

**PENGARUH KONSENTRASI *BENZYL AMINO PURIN* DAN
INDOLE ACETIC ACID DALAM MULTIPLIKASI TUNAS
PISANG MERAH (*Musa acuminata* Red Dacca) ASAL
BANTEN SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Jurusan
Agroekoteknologi**



IRFAN ANSHORI

NIM : 4442180009

**JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : PENGARUH KONSENTRASI *BENZYL AMINO PURIN* DAN *INDOLE ACETIC ACID* DALAM MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MERAH (*Musa acuminata* Red Dacca) ASAL BANTEN SECARA *IN VITRO*

Oleh : IRFAN ANSHORI
NIM : 4442180009

Serang, September 2022

Menyetujui dan Mengesahkan :

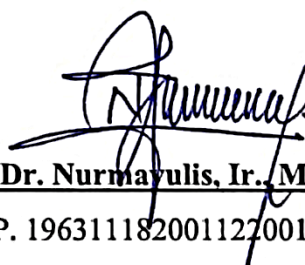
Dosen Pembimbing I,



Sulastris Isminingsih, S.P., M.Si.

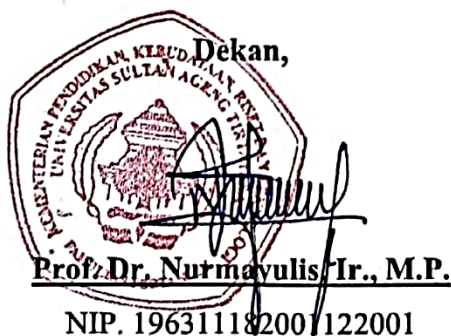
NIP. 197605032005012002

Dosen Pembimbing II,



Prof. Dr. Nurmawulis, Ir., M.P.

NIP. 196311182001122001



Dekan,
Prof. Dr. Nurmawulis, Ir., M.P.
NIP. 196311182001122001

Ketua Jurusan,



Andi Apriany Fatmawaty, Ir., M.P.
NIP. 196904072003122001

Tanggal Sidang : 21 September 2022

Tanggal Lulus : 21 OCT 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irfan Anshori

NIM : 4442180009

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul :

PENGARUH KONSENTRASI *BENZYL AMINO PURIN* DAN *INDOLE ACETIC ACID* DALAM MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MERAH (*Musa acuminata* Red Dacca) ASAL BANTEN SECARA *IN VITRO*

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa skripsi saya merupakan jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan hukum yang berlaku.

Serang, September 2022



Irfan Anshori

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua Saya Tercinta

Bapak Ahmad Hadi dan Ibu Anis yang telah mencurahkan cinta dan kasih sayangnya. Do'a dan harapan yang senantiasa kalian berikan dapat menjadikan kekuatan besar untuk saya agar tetap semangat dalam mencapai cita-cita dan harapan untuk kehidupan yang lebih baik. Semoga apa yang telah diberikan dapat menjadi amal jariyah dan mampu membawa kalian ke Jannah-nya.

Ida Farida, Dede Sulaeman, Hanif Muslim

Ketiga kaka kandung saya yang senantiasa mampu memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai adik, tentu masih banyak sekali kekurangannya. Terima kasih banyak telah memotivasi banyak hal kepada saya sehingga saya mampu menjadi seseorang yang Tangguh.

Sulasri Isminingsih, S.P., M.Si dan Prof. Dr. Nurmayulis, Ir., M.P.

Dosen pembimbing yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, saran dan masukan untuk keberhasilan saya. Terima kasih atas ilmu yang telah diberikan, semoga apa yang telah diajarkan kepada saya dapat menjadi amal jariyah. Semoga sehat selalu.

Sabrina Wien Kusmutafmi

Terima kasih sudah menerima saya dengan apa adanya dan selalu menemani saya, do'a dan dukungan yang diberikan dapat menjadi semangat untuk saya menggapai cita dan harapan.

Rekan Penelitian, DP Brotherhood, Agroeka, dan Agraprana

Terima kasih banyak untuk rekan-rekan yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada saya, semoga sehat selalu dan semoga silaturahmi kita dapat tetap terjaga.

My Self

Terima kasih sudah berjuang dan berhasil mencapai titik ini.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of Benzyl Amino Purin and Indole Acetic Acid concentrations in red banana shoot multiplication in vitro. This research was conducted at the Laboratory of Biotechnology and Plant Physiology, Sultan Ageng Tirtayasa University from March 2022 to May 2022. The research design used was a factorial randomized block design consisting of two factors. The first factor is the concentration of BAP which consists of three levels, namely 0 ppm, 2 ppm and 4 ppm. The second factor is the concentration of IAA which consists of three levels, namely 0 ppm, 0.25 ppm and 0.50 ppm. The concentration of 2 ppm BAP gave the best results on the parameters of the number of shoots aged 2 Weeks After Planting (2.06 shoots), 4 WAP (2.38 shoots) and 6 WAP (2.50 shoots), the number of leaves aged 2 WAP (1.34 strands), 4 WAP (1.91 strands), 6 WAP (2.16 strands). The concentration of BAP 0 ppm gave the best results for the parameter of leaf emergence time (1.22 WAP). The concentration of IAA 0 ppm gave the best results on the parameter of the number of leaves at 2 WAP (1.36 strands). IAA concentration of 0.25 ppm gave the best results on the parameters of the number of roots aged 2 WAP (1.50 roots), 4 WAP (1.65 roots) and 6 WAP (1.78 roots). There was no interaction between the two treatments. The percentage of live explants produced was 100%. The percentage of browning and contamination is 0%.

Keywords : BAP, IAA, Red banana, Multiplication

RINGKASAN

Irfan Anshori. 2022. Pengaruh Konsentrasi *Benzyl Amino Purin* dan *Indole Acetic Acid* Dalam Multiplikasi Tunas Pisang Merah (*Musa acuminata* Red Dacca) Asal Banten Secara *In Vitro*. Dibimbing oleh Sulastri Isminingsih dan Nurmayulis.

Tanaman pisang (*Musa acuminata* L.) merupakan komoditas hortikultura yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan pisang di pasaran tidak diimbangi dengan produksi yang ada, kendala utama dari produksi pisang adalah ketersediaan bibit tanaman sehingga produksi pisang belum mampu memenuhi kebutuhan konsumen. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan perbanyakan secara *in vitro* melalui kultur mata tunas dengan pemberian zat pengatur tumbuh BAP dan IAA sebagai zat pengatur tumbuh sitokinin dan auksin yang mampu membelah sel dan memperbesar ukuran sel sehingga mampu merangsang pembentukan tunas dan pertumbuhan pada eksplan pisang merah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi BAP dan IAA terhadap multiplikasi tunas pisang merah secara *in vitro*. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi BAP yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 0 ppm, 2 ppm dan 4 ppm. Faktor kedua yaitu konsentrasi IAA yang terdiri dari 3 taraf, yaitu 0 ppm, 0,25 ppm dan 0,50 ppm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi BAP dan IAA memberikan pengaruh terhadap multiplikasi tunas pisang merah. Perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah tunas pada umur 2 MST sebesar 2,06 tunas, umur 4 MST sebesar 2,38 tunas dan umur 6 MST sebesar 2,50 tunas, pada jumlah daun umur 2 MST sebesar 1,34 helai, umur 4 MST sebesar 1,91 helai, dan umur 6 MST sebesar 2,16 helai, Konsentrasi 0 ppm BAP berpengaruh nyata terhadap waktu muncul daun sebesar 1,22 MST. Perlakuan konsentrasi 0 ppm IAA memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun pada umur 2 MST sebesar 1,36 helai. Konsentrasi 0,25 ppm IAA berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah akar pada umur 2 MST sebesar 1,50 akar, umur 4 MST sebesar 1,65 akar dan umur 6 MST sebesar 1,78 akar. Tidak terdapat interaksi di antara kedua perlakuan. Persentase eksplan hidup yang dihasilkan sebesar 100%. Persentase browning dan kontaminasi dalam penelitian ini sebesar 0%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan hasil penelitian dengan judul “Pengaruh Konsentrasi *Benzyl Amino Purin* dan *Indole Acetic Acid* Dalam Multiplikasi Tunas Pisang Merah (*Musa acuminata* Red Dacca) Asal Banten Secara *In Vitro*”. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dengan segala kerendahan hati dan keikhlasan kepada :

1. Ibu Sulastri Isminingsih, S.P., M.Si. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan nasehatnya kepada penulis
2. Prof. Dr. Nurmayulis, Ir., M.P. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan nasehatnya kepada penulis
3. Dr. Susiyanti, S.P., M.P. sebagai dosen penelaah yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis
4. Ibu Andi Apriany Fatmawaty, Ir., M.P. sebagai Ketua Jurusan Agroekoteknologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Prof. Dr. Nurmayulis, Ir., M.P. sebagai Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Ibu Sulastri Isminingsih, S.P., M.Si. sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, dorongan dan nasehat.
7. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga besar yang telah memberikan dorongan baik secara fisik maupun verbal kepada penulis.
8. Staf Laboratorium Agroekoteknologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah membimbing dan memberikan arahan selama penelitian.
9. Teman-teman seperjuangan agroekoteknologi 2018 yang selalu mendukung dan memberikan semangat untuk keberhasilan penulis.

Akhir kata penulis sampaikan terima kasih, semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Serang, September 2022

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Serang pada tanggal 11 Mei 2000 sebagai anak ke-4 dari 4 bersaudara yang merupakan putra dari bapak Ahmad Hadi dan Ibu Anis. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2005-2006 di TK Miftahul Qulub. Tahun 2006-2012 di SD Negeri Petir 2. Tahun 2012-2015 penulis melanjutkan sekolah di SMP Negeri 1 Petir, dan pada tahun 2015-2018 penulis melanjutkan jenjang pendidikan di SMA Negeri 1 Petir. Penulis menempuh pendidikan S1 pada Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, melalui jalur prestasi Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Semasa kuliah penulis aktif mengikuti berbagai organisasi, pada tahun 2019 penulis menjabat sebagai anggota direktorat budidaya Himpunan Mahasiswa Agronomi (HIMAGRON). Pada tahun 2021 penulis menjabat sebagai anggota UKM Olahraga Untirta Badminton Club, dan pada tahun 2021-2022 penulis menjabat sebagai Zetizen Icon Environment 2021.

Selain aktif di berbagai organisasi, untuk meningkatkan keilmuannya penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium untuk mata kuliah Bioteknologi Tanaman. Kemudian pada tahun 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Panyaungan Jaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Profesi di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Umum Tanaman Pisang	5
2.2. Sistematika dan Morfologi Tanaman Pisang.....	6
2.3. Kultur Jaringan	10
2.4. Media Kultur Jaringan.....	12
2.5. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	13
2.5.1. Sitokinin	14
2.5.2. Auksin	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Jenis, Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Metode Penelitian.....	18
3.3.1. Rancangan Penelitian.....	18

3.3.2. Rancangan Analisis.....	19
3.3.3. Rancangan Respon.....	20
3.3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Kondisi Umum Penelitian	25
4.2. Parameter Pengamatan	26
4.2.1. Tinggi Eksplan	27
4.2.2. Waktu Muncul Tunas Baru	30
4.2.3. Waktu Muncul Daun.....	32
4.2.4. Waktu Muncul Akar.....	34
4.2.5. Jumlah Tunas	36
4.2.6. Jumlah Daun	41
4.2.7. Jumlah Akar	45
4.2.8. Persentase Eksplan Hidup (%).....	50
4.2.9. Persentase Browning (%).....	52
4.2.10. Persentase Kontaminasi (%).....	54
BAB V PENUTUP	56
5.1. Simpulan.....	56
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kombinasi perlakuan konsentrasi BAP dan konsentrasi IAA .	19
Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap pertumbuhan eksplan pisang merah secara <i>in vitro</i> ...	26
Tabel 3. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap tinggi eksplan pisang merah (cm).....	27
Tabel 4. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah (MST).....	30
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul daun eksplan pisang merah (MST).....	32
Tabel 6. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah (MST)	35
Tabel 7. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah tunas eksplan pisang merah (tunas)	37
Tabel 8. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah daun eksplan pisang merah (helai).....	41
Tabel 9. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah akar eksplan pisang merah (akar).....	46
Tabel 10. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase eksplan hidup eksplan pisang merah (%).....	50
Tabel 11. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase <i>browning</i> eksplan pisang merah (MST).....	52
Tabel 12. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase kontaminasi eksplan pisang merah (MST).....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman pisang merah	6
Gambar 2. Morfologi tanaman pisang merah (a) akar, (b) bonggol	7
Gambar 3. Batang tanaman pisang merah (a) bagian luar, (b) bagian dalam.....	8
Gambar 4. Daun tanaman pisang merah (a) bentuk daun, (b) ujung daun, (c) pangkal daun.....	9
Gambar 5. Bunga (a) bentuk bunga, (b) bagian luar, (c) bagian dalam ..	9
Gambar 6. Buah (a) buah pisang merah, (b) bentuk buah	10
Gambar 7. Struktur kimia BAP (6-Benzil amino purin).....	15
Gambar 8. Struktur kimia IAA (<i>Indole-3-acetic acid</i>)	16
Gambar 9. Sumber eksplan (a) tanaman pisang merah, (b) bonggol pisang merah.	25
Gambar 10. Grafik rata-rata tinggi eksplan	28
Gambar 11. Tinggi eksplan perlakuan 2 ppm BAP + 0 ppm IAA umur 6 MST	29
Gambar 12. Grafik rata-rata waktu muncul tunas baru	31
Gambar 13. Grafik regresi waktu muncul daun dengan BAP	33
Gambar 14. Grafik regresi waktu muncul daun dengan IAA.....	34
Gambar 15. Grafik rata-rata waktu muncul akar	35
Gambar 16. Eksplan membentuk tunas umur 4 MST.....	38
Gambar 17. Grafik regresi jumlah tunas dengan BAP	39
Gambar 18. Grafik regresi jumlah tunas dengan IAA.....	40
Gambar 19. Eksplan membentuk daun umur 4 MST	42
Gambar 20. Grafik regresi jumlah daun dengan BAP	43
Gambar 21. Grafik regresi jumlah daun dengan IAA.....	44
Gambar 22. Akar eksplan pada perlakuan 0 ppm BAP + 0,25 ppm IAA..	47
Gambar 23. Grafik regresi jumlah akar dengan BAP.....	48
Gambar 24. Grafik regresi jumlah akar dengan IAA	49
Gambar 25. Eksplan hidup umur 6 MST.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jadwal pelaksanaan penelitian (Maret-Mei 2022).....	64
Lampiran 2. Tata letak percobaan.....	65
Lampiran 3. Perhitungan kebutuhan ZPT BAP dan IAA	66
Lampiran 4. Komposisi media MS	68
Lampiran 5. Deskripsi tanaman pisang merah.....	69
Lampiran 6. Diagram alir penelitian	72
Lampiran 7. Pertumbuhan eksplan pada setiap perlakuan zat pengatur tumbuh BAP dan IAA	73
Lampiran 8. Hasil sidik ragam tinggi eksplan	78
Lampiran 9. Hasil sidik ragam waktu muncul tunas baru, waktu muncul akar, dan waktu muncul daun	79
Lampiran 10. Hasil sidik ragam jumlah tunas	80
Lampiran 11. Hasil sidik ragam jumlah daun	81
Lampiran 12. Hasil sidik ragam jumlah akar	82
Lampiran 13. Tauladan sidik ragam jumlah tunas umur 6 MST	83
Lampiran 14. Analisis regresi waktu muncul daun.....	87
Lampiran 15. Analisis regresi jumlah tunas.....	88
Lampiran 16. Analisis regresi jumlah daun	90
Lampiran 17. Analisis regresi jumlah akar	92
Lampiran 18. Dokumentasi penelitian	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pisang (*Musa* sp.) merupakan tanaman hortikultura yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Pisang merupakan tanaman buah yang bernilai ekonomi tinggi, tanaman ini menjadi komoditi pertanian global terpenting nomor empat setelah beras, gandum dan susu (Ade, 2019). Menurut Saragih (2018), lebih dari 200 jenis pisang terdapat di Indonesia. Tingginya keragaman ini, memberikan peluang pada Indonesia untuk dapat memanfaatkan dan memilih jenis pisang komersial yang dibutuhkan oleh konsumen. Disamping untuk konsumsi segar beberapa kultivar pisang di Indonesia juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri olahan pisang misalnya industri kripik, sale dan tepung pisang.

