberapa variabel amatan pada kultur pisang Mas Kirana setelah 6 MSP	33
3. Formulasi media prakondisi dan media perlakuan dengan media dasar MS (Murashige and Skoog, 1962)	58
4. Rata-rata jumlah tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 6 MSS ..	59
5. Hasil analisis ragam pada rata-rata jumlah tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 6 MSS	59
6. Rata-rata panjang tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 6 MSS.....	59
7. Rata-rata jumlah <i>scalp</i> per eksplan pisang Mas Kirana berumur 6 MSS ..	60
8. Hasil analisis ragam pada rata-rata jumlah <i>scalp</i> per eksplan pisang Mas Kirana berumur 6 MSS	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Anakan Pedang Pisang Mas Kirana	18
2. Pemotongan eksplan (A) dan Eksplan berukuran 8 – 10 cm (B).....	19
3. Kondisi eksplan (A) Eksplan 4 MST (B) Eksplan yang telah disubkultur	21
4. Eksudasi fenolik pada eksplan	25
5. Kontaminasi (A) Disebabkan oleh jamur dan (B) Disebabkan oleh bakteri	26
6. Kondisi eksplan pada 2 MSP	27
7. Struktur <i>scalp</i> pada 4 MSP (A) Berwarna putih dan (B) Hijau	28
8. Respon eksplan pada media MS+2,5 mg/l BA saat 6 MSS (A) MS0, (B) MS+1 mg/l TDZ, (C) MS+2 mg/l TDZ, (D) MS+3 mg/l TDZ, (E) MS+1 mg/l TDZ+2 mg/l BA, (F) MS+2 mg/l TDZ+2 mg/l BA, dan (G) MS+3 mg/l TDZ+2 mg/l BA.....	30
9. Eksplan pada media regenerasi setelah 13 MSS (A) Pembentukan <i>scalp</i> pada MS0, (B) MS+1 mg/l TDZ, (C) MS+2 mg/l TDZ, (D) MS+3 mg/l TDZ, (E) MS+1 mg/l TDZ+2 mg/l BA, (F) MS+2 mg/l TDZ+2 mg/l BA, dan (G) MS+3 mg/l TDZ+2 mg/l BA	32
10. Rata-rata jumlah tunas per eksplan pada kultur <i>in vitro</i> pisang Mas Kirana umur 6 MSS sebagai respon terhadap media perlakuan. Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.....	34

11. Jenis tunas terbentuk (A) Tunas aksilar dan (B) Tunas adventif.....	35
12. Pertumbuhan dan perkembangan tunas aksilar pada perlakuan MS0 (A) 4 MSP, (B) 6 MSP, (C) 8 MSP, (D) 2 MSS, (E) 6 MSS, dan (F) 8 MSS.....	36
13. Pertumbuhan dan perkembangan tunas adventif pada perlakuan MS+1 mg/l TDZ+2 mg/l BA (A) 4 MSP, (B) 6 MSP, (C) 8 MSP, (D) 2 MSS, (E) 4 MSS, dan (F) 6 MSS.....	37
14. Rata-rata panjang tunas per eksplan pada kultur <i>in vitro</i> pisang Mas Kirana umur 6 MSS sebagai respon terhadap media perlakuan.	38
15. Perbandingan struktur tunas pada 6 MSS (A) Tunas aksilar pada perlakuan MS0, (B) Tunas aksilar dari media mengandung ZPT sitokinin, dan (C) Tunas adventif dari regenerasi <i>scalp</i>	39
16. Rata-rata jumlah <i>scalp</i> per eksplan pada kultur <i>in vitro</i> pisang Mas Kirana umur 6 MSS sebagai respon terhadap media perlakuan. Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%.....	40
17. Pembentukan <i>scalp</i> pada perlakuan MS+2 mg/l TDZ (A) 4 MSP, (B) 6 MSP, (C) 8 MSP, (D) 2 MSS, (E) 4 MSS, dan (F) 8 MSS.....	41

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa spp*) merupakan tanaman dari famili Musaceae yang menjadi salah satu komoditas tanaman hortikultura unggulan dan banyak dikonsumsi di Indonesia. Pisang dapat dikonsumsi sebagai buah meja (*banana*) maupun sebagai produk olahan makanan (*plantain*). Sebagai salah satu komoditas yang banyak diminati masyarakat, pisang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Beberapa jenis pisang yang populer di Indonesia diantaranya adalah Ambon, Raja, Raja Uli, Raja Sere, Angleng, Lampung, Mas, dan Mas Kirana. Pisang Mas Kirana menjadi salah satu jenis pisang yang memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia (Nurfazizah dkk., 2019). Berdasarkan jenis penyajiannya, pisang Mas Kirana tergolong ke dalam *banana*, disajikan sebagai buah meja yang dikonsumsi dalam kondisi segar. Pisang Mas Kirana memiliki citarasa yang manis, aroma yang khas, serta kandungan gizi yang cukup tinggi, sehingga menjadikan pisang Mas Kirana memiliki potensi yang besar untuk menjadi komoditas ekspor unggulan di Indonesia (Utomo dkk., 2018).

Selain karena memiliki rasa yang enak dan cenderung mudah untuk diperoleh, pisang juga banyak dikonsumsi sebab memiliki nilai gizi yang tinggi. Pisang mengandung beberapa zat yang bermanfaat bagi tubuh seperti gula, vitamin A, B1, B2, B6, B12 dan vitamin C. Kandungan gizi dan antioksidan yang tinggi pada pisang, menjadikan pisang dikenal sebagai buah yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas (Purwoko dan Suryana, 2000; Aryani dkk., 2018). Dikutip dalam publikasi BPS tahun 2022, konsumsi pisang dalam skala rumah tangga di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 2,42 juta ton, jumlah tersebut

meningkat sebanyak 32,14 ribu ton (1,35%) dari tahun sebelumnya (Irijayanti dkk., 2023).

Peningkatan produksi pisang terus terjadi di Indonesia dalam kurun waktu lima tahun terakhir. Peningkatan tersebut terjadi beriringan dengan meningkatnya angka konsumsi pisang di Indonesia. Data BPS tahun 2022 menunjukkan bahwa akumulasi produksi pisang di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 9,24 juta ton. Jumlah tersebut mengalami peningkatan hingga 504 ribu ton dari total produksi pada tahun sebelumnya (Irijayanti dkk., 2023). Sebaran produksi pisang hampir merata pada seluruh wilayah di Indonesia. Berdasarkan proyeksi data BPS tahun 2022, beberapa provinsi dengan nilai produksi pisang terbesar di antaranya adalah Jawa Timur (2,63 juta ton), Jawa Barat (1,31 juta ton) dan Lampung (1,22 juta ton). Provinsi Lampung tepatnya Kabupaten Tanggamus menjadi sentra produksi pisang nasional yang menjadi teladan dalam pengembangan kawasan hortikultur Mas Kirana terbesar di Indonesia. Petani pisang Mas Kirana yang lebih dikenal sebagai pisang Mas Tanggamus melalui kemitraan dengan perusahaan swasta setempat berhasil menjadi salah satu pemasok pisang di pasar internasional seperti Singapura, China dan Timur Tengah. Hingga saat ini, luasan kultivasi pisang Mas Kirana di Lampung mencapai 200 hektar dan melibatkan 234 petani dari 7 kelompok tani pada beberapa kecamatan di Lampung. Jumlah luasan wilayah perkebunan tersebut diprediksi terus meningkat, mengingat besarnya pasar pisang Mas Kirana di ranah global (Amanda, 2020). Besaran produksi pisang di Indonesia menjadikan Indonesia tercatat sebagai negara produksi pisang terbesar ketiga di dunia setelah India (33,06 juta ton) dan China *mainland* (11,72 juta ton) (Statista, 2021).

Upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan produksi pisang harus dapat terus memenuhi kebutuhan pisang dalam negeri maupun secara global. Salah satu permasalahan yang ditemukan dalam budidaya tanaman pisang adalah sulitnya pengadaan bibit seragam dan bermutu dalam skala besar. Budidaya tanaman pisang dalam skala besar mengakibatkan sulitnya didapatkan tunas yang sehat dan seragam. Permasalahan lain yang ditemukan dalam budidaya tanaman pisang di

antaranya adalah bahan tanam yang rentan penyakit dan adanya potensi kontaminasi bakteri endogenus dan cendawan patogen pada bahan tanam. Beberapa jenis penyakit yang ditemukan pada budidaya tanaman pisang di Indonesia di antaranya adalah layu fusarium yang disebabkan oleh fungi *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc), layu bakteri (*Blood Disease Bacterium*) dan penyakit moko yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* (Yusnita dkk., 2015).

Ketersediaan bibit unggul dan bebas penyakit menjadi langkah awal untuk mempertahankan produksi pisang di Indonesia. Hingga saat ini, perbanyakan bibit pisang umumnya dilakukan dengan pemisahan anakan pisang. Namun, perbanyakan dengan teknik ini tidak dapat memenuhi kebutuhan bibit unggul dalam jumlah banyak dan seragam. Salah satu alternatif pengadaan bibit unggul dan seragam dalam skala besar sebagai upaya perbaikan genetik dan pemenuhan target perluasan komersial serta pengadaan bibit bermutu adalah melalui teknik kultur jaringan (Elma *et al.*, 2017). Kultur jaringan merupakan teknik isolasi bagian dari tanaman yang meliputi sel, protoplast, jaringan maupun organ sebagai eksplan, yang dilakukan secara aseptik dan *in vitro* pada media tanam buatan yang mengandung nutrisi lengkap, serta ditanam dengan kondisi lingkungan yang terkendali (Yusnita, 2015). Teknik ini selain dapat digunakan untuk perbanyakan tanaman, juga dapat digunakan untuk membantu pemuliaan tanaman melalui induksi keragaman somaklonal (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Untuk tujuan perbanyakan, teknik kultur jaringan dapat menghasilkan bibit yang *true-to-type*, bebas inokulum penyakit dan seragam dalam jumlah banyak serta dalam waktu yang relatif singkat. Melalui pola regenerasi tertentu, teknik kultur jaringan juga dapat menghasilkan keragaman baru (keragaman somaklonal) pada tanaman regeneran yang dapat digunakan untuk memfasilitasi pemuliaan tanaman, yaitu melalui seleksi untuk menghasilkan karakter unggul tertentu (Yusnita, 2015).

Komposisi media tumbuh yang digunakan dalam teknik kultur jaringan memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Komposisi media yang digunakan umumnya terdiri dari garam mineral, vitamin, gula, dan zat

pengatur tumbuh (ZPT). ZPT menjadi salah satu aspek penting dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. Penggunaan ZPT pada media kultur memberikan pengaruh signifikan pada pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Jenis ZPT yang digunakan dalam kultur jaringan di antaranya berasal dari golongan auksin dan sitokinin. Auksin memiliki peran dalam menginduksi perakaran secara *in vitro*, sedangkan sitokinin berperan dalam menginduksi tunas pada eksplan (Nurhanis dkk., 2019).

Perbanyakan dengan teknik kultur jaringan dapat melalui beberapa pola regenerasi yaitu organogenesis, embriogenesis somatik, dan percabangan tunas aksilar (*axillary branching*). Umumnya, pola regenerasi yang digunakan pada kultur jaringan tanaman pisang adalah percabangan tunas aksilar. Hal ini disebabkan karena pola regenerasi percabangan tunas aksilar memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan tanaman *true-to-type* dibandingkan dengan pola regenerasi lain (Hapsoro dan Yusnita, 2016). Multiplikasi tanaman pisang melalui metode kultur jaringan dapat juga diawali dengan terbentuknya struktur bulat menyerupai kembang kol berisi kumpulan jaringan meristematik yang belum terdiferensiasi yang disebut sebagai *scalp*. Induksi tunas melalui *scalp* dapat menghadirkan keragaman somaklonal yang berpotensi untuk menghasilkan bibit bermutu yang memiliki sifat genetik lebih baik dari kultivar pisang yang dibudidayakan saat ini. Sukmadjaja dkk. (2013) menyebutkan bahwa induksi mutasi pada pisang Ambon Kuning untuk menghasilkan bibit yang memiliki ketahanan terhadap penyakit layu fusarium diawali dengan pembentukan *multiple bud clumps* (MBC) atau *scalp*. *Scalp* yang tumbuh kemudian direndam dengan mutagen kimia dan dilakukan pengujian pada tunas yang tumbuh menggunakan media selektif yang mengandung toksin asam fusarat. Fitramala dkk. (2015) yang menyebutkan bahwa multiplikasi tunas pisang Kepok Merah dapat dimulai dari pembentukan kumpulan nodul meristematik berwarna putih yang disebut sebagai *scalp*. Beberapa penelitian menyatakan bahwa keberhasilan dalam kultur jaringan pisang dari berbagai genom bersifat *species-specific* sehingga sangat dipengaruhi oleh ZPT yang digunakan pada media (Yusnita dkk., 2015).

Jenis ZPT yang umumnya digunakan untuk pembentukan tunas dan *scalp* berasal dari golongan sitokinin seperti benzyladenine (BA) (Maulida *et al.*, 2018) dan thidiazuron (TDZ) (Arinaitwe *et al.*, 2000). Yusnita dkk. (2015) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa media MS (Murashige *and* Skoog, 1962)+5 mg/l BA merupakan media terbaik untuk proliferasi tunas pisang Ambon Kuning dan Raja Bulu. Hapsoro dkk. (2017) mengemukakan bahwa perlakuan 2 mg/l BA pada media memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah mata tunas dan tunas pisang Raja Bulu. Ayuwira dkk. (2021) melaporkan bahwa kombinasi 0,3 mg/l BAP dengan 0,1 mg/l TDZ menghasilkan jumlah tunas terbanyak dalam kultur *in vitro* pisang Kepok Tanjung (*Musa acumminata balbisiana*) yaitu sebanyak 6,3 tunas dalam 3 bulan setelah tanam. Pembentukan *scalp* dapat diinduksi dengan menggunakan sitokinin. Bidabadi *et al.* (2010) dalam penelitiannya menemukan bahwa *scalp* dapat diinduksi dengan thidiazuron, benziladenin, dan kinetin secara tunggal.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemberian TDZ dan kombinasi TDZ dengan BA terhadap pembentukan tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.
2. Bagaimana pengaruh peningkatan konsentrasi TDZ dan peningkatan TDZ dengan BA terhadap pembentukan tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemberian TDZ dan kombinasi TDZ dengan BA terhadap pembentukan tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.
2. Mengetahui pengaruh peningkatan konsentrasi TDZ dan kombinasinya dengan BA terhadap pembentukan tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.

1.3 Kerangka Pemikiran

Salah satu kendala dalam budidaya pisang adalah pemenuhan kebutuhan bibit bermutu yang seragam dalam jumlah banyak serta bibit yang rentan terserang penyakit. Hingga saat ini, perbanyakan pisang banyak dilakukan secara konvensional, yaitu melalui pemisahan anakan (*sucker*) dan melalui pembelahan bonggol (*bit*). Perbanyakan melalui metode tersebut umumnya hanya menghasilkan bibit dalam jumlah sedikit dan tidak seragam. Selain itu, bibit yang dihasilkan juga memiliki kemungkinan bersifat rentan penyakit dan membawa inokulum patogen seperti cendawan patogen dan bakteri endogenus. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan melakukan perbanyakan melalui teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan adalah suatu metode menumbuhkembangkan bagian tanaman dalam keadaan *in vitro* dengan suplai unsur hara dan lingkungan yang terkendali. Perbanyakan secara kultur jaringan dapat menghasilkan klon yang memiliki sifat yang sama dengan induknya (*true-to-type*), bebas hama, dan bebas dari inokulum penyakit. Perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan juga dapat dilakukan untuk menginduksi terjadinya variasi somaklonal yang berpotensi menghasilkan mutan. Perbanyakan tanaman pisang secara kultur jaringan telah banyak dilakukan, sebab melalui teknik ini dapat diperoleh bibit pisang yang seragam, bermutu, dan bebas dari inokulum penyakit secara cepat dan dalam skala besar, serta dapat ditujukan untuk menghasilkan bibit unggul melalui variasi somaklonal. Umumnya, perbanyakan tanaman pisang melalui teknik kultur jaringan dilakukan melalui pola regenerasi percabangan tunas aksilar (*axillary branching*) dan menggunakan bonggol dari anakan pedang sebagai eksplan. Perbanyakan tanaman pisang secara *in vitro* juga dapat diinduksi dengan pembentukan *scalp* pada eksplan. Terbentuknya *scalp* pada eksplan merupakan respon terjadinya pembelahan sel yang masif akibat kondisi lingkungan.