Salah satu pisang yang digemari oleh masyarakat yaitu pisang merah. Pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten merupakan salah satu jenis pisang meja yang memiliki nilai gizi yang baik, dari segi penampilan jenis pisang ini memiliki keunikan dari jenis pisang lainnya, yaitu ukuran buah dan warna kulitnya yang merah seperti udang membuatnya jadi daya tarik tersendiri, sehingga dapat bernilai ekonomis. Pisang merah sangat berpotensi besar untuk dikembangkan di wilayah Provinsi Banten, karena Banten memiliki wilayah yang cocok untuk pengembangan pisang merah dan hampir di setiap wilayah Banten dapat ditemukan jenis pisang merah, terutama di daerah Kecamatan Carita, Kabupaten Pandeglang,

Menurut Rosalina *et al.* (2018), dalam tepung pisang merah terkandung karbohidrat sebesar 86,66%, protein sebesar 3,6% dan juga terkandung vitamin C sebesar 24,64 mg/100 g bahan. Wardhany (2014), rata-rata kandungan setiap 100 g daging buah pisang terdiri atas energi 90 kkal, karbohidrat 22,84 g, protein 1,09 g, lemak 0,33 g, serat 2,6 g, kalsium 5 mg, fosfor 22 mg, zat besi 0,26 mg, tembaga 0,078 mg, potassium 358 mg, magnesium 27 mg, vitamin A 64 mg, vitamin B1 0,031 mg, vitamin C 8,7 mg, vitamin E 0,1 mg.

Banten merupakan salah satu daerah yang menyuplai produk pisang di pasaran. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik produksi pisang di Banten selama tiga tahun terakhir yaitu 2018-2020 mengalami penurunan dan peningkatan. Pada

tahun 2018 jumlah produksi pisang di Banten mencapai 277.771 ton, namun pada tahun 2019 jumlah produksi pisang di Banten mengalami penurunan dari tahun 2018 yaitu menjadi 257.342 ton, akan tetapi pada tahun 2020 jumlah produksi pisang di Banten mengalami peningkatan dari tahun 2019 yaitu menjadi 290.266 ton (BPS, 2020).

Kendala utama dari produksi pisang adalah ketersediaan bibit tanaman. Kebutuhan pisang di pasaran tidak diimbangi dengan produksi yang ada. Perbanyakan pisang biasanya dilakukan dengan menggunakan anak-anakan pisang yang tumbuh di sekitar induk tanaman. Bila cara ini terus dipertahankan, maka lama kelamaan ketersediaan bibit pisang yang berkualitas akan semakin berkurang (Eriansyah *et al.*, 2014). Menurut Sihotang *et al.* (2016), strategi untuk mengatasi permasalahan ketersediaan bibit yang berkualitas adalah dengan peningkatan produktivitas, dimana tahap awal yang dilakukan yaitu penyediaan bibit pisang yang berkualitas menggunakan teknologi modern seperti perbanyakan dengan teknik kultur jaringan sehingga ketersediaan bibit pisang berkualitas dan sehat dalam jumlah banyak dapat dihasilkan dengan waktu yang singkat.

Keberhasilan dalam perbanyakan secara *in vitro* sangat dipengaruhi oleh komposisi media tanam. Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam media kultur jaringan merupakan komponen penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara *in vitro*. Menurut Eriansyah *et al.* (2014), media tanam kultur jaringan terdiri dari unsur hara makro, unsur hara mikro, vitamin, sumber karbon, serta berbagai macam zat pengatur tumbuh, baik yang sintetik maupun alami dari golongan auksin dan sitokinin. Sadat *et al.* (2018), jenis dan konsentrasi ZPT yang digunakan tergantung pada tujuan dan tahap pengkulturan. Auksin dan sitokinin merupakan ZPT yang dibutuhkan dalam media budidaya jaringan dan diberikan dalam konsentrasi yang sesuai dengan pertumbuhan yang diinginkan. Konsentrasi hormon pertumbuhan pada medium kultur jaringan sangat berperan dalam morfogenesis.

Menurut Pamungkas (2015), jenis zat pengatur tumbuh yang biasa digunakan adalah 6-Benzil amino purin (BAP) dari golongan sitokinin dan Indole-3-acetic acid (IAA) dari golongan auksin. Benzil amino purin merupakan jenis zat pengatur tumbuh yang memiliki jarak yang cukup luas dalam memacu suatu pertumbuhan

sehingga range konsentrasi BAP yang digunakan tidak beresiko menghambat pertumbuhan. BAP pada konsentrasi tertentu berfungsi untuk memacu inisiasi tunas. Bhosale *et al.* (2011), sitokinin seperti BAP dikenal dapat mengurangi dormansi meristem apikal dan dapat menginduksi tunas aksilar serta pembentukan tunas adventif dari eksplan meristematik pisang.

Pada hasil penelitian Zarmiyeeni *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pemberian BAP sebanyak 2 ppm menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,5 tunas dan 2 ppm BAP merupakan konsentrasi yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman pisang. Menurut Ahmed *et al.* (2014), pertumbuhan tunas pisang dapat dirangsang dengan penggunaan zat pengatur tumbuh seperti sitokinin dan auksin, dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan media dengan penambahan kombinasi IAA 2 ppm dan BAP 4 ppm dapat mempercepat pertumbuhan tunas pisang.

IAA merupakan salah satu hormon yang tumbuh berperan untuk memacu pertumbuhan, hal spesifik yang terlihat berupa peningkatan pembesaran sel yang berlangsung ke segala arah secara isodiametrik. Kemampuan IAA dalam proses pengembangan sel terkait dengan kehadiran ZPT lainnya, dimana interaksi antara IAA dan sitokinin yang terbentuk secara alami dapat mendorong pembelahan sel. Auksin juga berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel (Ade, 2019). Menurut Anggraeni (2020), golongan auksin dibedakan atas auksin alami dan auksin sintetik, yang tergolong dalam auksin alami adalah IAA, sedangkan yang tergolong dalam auksin sintetik adalah NAA.

Menurut Triharyanto *et al.* (2018), kombinasi perlakuan tanpa IAA dan 2 ppm BAP dalam multiplikasi pisang raja bulu secara *in vitro* menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,38 tunas, sedangkan pada perlakuan dengan pemberian 0,5 ppm IAA bersamaan dengan 4 ppm BAP mempercepat saat muncul tunas dan saat muncul daun pada multiplikasi pisang Raja Bulu. Satria (2020), menambahkan bahwa pemberian konsentrasi 0,25-0,50 ppm *Indole Acetic Acid* (IAA) memberikan pengaruh signifikan terhadap persentase eksplan menghasilkan tunas sebesar, jumlah tunas setiap eksplan dan tinggi tunas pada multiplikasi tunas pisang raja.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi BAP dan IAA dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten secara *in vitro*.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP yang terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten?
2. Berapakah konsentrasi zat pengatur tumbuh IAA yang terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten?
3. Apakah terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan IAA dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk :

1. Mendapatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten
2. Mendapatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh IAA terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten
3. Mengetahui interaksi antara konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan IAA dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten.

1.4. Hipotesis

1. Pemberian konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP 2 ppm memberikan hasil terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten
2. Pemberian konsentrasi zat pengatur tumbuh IAA 0,25 ppm memberikan hasil terbaik dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten
3. Terdapat interaksi antara konsentrasi zat pengatur tumbuh BAP dan IAA dalam multiplikasi tunas pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) asal Banten.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Tanaman Pisang

Tanaman pisang banyak dibudidayakan di negara-negara Asia Tenggara seperti negara Indonesia, namun tanaman pisang juga telah menyebar ke daerah Afrika, Amerika Tengah dan Amerika Selatan (Yudha *et al.*, 2015). Menurut Zebua (2015), pisang merupakan buah hortikultura yang banyak terdapat di Indonesia. Pertumbuhan terhadap pisang relatif sesuai dan didukung oleh kesuburan tanah dan kondisi iklim yang cocok sehingga tanaman pisang mampu tumbuh di berbagai macam daerah di Indonesia baik dataran rendah atau dataran tinggi.

Berbagai jenis pisang yang ditanam di Indonesia, antara lain pisang kepok, pisang ambon, pisang tanduk, pisang raja, pisang ijo, pisang puri ayu, pisang kuning, pisang susu, pisang mas, pisang cavendish. Sebagai bahan pangan biasanya pisang disajikan dalam bentuk segar sebagai buah-buahan. Buah pisang termasuk jenis buah klimaterik, yaitu jenis buah yang mengalami kenaikan kecepatan respirasi dengan cepat setelah dipanen atau dipetik dari pohonnya. Kenaikan kecepatan respirasi ditandai dengan berbagai perubahan baik fisik maupun kimia yaitu perubahan warna, tekstur, karbohidrat, gula total dan total asam. Kenaikan laju respirasi pada buah-buahan klimaterik adalah indikasi dimulainya proses pematangan (Winarti, 2010). Pisang menjadi sumber kebutuhan nutrisi yang tinggi dibandingkan buah yang lain. Pisang banyak mengandung mineral seperti potasium, magnesium, fosfor, zat besi, dan kalsium. Pisang juga mengandung vitamin B, C, B6, dan serotonin yang membantu fungsi otak (Kiswanto, 2021).

Menurut jenisnya, tanaman pisang dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu *Musa acuminatae*, *Musa balbisiana* dan *Musa paradisiaca*. Jenis tanaman pisang *Musa acuminata* memiliki ciri umum yang mudah dikenali yaitu tidak ada biji dalam buahnya, batang semunya memiliki banyak bercak melebar kecoklatan atau kehitaman, saluran pelepah daunnya membuka, tangkai daun ditutupi lapisan lilin, tangkai buah pendek, kelopak bunga melengkung ke arah bahu setelah membuka, bentuk daun bunga meruncing seperti tombak, warna bunga jantan putih krem. *Musa acuminata* disandikan AA, sedangkan untuk pisang triploid

disandikan AAA, Contoh kultivar pisang yang termasuk dalam kelompok pisang ini adalah pisang ambon (AAA), barangan (AAA), pisang merah (AAA), dan mas (AA). Pisang merah merupakan salah satu varietas pisang yang bergenom AAA. Pisang ini memiliki ciri yang unik dan berbeda dengan jenis pisang lainnya dengan karakteristik morfologi kulit buah yang berwarna ungu-kemerahan serta kandungan kalori yang rendah. Pisang merah termasuk pisang yang dapat bertahan lama dan tahan terhadap penyakit (Isda *et al.*, 2020).



Gambar 1. Tanaman pisang merah.

2.2. Sistematika dan Morfologi Tanaman Pisang

Menurut Kaleka (2013), secara taksonomi tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut:

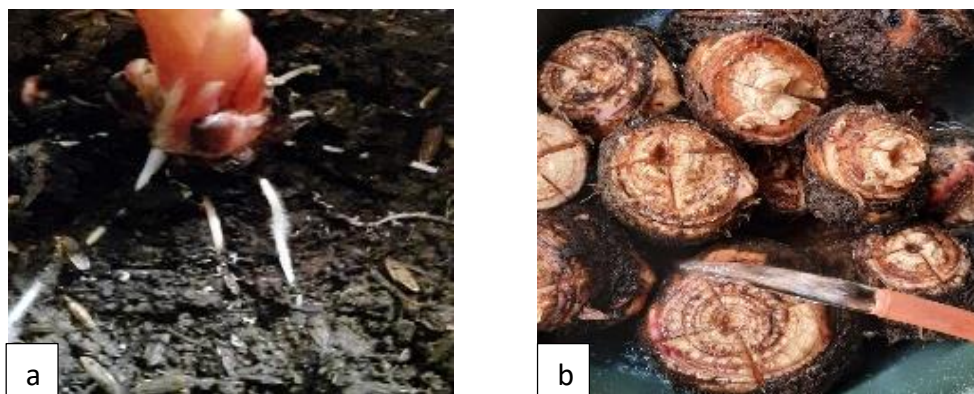
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Famili	: Musaceae
Genus	: <i>Musa</i>
Spesies	: <i>Musa acuminata</i> L.

Pisang merupakan tanaman yang tidak bercabang dan digolongkan dalam terna monokotil. Batangnya yang membentuk pohon merupakan batang semu, yang terdiri dari pelepah-pelepah daun yang tersusun secara teratur, percabangan tanaman bertipe simpodial dengan meristem ujung memanjang dan membentuk bunga lalu buah. Bagian buah bagian bawah batang pisang menggembung berupa

umbi yang disebut bonggol. Pucuk lateral muncul dari kuncup pada bonggol yang selanjutnya tumbuh menjadi tanaman pisang (Kaleka, 2013).

Tanaman pisang terdiri dari batang semu atau pelepah (*pseudostem*), daun (*lamina*), bonggol, akar, dan bunga. Batang semu (*pseudostem*) yang terdiri dari dasar daun yang tersusun rapat. Batang sejati (*true stem/rhizome/corm*) terdapat di bawah tanah. Tanaman pisang menghasilkan 10-15 daun pada saat pembungaan dan berkurang menjadi 5-10 daun pada saat panen. Pembungaan pisang terdiri dari bunga betina yang bentuknya seperti jari buah pisang yang dimakan dan bunga jantan yang dikenal sebagai jantung pisang (Jones dan Daniells, 2015).

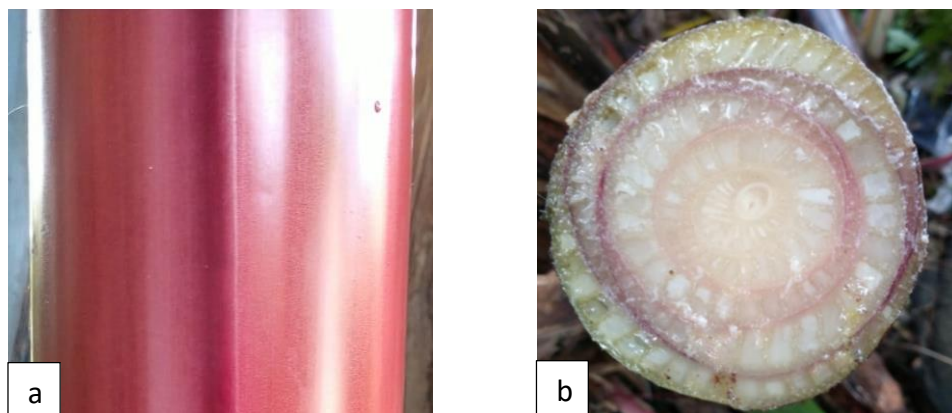
Menurut Satuhu dan Ahmad (2008), sistem perakaran yang berada pada tanaman pisang umumnya tumbuh dari bonggol (*corm*) bagian samping dan bagian bawah, memiliki jenis perakaran serabut. Pertumbuhan akar pada umumnya berkelompok menuju arah samping di bawah permukaan tanah dan mengarah ke dalam tanah mencapai sepanjang 4-5 m. Mudita (2012), sistem perakaran tanaman pisang berupa akar adventif yang lunak. Akar primer memiliki ketebalan berkisar 5-8 mm serta berwarna putih saat masih muda dan sehat. Rhizome yang masih sehat akan menghasilkan akar primer sebanyak 200 sampai 500 akar. Panjang akar yang akan muncul dari umbi berkisar dari 50 hingga 100 cm. Akar dan bonggol tanaman pisang merah dapat lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi tanaman pisang merah (a) akar, (b) bonggol.