Media kultur menjadi salah satu faktor terpenting dalam penentuan keberhasilan kultur jaringan. Komposisi dalam media kultur jaringan secara umum terdiri dari

komponen media dasar dan ZPT. Penambahan ZPT pada media kultur mempengaruhi arah pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Jenis ZPT yang dapat digunakan untuk memicu multiplikasi tunas dan pembentukan *scalp* berasal dari golongan sitokinin. Jenis ZPT dari golongan sitokinin yang dapat digunakan dalam inisiasi tunas adalah benziladenin (BA) dan thidiazuron (TDZ). Rahman *et al.* (2015) melaporkan bahwa media dasar dengan tambahan 5 mg/l BA memberikan pengaruh terbaik pada persentase jumlah tunas pisang (*Musa sp cv. Anupom*) dengan persentase regenerasi tunas sebesar 75,00%. Rodinah dkk. (2018) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa media MS dengan penambahan 0,5 mg/l BA memberikan rata-rata jumlah tunas terbanyak yakni 2,75 buah pada kultur pisang talas (*Musa paradisiaca var. Sapientum L.*). Jannah dkk. (2021) melaporkan bahwa kombinasi 0,3 mg/l BAP dengan 0,1 mg/l TDZ memberikan pengaruh terbaik pada persentase jumlah tunas pisang Cavendish dengan rata-rata 19,6 tunas dalam tiga bulan setelah tanam.

Hasil penelitian Bangsawan (2016) menunjukkan bahwa penambahan 0,05 mg/l TDZ pada media MS menghasilkan 4 propagul per eksplan dengan panjang tunas 2,33 cm pada kultur pisang Ambon. Hal serupa juga dilaporkan oleh Ikhsandi (2017) bahwa peningkatan konsentrasi TDZ dari 0,5 mg/l menjadi 1 mg/l dalam media dasar MS dapat meningkatkan rata-rata jumlah tunas, mata tunas, dan propagul tunas pisang Ambon Kuning selama 4 minggu setelah perlakuan (MSP) yaitu: 2,13 menjadi 3,0 tunas per eksplan; 1,33 menjadi 2,9 mata tunas per eksplan; dan 3,47 menjadi 5,19 propagul per eksplan. Namun, peningkatan konsentrasi TDZ mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah tunas, mata tunas, dan propagul tunas pisang Ambon Kuning. Peningkatan konsentrasi TDZ dalam media dari 0,5 mg/l hingga 1,5 mg/l menunjukkan respon terhadap peningkatan rata-rata jumlah *scalp* terbentuk pada eksplan pisang Ambon Kuning dari 0,47 *scalp* menjadi 2,08 *scalp* per eksplan. Peningkatan konsentrasi lebih lanjut menyebabkan terjadinya penurunan pada rata-rata jumlah *scalp* terbentuk pada eksplan.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka penulis mengajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Pemberian TDZ dan TDZ dengan BA dapat menginduksi perbanyakan tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.
2. Peningkatan konsentrasi TDZ dan TDZ dengan BA menyebabkan peningkatan jumlah tunas dan/atau *scalp in vitro* pisang Mas Kirana.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Pisang

Menurut (Tjitrosoepomo, 2000), klasifikasi tanaman pisang adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Musales
Famili	: Musaceae
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa paradisiaca</i> L.

Tanaman pisang yang ada saat ini merupakan hasil dari hibridisasi intra dan interspesifik dari *Musa acuminata* (AA) dan *Musa balbisiana* (BB). Persilangan ini menghasilkan keturunan hibrid steril dengan genom AAA, AB, AAB, ABB, dan lain-lain. Tanaman pisang merupakan tanaman herba berukuran besar. Tanaman ini memiliki struktur perakaran adventif yang mulanya diawali oleh pertumbuhan akar primer yang tumbuh dari tunas pisang sebagai sistem perakaran sementara. Setelah akar tersebut mati, fungsi akar digantikan dengan sistem perakaran adventif. Sistem perakaran adventif pada pisang terbentuk dari silinder pusat bonggol yang membentuk akar primer.

Akar primer yang terbentuk kemudian berkembang dan membentuk sistem perakaran sekunder dan tersier lateral. Akar primer bagian belakang ujung dan akar lateral kemudian membentuk rambut akar yang memiliki fungsi untuk menyerap hara dan mineral bagi tanaman. Bagian tanaman pisang yang tampak menyerupai batang merupakan struktur batang palsu (*pseudostem*). *Pseudostem* merupakan sebuah struktur yang tersusun dari daun yang tumbuh secara tumpang tindih sehingga membentuk selubung yang menyerupai batang. Tinggi *pseudostem* pada pisang berkisar 3,5 – 7,5 m tergantung dari jenis pisang. Seluruh bagian tanaman pisang yang terdapat di atas permukaan tanah tumbuh dari bagian batang sejati berbentuk rizoma tuber yang dikenal sebagai bonggol (*corm*) (Dwivany dkk., 2021; Suyanti dan Supriyadi, 2008).

Daun tanaman pisang tersusun dari pelepah daun (upih), tangkai daun (petiole), dan tangkai daun (lamina). Daun muda pisang muncul dari bagian tengah *pseudostem*, daun baru yang muncul memiliki ukuran yang lebih besar dari daun sebelumnya. Bunga tanaman pisang merupakan struktur kompleks yang tersusun dari kumpulan bunga yang membentuk spiral dan tertutupi oleh struktur daun yang termodifikasi yang dikenal sebagai braktea. Bunga betina tanaman pisang terletak di pangkal gagang bunga (rakis) dan diikuti dengan bunga hermaprodit dan bunga jantan pada ujung distal. Buah pisang dibedakan menjadi buah berbiji dan tanpa biji (partenokarpi). Buah dengan biji berasal dari pisang liar, sedangkan buah tanpa biji dihasilkan dari kultivar budidaya (Dwivany dkk., 2021).

2.2 Perbanyakan Tanaman Pisang secara Konvensional

Perbanyakan tanaman pisang selalu dilakukan dengan cara vegetatif, baik melalui anakan, belahan bonggol, maupun melalui teknik kultur jaringan. Perbanyakan tanaman pisang melalui anakan dilakukan dengan memisahkan anakan yang terdapat pada rumpun tanaman induk. Terdapat empat jenis anakan pada tanaman pisang, yaitu bibit rebung (*peeper*), anakan muda (*sword sucker*), anakan sedang (*medium sucker*), dan anakan dewasa (*maiden sucker*). Umumnya, perbanyakan melalui metode pemisahan anakan menggunakan anakan muda (*sword sucker*)

(Trubus, 2003). Namun, perbanyakan melalui teknik ini hanya menghasilkan bibit yang sedikit, yaitu 5 – 12 anakan dalam satu rumpun pada setiap tahunnya (Yusnita, 2015).

Perbanyakan bibit melalui belahan bonggol dilakukan dengan membelah bonggol pisang menjadi dua bagian, lalu memotong bagian bonggol yang bertunas dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 10 cm. Kemudian, bonggol diberi perlakuan untuk mematikan benih penyakit dengan merendam bonggol dalam air panas, lalu disemai dalam polybag selama 2 – 3 bulan. Perbanyakan pisang melalui belahan bonggol cenderung menghasilkan ukuran bibit yang relatif seragam (Trubus, 2003).

2.3 Perbanyakan Tanaman Pisang melalui Kultur Jaringan

Kultur jaringan tanaman merupakan teknik isolasi bagian tanaman secara *in vitro* pada media buatan yang mengandung energi serta hara mineral lengkap yang diinkubasikan pada lingkungan yang terkontrol sehingga dapat tumbuh dan berkembang ke arah tertentu (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Dalam praktiknya, kultur jaringan tanaman tidak hanya digunakan sebagai teknik perbanyakan tanaman. Namun, digunakan juga sebagai metode untuk memodifikasi tanaman agar menghasilkan haploid ganda, kriopreservasi, konservasi tanaman langka, perbanyakan varietas baru, perbanyakan tanaman yang sulit dibudidayakan, serta sebagai metode untuk menghasilkan tanaman transgenik. Beberapa keunggulan teknik kultur jaringan diantaranya dapat menghasilkan bahan tanam yang *true-to-type*, bebas penyakit, serta dapat dihasilkan bahan tanam berkualitas dalam jumlah banyak dan seragam tanpa bergantung pada iklim maupun musim (Jain, 2016).

Selain dapat menghasilkan tanaman yang *true-to-type*, pada beberapa pola regenerasi pada teknik kultur jaringan juga dapat digunakan untuk menginduksi keragaman somaklonal yang menjadi alat bantu dalam pemuliaan tanaman dalam merakit karakter unggul (Yusnita, 2015). Keragaman somaklonal merupakan keragaman genetik yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan. Keragaman

somaklonal dicirikan dengan kondisi dimana klon tanaman yang memiliki genetik identik menampilkan fenotipe yang berbeda setelah regenerasi. Pada teknik mikropropagasi hal ini dapat terjadi secara disengaja ataupun tidak. Keragaman somaklonal dapat terjadi akibat jangka waktu kultur yang lama dan mengalami subkultur yang berturut-turut (Ferreira *et al.*, 2023). Keragaman somaklonal juga dapat diinduksi secara sengaja seperti dengan teknik mutasi buatan menggunakan mutagen fisik (radiasi sinar gamma, sinar X) ataupun dengan mutagen kimia seperti EMS (*ethyl methane sulfonate*), MMS (*methyl methane sulfonate*), dan lainnya (Sukmadjaja dkk., 2013). Pada kultur jaringan, keragaman somaklonal pada eksplan diantaranya dapat terjadi akibat penggandaan jumlah kromosom, perubahan struktur kromosom, mutasi yang terjadi pada sel-sel dalam eksplan (Hutami dkk., 2006).

Hal yang mendasari teknik kultur jaringan adalah adanya teori totipotensi sel, bahwa setiap sel tanaman memiliki sifat totipoten, dimana sel-sel nya dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh apabila dikulturkan pada kondisi yang sesuai. Selain itu, sel tanaman juga bersifat plastis secara morfogenik sehingga sangat memungkinkan keberhasilan dalam teknik kultur jaringan. Pada teknik kultur jaringan, bagian tanaman yang diisolasi untuk memulai suatu kultur disebut dengan eksplan (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Eksplan yang dapat digunakan dalam kultur jaringan merupakan bagian tanaman yang masih muda (*primordium*), sel-selnya masih aktif membelah (meristematis) dan sudah terdiferensiasi (Suaib dan Sadimantara, 2014).

Terdapat lima tahapan dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro* (Hapsoro dan Yusnita, 2018), yaitu:

1. Tahap 0: pemilihan dan penanganan tanaman induk. Pada tahap ini tanaman induk yang akan digunakan sebagai eksplan dirawat agar terhindar dari serangan hama dan penyakit. Tanaman yang akan digunakan sebagai eksplan harus diketahui dengan jelas mengenai jenis dan asal-usul tanamannya.
2. Tahap 1: *culture establishment*. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan kultur aseptik dan aksenik melalui sterilisasi.

3. Tahap 2: perbanyak propagul secara *in vitro*. Kegiatan pada tahap ini adalah subkultur pada media perbanyak propagul. Tahap ini dapat dilakukan berulang kali hingga didapatkan tunas-tunas mikro dalam jumlah yang banyak. Proses multiplikasi pada tahap ini dapat dilakukan hingga 4 – 6 periode pengulturan.
4. Tahap 3: pemanjangan tunas dan pengakaran. Pada tahap ini tanaman disubkultur pada media inisiasi akar. Pada tahap ini, setiap tunas dipisahkan dan diisolasi kembali pada media pengakaran.
5. Tahap 4: aklimatisasi planlet. Eksplan yang telah memiliki akar dapat diaklimatisasi. Aklimatisasi merupakan kegiatan yang bertujuan untuk membuat tanaman yang mulanya hidup di kultur *in vitro* dapat beradaptasi dengan lingkungan sehingga dapat ditanam pada lingkungan *ex vitro*.

2.4 Pola Regenerasi Tanaman

Hapsoro dan Yusnita (2018) menjelaskan bahwa pola regenerasi tanaman pada kultur *in vitro* dapat melalui beberapa cara, yaitu percabangan tunas aksilar (*axillary branching*), organogenesis, dan embriogenesis somatik. Pola regenerasi melalui percabangan tunas aksilar dan kultur tunas tunggal menggunakan eksplan berbuku (*nodal explant*). Eksplan berbuku kemudian dikulturkan untuk memecah dan menumbuhkan mata tunas, sehingga dapat beregenerasi menjadi tunas majemuk atau tunas tunggal. Metode perbanyak melalui percabangan tunas aksilar umum digunakan untuk menghasilkan bibit *true-to-type*, sebab regenerasi tanaman yang dihasilkan berasal dari mata tunas aksilar yang ada pada eksplan (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Pola regenerasi yang umum digunakan dalam kultur tanaman pisang adalah melalui percabangan tunas aksilar (*axillary branching*) dari bonggol (*corm*).

Selain dapat dibentuk melalui percabangan tunas aksilar dari bonggol, multiplikasi tunas juga dapat dimulai dengan terbentuknya nodul-nodul meristematik pada eksplan. Fitramala dkk. (2015) mengungkapkan bahwa multiplikasi tunas pisang Kepok Merah dapat dimulai dari pembentukan

kumpulan nodul meristematik berwarna putih yang disebut sebagai *scalp*. Pertumbuhan tunas melalui *scalp* diawali dari pembentukan nodul berisi jaringan meristematik berwarna putih, kemudian nodul mulai berubah warna menjadi hijau dan mulai membentuk tunas serta daun muda. Sukmadjaja dkk. (2013) mendefinisikan *scalp* atau *multiple bud clumps* (MBC) sebagai biakan tunas yang mempunyai daya proliferasi tinggi dan dapat digunakan sebagai bahan untuk perbanyak tunas. Selain itu, *scalp* juga diidentifikasi sebagai kumpulan struktur bulat berdaging berisi jaringan meristematik yang dapat menghasilkan tunas adventif. *Scalp* sering disebut menyerupai kembang kol sebab visual dan warna dari strukturnya. Selain dapat membentuk tunas adventif, *scalp* juga dapat pula diinduksi sebagai bahan pembentukan *Embryogenic Cell Suspension* (ECS). Induksi pembentukan *scalp* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sitokinin, konsentrasi sitokinin yang digunakan, kultivar pisang dan interaksinya (Arinaitwe *et al.*, 2000; Bidabadi *et al.*, 2010). Perbanyak tunas melalui *scalp* berpotensi menghasilkan tunas dalam jumlah yang besar, sehingga dapat digunakan sebagai metode perbanyak klonal secara massal (Elhory *et al.*, 2009). *Scalp* secara genetik stabil, sehingga sesuai dan dapat digunakan sebagai bahan untuk kriopreservasi sebagai konservasi plasma nutfah pisang (Panis *et al.*, 2004 dalam Elhory *et al.*, 2004).