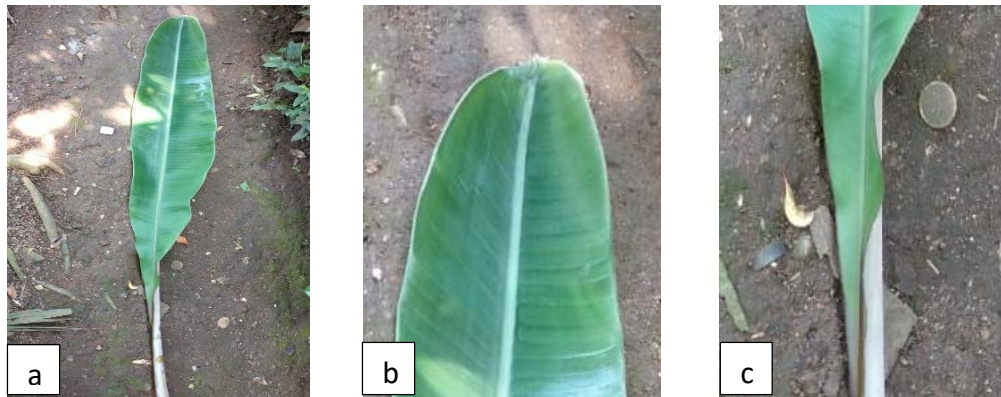
Batang pisang dibedakan menjadi dua macam yaitu batang asli yang disebut bonggol dan batang semu atau juga batang palsu. Bonggol berada di pangkal batang semu dan berada di bawah permukaan tanah serta memiliki banyak mata tunas yang

merupakan calon anakan tanaman pisang dan merupakan tempat tumbuhnya akar. Batang semu tersusun atas pelepah-pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak dan kokoh, serta berada di atas permukaan tanah. Diameter batang sekitar 48 cm. Ketebalan dapat mencapai 20-50 cm (Satuhu dan Ahmad, 2008). Warna batang semu kultivar pisang diantaranya hijau-merah (kultivar Ijo), merah kehijauan (kultivar Kayu, Kombol, Mas Jamak), kuning kehijauan (Ketip, Lomak, Susu Burik), merah (kultivar Kelak, Mas Jogang, Tembaga, Bulan, Lawe, Susu), dan berwarna hijau (kultivar Lilin, Raja, Sabe). Kultivar pisang yang memiliki warna batang semu merah disebabkan karena menghasilkan pigmen antosianin. Perbedaan warna pada batang semu diduga disebabkan karena perbedaan kandungan antosianin pada masing-masing kultivar pisang (Kurnianingsih *et al.*, 2018). Menurut Rahmawati dan Hayati (2013), warna batang semu dasar dominan hijau memiliki kecenderungan pada sifat dari *Musa balbisiana* (Genom B) dan warna selain itu membawa sifat dari *Musa acuminata* (Genom A). Batang tanaman pisang merah dapat dilihat pada Gambar 3.



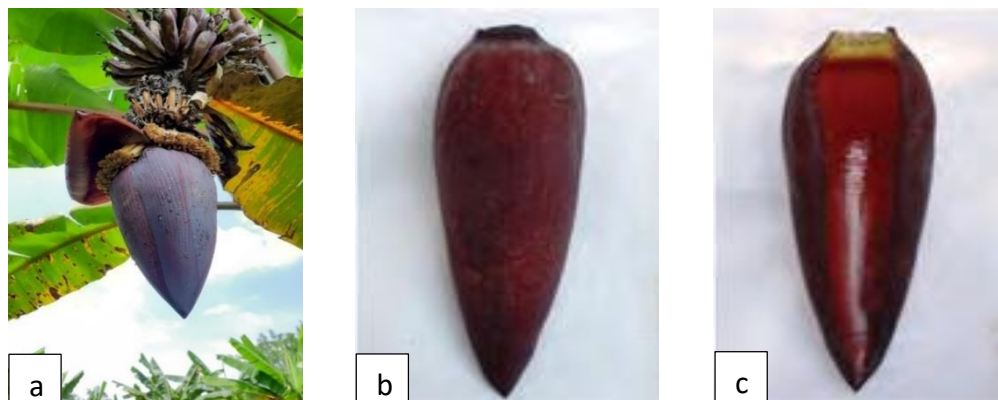
Gambar 3. Batang tanaman pisang merah (a) bagian luar, (b) bagian dalam.

Bentuk daun pisang pada umumnya panjang, lonjong, dengan lebar yang tidak sama, bagian ujung daun tumpul, dan tepinya tersusun rata. Letak daun terpecah dan tersusun dalam tangkai yang berukuran relatif panjang dengan helai daun yang mudah robek (Satuhu dan Ahmad, 2008). Menurut Cahyono (2009), daun tanaman pisang berbentuk lanset memanjang, daun memiliki tangkai yang panjang, berkisar antara 30-40 cm, tangkai daun bersifat agak keras dan kuat serta mengandung banyak air. Daun tanaman pisang merah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Daun tanaman pisang merah (a) bentuk daun, (b) ujung daun, (c) pangkal daun.

Menurut Satuhu dan Ahmad (2008), bunga pisang atau yang sering disebut dengan jantung pisang pada umumnya keluar dari ujung batang. Susunan bunga tersusun atas daun-daun pelindung yang saling menutupi dan bunga-bunganya terletak pada tiap ketiak di antara daun pelindung dan membentuk sisir. Bunga pisang termasuk bunga berumah satu, letak bunga betina di bagian pangkal, sedangkan letak bunga jantan berada di tengah. Bunga sempurna yang terdiri atas bunga jantan dan bunga betina terletak pada bagian ujung. Bunga tanaman pisang merah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bunga (a) bentuk bunga, (b) bagian luar, (c) bagian dalam.
(Sumber : Poerba *et al.*, 2018)

Buah pisang tersusun dalam tandan, tiap tandan terdiri atas beberapa sisir dan tiap sisir terdapat 6-22 buah pisang tergantung varietasnya. Buah pisang umumnya tidak berbiji dan bersifat triploid. Kecuali pada pisang klutuk yang bersifat diploid dan memiliki biji. Proses pembuahan tanpa adanya biji disebut dengan partenokarpi

(Satuhu dan Ahmad, 2008). Menurut Cahyono (2009), tempat tumbuh sisir pisang secara bersusun dikenal dengan nama tandan. Umumnya dalam satu tandan terdapat enam sampai dua puluh sisir, sesuai jenis pisang. Buah yang masih muda berwarna hijau dan berubah menjadi kuning ketika masak dan ukuran menjadi lebih besar. Buah tanaman pisang merah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Buah (a) buah pisang merah, (b) bentuk buah.
(Sumber : Poerba *et al.*, 2018)

2.3. Kultur Jaringan

Teknik kultur jaringan pada awalnya merupakan pembuktian dari teori totipotensi sel, bahwa bagian tanaman mempunyai kemampuan untuk tumbuh dan berkembang menjadi individu atau tanaman yang lengkap. Pada perkembangannya teknik ini digunakan sebagai alternatif perbanyakan tanaman secara vegetative. Kultur jaringan adalah suatu metode untuk mengisolasi bagian tanaman seperti protoplasma, jaringan dan organ, serta ditumbuhkan dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali (Sintha, 2017). Menurut Lathyfah dan Endah (2016), teknik perbanyakan pisang terdapat dua macam, yaitu teknik konvensional dan teknik kultur jaringan. Perbanyakan secara konvensional dilakukan melalui anakan (*sucker*) dan bonggol, membutuhkan waktu cukup lama, bibit yang dihasilkan sedikit dan tidak seragam, serta kesehatan tidak terjamin.

Menurut Hasibuan (2019), perbanyakan dengan menggunakan bibit anakan jumlah anakan yang akan diperoleh setiap rumpun tanaman sangat terbatas hanya sekitar 5-10 anakan. Wahome *et al.* (2021), menambahkan bahwa proses perbanyakan pisang tersebut tentunya membutuhkan waktu yang cukup lama serta

jumlah anakan yang dihasilkan tidak banyak. Selain itu, penyebaran hama dan penyakit yang memanfaatkan bahan tanam untuk berkembang biak juga merupakan kelemahan dari budidaya pisang secara konvensional. Apabila hal tersebut dilakukan secara terus-menerus tidak menutup kemungkinan terjadinya kelangkaan bibit tanaman pisang. Perbanyak tanaman pisang dapat dilakukan dengan teknik kultur *in vitro*, sehingga dapat menghasilkan bibit dalam jumlah besar dalam kurun waktu yang singkat, seragam, tidak bergantung pada iklim, serta kesehatan bibit terjamin. Munculnya teknik kultur jaringan merupakan upaya untuk langkah maju pada bidang bioteknologi dalam pembibitan tanaman pada saat ini. Adanya teknik ini, maka para pembudidaya tanaman mampu untuk memperoleh bibit yang memiliki nilai baik secara kualitas maupun kuantitas.

Teknik *in vitro* sebagai salah satu cara untuk memperbanyak tanaman memiliki prospek yang lebih baik dari pada metode perbanyak vegetatif konvensional. Teknik *in vitro* sangat tepat dalam upaya pelestarian pisang merah karena teknik ini dapat menyediakan bibit tanaman dalam jumlah besar, seragam dan dengan kualitas baik (Wati *et al.*, 2015).

Saat ini teknik perbanyak tanaman melalui kultur *in vitro* telah banyak diterapkan pada tanaman pangan industri salah satunya pada tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.). Para petani pisang sangat menyukai bibit pisang hasil kultur jaringan karena bibit pisang hasil kultur jaringan pertumbuhannya lebih pesat, seragam, dapat disediakan dalam jumlah banyak dengan waktu yang singkat, dan bebas patogen berbahaya (Yatim, 2016). Roy *et al.* (2010), menyatakan bahwa teknik ini menghasilkan multiplikasi yang tinggi, secara genetik seragam, dan bahan tanamnya bebas hama dan penyakit. Selain itu, bibit pisang yang dihasilkan secara *in vitro* lebih cepat tumbuh dan menghasilkan anakan lebih banyak. Bibit kultur jaringan yang bermutu dapat dihasilkan dengan beberapa komponen, yaitu prasarana, bahan kimia untuk pembuatan media, varietas unggul dan tenaga ahli. Prasarana berupa laboratorium yang memenuhi syarat, rumah kaca atau plastik untuk membesarkan bibit yang masih sangat kecil (*plantlet*).

Menurut Pamungkas (2015), kelebihan dari perbanyak dengan teknik kultur jaringan diantaranya adalah penyediaan bibit dapat di program sesuai kebutuhan dan jumlah, sifat unggul tetua tetap dimiliki, bibit yang dihasilkan lebih

bebas hama dan penyakit (perbanyakkan aseptik), dan memiliki keseragaman bahan tanaman yang bagus. Dewi (2016), teknologi budidaya pisang cakupannya luas, namun yang paling dasar dan sangat menentukan hasil adalah penyediaan bibit yang bermutu. Penyediaan bibit melalui kultur jaringan sangat dimungkinkan mendapatkan bahan tanam dalam jumlah besar dalam waktu singkat bibit kondisinya sehat dan seragam.

2.4. Media Kultur Jaringan

Media kultur merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam perbanyakkan tanaman secara kultur jaringan, dan berbagai komposisi media kultur telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikulturkan. Kultur jaringan memerlukan media buatan yang terdiri dari unsur makro dan mikro dalam bentuk garam, asam amino, vitamin, suplemen organik, sumber karbon, dan ZPT. Media merupakan salah satu faktor yang penting dalam kultur jaringan. Media tumbuh pada sistem kultur jaringan harus dapat memenuhi kebutuhan eksplan. Umumnya, media dalam kultur jaringan merupakan campuran air dan hara yang mengandung garam-garam anorganik dan zat pengatur tumbuh. Garam-garam anorganik menyediakan unsur-unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg dan Na) dan unsur hara mikro (B, Co, Mn, I, Fe, Zn, dan Cu) (Zulikhwan, 2018).

Media kultur jaringan dibedakan menjadi dua yaitu media dasar dan media perlakuan. Media dasar yang sering digunakan untuk teknik kultur jaringan adalah *Murashige and Skoog* (MS). Media *Murashige and Skoog* yang sering digunakan mengandung unsur hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Media untuk kultur jaringan selain memerlukan unsur hara juga memerlukan bahan organik lain seperti gula, vitamin, asam amino, myo inositol, zat pengatur tumbuh dan bahan organik kompleks alami (Zulikhwan, 2018). Menurut Wati *et al.* (2015), *Murashige and Skoog* (MS) merupakan media yang sering digunakan dalam kultur *in vitro* tanaman pisang. Keistimewaan media MS adalah kandungan nitrat, kalium, dan amoniumnya yang tinggi. Nofiyanto *et al.* (2019) menambahkan bahwa media MS terdiri dari unsur hara makro, mikro, vitamin, serta zat pengatur tumbuh (ZPT) untuk menunjang pertumbuhan tunas tanaman pisang.

Menurut Sadat *et al.* (2018), salah satu faktor penentu keberhasilan perbanyakan tanaman secara kultur jaringan adalah media kultur. Komponen media yang menentukan keberhasilan kultur jaringan yaitu jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan. Jenis dan konsentrasi ZPT tergantung pada tujuan dan tahap pengkulturan. Auksin dan sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan dalam media budidaya jaringan dan diberikan dalam konsentrasi yang sesuai dengan pertumbuhan yang diinginkan. Konsentrasi hormon pertumbuhan pada medium kultur jaringan sangat berperan dalam morfogenesis.

2.5. Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Menurut Ismaryati (2010), zat pengatur tumbuh adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah dapat mendorong, menghambat, atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah auksin dan sitokinin. Khasanah (2009), menyatakan bahwa pemberian sitokinin bersama auksin pada medium kultur dapat memacu pembelahan sel dan morfogenesis.

Zat pengatur tumbuh mempunyai peran yang sangat penting dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan eksplan di dalam kultur. Pertumbuhan dan morfogenesis eksplan dalam kultur *in vitro* diatur oleh interaksi dan keseimbangan zat pengatur tumbuh pada media dengan hormon endogen yang terdapat dalam eksplan. Zat pengatur tumbuh tanaman terdiri atas lima jenis yaitu auksin, giberelin, sitokinin etilen dan asam absisat. Auksin dapat memacu pertumbuhan akar, giberelin berfungsi untuk pemanjangan sel, sitokinin memacu pembentukan tunas, etilen untuk pematangan buah, asam absisat memacu gugurnya daun (Sintha, 2017).

Menurut Gunawan (2012), penambahan zat pengatur tumbuh eksogen akan mengubah level zat pengatur tumbuh endogen sel. Perimbangan zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang sesuai akan sangat besar pengaruhnya untuk menghasilkan planlet, untuk pertumbuhan dan perkembangan kultur *in vitro* diperlukan komposisi dan atau konsentrasi zat pengatur tumbuh yang berbeda untuk satu varietas dengan varietas lain dari suatu tanaman. Penentuan taraf konsentrasi juga disesuaikan dengan tipe organ atau eksplan, metode kultur jaringan dan tingkat kultur jaringan (pembuatan kalus, induksi tunas dan induksi akar).

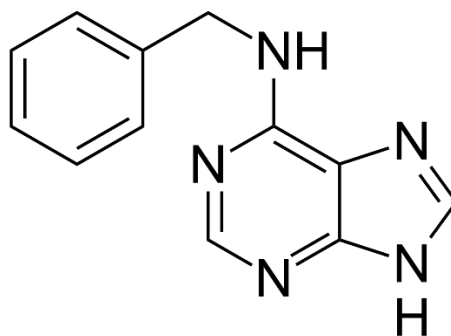
Penggunaan zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan tanaman sangat penting yaitu untuk mengontrol organogenesis dan morfogenesis dalam pembentukan dan perkembangan tunas dan akar serta pembentukan kalus. Ada dua golongan zat pengatur tumbuh tanaman yang sering digunakan dalam kultur jaringan, yaitu sitokinin dan auksin. Yang termasuk golongan sitokinin antara lain BA (*benzil adenin*), BAP (*6-Benzil amino purin*), kinetin (*Furfuril amino purin*), 2-*Ip* (*Dimethyl allyl amino purin*), dan zeatin. Penggunaan zat pengatur tumbuh di dalam kultur jaringan tergantung pada arah pertumbuhan jaringan yang diinginkan. Untuk pembentukan tunas pada umumnya digunakan sitokinin, sedangkan untuk pembentukan akar atau pembentukan kalus digunakan auksin (Lestari, 2011).

Menurut Wahidah dan Hasrul (2017), hormon dan zat pengatur tumbuh pada umumnya aktif pada konsentrasi yang sangat rendah, dan pada konsentrasi yang sangat tinggi dapat mengakibatkan kematian pada tanaman, konsentrasi yang sangat rendah dari senyawa kimia tertentu yang diproduksi oleh tanaman dapat memacu atau menghambat pertumbuhan atau diferensiasi pada berbagai macam sel-sel tumbuhan dan dapat mengendalikan perkembangan bagian-bagian organ yang berbeda pada tumbuhan.

2.5.1. Sitokinin

Sitokinin diproduksi dalam jaringan yang sedang tumbuh aktif, khususnya pada akar, embrio, dan buah. Sitokinin yang diproduksi di dalam akar, akan sampai ke jaringan yang dituju, dengan bergerak ke bagian atas tumbuhan di dalam cairan *xylem*. Bekerja bersama-sama dengan auksin, sitokinin menstimulasi pembelahan sel dan mempengaruhi lintasan diferensiasi. Efek sitokinin terhadap pertumbuhan sel dalam kultur jaringan, memberikan petunjuk tentang bagaimana jenis hormon ini berfungsi di dalam tumbuhan yang lengkap. Ketika satu potongan jaringan parenkim batang dikulturkan tanpa memakai sitokinin, maka selnya itu tumbuh menjadi besar tetapi tidak membelah. Sitokinin secara mandiri tidak mempunyai efek. Akan tetapi, apabila sitokinin itu ditambahkan bersama-sama dengan auksin, maka sel itu dapat membelah. Sitokinin, auksin, dan faktor lainnya berinteraksi dalam mengontrol dominasi apikal, yaitu suatu kemampuan dari tunas terminal untuk menekan perkembangan tunas aksilar (Satri, 2020).

Menurut Agrieni (2021), sitokinin berperan penting dalam pembelahan sel dan morfogenesis. Sitokinin berperan dalam menstimulasi sintesis asam nukleat dan protein, juga diduga berperan sebagai regulator aktivitas enzim yang esensial dalam metabolisme pertumbuhan dan meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman. Zarmiyei *et al.* (2014), menyatakan bahwa ZPT sitokinin yang sering digunakan untuk merangsang terbentuknya tunas pada kultur *in vitro* tanaman pisang adalah BAP. BAP berperan dalam regulasi pembelahan sel, diferensiasi pertumbuhan jaringan dan organ serta biosintesis klorofil.



Gambar 7. Struktur kimia BAP (6-Benzil amino purin).
(Sumber : Sintha, 2017)

Sitokinin merupakan senyawa derivat adenin yang dicirikan oleh kemampuannya menginduksi pembelahan sel (*cell division*) pada jaringan. Bentuk dasar dari sitokinin adalah adenin (6-amino purine). Adenin merupakan bentuk dasar yang menentukan terhadap aktivitas sitokinin. Sitokinin alami (*endogen*) adalah zeatin dan dihydrozeatin, sedangkan sitokinin sintetik yaitu zeatin, BA, BAP, 2-iP, IPA, PA dan Kinetin (Haris, 2015). Menurut Zulkarnain (2009), sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi sitokinin lebih memicu pembentukan tunas dan pembelahan sel namun cenderung menghambat pembentukan akar, auksin cenderung memicu pembentukan akar.

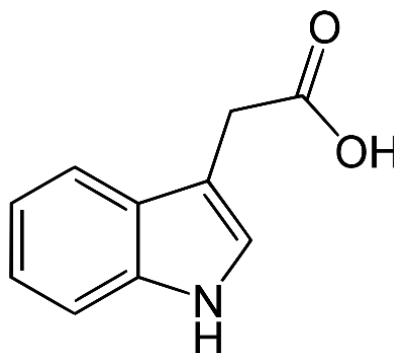
Hasil penelitian Zarmiyei *et al.* (2014), menunjukkan bahwa dengan pemberian BAP sebanyak 2 ppm menghasilkan jumlah tunas terbanyak dan 2 ppm BAP merupakan konsentrasi yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman pisang. Menurut Ahmed *et al.* (2014), pertumbuhan tunas pisang dapat dirangsang dengan penggunaan zat pengatur tumbuh, penambahan ZPT dengan kombinasi 2 ppm IAA

dan 4 ppm BAP dapat mempercepat pertumbuhan tunas pisang. Triharyanto *et al.* (2018), menambahkan bahwa penambahan 2 ppm BAP dalam multiplikasi pisang raja bulu secara *in vitro* menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,38 tunas.

2.5.2. Auksin

Pada umumnya auksin dapat meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif. Auksin berpengaruh pula untuk menghambat pembentukan tunas adventif dan tunas aksilar, dalam medium kultur auksin dibutuhkan untuk meningkatkan embriogenesis somatik pada kultur suspensi sel. Konsentrasi auksin yang rendah akan meningkatkan pembentukan akar adventif. Golongan auksin dibedakan atas auksin alami dan auksin sintetis, yang tergolong dalam auksin alami adalah IAA (*Indole-3-Acetic Acid*), sedangkan yang tergolong dalam auksin sintetis adalah NAA (*Naphthalene acetic acid*). Auksin sintetis bersifat lebih aktif, lebih stabil karena tidak didegradasi oleh enzim dalam tanaman (Anggraeni, 2020).

Menurut Wahidah dan Hasrul (2017), Auksin merupakan istilah generik zat pengatur tumbuh yang khusus mempengaruhi pemanjangan dan pembesaran sel. Aktivitas auksin dapat membantu perangsangan dan penghambatan pertumbuhan tergantung pada konsentrasi auksinnya, selain itu auksin dapat bekerja sendiri atau dapat berkombinasi dengan hormon lainnya seperti sitokinin. Auksin dapat merangsang atau menghambat berbagai peristiwa yang berbeda, dari mulai peristiwa reaksi enzim secara individual sampai kepada pembelahan sel, pemanjangan sel dan pembentukan organ.



Gambar 8. Struktur kimia IAA (*Indole-3-acetic acid*).
(Sumber : Sintha, 2017)

IAA merupakan salah satu hormon yang berperan untuk memacu pertumbuhan, hal spesifik yang terlihat berupa peningkatan pembesaran sel yang berlangsung ke segala arah secara isodiametrik. Kemampuan IAA dalam proses pengembangan sel terkait dapat dipengaruhi dengan kehadiran zat lainnya, dimana interaksi antara IAA dan sitokinin yang terbentuk secara alami dapat mendorong pembelahan sel. Auksin juga berperan dalam pembelahan dan pemanjangan sel (Ade, 2019).

Menurut Triharyanto *et al.* (2018), kombinasi perlakuan tanpa IAA dan 2 ppm BAP dalam multiplikasi pisang raja bulu secara *in vitro* menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,38 tunas, sedangkan pada perlakuan dengan pemberian IAA 0,5 ppm bersamaan dengan BAP 4 ppm mempercepat saat muncul tunas dan saat muncul daun pada multiplikasi pisang Raja Bulu. Satria (2020), menyatakan bahwa pemberian *Indole Acetic Acid* (IAA) dengan konsentrasi 0,25-0,50 ppm memberikan pengaruh signifikan terhadap persentase eksplan menghasilkan tunas, jumlah tunas per eksplan dan tinggi tunas pada multiplikasi tunas pisang raja.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis, Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai Mei 2022 bertempat di Laboratorium Bioteknologi dan Fisiologi Tanaman, Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf, botol kultur, neraca analitik, *hot plate* dan *stirrer*, gelas beaker, gelas ukur, pipet tetes, mikropipet, tip biru, cawan petri, scalpel dan mata pisau, LAF (*Laminar Air Flow*), shaker, bunsen, pinset, *hand sprayer*, rak kultur jaringan, penggaris, pulpen, kamera *headphone* dan buku catatan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah anakan pisang merah asal Banten, media MS, *wrapping plastic*, kertas label, korek api, spirtus, zat pengatur tumbuh BAP, zat pengatur tumbuh IAA, NaOH, HCl, alkohol 70%, *ascorbic acid*, aluminium foil, agar, aquades steril, larutan stok, gula pasir, PPM (*Plant Preservative Mixture*), kertas tisu, detergen, larutan bayclin, fungisida, dan bakterisida.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, faktor pertama berupa pemberian zat pengatur tumbuh 6-Benzil Amino Purin (BAP) dengan berbagai tingkat konsentrasi dengan simbol (B) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0 ppm BAP (B_0), 2 ppm BAP (B_1), dan 4 ppm BAP (B_2). Sedangkan faktor kedua yaitu pemberian zat pengatur tumbuh Indole-3-acetic acid (IAA) dengan tingkat konsentrasi yang berbeda dengan simbol (I) yang terdiri dari 3 taraf yaitu 0 ppm IAA (I_0), 0,25 ppm IAA (I_1), 0,50 ppm IAA (I_2).

Kombinasi dari kedua faktor tersebut menghasilkan 9 kombinasi perlakuan sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 27 satuan unit percobaan. Dalam satu percobaan terdapat 1 botol yang terdiri dari 1 eksplan anakan pisang merah asal Banten sehingga terdapat 27 eksplan yang ditanam. Tata letak percobaan dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan konsentrasi BAP dan konsentrasi IAA

Konsentrasi BAP (B) (ppm)	Konsentrasi IAA (I) (ppm)		
	0 (I₀)	0,25 (I₁)	0,50 (I₂)
0 (B ₀)	B ₀ I ₀	B ₀ I ₁	B ₀ I ₂
2 (B ₁)	B ₁ I ₀	B ₁ I ₁	B ₁ I ₂
3 (B ₂)	B ₂ I ₀	B ₂ I ₁	B ₂ I ₂

3.3.2. Rancangan Analisis

Model linier yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \sigma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} : Nilai pengamatan pada konsentrasi BAP ke-i, konsentrasi IAA ke-j dan ulangan ke-k

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh perlakuan konsentrasi BAP ke-i

β_j : Pengaruh perlakuan konsentrasi IAA ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi konsentrasi BAP ke-i dengan konsentrasi IAA ke-j

σ_k : Pengaruh pengelompokkan

ε_{ijk} : Nilai galat percobaan pada konsentrasi BAP ke-i dan konsentrasi IAA ke-j dan ulangan ke-k

i : 1, 2, 3

j : 1, 2, 3

k : 1, 2, 3

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, penelitian ini dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam pada taraf 5%. Apabila hasil sidik ragam

memberikan hasil berpengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

3.3.3. Rancangan Respon

Respons yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tinggi Eksplan (cm)

Tinggi eksplan diukur pada tunas tertinggi setiap satu minggu sekali dengan cara mengukur eksplan yang tumbuh dari pangkal batang sampai dengan titik tumbuh. Dilakukan pengukuran sejak 1 MST sampai 6 MST dengan menggunakan penggaris.

2. Waktu Muncul Tunas Baru (MST)

Waktu muncul tunas baru diamati dengan cara mengamati waktu pertama muncul tunas baru dari eksplan. Pengamatan waktu muncul tunas baru dilakukan sejak eksplan ditanam hingga tunas baru muncul sampai 6 MST.

3. Waktu Muncul Daun (MST)

Waktu muncul daun diamati dengan cara mengamati waktu pertama muncul daun dari eksplan. Diamati sejak 1 MST hingga daun muncul sampai 6 MST.

4. Waktu Muncul Akar (MST)

Waktu muncul akar diamati dengan cara mengamati waktu pertama muncul akar dari eksplan. Diamati sejak 1 MST hingga akar muncul sampai 6 MST.

5. Jumlah Tunas (tunas)

Pengamatan jumlah tunas dilakukan setelah munculnya tunas pada eksplan, dilakukan setiap satu minggu sekali selama 6 MST, dengan cara menjumlahkan tunas yang tumbuh dari keseluruhan eksplan yang ditanam.

6. Jumlah Daun (helai)

Pengamatan dilakukan setelah terbentuknya daun yang telah terbuka sempurna pada eksplan. Dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun pada

setiap masing-masing eksplan hidup. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali sampai 6 MST).

7. Jumlah Akar (akar)

Pengamatan jumlah akar diamati setelah terbentuknya akar pada bagian eksplan yang dilakukan setiap satu minggu sekali sampai 6 MST dengan cara menghitung jumlah akar yang tumbuh pada eksplan tunas pisang merah.

8. Persentase Eksplan Hidup (%)

Pengamatan dilakukan satu minggu sekali dimulai sejak 1 MST sampai 6 MST dengan cara mengamati dan menghitung jumlah eksplan yang masih hidup ditandai dengan pertumbuhan eksplan yang terus berlanjut, tidak mengalami kontaminasi dan tidak mati secara fisiologis. Persentase eksplan hidup dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Eksplan hidup} = \frac{\text{Jumlah eksplan hidup}}{\text{Jumlah total eksplan}} \times 100\%$$

9. Persentase Browning (%)

Browning merupakan kondisi yang terjadi apabila eksplan mengalami perubahan warna menjadi kecoklatan. Hal ini disebabkan karena adanya antioksidan yang tinggi pada eksplan. Pengamatan eksplan yang browning dilakukan satu minggu sekali dimulai sejak 1 MST sampai dengan 6 MST dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Browning} = \frac{\text{Jumlah eksplan yang browning}}{\text{Jumlah total eksplan}} \times 100\%$$

10. Persentase Kontaminasi (%)

Kontaminasi terjadi akibat adanya mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang terdapat pada media tanam atau eksplan sehingga pertumbuhan eksplan menjadi terhambat. Perhitungan persentase kontaminasi ini dilakukan satu minggu sekali dimulai sejak 1 MST sampai dengan 6 MST dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Kontaminasi} = \frac{\text{Jumlah eksplan yang terkontaminasi}}{\text{Jumlah total eksplan}} \times 100\%$$

3.3.4. Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian dimulai dari persiapan eksplan, sterilisasi alat, pembuatan media, sterilisasi media kultur, sterilisasi lingkungan kerja, sterilisasi eksplan, penanaman eksplan, pemeliharaan, pengamatan eksplan, dan analisis data. Alur penelitian dapat dilihat pada lampiran 6.

1. Persiapan Bahan Eksplan

Bahan eksplan berupa anakan pisang merah diperoleh dari Kampung Tawing Marapat Rt 05 Rw 02 Desa Karang Suraga Kecamatan Cinangka Kabupaten Serang Provinsi Banten. Sebelum dijadikan eksplan anakan pisang tersebut dilakukan perbanyakan terlebih dahulu dengan menggunakan metode *split* bonggol yang ditanam pada polybag berukuran 35x35 cm yang berisikan media tanah, dan diletakan pada tempat yang ternaungi untuk menghindari cipratan air hujan. Bonggol anakan pisang merah dengan ukuran berkisar antara 0,5-1,5 cm kemudian diambil untuk dilakukan perbanyakan secara *in vitro* sampai kebutuhan eksplan dalam penelitian ini terpenuhi.

2. Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat dari logam yang disterilkan dalam autoklaf dibungkus dengan kertas tebal. Botol-botol kultur disterilkan dengan cara dicuci hingga bersih kemudian dipanaskan dengan menggunakan autoklaf. Temperatur yang digunakan dalam sterilisasi alat ini adalah 121°C pada tekanan 1 atm selama 20 menit. Cawan petri dan alat tanam setelah disterilisasi disimpan dalam ruang inkubasi dengan keadaan terbungkus kertas sampai digunakan kembali. Alat-alat tanam seperti pinset dan scalpel disterilkan setiap akan dipakai dengan dicelupkan pada alkohol 70% kemudian dibakar pada lampu spiritus, dan selanjutnya dicelupkan dalam air steril.

3. Pembuatan Media dan Sterilisasi Media Kultur

Garam-garam dari media MS yang telah dibuat menjadi larutan stok diambil sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan dan ditambah zat pengatur tumbuh BAP dan IAA sesuai perlakuan yaitu 0 ppm BAP, 2 ppm BAP, 4 ppm BAP, 0 ppm IAA, 0,25 ppm IAA, 0,50 ppm IAA. Kemudian ditambahkan *ascorbic acid* 100 mg/l, gula 30 g, PPM 0,5 ml/l dan aquades hingga mencapai 800 ml. Penyesuaian pH

antara 5,6-5,8 dengan menambahkan NaOH 0,1 N bila pH kurang dari 5,6 dan ditambahkan HCl 0,1 N bila pH lebih besar dari 5,8. Selanjutnya ditambahkan agar-agar 7 g dan akuades sampai volume media mencapai 1 liter, kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga mendidih dan homogen. Selanjutnya media dimasukkan ke dalam botol kultur steril masing-masing 35 ml dengan menggunakan corong yang steril, lalu ditutup dengan menggunakan tutup botol plastik dan direkatkan dengan plastik *wrap*, kemudian disterilisasi. Proses sterilisasi media dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media yang telah disterilisasi diletakkan dalam ruang inkubasi selama satu minggu untuk melihat ada tidaknya media yang terkontaminasi.