Pada kultur *in vitro*, organogenesis didefinisikan sebagai proses terbentuknya tunas dari eksplan yang tidak memiliki jaringan meristematik, sehingga menghasilkan tunas-tunas adventif. Organogenesis dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Organogenesis secara langsung terjadi apabila tunas adventif langsung terbentuk dari jaringan eksplan tanpa melalui pembentukan kalus. Pada organogenesis tidak langsung terjadi apabila tunas adventif terbentuk setelah eksplan membentuk struktur kalus. Pola regenerasi ini dapat memiliki tingkat multiplikasi tunas yang tinggi. Namun, teknik ini kerap kali memunculkan variasi genetik pada bibit yang dihasilkan, terlebih pada organogenesis tidak langsung (Sulistiani dan Yani, 2012).

Embriogenesis somatik adalah proses pembentukan struktur yang serupa dengan embrio namun dari sel-sel somatik. Embriogenesis somatik terbentuk dari suatu sel atau kelompok sel yang kemudian memasuki beberapa fase untuk kemudian menjadi embrio. Fase-fase yang dilalui sel di antaranya adalah *globular stage* (fase berbentuk bundar), *heart stage* (fase berbentuk hati) dan *torpedo stage* (fase menyerupai torpedo). Meristem ujung akar dan batang dapat teridentifikasi ketika sel sudah memasuki fase torpedo. Meristem ujung akar akan berkembang menjadi akar tanaman, sedangkan meristem batang akan membentuk tunas. Pada pola regenerasi embrio somatik ini dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung (Dwiyani, 2015).

2.5 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan zat yang disintesis secara alami oleh tanaman tingkat tinggi atau tidak alami yang memberikan pengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada teknik kultur jaringan, ZPT menjadi aspek penting yang mengontrol proses biologis dalam jaringan tanaman yang dikulturkan sehingga dapat menentukan arah perkembangan jaringan eksplan serta memiliki peran sebagai stimulus pada eksplan untuk beregenerasi. Dua golongan utama ZPT yang sangat penting dan umum digunakan dalam kultur jaringan adalah golongan auksin dan sitokinin. Pada tanaman, auksin disintesis pada bagian meristem seperti apikal tunas dan akar. Auksin tunggal maupun kombinasi dengan sitokinin memiliki peran dalam pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel pada tingkat sel. Pada tingkat organ, auksin memiliki peran dalam merangsang pertumbuhan batang, dominansi apikal, stimulan inisiasi akar, menghambat absisi, merangsang pembentukan buah partenokarpi, meningkatkan laju respirasi, dan merangsang terbentuknya kalus sekaligus embrio somatik (Hapsoro dan Yusnita, 2018; Jain, 2016).

Sitokinin merupakan salah satu kelompok ZPT yang memiliki peran dalam menginduksi terjadinya sitokinesis dan morfogenesis dalam kultur jaringan. Sitokinin terbukti efektif dalam memicu terjadinya inisiasi tunas (tunas aksilar

atau adventif) (Sulistiani dan Yani, 2012). Pada tanaman, sitokinin berfungsi sebagai perangsang sitokinesis, bersifat antagonis terhadap dominansi apikal, perangsang tumbuhnya mata tunas aksilar, stimulan pembentukan tunas adventif, penghambat terjadinya senesens, dan meningkatkan aktifitas *sink* (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Satria dkk. (2022) menyebutkan bahwa sitokinin berfungsi nyata dalam pengaturan sitokinesis sel, pemanjangan sel, diferensiasi sel, dan pembentukan organ pada tanaman. Beberapa jenis sitokinin diantaranya adalah *benzyladenine* (BA) atau dikenal juga dengan *benzylamino purine* (BAP), kinetin (*furfuryl amino-purine*), isopentenyladenine (2-iP), zeatin, dan thidiazuron (Hapsoro dan Yusnita, 2018).

2.6. Benziladenin (BA)

Benziladenin (BA) merupakan salah satu zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin. Pada tumbuhan, BA berfungsi sebagai hormon tumbuh alami atau sintetis yang dapat menginduksi pembelahan sel serta pertumbuhan tunas adventif dengan menghambat pembentukan akar adventif dan dominansi apikal (Mangena, 2020). BA dapat memacu pertumbuhan tunas pada tanaman, sehingga dapat digunakan untuk menginduksi tunas (Rugayah dkk., 2021). Nayyef *et al.* (2022) dalam studinya melaporkan bahwa BA memberikan pengaruh nyata dalam rata-rata jumlah cabang, jumlah daun, berat segar cabang, berat segar akar dan berat kering akar pada kultur *in vitro* tanaman pisang. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kemampuan BA dalam menginduksi pembelahan sel, sehingga berkorelasi positif dengan sifat vegetatif dan pertumbuhan akar.

Hasan *and* Khasim (2015) menyebutkan bahwa penggunaan BA dengan konsentrasi 5 mg/l pada media MS (Murashige *and* Skoog, 1962) menghasilkan rasio multiplikasi dan kualitas tunas terbaik pada kultur tanaman pisang varietas Robusta, dengan rata-rata panjang tunas 2,5 cm, diameter 1,7 cm, luas daun 2,5 cm, banyak daun 5 buah dan banyak akar 3 buah. Hossain *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa media MS+5 mg/l BA menjadi media terbaik dalam multiplikasi tunas tanaman pisang kultivar Grand Naine dan Sabri, yaitu

menghasilkan rata-rata jumlah tunas sebanyak 3,50 tunas dalam 30 HST pada kultivar Grand Naine dan 1,75 tunas pada kultivar Sabri.

2.7 Thidiazuron (TDZ)

Thidiazuron (TDZ) (N-phenyl-1, 2, 3-thidiazole-5ylurea) merupakan salah satu ZPT golongan sitokinin yang dapat digunakan dalam proliferasi dan regenerasi tunas tanaman pada studi kultur *in vitro*. TDZ menjadi jenis sitokinin yang efektif dalam mikropropagasi, multiplikasi tunas, embriogenesis somatik, induksi kalus, dan organogenesis dibandingkan dengan jenis sitokinin lain. Pada kultur *in vitro* tumbuhan, induksi tunas bergantung pada keseimbangan antara konsentrasi auksin dan sitokinin. Peningkatan konsentrasi sitokinin dan auksin dapat menyebabkan inisiasi maupun penghambatan pembentukan tunas (Ahmad *and* Faisal, 2018).

TDZ menginisiasi pembentukan tunas dengan merangsang pembelahan sel dan memperbanyak sel pada meristem apikal serta mengembangkan sel untuk inisiasi diferensiasi tunas. Umumnya sitokinin digunakan dalam konsentrasi rendah, sebab dalam konsentrasi tinggi TDZ dapat menyebabkan terjadinya abnormalitas morfologi pada eksplan (Ahmad *and* Faisal, 2018). Mithila *et al.* (2002) mengemukakan bahwa TDZ dapat menginduksi pertumbuhan tunas *de novo* pada tanaman *African Violets*, dimana jumlah tunas terbaik berkisar pada konsentrasi rendah yaitu 0,1 – 0,5 mg/l. Arinaitwe *et al.* (2000) melaporkan bahwa aplikasi TDZ dengan konsentrasi tinggi (1,5 mg/l) lebih efektif pada proliferasi tunas tanaman pisang kultivar Ndiziwemiti (AAB) dibandingkan dengan sitokinin berbasis adenine jenis lain. Disebutkan bahwa proliferasi tunas meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi TDZ yaitu dari 1,2 tunas pada 0,001 mg/l menjadi 9,0 tunas pada 1,5 mg/l TDZ.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dari Oktober 2023 hingga Maret 2024.

3.2 Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kultivar Mas Kirana dengan eksplan yang digunakan berupa anakan pedang (*sword sucker*) yang berasal dari bonggol (Gambar 1). Bonggol anakan pisang memiliki diameter 10 – 15 cm dengan tinggi 80 – 100 cm.



Gambar 1. Anakan Pedang Pisang Mas Kirana.