4. Sterilisasi Lingkungan

Sterilisasi dilakukan dengan cara menyemprot permukaan *laminar air flow cabinet* (LAFC) dengan menggunakan alkohol 70%, alat-alat penanaman disemprotkan alkohol 70% terlebih dahulu ketika hendak dimasukan kedalam LAFC, lalu menyalakan lampu ultraviolet minimal 30 menit sebelum digunakan, untuk mematikan kontaminan yang ada di permukaan meja. Pekerja menyemprot tangannya dengan alkohol, sebelum bekerja menggunakan masker dan jas laboratorium. Setelah selesai digunakan, permukaan meja disemprot kembali dengan menggunakan alkohol 70%.

5. Sterilisasi Eksplan dan Penanaman

Tunas pisang merah asal Banten dicuci dengan menggunakan detergen dan dibilas hingga bersih, lalu direndam ke dalam botol berisi fungisida sebanyak 2 g/l selama 30 menit dengan cara digoyang, larutan dibuang lalu direndam ke dalam botol berisi bakterisida sebanyak 2 g/l selama 30 menit dengan cara digoyang. Selanjutnya diambil dan dimasukkan ke dalam LAF yang sudah disterilkan dengan alkohol 70% dan disinari sinar UV selama 30 menit lalu penyinaran dihentikan lampu blow dinyalakan. Selanjutnya eksplan dikupas sekali lalu dicuci dengan aquades steril sebanyak 3 kali selama 10 menit, lalu direndam dalam campuran bayclin 40%, twin 7 tetes dan air selama 20 menit dengan cara digoyang, kemudian dicuci dengan aquades steril sebanyak 3 kali selama 10 menit. Selanjutnya eksplan

dikupas sekali lagi lalu dicuci dengan aquades steril sebanyak 3 kali selama 10 menit, kemudian eksplan diletakkan pada petridish dan ditanam pada media kultur dengan pinset steril dan botol ditutup dengan menggunakan tutup botol dan direkatkan dengan plastik *wrap*.

6. Subkultur

Eksplan membutuhkan nutrisi dengan jumlah yang cukup untuk pertumbuhannya, sehingga perlu dilakukannya subkultur. Subkultur dilakukan dengan cara memindahkan eksplan pada media baru pada umur 4 MST yang bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan eksplan pisang merah.

7. Pemeliharaan dan Pengamatan

Eksplan yang telah ditanam kemudian diletakan pada rak kultur dalam ruangan steril dengan suhu terjaga antara 20-25°C dengan 24 jam penyinaran. Menyemprotkan alkohol 70% pada sekitar botol dan rak kultur setiap hari untuk menjaga lingkungan kultur agar tetap steril dan tidak terjadi kontaminasi. Apabila eksplan mengalami kontaminasi segera pindahkan dan keluarkan dari rak kultur untuk menghindari eksplan lain dari kontaminasi. Pengamatan eksplan dilakukan berdasarkan parameter pengamatan sampai dengan 6 MST.

8. Pengolahan Data

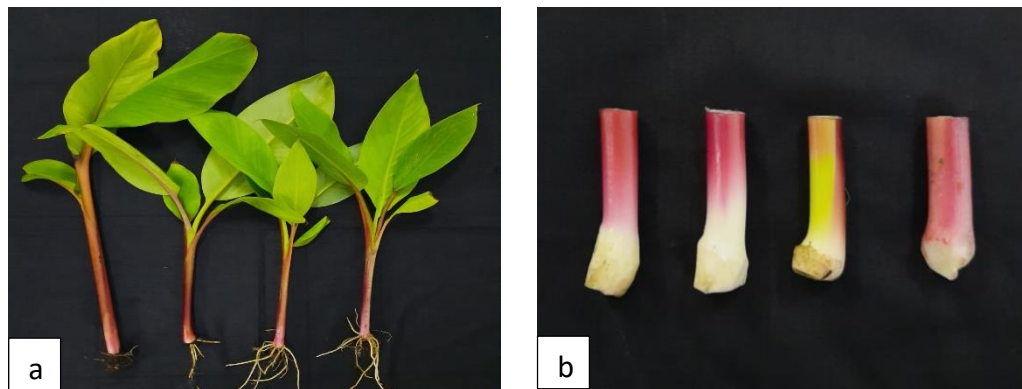
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Dalam metode ini meliputi pengumpulan data, analisis data, interpretasi data, dan kesimpulan. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan perhitungan komputerisasi program DSAASTAT ver. 1. 101.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Penelitian

Untuk mendapatkan mata tunas pisang merah dengan umur dan ukuran yang seragam dalam satu waktu dengan jumlah yang banyak sangat sulit untuk ditemukan, sehingga pada penelitian ini tanaman pisang merah yang digunakan berumur 2-3 bulan setelah daun terbentuk sebanyak 5 helai. Mata tunas pisang merah dengan diameter batang berukuran kecil memiliki jumlah pelepah yang sedikit sehingga semakin sedikit pelepah bagian luar yang dapat dibuang dalam tahap sterilisasi. Mata tunas pisang merah merupakan bagian yang tersentuh secara langsung oleh tanah, semakin dalam bagian mata tunas yang digunakan maka untuk mendapatkan eksplan yang steril dapat lebih mudah. Dalam penelitian ini tidak terdapat eksplan yang mengalami *browning* maupun kontaminasi bakteri dan jamur



Gambar 9. Sumber eksplan (a) tanaman pisang merah, (b) bonggol pisang merah.

Mata tunas yang ditanam pada penelitian ini sebelumnya sudah diinkubasi selama 2 minggu dan memberikan respons terhadap penambahan ukuran dan didapatkan eksplan yang steril. Kemudian pertumbuhan eksplan yang tidak seragam menjadi kendala dalam penentuan eksplan untuk dijadikan sampel penelitian karena banyak tunas yang pertumbuhannya tidak seragam, eksplan yang ditanam pada media perlakuan memiliki ukuran yang beragam dengan ukuran eksplan berkisar antara 0,5-1,5 cm, sehingga pada penelitian ini dikelompokkan berdasarkan ukuran eksplan.

4.2. Parameter Pengamatan

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa perlakuan dengan konsentrasi BAP memberikan pengaruh sangat nyata pada umur 2, 4, dan 6 MST terhadap parameter jumlah tunas dan pada umur 4 dan 6 MST terhadap parameter jumlah daun. Perlakuan dengan konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata terhadap parameter waktu muncul daun dan jumlah daun pada umur 2 MST. Perlakuan dengan konsentrasi IAA memberikan pengaruh sangat nyata pada umur 2, 4, dan 6 MST terhadap jumlah akar dan berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun umur 2 MST. Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap parameter tinggi eksplan, waktu muncul tunas baru, dan waktu muncul akar. Tidak terdapat interaksi antar perlakuan konsentrasi BAP dan konsentrasi IAA terhadap pertumbuhan eksplan pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca) secara *in vitro*.

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap pertumbuhan eksplan pisang merah secara *in vitro*

Parameter Pengamatan	Umur Tanaman (MST)	Perlakuan			KK (%)
		Konsentrasi BAP (B)	Konsentrasi IAA (I)	Interaksi (B*I)	
Tinggi Eksplan (cm)	2	tn	tn	tn	14,25a
	4	tn	tn	tn	17,26a
	6	tn	tn	tn	20,41a
Waktu Muncul Tunas Baru (MST)		tn	tn	tn	12,12b
Waktu Muncul Daun (MST)		*	tn	tn	11.63b
Waktu Muncul Akar (MST)		tn	tn	tn	28.79a
Jumlah Tunas (tunas)	2	**	tn	tn	28,94a
	4	**	tn	tn	23,33a
	6	**	tn	tn	20,30a
Jumlah Daun (helai)	2	*	*	tn	29,38a
	4	**	tn	tn	23,94a
	6	**	tn	tn	26,38a
Jumlah Akar (akar)	2	tn	**	tn	12,70b
	4	tn	**	tn	11,33b
	6	tn	**	tn	11,56b

Keterangan: * : Berpengaruh nyata pada taraf 5%
 ** : Berpengaruh sangat nyata pada taraf 5%

- tn : Berpengaruh tidak nyata
 a : Data hasil transformasi $\sqrt{\chi + 0,5}$
 b : Data hasil transformasi $\sqrt{\chi + 0,5}$ sebanyak dua kali
 KK : Koefisien Keragaman
 MST : Minggu Setelah Tanam

4.2.1. Tinggi Eksplan

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 8, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi eksplan pada umur 2, 4 dan 6 MST. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter tinggi eksplan pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap tinggi eksplan pisang merah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap tinggi eksplan pisang merah (cm)

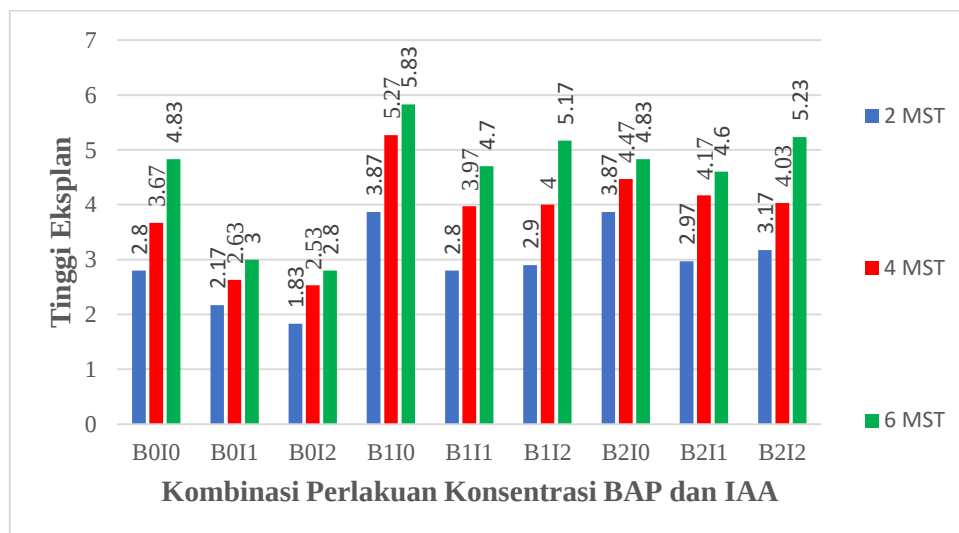
Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
2 MST				
0 (B ₀)	1,79	1,62	1,53	1,65
2 (B ₁)	2,08	1,81	1,81	1,90
4 (B ₂)	2,08	1,86	1,90	1,95
Rata-rata	1,98	1,77	1,75	1,83
4 MST				
0 (B ₀)	2,00	1,74	1,74	1,83
2 (B ₁)	2,39	2,08	2,10	2,19
4 (B ₂)	2,22	2,14	2,11	2,16
Rata-rata	2,20	1,99	1,98	2,06
6 MST				
0 (B ₀)	2,23	1,84	1,81	1,96
2 (B ₁)	2,51	2,23	2,35	2,36
4 (B ₂)	2,29	2,23	2,36	2,29
Rata-rata	2,34	2,10	2,17	2,21

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Tinggi eksplan merupakan parameter pertumbuhan eksplan yang ditandai dengan adanya pertambahan tinggi eksplan pisang merah. Menurut Latifah *et al.*

(2017), penambahan tinggi tanaman merupakan cerminan dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sel-sel meristematik primer yang membelah menyebabkan tanaman bertambah tinggi dan bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali pada bentuk semula.

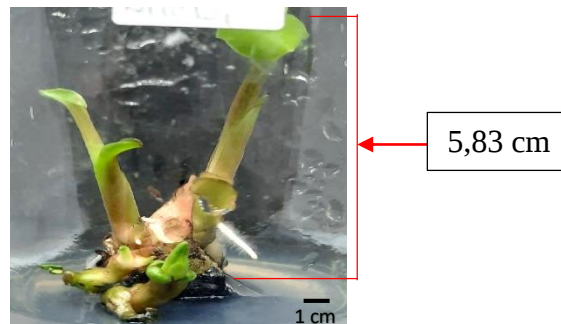
Berdasarkan Tabel 3, menunjukkan bahwa penambahan tinggi eksplan lebih beragam, hal ini diduga karena konsentrasi hormon sitokinin dan auksin endogen pada tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memacu pertumbuhan tinggi eksplan, sehingga konsentrasi hormon sitokinin dan auksin yang diberikan secara eksogen belum mampu menambah pertumbuhan tinggi eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wahidah dan Hasrul (2017), bahwa fitohormon seperti sitokinin dan auksin adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen, senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Menurut Ngomuo *et al.* (2013), pertumbuhan planlet menjadi kurang maksimal apabila hormon endogen pada tanaman belum mencukupi kebutuhan untuk memacu pertumbuhan, maka diperlukan hormon eksogen untuk mendukung kinerja hormon endogen tanaman.



Gambar 10. Grafik rata-rata tinggi eksplan

Berdasarkan Gambar 10, penambahan tinggi eksplan cenderung lebih tinggi pada perlakuan B₁I₀ yaitu 2 ppm BAP + 0 ppm IAA sebesar 3,87 cm pada umur 2 MST, 5,27 cm pada umur 4 MST dan 5,83 cm pada umur 6 MST. Bertambahnya

tinggi eksplan menunjukkan adanya respon zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan eksplan. Menurut Bella *et al.* (2016), penambahan tinggi eksplan dapat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA, pemberian zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang sesuai akan mengoptimalkan pertumbuhan tinggi eksplan. Wahidah dan Hasrul (2017), menambahkan bahwa pertumbuhan merupakan suatu proses dalam kehidupan tanaman. Dari proses tersebut akan terjadi perubahan ukuran yaitu tanaman akan tumbuh semakin besar dan akan berkolerasi positif dalam menentukan hasil tanaman. Pertambahan ukuran tersebut secara keseluruhan dikendalikan oleh sifat genetik disamping faktor-faktor lainnya seperti lingkungan dan hormon. IAA merupakan salah satu hormon tumbuh yang berperan untuk memacu pertumbuhan sepanjang sumbu longitudinal. Hal spesifik yang terlihat berupa peningkatan pembesaran sel yang berlangsung ke segala arah secara isodiametrik. Eksplan yang mengalami penambahan tinggi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tinggi eksplan perlakuan 2 ppm BAP + 0 ppm IAA umur 6 MST

Pembentukan tunas pada eksplan pisang merah juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi eksplan, hormon sitokinin eksogen BAP yang ditambahkan diduga lebih bekerja untuk pembelahan sel sehingga memacu pembentukan mata tunas, penambahan hormon auksin eksogen IAA diduga lebih bekerja untuk pemanjangan dan pembesaran sel pada akar. Menurut Ramesh dan Ramassamy (2014), tinggi tanaman dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka tinggi tanaman semakin meningkat, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pemanjangan tunas digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga tinggi tunas dapat

mengalami penghambatan. Bella *et al.* (2016), menambahkan bahwa sitokinin akan memacu pembelahan sel dan menghambat elongasi atau perpanjangan sel, sehingga yang banyak terbentuk adalah tunas, sedangkan perpanjangan tunasnya dihambat. Penggunaan konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi dapat menghambat pemanjangan meristem adventif.

4.2.2. Waktu Muncul Tunas Baru

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter waktu muncul tunas baru pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 4.

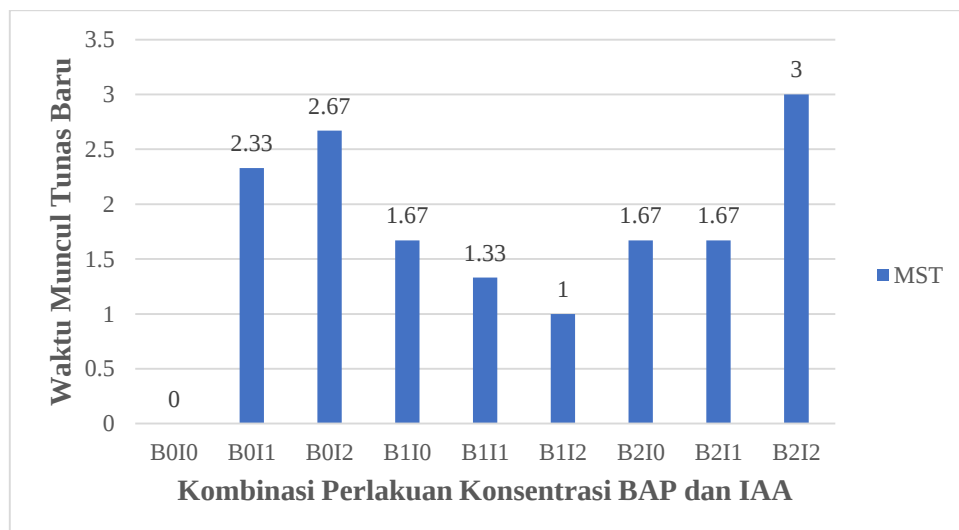
Tabel 4. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul tunas baru eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
MST				
0 (B ₀)	1,10	1,42	1,45	1,32
2 (B ₁)	1,39	1,36	1,31	1,35
4 (B ₂)	1,39	1,40	1,50	1,43
Rata-rata	1,29	1,39	1,42	1,37

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Tunas yang muncul pada eksplan pisang merah terjadi karena adanya pembelahan sel meristem yang terus aktif membelah ditandai dengan membesarnya ukuran eksplan pada bagian bawah dan dengan ujung eksplan yang merekah. Menurut Sadat *et al.* (2018), kemunculan tunas pada eksplan dapat ditandai dengan ukuran eksplan terlihat tampak terjadi pembengkakan yang kemudian diikuti dengan merekahnya ujung eksplan, calon tunas mikro pisang dapat terbentuk pada rekahan pada ujung eksplan yang ditandai dengan munculnya tunas berwarna hijau. Warna perubahan eksplan yang mengalami pembengkakan dapat dilihat dengan warna hijau kemerah-merahan, sedangkan eksplan yang tidak mengalami pembengkakan berwarna coklat.

Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA memberikan pengaruh yang tidak nyata pada waktu muncul tunas baru dengan rata-rata 1,37 MST. Pertumbuhan tunas dapat didukung dengan penggunaan hormon sitokinin dan hormon auksin eksogen, kedua hormon tersebut memiliki peranan yang penting dalam diferensiasi sel. BAP merupakan hormon sitokinin eksogen yang dapat ditambahkan untuk pembelahan sel sehingga dapat merangsang pembentukan tunas pada eksplan pisang merah. Menurut Sadat *et al.* (2018), hormon sitokinin dapat memicu pembelahan sel, morfogenesis dan pertumbuhan merupakan proses yang sangat penting dalam pembentukan tunas dan selanjutnya diikuti rediferensiasi menuju pembentukan tunas yang dipicu oleh adanya cahaya.



Gambar 12. Grafik rata-rata waktu muncul tunas baru

Berdasarkan Gambar 12, dapat dilihat bahwa kombinasi perlakuan B_1I_2 yaitu 2 ppm BAP + 0,25 ppm IAA cenderung mempercepat kemunculan tunas dengan kecepatan 1 MST, hal ini diduga karena dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan IAA pada media sehingga dapat merangsang pembentukan tunas baru lebih cepat. Menurut Ferdous *et al.* (2015), semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang diberikan pada tanaman maka akan membentuk tunas lebih cepat, aplikasi pemberian sitokinin tunggal mampu menghasilkan tunas dengan waktu yang cepat, namun pada konsentrasi tertentu akan menghasilkan kelainan pada kecepatan pembentukan tunas. Nurhanis *et al.* (2019), menambahkan

bahwa kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, adanya interaksi tersebut juga dapat memacu awal pertumbuhan eksplan.

4.2.3. Waktu Muncul Daun

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap waktu muncul daun. pada Tabel 6, Perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 4 ppm BAP, namun perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP dan 4 ppm BAP berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0 ppm BAP. Sehingga dapat diketahui bahwa perlakuan dengan konsentrasi terbaik untuk mempercepat pembentukan daun terdapat pada perlakuan konsentrasi 0 ppm BAP sebesar 1,22 MST. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul daun eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 5.

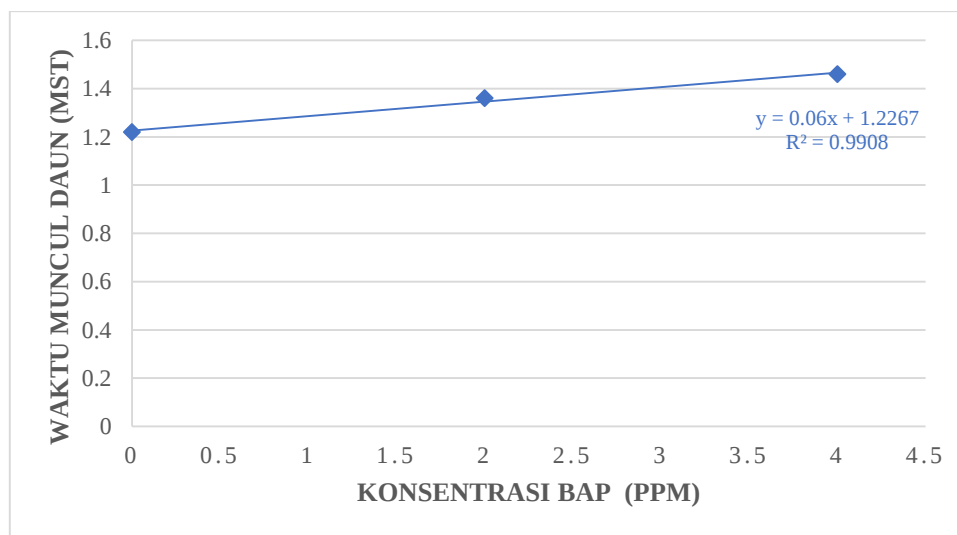
Tabel 5. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul daun eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
MST				
0 (B ₀)	1,24	1,17	1,25	1,22 ^a
2 (B ₁)	1,39	1,36	1,34	1,36 ^b
4 (B ₂)	1,40	1,46	1,51	1,46 ^b
Rata-rata	1,34	1,33	1,37	1,35

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan tanpa BAP atau konsentrasi 0 ppm memberikan respon yang terbaik, hal ini diduga BAP bukanlah zat pengatur tumbuh yang tepat untuk mempercepat waktu muncul daun dan diduga adanya penambahan tunas mikro sehingga eksplan terfokus pada multiplikasi tunas, pertumbuhan daun terjadi setelah adanya pertumbuhan tunas, penambahan sitokinin eksogen diduga belum mampu memenuhi konsentrasi sitokinin endogen pada eksplan sehingga waktu muncul daun tidak begitu cepat. Hal ini sejalan dengan pernyataan

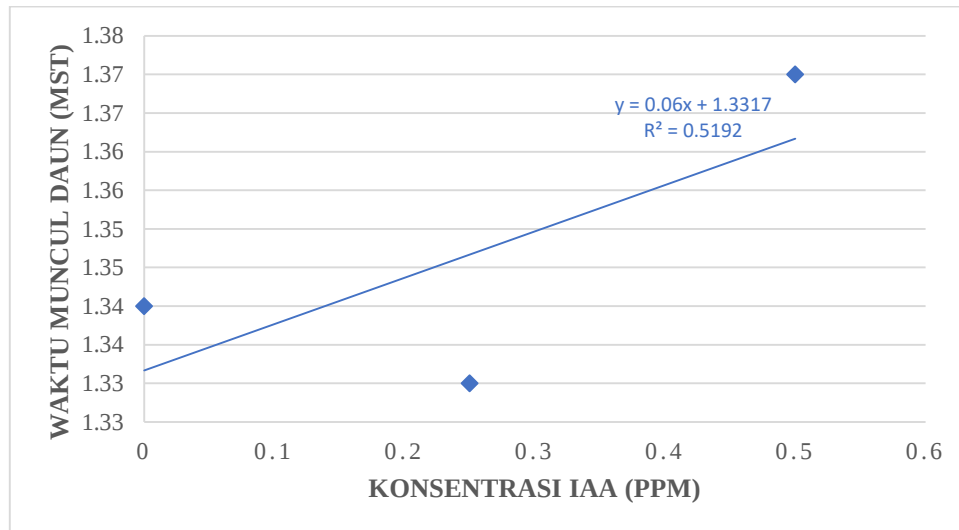
Triharyanto *et al.* (2018), bahwa daun akan terbentuk dan berkembang dengan sendirinya setelah tunas terbentuk. Secara alami, sitokinin dapat terbentuk pada akar dan ditranslokasikan ke bagian tanaman yang lain, salah satunya pada daun. Pembentukan daun dipengaruhi oleh konsentrasi sitokinin BAP yang diberikan. Nurhanis *et al.* (2019), menambahkan bahwa kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari interaksi tersebut eksplan mengalami proses fisiologi yang berlangsung efektif yang akhirnya dapat menginduksi pertumbuhan eksplan.



Gambar 13. Grafik regresi waktu muncul daun dengan BAP

Berdasarkan Gambar 13, grafik regresi waktu muncul daun pada perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap waktu muncul daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka waktu muncul daun secara rata-rata mengalami kenaikan 0,06 dengan pengaruh sebesar 99,08%. Menurut Ramesh dan Ramassamy (2014), bahwa kecepatan terbentuknya daun pada eksplan diduga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka semakin cepat daun terbentuk, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pembentukan daun digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga kecepatan muncul daun dapat mengalami penghambatan. Bella *et al.* (2016), menyatakan bahwa kecepatan pembentukan daun pada eksplan dapat

dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh, semakin banyak jumlah tunas yang terbentuk maka akan semakin lama daun yang akan terbentuk pada eksplan.



Gambar 14. Grafik regresi waktu muncul daun dengan IAA

Berdasarkan Gambar 14, grafik regresi waktu muncul daun pada perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap waktu muncul daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka waktu muncul daun secara rata-rata mengalami kenaikan 0,06 dengan pengaruh sebesar 51,92%. Menurut Hartati *et al.* (2017), dalam kultur jaringan untuk memacu pertumbuhan dan pembentukan organogenesis tanaman seperti daun biasanya ditambahkan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman untuk pertumbuhan yang optimal.

4.2.4. Waktu Muncul Akar

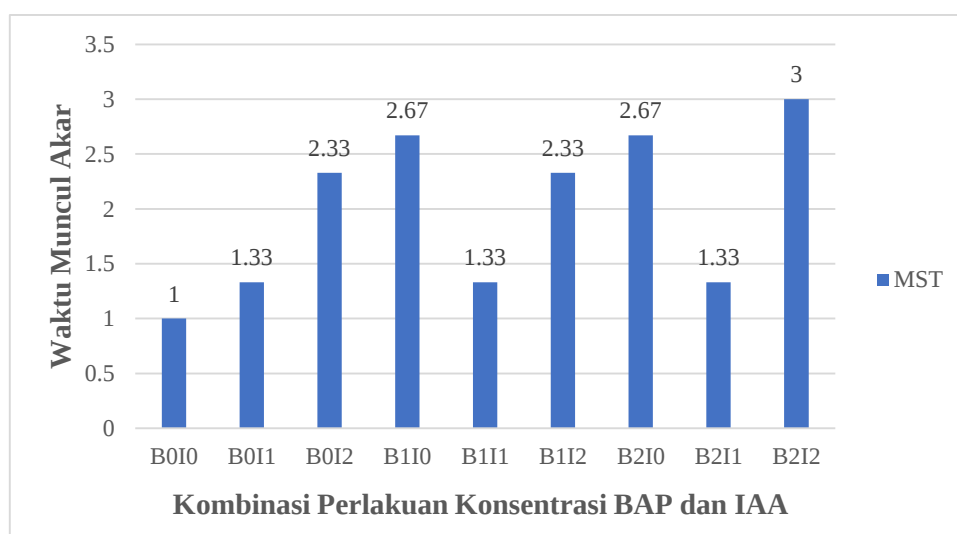
Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 9, menunjukkan pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter waktu muncul akar pisang merah. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap waktu muncul akar eksplan pisang merah (MST)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
MST				
0 (B ₀)	1,17	1,34	1,66	1,39
2 (B ₁)	1,74	1,34	1,66	1,58
4 (B ₂)	1,65	1,34	1,86	1,62
Rata-rata	1,52	1,34	1,72	1,53

Keterangan: Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Perlakuan konsentrasi BAP dan IAA menunjukkan hasil yang tidak nyata terhadap waktu muncul akar dengan rata-rata 1,53 MST. Kecepatan waktu muncul akar diduga dapat dipengaruhi oleh penambahan hormon sitokinin dan auksin eksogen dengan konsentrasi yang seimbang antara hormon endogen dan eksogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhanis *et al.* (2019), bahwa dalam kultur jaringan biasanya ditambahkan hormon eksogen untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman. Kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari interaksi tersebut proses fisiologi yang berlangsung jadi lebih efektif akhirnya dapat menginduksi pertumbuhan eksplan.



Gambar 15. Grafik rata-rata waktu muncul akar

Pada penelitian ini terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas. Berdasarkan grafik rata-rata waktu muncul akar yang tersaji pada Gambar 15, menunjukkan kombinasi pada perlakuan B_0I_0 yaitu 0 ppm BAP + 0 ppm IAA menghasilkan waktu cenderung lebih cepat dalam kemunculan akar dengan rata-rata sebesar 1 MST. Hal ini diduga eksplan pada media kombinasi tersebut memiliki konsentrasi hormon sitokinin dan auksin endogen dalam jumlah yang cukup banyak untuk merangsang pembentukan akar. Menurut Wahidah dan Hasrul (2017), pada tanaman kontrol terdapat hormon auksin endogen yang ada pada tanaman itu sendiri dan cukup dalam membantu proses pembentukan akar, dengan konsentrasi auksin yang rendah serta memiliki keseimbangan konsentrasi antara auksin IAA dan sitokinin BAP berpengaruh terhadap perkembangan organ pada tumbuhan, keberadaan konsentrasi auksin yang tinggi dapat menghambat pembentukan akar, hal ini disebabkan eksplan dapat menginduksi zat pengatur tumbuh lainnya seperti etilen yang berlawanan arah dengan fungsi auksin itu sendiri.

Pada pengamatan selama percobaan berlangsung, terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas, keadaan ini terjadi diduga adanya kandungan hormon auksin endogen dalam eksplan mungkin cukup tinggi untuk menumbuhkan akar eksplan. Menurut Bella *et al.* (2016), sitokinin dapat merangsang produksi auksin endogen dalam kondisi tertentu, dimana auksin dapat merangsang pembentukan akar adventif dengan mensintesis bagian tanaman yang terluka dan menjadikannya sebagai tempat pembentukan akar adventif pada bagian atau jaringan yang terluka akibat kegiatan pemotongan eksplan

4.2.5. Jumlah Tunas

Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan pada Lampiran 10. menunjukkan pemberian konsentrasi BAP berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah tunas umur 2, 4 dan 6 MST, sedangkan konsentrasi IAA memberikan pengaruh tidak nyata. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter jumlah tunas. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah tunas eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah tunas eksplan pisang merah (tunas)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
2 MST				
0 (B ₀)	1,05	1,05	1,05	1,05 ^c
2 (B ₁)	2,11	1,87	2,21	2,06 ^a
4 (B ₂)	1,56	1,97	1,72	1,74 ^b
Rata-rata	1,57	1,63	1,66	1,62
4 MST				
0 (B ₀)	1,05	1,66	1,46	1,39 ^c
2 (B ₁)	2,47	2,20	2,49	2,38 ^a
4 (B ₂)	1,87	2,13	1,81	1,94 ^b
Rata-rata	1,80	2,00	1,92	1,90
6 MST				
0 (B ₀)	1,05	1,66	1,46	1,39 ^c
2 (B ₁)	2,62	2,27	2,62	2,50 ^a
4 (B ₂)	2,04	2,39	2,08	2,17 ^b
Rata-rata	1,90	2,10	2,06	2,02

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

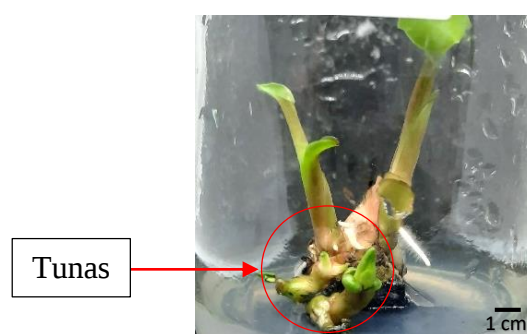
Tunas merupakan bagian dari tumbuhan yang muncul apabila eksplan telah mendapat nutrisi dengan baik. Jumlah tunas merupakan salah satu komponen pertumbuhan tanaman yang diamati untuk mengetahui keberhasilan eksplan agar tumbuh dan berkembang menjadi planlet. Bertambahnya jumlah tunas terjadi sebagai akibat bertambahnya jumlah sel yang diikuti dengan penambahan ukuran sel. Menurut Triharyanto *et al.* (2018), tunas yang muncul pada eksplan menunjukkan keberhasilan tahap multiplikasi pada kultur jaringan, proses pertumbuhan tunas dapat dirangsang oleh zat pengatur tumbuh.

Perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada umur 2, 4 dan 6 MST, sedangkan perlakuan dengan konsentrasi IAA tidak berpengaruh terhadap pertambahan jumlah tunas eksplan pisang merah. Hal ini diduga karena pemberian hormon BAP yang lebih tinggi dari hormon IAA sehingga hormon BAP bekerja lebih dominan dalam penambahan jumlah tunas. Hal ini sejalan dengan pendapat Nofiyanto *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa

penambahan hormon sitokinin dengan konsentrasi yang lebih tinggi akan memacu pembentukan tunas planlet tanaman, sedangkan jika konsentrasi auksin yang lebih tinggi maka akan memacu pembentukan akar dan panjang akar planlet tanaman.

Pemberian konsentrasi BAP sebesar 2 ppm diduga sudah cukup untuk mengoptimalkan pertumbuhan tunas pisang merah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bella *et al.* (2016), penggunaan 2 ppm BAP mampu menghasilkan tingkat multiplikasi yang tinggi pada tanaman pisang sebesar 1,58 tunas. Diperkuat oleh hasil penelitian Triharyanto *et al.* (2018), bahwa pemberian konsentrasi 2 ppm BAP dalam multiplikasi pisang raja bulu secara *in vitro* menghasilkan jumlah tunas terbanyak sebesar 2,38 tunas.

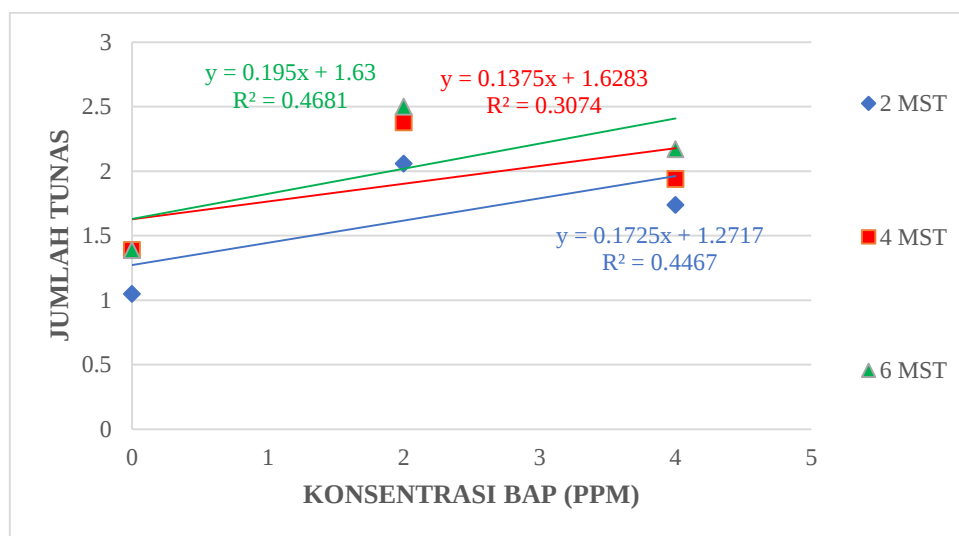
Pembentukan tunas yang tumbuh dari eksplan ditandai dengan adanya tonjolan yang berwarna hijau dan terdapat penebalan pada eksplan. Menurut Yelnitis (2012), proses penebalan eksplan pada bagian potongan dan di daerah yang mengalami pelukaan. Penebalan tersebut merupakan interaksi antara eksplan dengan media tumbuh, zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh sehingga eksplan bertambah besar. Bella *et al.* (2016), menambahkan bahwa pembentukan tunas mikro ini diawali dengan adanya pembengkakan pada bagian bawah potongan batang yang ditanam. Pembengkakan pada eksplan yang terjadi disebabkan terdapatnya aktivitas auksin endogen yang cukup untuk memobilisasi sel-sel untuk membentuk tunas. Eksplan yang membentuk tunas dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Eksplan membentuk tunas umur 4 MST

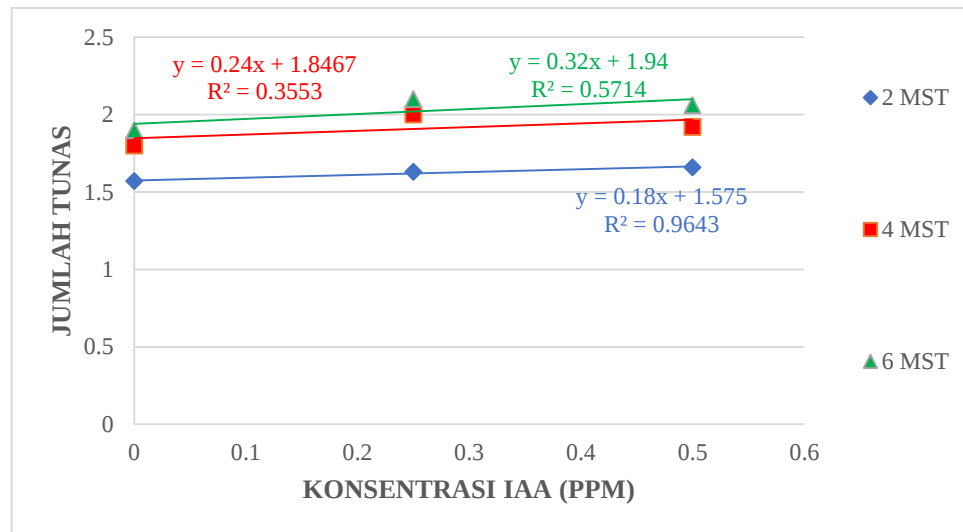
Pembentukan tunas pada eksplan dapat dirangsang dengan menggunakan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin maupun auksin. Hal ini sesuai dengan pendapat Mahfudza *et al.* (2018), yaitu kombinasi zat pengatur tumbuh auksin dan

sitokinin dalam perimbangan yang tepat akan memacu pembelahan dan pembesaran sel yang mengarah pada morfogenesis tunas. Diperkuat oleh pendapat Yulia *et al.* (2020), bahwa kecepatan munculnya tunas ditentukan oleh kondisi eksplan dan penggunaan zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang sesuai. Sitokinin adalah zat pengatur tumbuh yang dapat memacu pembelahan dan perkembangan sel, mendorong proses morfogenesis serta membantu pembentukan kloroplas. BAP merupakan salah satu jenis sitokinin yang dapat membantu pembentukan tunas dan menstimulasi pembelahan sel pada bagian tanaman.



Gambar 17. Grafik regresi jumlah tunas dengan BAP

Berdasarkan Gambar 17, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap jumlah tunas, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,1725 dengan pengaruh sebesar 44,67%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,1375 dengan pengaruh sebesar 30,74%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,195 dengan pengaruh sebesar 46,81%. Menurut Bella *et al.* (2016), kemampuan eksplan bertunas dipengaruhi oleh genotip tanaman, namun terlepas dari pengaruh genotip tanaman, dalam meningkatkan multiplikasi tunas dipengaruhi oleh jenis sitokinin dan konsentrasi yang digunakan.



Gambar 18. Grafik regresi jumlah tunas dengan IAA

Berdasarkan Gambar 18, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap jumlah tunas, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,18 dengan pengaruh sebesar 96,43%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,24 dengan pengaruh sebesar 35,53%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah tunas secara rata-rata naik sebesar 0,32 dengan pengaruh sebesar 57,14%. Menurut Yatim (2016), kombinasi zat pengatur tumbuh BAP dan IAA dikenal dapat mengurangi dominasi meristem apikal dan menginduksi pembentukan tunas adventif dari eksplan meristematik pisang.

Dalam penelitian ini juga diketahui bahwa adanya korelasi negatif antara pertumbuhan tunas dengan pertambahan tinggi, dikarenakan pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa dengan semakin meningkatnya jumlah tunas, akan membuat pertambahan tinggi pada planlet menjadi semakin terhambat, begitu juga sebaliknya dan sesuai hasil penelitian Ramesh dan Ramassamy (2014), yang menyatakan bahwa pembentukan tunas mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman pisang, semakin banyak tunas yang tumbuh, maka pertumbuhan tinggi tanaman pisang menjadi kurang optimal, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pemanjangan tunas digunakan untuk pembentukan calon tunas. Menurut Bella *et al.* (2016), pertambahan tinggi pada eksplan dipengaruhi oleh jumlah tunas

yang terbentuk, yaitu semakin banyak jumlah tunas baru yang tumbuh di setiap perlakuannya maka akan semakin rendah rata-rata tinggi eksplan yang dihasilkan.

4.2.6. Jumlah Daun

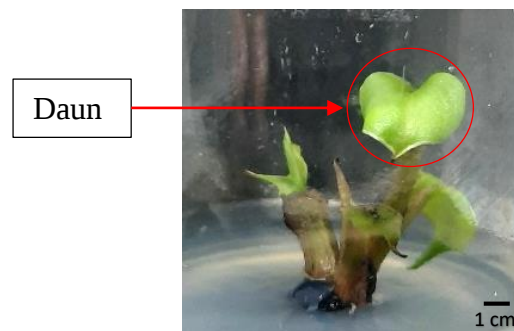
Berdasarkan hasil sidik ragam yang disajikan pada Lampiran 11. Menunjukkan pemberian konsentrasi IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 2 MST, jumlah daun pada perlakuan 0 ppm IAA sebesar 1,36 helai. Kemudian pemberian konsentrasi BAP juga berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 2 MST, dan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun pada umur 4 dan 6 MST, jumlah daun terbaik pada perlakuan 2 ppm BAP sebesar 1,34 helai, 1,91 helai dan 2,16 helai, Tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter jumlah daun. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah daun eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah daun eksplan pisang merah (helai)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
2 MST				
0 (B ₀)	1,17	0,88	0,71	0,91 ^b
2 (B ₁)	1,47	1,56	1,00	1,34 ^a
4 (B ₂)	1,44	0,88	0,88	1,06 ^b
Rata-rata	1,36 ^a	1,11 ^b	0,86 ^c	1,11
4 MST				
0 (B ₀)	1,29	1,10	1,00	1,13 ^b
2 (B ₁)	2,24	1,86	1,64	1,91 ^a
4 (B ₂)	1,86	1,68	1,76	1,77 ^a
Rata-rata	1,80	1,54	1,47	1,60
6 MST				
0 (B ₀)	1,48	1,18	1,10	1,25 ^c
2 (B ₁)	2,49	2,11	1,87	2,16 ^a
4 (B ₂)	1,86	2,02	1,95	1,94 ^b
Rata-rata	1,95	1,77	1,64	1,78

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 1x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Jumlah daun merupakan parameter pengamatan yang sangat penting sebagai indikator pertumbuhan pada eksplan. Banyaknya jumlah daun yang tumbuh menandakan respon pertumbuhan eksplan sangat baik. Menurut Hartati *et al.* (2017), jumlah daun pada pertumbuhan suatu tanaman memegang peranan yang sangat penting, hal ini berkaitan dengan kemampuan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis dan berbagai metabolisme pada eksplan. Semakin banyak jumlah daun yang terbentuk maka akan menghasilkan fotosintat yang banyak juga, sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman yang optimal, pertumbuhan jumlah daun dapat diinduksi dengan penggunaan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin seperti BAP dan auksin seperti IAA. Eksplan yang membentuk daun dapat dilihat pada Gambar 19.

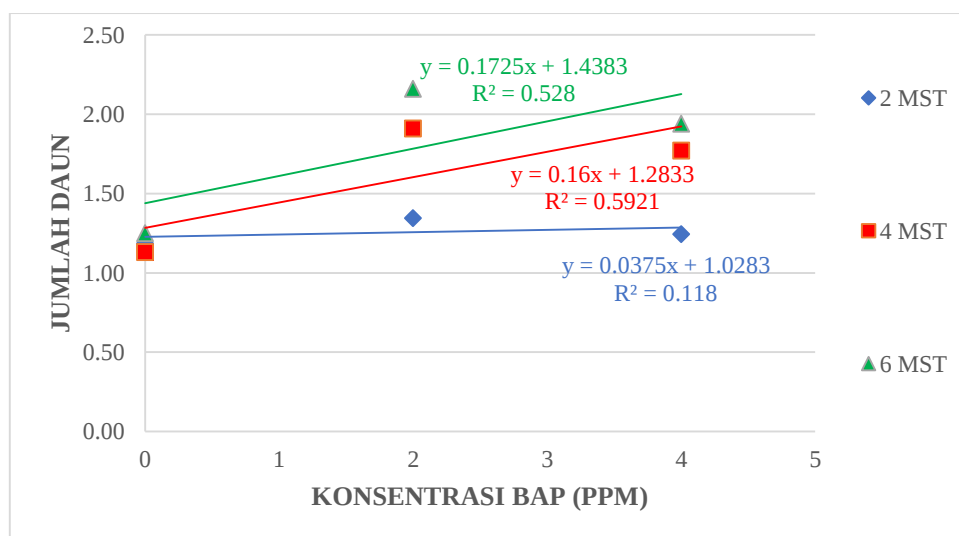


Gambar 19. Eksplan membentuk daun umur 4 MST

Pemberian konsentrasi BAP dan IAA berpengaruh terhadap jumlah daun, hal ini diduga karena konsentrasi hormon auksin dan sitokinin endogen pada tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, dengan penambahan hormon auksin eksogen dengan konsentrasi yang lebih rendah dari konsentrasi sitokinin eksogen sehingga dapat memacu pertumbuhan daun pada eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pendapat Wahidah dan Hasrul (2017), yang menyatakan bahwa pada tanaman terdapat hormon auksin dan sitokinin endogen yang ada pada tanaman itu sendiri dan cukup dalam membantu proses perkembangan daun, dengan konsentrasi auksin yang rendah serta memiliki keseimbangan konsentrasi antara auksin IAA dan sitokinin BAP berpengaruh terhadap perkembangan organ pada tumbuhan, keberadaan konsentrasi auksin yang tinggi dapat menghambat pertambahan jumlah daun, karena konsentrasi auksin yang tinggi dapat menginduksi zat pengatur

tumbuh lainnya seperti etilen yang berlawanan arah dengan fungsi auksin itu sendiri. Menurut Hartati *et al.* (2017), untuk memacu pertumbuhan dan pembentukan organogenesis tanaman seperti daun biasanya ditambahkan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin dan auksin seperti IAA untuk mendukung kinerja hormon endogen sehingga pertumbuhan tanaman dapat lebih optimal.

Dengan pemberian konsentrasi 2 ppm BAP diduga sudah cukup untuk mengoptimalkan pertumbuhan jumlah daun dan memberikan hasil lebih baik pada jumlah daun eksplan pisang dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Triharyanto *et al.* (2018), penambahan 4 ppm BAP memberikan hasil 0,11 helai pada jumlah daun planlet tanaman pisang raja bulu. Menurut Nofiyanto *et al.* (2019), penambahan zat pengatur tumbuh BAP dengan konsentrasi yang tepat dapat menginduksi proses pembentukan organogenesis pada planlet tanaman seperti daun dan dapat mengoptimalkan pertumbuhan planlet.