3.3 Persiapan Eksplan

Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah tunas pucuk yang terdapat di antara batang semu dengan bonggol pisang. Tunas yang tumbuh pada bonggol kemudian dipotong dan diperkecil hingga berukuran sekitar 8 – 10 cm dengan diameter bonggol sekitar 5 cm (Gambar 2). Tunas yang telah terpotong kemudian dicuci pada air mengalir dan direndam dalam larutan 2 g/l fungisida Mankozeb 80%. Eksplan dikecilkan hingga berukuran panjang 5 – 7 cm.

Eksplan yang telah dipotong kemudian dicuci dengan larutan detergen dan dibilas dengan air mengalir hingga permukaan eksplan bersih dari kotoran dan fungisida. Eksplan yang telah bersih kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker untuk dibawa ke ruang transfer untuk sterilisasi lanjut.



Gambar 2. Pemotongan eksplan (A) dan Eksplan berukuran 8 – 10 cm (B).

3.4 Sterilisasi dan Penanaman Eksplan

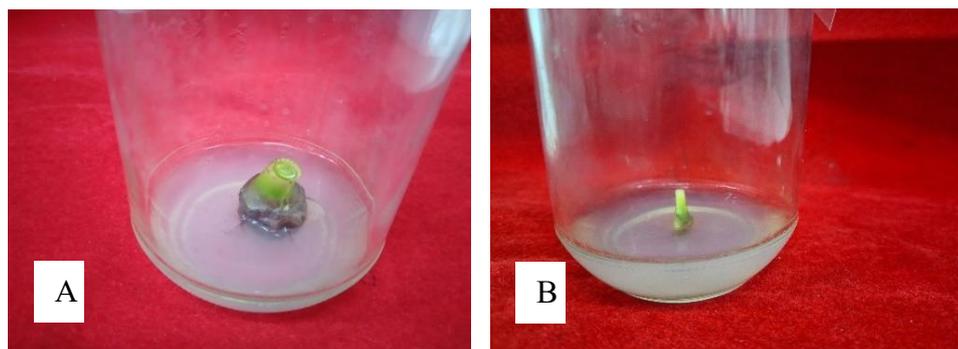
Sterilisasi permukaan di ruang transfer dilakukan secara aseptik dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC). Dalam LAFC, eksplan disemprot alkohol 70% dan dimasukkan ke dalam botol Schott steril dan dibilas dengan air steril sebanyak tiga kali. Eksplan disterilisasi dengan larutan pemutih komersial (5,25% NaOCl) pada taraf 50%. Larutan pemutih komersial dimasukkan ke dalam botol Schott berisi eksplan hingga seluruh eksplan terendam, kemudian ditambahkan dengan

Tween-20 sebanyak 2 tetes/100 ml larutan. Setelah itu, eksplan dikocok menggunakan shaker selama 30 menit pada 190 rpm dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali.

Eksplan diperkecil dengan menggunakan alat diseksi dalam LAFC hingga berukuran panjang 2 cm dengan diameter 1,5 cm dan direndam dalam larutan asam askorbat 200 mg/l+asam sitrat 150 mg/l steril. Setelah itu, eksplan dimasukkan ke dalam botol kultur steril dan disterilisasi kembali menggunakan pemutih komersial pada taraf 20% dengan dikocok manual di dalam LAFC selama 20 menit. Eksplan dibilas sebanyak 3 kali dengan air steril, eksplan dikecilkan kembali hingga berukuran 1 cm x 1 cm dan ditanam pada media prakondisi. Penanaman eksplan pada media prakondisi bertujuan untuk mendapatkan eksplan steril dan seragam.

3.5 Subkultur

Subkultur pada media perlakuan dilakukan pada 4 minggu setelah tanam (MST) (Gambar 3). Eksplan yang dipindahkan diseleksi berdasarkan homogenitasnya dan dipastikan steril. Eksplan diambil dari botol kultur untuk kemudian dibersihkan dari bagian tanaman yang mengalami *browning* maupun *blackening*. Eksplan kemudian dibelah menjadi dua bagian, sehingga didapatkan 2 eksplan. Masing-masing eksplan tersebut diisolasi pada dua media perlakuan yang berbeda. Eksplan yang telah diisolasi pada media perlakuan kemudian diinkubasi pada ruang kultur dengan cahaya, fotoperiodisitas, dan suhu yang sama. Eksplan disubkultur pada media yang sama pada 6 minggu setelah perlakuan (MSP). Kemudian, setelah eksplan berumur 8 MSP dilakukan subkultur kembali pada media regenerasi *scalp* dengan komposisi MS+2,5 mg/l BA.



Gambar 3. Kondisi eksplan (A) Eksplan 4 MST (B) Eksplan yang telah disubkultur.

3.6 Kondisi Kultur

Eksplan di media prakondisi dan media perlakuan diinkubasi dalam kondisi ruang kultur dengan intensitas cahaya 1.000 – 2.000 *lux* dari lampu fluoresens (*cool white flourescent*) dengan fotoperiodesitas 24 jam terus menerus per hari, dan dengan suhu $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

3.7 Sterilisasi Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti alat diseksi (pinset dan *scalpel*), keramik, botol kultur, gelas ukur, kapas, dan botol Schott disterilisasi basah dengan menggunakan autoklaf. Beberapa peralatan seperti alat diseksi dan keramik disterilisasi dengan kondisi alat yang telah diberi bungkus plastik tahan panas. Kapas disterilisasi dengan cara dimasukkan ke dalam botol kultur steril. Peralatan tersebut disterilisasi menggunakan autoklaf Tomy (ES315) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan $1,2 \text{ kg/cm}^2$

Pada penelitian ini, sterilisasi botol dilakukan dalam dua tahap. Sterilisasi tahap pertama dilakukan dengan menggunakan autoklaf Budenberg (TB10793) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan $1,2 \text{ kg/cm}^2$, kemudian botol direndam selama 1 malam di dalam air yang telah ditambahkan detergen 2 g/l dan 100 ml/l desinfektan (pemutih komersial). Sterilisasi tahap kedua, botol dicuci hingga

bersih, kemudian dibilas dengan air mengalir. Botol yang telah dibilas direndam dengan air panas selama 15 menit, kemudian ditiriskan dan ditutup plastik tahan panas serta diikat karet. Selanjutnya, botol yang telah diikat plastik diautoklaf kembali dengan menggunakan autoklaf Tomy (ES315) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,2 kg/cm².

3.8 Pembuatan Media

Formulasi media dasar yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada media MS (Murashige *and* Skoog, 1962) dengan penambahan beberapa konsentrasi ZPT. Penelitian ini menggunakan dua jenis media, yaitu media prakondisi dan media perlakuan. Penanaman eksplan pada media prakondisi bertujuan untuk menginduksi pertumbuhan awal dan mendapatkan eksplan yang bebas kontaminan. Media prakondisi dan regenerasi terdiri dari garam-garam MS, vitamin MS (0,1 mg/l tiamin-HCl, 0,5 mg/l piridoksin-HCl, 0,5 mg/l asam nikotinat, dan 2 mg/l glisin), 100 mg/l mio inositol, 30 g/l sukrosa, 200 mg/l asam askorbat, 150 mg/l asam sitrat, dan 2,5 mg/l benziladenine (BA). Media perlakuan terdiri dari garam-garam MS, vitamin MS (0,1 mg/l tiamin-HCl, 0,5 mg/l piridoksin-HCl, 0,5 mg/l asam nikotinat, dan 2 mg/l glisin), 100 mg/l mio inositol, 30 g/l sukrosa, 200 mg/l asam askorbat, 150 mg/l asam sitrat, dan ZPT sesuai perlakuan.

Pembuatan media dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan seperti gelas ukur, gelas beaker, pipet tetes, pinset, spatula, *magnetic stirrer*, panci, larutan stok media MS, gula, agar-agar, asam askorbat, asam sitrat, stok ZPT (BA dan TDZ). Media prakondisi dibuat dengan melarutkan garam-garam MS, 200 mg/l asam askorbat, 150 mg/l asam sitrat, 30 gr/l sukrosa, dan 2,5 mg/l BA. Setelah homogen, larutan kemudian ditera hingga mencapai volume 1 liter dan dihomogenkan kembali serta ditetapkan pH awal media pada pH 5,8. Penetapan pH dilakukan dengan menambahkan KOH 1 N apabila pH kurang dari 5,8 dan menambahkan HCl 1 N apabila pH lebih dari 5,8.

Tahapan pembuatan media perlakuan dan regenerasi *scalp* sama dengan pembuatan media prakondisi, hal yang membedakan pembuatan media ini terletak pada jenis dan taraf konsentrasi ZPT yang digunakan. Konsentrasi ZPT ditambahkan sesuai dengan jenis perlakuan yang telah ditetapkan. Setelah pH media mencapai 5,8, media dimasak bersama 8 g/l agar-agar hingga mendidih. Selama proses memasak, media harus terus diaduk supaya agar benar-benar larut dan tercampur rata. Setelah mendidih, media dimasukkan ke dalam botol kultur steril yang telah diberi label komposisi media. Pelabelan komposisi media bertujuan untuk membedakan jenis media yang terdapat dalam botol kultur. Botol kultur berisi media kemudian disterilisasi dengan autoklaf selama 10 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,2 kg/cm². Media yang telah disterilisasi kemudian didinginkan dan dimasukkan ke ruang penyimpanan media.

3.9 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan yang disusun secara tunggal atau satu faktor. Faktor tersebut berupa penambahan beberapa ZPT sitokinin, yaitu, kontrol, thidiazuron (1,2,3 mg/l) dan benziladenine (2 mg/l). Terdapat 7 perlakuan dimana pada masing-masing percobaan disusun berulang sebanyak 3 ulangan sehingga terdapat 21 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 4 botol kultur yang pada masing-masing botolnya diisi satu eksplan, sehingga diperoleh 84 eksplan. Adapun susunan perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

P0 = MS0 (Kontrol)

P1 = MS+1 mg/l TDZ

P2 = MS+2 mg/l TDZ

P3 = MS+3 mg/l TDZ

P4 = MS+1 mg/l TDZ+2 mg/l BA

P5 = MS+2 mg/l TDZ+2 mg/l BA

P6 = MS+3 mg/l TDZ+2 mg/l BA

Keseragaman dalam penelitian ini diuji dengan menggunakan uji Bartlett, kemudian aditifitas data diuji dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, maka dilakukan analisis ragam. Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf α 5%.

3.10 Pengamatan

Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pertumbuhan eksplan pada media prakondisi.
Pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta kontaminan yang diamati hingga 4 MST (minggu setelah tanam).
2. Jumlah tunas.
Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah tunas aksilar dan tunas apikal yang muncul pada setiap eksplan dengan ukuran $> 0,5$ cm.
3. Panjang tunas.
Pengamatan dilakukan dengan mengukur panjang tunas yang tumbuh dengan menggunakan penggaris.
4. Jumlah *scalp*.
Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah *scalp* yang terbentuk pada eksplan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kultur in vitro pisang Mas Kirana, aplikasi 1 mg/l TDZ atau kombinasinya dengan 2 mg/l BA tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas. Peningkatan konsentrasi TDZ selanjutnya menyebabkan penurunan jumlah tunas; jumlah tunas tertinggi (± 7 tunas) diperoleh pada konsentrasi 1 mg/l TDZ.
2. Pada kultur in vitro pisang Mas Kirana, aplikasi 1-3 mg/l TDZ atau kombinasinya dengan 2 mg/l BA menyebabkan peningkatan *scalp*; jumlah *scalp* terbanyak diperoleh pada konsentrasi 3 mg/l TDZ.
3. Pada kultur in vitro pisang Mas Kirana, aplikasi pengkombinasian 2 mg/l BA dengan TDZ tidak berpengaruh terhadap jumlah tunas dan *scalp*, dibandingkan dengan aplikasi TDZ saja.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar dilakukan penelitian serupa, namun dengan menurunkan konsentrasi TDZ yang digunakan. Serta, melakukan pencacahan pada eksplan agar dominansi apikal dipastikan tidak terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., and Faisal, M. 2018. *Thidiazuron: From urea derivative to plant growth regulator*. Springer. Singapore.
- Amanda, G. 2020. *Pola Kemitraan Terbukti Dorong Tingkatkan Ekspor Pisang*. Republika.id. [Pola Kemitraan Terbukti Dorong Tingkatkan Ekspor Pisang | Republika Online](#). Diakses pada 08 Agustus 2024.
- Andarini, A. R. 2018. *Pembentukan Scalp dari Eksplan Primer dan Respon Pertumbuhan dan Perkembangan Scalp Pisang 'Ambon Kuning' Terhadap Berbagai Konsentrasi Benziladenin (BA) In Vitro*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Apriani, R., dan Kurnianingsih, T. M. R. 2016. Penggunaan BA pada mikropropagasi pisang (*Musa paradisiaca* L.) Kultivar Kusto. *Jurnal Biologi Tropis*. 16(1): 25-32.
- Arinaitwe, G., Rubaihayo, P. R., and Magambo, M. J. S. 2000. Proliferation rate effects of cytokinins on banana (*Musa* spp.) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 86(1): 13-21.
- Aryani, T., Mu'awanah, I. A. U., dan Widyantara, A. B. 2018. Karakteristik fisik, kandungan gizi tepung kulit pisang dan perbandingannya terhadap syarat mutu tepung terigu. *JRST*. 2(2): 45-50.
- Ayuwira, M., Hidayat, M., dan Hendri, Y. 2021. Pengaruh kombinasi BAP (*benzylamino purin*) dan TDZ (thidiazuron) terhadap pertumbuhan tunas tanaman pisang kepok tanjung (*Musa acuminata balbisiana*) melalui kultur *in vitro*. *Kenanga Journal of Biological Sciences and Applied Biology*. 1(2): 20-27.
- Bangsawan, R. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Thidiazuron Terhadap Proliferasi Tunas Pisang 'Ambon Kuning' In vitro*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Bidabadi, S. S., Meon, S., and Wahab, Z. 2010. Scalp induction rate responses to cytokinins on proliferating shoot-tips of banana cultivars (*Musa* spp.). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 5(2): 128-134.
- BPS. 2022. *Produksi tanaman buah-buahan 2022*. Dapat diakses pada Badan Pusat Statistik (bps.ugo.id). Diakses pada 23 September 2023.
- Dwivanny, F. M., Wikantika, K., Susanto, A., Ghazali, M. F., Lim, A., dan Kamalesha, G. 2020. *Pisang Indonesia*. ITB Press. Jawa Barat.
- Dwiyani, R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Pelawa Sari. Bali.
- Elhory, S. M. A., Aziz, M. A., Rashid, A. A., and Yunus, A. G. 2009. Prolific plant regeneration through organogenesis from *scalps* of *Musa* sp cv. Tanduk. *African Journal of Biotechnology*. 8(22): 6208-6213.
- Elma, T., Suminar, E., Mubarak, S., Nuraini, A., dan Ariyanto, N. B. 2017. Multiplikasi tunas mikro pisang (*Musa paradisiaca* L.) 'raja bulu' secara *in vitro* pada berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin. *Kultivasi*. 16(3): 418-424.
- Ferreira, M. D. S., Rocha, A. D. J., Nascimento, F. D. S., Oliveira, W. D. D. S., Soares, J. M. D. S., Rebouças, T. A., and Amorim, E. P. 2023. The role of somaclonal variation in plant genetic improvement: A systematic review. *Agronomy*. 13(3): 730.
- Fitramala, E., Khaerunisa, E., Djuita, N. R., Sunarso, H., dan Ratnadewi, D. (2016). Kultur *in vitro* pisang (*Musa paradisiaca* L.) cv. Kepok Merah untuk mikropropagasi cepat. *Menara Perkebunan*. 84(2): 69-75.
- Hapsoro, D., dan Yusnita. 2016. *Kultur Jaringan untuk Perbanyak Klonal Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)* Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Hapsoro, D., dan Yusnita, Y. (2018). *Kultur Jaringan: Teori dan Praktik*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Hapsoro, D., Doni, S., dan Yusnita, Y. 2017. Pengaruh konsentrasi benziladenin dan sukrosa terhadap multiplikasi tunas pisang raja bulu (AAB) *in vitro*. *Prosiding seminar nasional BKS PTN wilayah barat bidang pertanian 2017*. 59-64.
- Hasan, S. A., and Khasim, S. M. 2015. Evaluation of different cytokinins for *in vitro* multiplication of banana var. Robusta. *International Journal of Agricultural Science and Research*. 5(3): 47-54.

- Hossain, M. A., Rubel, M. H., Nasiruddin, K. M., and Evamoni, F. Z. 2016. Influence of BAP and NAA on in vitro plantlet regeneration of local and exotic banana cultivars. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*. 6(2): 553-564.
- Hutami, S., Mariska, I., dan Supriati, Y. 2006. Peningkatan keragaman genetik tanaman melalui keragaman somaklonal. *Jurnal AgroBiogen*. 2(2): 81-88.
- Ikhsandi, A. 2017. *Pembentukan Scalp dan Tunas Pada Kultur In vitro Tanaman Pisang 'Ambon Kuning' Sebagai Respons Terhadap Berbagai Konsentrasi Thidiazuron*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Irjayanti, A. D., Wibowo, A. S., Stiyaningsih, H., Putri, I. Gitaningtyas, O. P., Areka, S.K., Suprapti, W., dan Nurfalah, Z. 2023. *Statistik Hortikultura 2022*. BPS RI. Jakarta.
- Jain. 2016. *Plant Tissue Culture Lab Practices Made Easy (For Beginners)*. Maharaja Ranjit International E Publication. Indore.
- Jannah, N. R., Hidayat, M., dan Hendri, Y. 2021. Pengaruh kombinasi BAP (*Benzylamino purin*) dan TDZ (Thidiazuron) terhadap pertumbuhan tanaman pisang cavendish (*Musa acuminata cavendish*) melalui kultur *in vitro*. *Kenanga Journal of Biological Sciences and Applied Biology*. 1(2): 28-34.
- Juli, N. A., and Khalid, N. 2002. Comparative analysis of regenerants between single and naked meristem (*scalps*) of *Musa acuminata* var. Berangan. *Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*. 10(2): 127-131.
- Khawar, K., Sancak, C., Uranbey, S., and Özcan, S. 2004. Effect of thidiazuron on shoot regeneration from different explants of lentil (*Lens culinaris* Medik.) via organogenesis. *Turkish Journal of Botany*. 28(4): 421-426.
- Lee, S. W. 2001. *Thidiazuron in the improvement of banana micropropagation*. In II International Symposium on Biotechnology of Tropical and Subtropical Species 692. pp. 67-74.
- Lee, S. W. 2005. Thidiazuron in the improvement of banana micropropagation. *Acta Horticulturae*. 692: 67-74.
- Mangena, P. 2020. Benzyl adenine in plant tissue culture-succinct analysis of the overall influence in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] seed and shoot culture establishment. *Journal of Biotech Research*. 11: 23-34.
- Manjula, R., Praveen, J., Sunnaiah, K. V., Swamy, G. S. K., and Prabhuling, G. 2015. Enhancement of *in vitro* shoot multiplication in banana cv. Rajapuri (AAB) using TDZ. *Research Journal of Biotechnology*. 10(5): 5-10.

- Maulida, D., Erfa, L., dan Sesanti, R. N. 2018. Multiplikasi mata tunas pisang cavendish *in vitro* pada berbagai konsentrasi benziladenin. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18(1): 18-23.
- Mithila, J., Hall, J., Victor, J. M. R., and Saxena, P. 2003. Thidiazuron induces shoot organogenesis at low concentrations and somatic embryogenesis at high concentrations on leaf and petiole explants of African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.). *Plant Cell Reports*. 21: 408-414.
- Murashige, T., and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assay with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*. 14: 473-497.
- Murthy, B. N. S., Murch, S. J., and Saxena, P. K. 1995. Thidiazuron-induced somatic embryogenesis in intact seedlings of peanut (*Arachis hypogaea*): endogenous growth regulator levels and significance of cotyledons. *Physiologia Plantarum*. 94(2): 268-276.
- Nurfazizah, R., Susanto, S., dan Widodo, W. D. 2019. Karakterisasi dan daya simpan empat aksesori buah pisang tanduk (*Musa*. sp AAB). *Buletin Agrohorti*. 7(3): 303-310.
- Nurhanis, S. E., Wulandari, R. S., dan Suryantini, R. 2019. Korelasi konsentrasi IAA dan BAP terhadap pertumbuhan kultur jaringan sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Hutan Lestari*. 7(2): 857-867.
- Purwoko, B. S., dan Suryana, K. 2000. Efek suhu simpan dan pelapis terhadap perubahan kualitas buah pisang cavendish. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 28(3): 77-84.
- Rios, G., Añez, N., Ramírez, M., Bracho, B., Araujo, D., Suárez, H., and Nava, J. 2013. In vitro culture of buds, treated with benzyladenine, coming from whole and sectioned corms of plantain "Cambur Manzano". *Bioagro*. 25(2): 13-142.
- Rugayah, R., Nurahmawati, K., Ermawati, E., dan Kushendarto, N. (2021). Pengaruh konsentrasi benziladenin (BA) pada pertumbuhan spatifilum (*Spathyphyllum wallisii*). *Agrotropika Fakultas Pertanian Unila*. 20(1): 28-34.
- Salmawati. 2021. *Pengaruh Pemberian Thidiazuron (TDZ) dan Arang Aktif Terhadap Multiplikasi Porang (Amorphophallus muelleri Blume.) Secara In vitro*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.

- Satria, R., Erawati, D. N., Taufika, R., Triwidiarto, C., dan Cahyaningrum, D. G. 2022. Perbanyak vanili (*Vanilla planifolia* Andrews.) dengan penambahan kinetin melalui teknik kultur jaringan efek. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*. 270-279.
- Statista. 2023. *Leading producers of bananas worldwide in 2021, by country (in thousand metric tons)*. Dapat diakses pada [Global leading producers of bananas 2021 | Statista](#). Diakses pada 23 September, 2023.
- Suaib dan Sadimantara, I. G. R. 2014. *Kultur Jaringan Tanaman*. Sulo Printing. Kendari.
- Sukmadjaja, D., Purnamaningsih, R., dan Priyatno, T. P. 2013. Seleksi *in vitro* dan pengujian mutan tanaman pisang ambon kuning untuk ketahanan terhadap penyakit layu fusarium. *Jurnal AgroBiogen*. 9(2): 66-76.
- Sulichantini, E. D., Nazari, A. P. D., dan Nuansyah, A. 2023. Aplikasi kombinasi jenis dan konsentrasi antioksidan yang berbeda sebagai penghambat *browning* pada perbanyak pisang cavendish secara kultur jaringan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 5(2): 78-83.
- Sulistiani, E., dan Yani, S. A. 2012. *Produksi Bibit Tanaman dengan Menggunakan Teknik Kultur Jaringan*. Seameo Biotrop. Bogor.
- Suyanti, S., dan Ahmad, S. 2008. *Pisang Budidaya, Pengolahan dan prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tjitrosoepomo, G. 2000. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Trubus, P. R. 2003. *Berkebun Pisang Secara Intensif*. Niaga Swadaya. Jakarta.
- Utomo, B., Marsiti, C. I. R., dan Damiaty, D. 2018. Uji kualitas tepung pisang mas (*Musa acuminata*). *Jurnal Bosaparis: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*. 9(3): 189-199.
- Yusnita, Y., Danial, E., dan Hapsoro, D. 2015. In vitro shoot regeneration of indonesian bananas (*Musa* spp.) cv. ambon kuning and raja bulu, plantlet acclimatization and field performance. *Agrivita*. 37(1): 51-58.
- Yusnita, Y. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman sebagai Teknik Penting Bioteknologi untuk Menunjang Pembangunan Pertanian*. Aura Publishing. Bandar Lampung.
- Yusnita, Y. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman Pisang*. CV Anugrah Utama Raharja (AURA). Bandar Lampung.