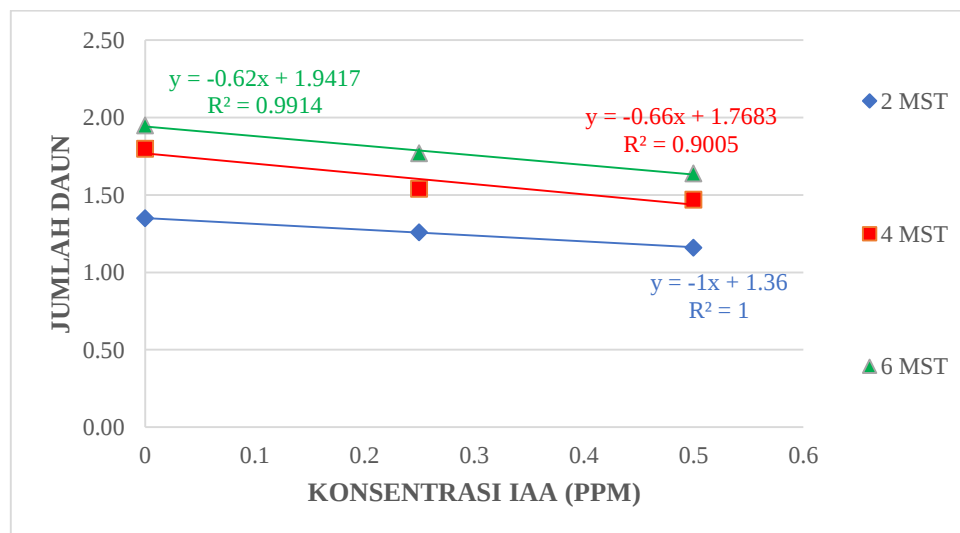


Gambar 20. Grafik regresi jumlah daun dengan BAP

Berdasarkan Gambar 20, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh positif terhadap jumlah daun, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun mengalami kenaikan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,0375 dengan pengaruh sebesar 11,8%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar

0,16 dengan pengaruh sebesar 59,21%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,1725 dengan pengaruh sebesar 52,8%. Menurut Bella *et al.* (2016), jumlah daun dipengaruhi oleh jumlah tunas yang tumbuh, semakin banyak jumlah tunas yang tumbuh maka akan sedikit jumlah daun tumbuh, begitu juga sebaliknya. Yatim (2016), menambahkan bahwa pemberian 2 ppm BAP memberikan kontribusi yang baik terhadap jumlah daun terkait fungsi BAP itu sendiri dalam mendorong pembelahan sel dan proses organogenesis dalam proses mikropropagasi.

Pertumbuhan jumlah daun ini terjadi kecenderungan dimana semakin banyak jumlah tunas yang tumbuh pada eksplan dari setiap perlakuan dapat mengakibatkan rata-rata jumlah daun menjadi lebih sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ramesh dan Ramassamy (2014), bahwa jumlah daun yang terbentuk pada eksplan diduga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, sehingga semakin sedikit tunas yang muncul, maka jumlah daun semakin meningkat, dan sebaliknya, hal ini karena energi yang dibutuhkan untuk pembentukan daun digunakan untuk pembentukan calon tunas lainnya, sehingga jumlah daun dapat mengalami penghambatan.



Gambar 21. Grafik regresi jumlah daun dengan IAA

Berdasarkan Gambar 21, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh negatif terhadap jumlah daun, dimana

setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -1 dengan pengaruh sebesar 100%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -0,66 dengan pengaruh sebesar 90,06%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata turun sebesar -0,62 dengan pengaruh sebesar 99,14%. Pada hasil penelitian Wahidah dan Hasrul (2017), menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi IAA yang tinggi mengakibatkan tanaman mensintesis ZPT lain seperti Asam Absisat (ABA) atau Etilen yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan daun dan batang, karena terdapat konsentrasi auksin yang melebihi kebutuhan eksplan. Sel umumnya mengandung auksin cukup untuk pembentukan organ daun secara normal, sedangkan tanaman kontrol memiliki kemampuan tumbuh yang lebih baik dibanding tanaman yang diuji karena pada tanaman kontrol memiliki hormon auksin yang cukup dalam proses perkembangan sel dan tidak melebihi batas konsentrasi tanaman tersebut, sehingga tidak mensintesis ZPT lain yang dapat menghambat pembentukan daun tanaman.

4.2.7. Jumlah Akar

Berdasarkan hasil sidik ragam yang tersaji pada Lampiran 12. menunjukkan bahwa konsentrasi IAA berpengaruh sangat nyata pada parameter jumlah akar pada umur 2, 4 dan 6 MST. Jumlah akar terbaik pada perlakuan konsentrasi 0,25 ppm IAA sebesar 1,50 akar, 1,65 akar dan 1,78 akar. Kemudian tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi BAP dan IAA pada jumlah akar eksplan pisang merah, hal ini diduga karena hormon BAP lebih berperan pada pembentukan tunas, sedangkan hormon IAA berperan pada pembentukan dan pemanjangan akar. Menurut Putri *et al.* (2018), hormon IAA merupakan golongan auksin yang berperan dalam diferensiasi sel dan menginisiasi pembentukan akar tanaman. Satria (2020), menambahkan bahwa BAP termasuk dalam golongan zat pengatur tumbuh sitokinin dan BAP berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tunas, berpengaruh terhadap metabolisme sel dan berfungsi sebagai pendorong proses fisiologis. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah akar eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 9.

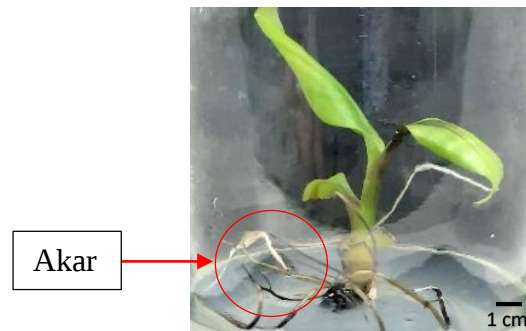
Tabel 9. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap jumlah akar eksplan pisang merah (akar)

Konsentrasi BAP (ppm)	Konsentrasi IAA (ppm)			Rata-rata
	0 (I ₀)	0,25 (I ₁)	0,50 (I ₂)	
2 MST				
0 (B ₀)	1,32	1,50	1,21	1,34
2 (B ₁)	1,25	1,56	1,25	1,35
4 (B ₂)	1,10	1,43	1,17	1,23
Rata-rata	1,22 ^b	1,50 ^a	1,21 ^b	1,31
4 MST				
0 (B ₀)	1,42	1,66	1,52	1,53
2 (B ₁)	1,44	1,70	1,52	1,55
4 (B ₂)	1,24	1,59	1,46	1,43
Rata-rata	1,37 ^c	1,65 ^a	1,50 ^b	1,51
6 MST				
0 (B ₀)	1,45	1,83	1,61	1,63
2 (B ₁)	1,51	1,81	1,58	1,63
4 (B ₂)	1,33	1,71	1,63	1,56
Rata-rata	1,43 ^c	1,78 ^a	1,60 ^b	1,61

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%. Data di atas hasil transformasi sebanyak 2x dengan rumus $\sqrt{\chi + 0,5}$

Berdasarkan hasil penelitian yang tersaji pada Tabel 10. menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan B0I1 (0 ppm BAP + 0,25 ppm IAA) memberikan hasil terbaik pada parameter jumlah akar planlet pisang merah yaitu sebesar 1,83 akar. Hasil penelitian ini memberikan pengaruh lebih baik pada jumlah akar planlet tanaman pisang dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lathifah dan Dewi (2016), kombinasi 0,3 ppm IAA dengan 3 ppm BAP memberikan hasil jumlah akar planlet pisang barangan sebesar 1,2 akar. Hal ini diduga bahwa konsentrasi hormon auksin endogen tanaman sudah tersedia cukup banyak sehingga dengan penambahan hormon auksin IAA dengan konsentrasi yang rendah yaitu 0,25 ppm memberikan hasil yang baik terhadap jumlah akar planlet pisang merah, dan juga dapat dipengaruhi oleh genotipe tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Bella *et al.* (2016), bahwa kemampuan eksplan menghasilkan akar dipengaruhi oleh genotipe tanaman, namun terlepas dari pengaruh genotipe tanaman, dalam meningkatkan jumlah akar dapat dipengaruhi

oleh jenis auksin dan konsentrasi yang digunakan. Menurut Ngomuo *et al.* (2013), konsentrasi eksogen menjadi faktor utama dalam kegiatan perbanyakan tanaman secara *in vitro* untuk mendapatkan jumlah akar yang optimal.



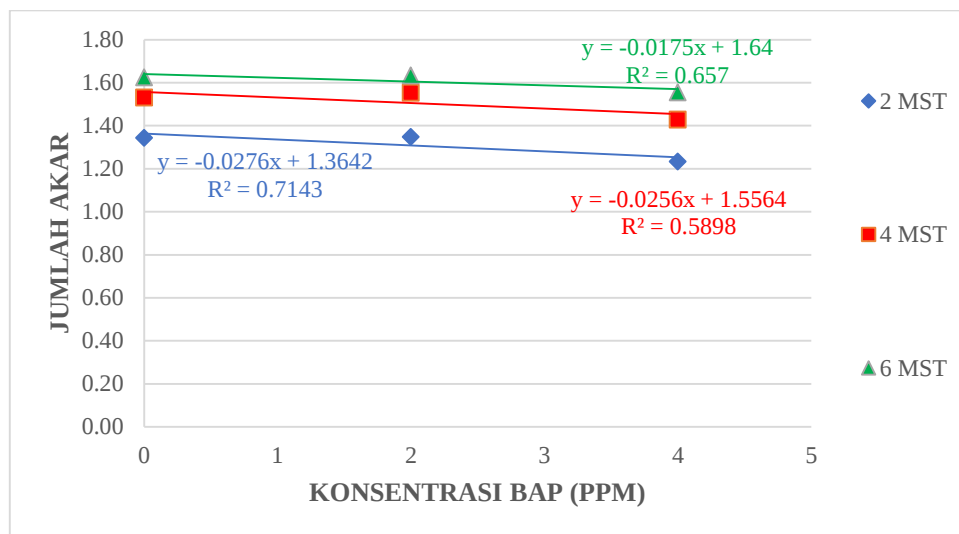
Gambar 22. Akar eksplan pada perlakuan 0 ppm BAP + 0,25 ppm IAA

Pertumbuhan akar pada eksplan dapat dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang digunakan. Pemberian zat pengatur tumbuh auksin yang dikombinasikan dengan sitokinin dengan konsentrasi yang sesuai dapat memberikan pengaruh yang besar untuk merangsang pembentukan akar pada eksplan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pamungkas (2015), yang menyatakan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh auksin pada konsentrasi tertentu baik diberikan sendiri maupun dalam bentuk kombinasi dengan zat pengatur tumbuh sitokinin dapat merangsang pembentukan akar dari jaringan tanaman, hal ini terjadi karena peningkatan permeabilitas masuknya air dalam sel. Keadaan seperti ini akan memacu diferensiasi pembentukan akar pada eksplan.

Menurut Nurhanis *et al.* (2019), kecepatan pertumbuhan eksplan dapat terjadi karena adanya interaksi yang seimbang antara hormon endogen pada eksplan dengan penambahan hormon eksogen, akibat dari adanya interaksi tersebut eksplan mengalami proses fisiologi yang berlangsung efektif, sehingga dapat memacu awal pertumbuhan eksplan seperti pembentukan akar.

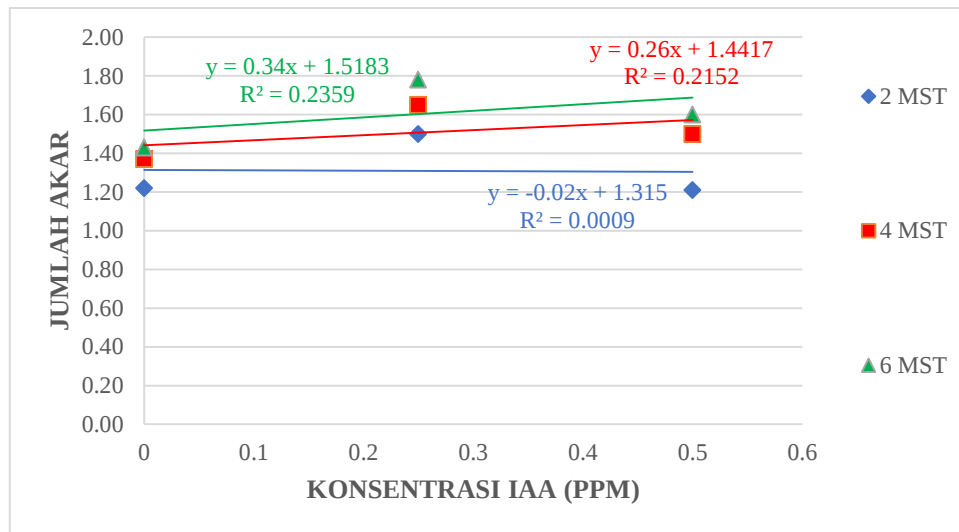
Pada pengamatan selama percobaan berlangsung, terdapat beberapa eksplan yang menghasilkan akar namun tidak membentuk tunas baru. Menurut Bella *et al.* (2016), keadaan ini terjadi diduga adanya kandungan hormon auksin endogen dalam eksplan mungkin cukup tinggi untuk menumbuhkan akar eksplan. pengaruh pemberian sitokinin dapat ditekan atau dihambat di dalam sel *xilem* sehingga sel

pembentukan akar dapat terlindungi dari pengaruh sitokinin dalam sel tersebut. Dengan pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin pada media dapat merangsang produksi hormon etilen dalam kondisi tertentu, dimana etilen dapat merangsang pembentukan akar adventif dengan mensintesis bagian tanaman yang terluka dan menjadikannya sebagai tempat pembentukan akar adventif pada bagian atau jaringan yang terluka akibat kegiatan pemotongan eksplan.



Gambar 23. Grafik regresi jumlah akar dengan BAP

Berdasarkan Gambar 23, grafik regresi pada umur 2 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi BAP berpengaruh negatif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0276 dengan pengaruh sebesar 71,43%. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0256 dengan pengaruh sebesar 58,98%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi BAP maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,0175 dengan pengaruh sebesar 65,7%. Menurut Su *et al.* (2011), media dengan perlakuan tanpa penambahan sitokinin lebih baik jika dibandingkan dengan media yang mengandung sitokinin untuk pembentukan akar, hal ini diduga karena zat pengatur tumbuh sitokinin yang ditambahkan dapat menghambat biosintesis auksin endogen dalam membentuk akar.



Gambar 24. Grafik regresi jumlah akar dengan IAA

Berdasarkan Gambar 24, grafik regresi pada umur 2 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh negatif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar mengalami penurunan. Pada umur 2 MST setiap terjadi kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar secara rata-rata turun sebesar -0,02 dengan pengaruh sebesar 0,09%. Sedangkan grafik regresi pada umur 4 sampai 6 MST perlakuan konsentrasi IAA berpengaruh positif terhadap jumlah akar, dimana setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar mengalami kenaikan. Pada umur 4 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah daun secara rata-rata naik sebesar 0,26 dengan pengaruh sebesar 21,52%. Pada umur 6 MST setiap kenaikan konsentrasi IAA maka jumlah akar secara rata-rata naik sebesar 0,34 dengan pengaruh sebesar 23,59%. Umumnya hormon auksin secara endogen telah tersedia pada tanaman namun dengan konsentrasi yang rendah, untuk menunjang pertumbuhan eksplan maka perlu ditambahkan hormon auksin secara eksogen dengan konsentrasi yang sesuai pada media yang seimbang untuk memacu pembentukan akar pisang merah (*Musa acuminata* Red Dacca). Hal ini sesuai dengan pendapat Hartati *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa beberapa eksplan menghasilkan auksin secara endogen dalam jumlah cukup, namun untuk menunjang pertumbuhan kultur jaringan eksplan membutuhkan tambahan auksin secara eksogen, yaitu dari penambahan zat pengatur tumbuh sintetis dan senyawa organik salah satunya adalah IAA.

4.2.8. Persentase Eksplan Hidup (%)

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 10, dapat dilihat data persentase eksplan hidup tanaman pisang merah dengan perlakuan berbagai konsentrasi BAP dan IAA memberikan hasil persentase eksplan hidup yaitu 100 % dari pengamatan selama 6 MST pada semua perlakuan. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase eksplan hidup pada eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase eksplan hidup eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang hidup	Persentase eksplan hidup (%)
B0I0	3	3	100%
B0I1	3	3	100%
B0I2	3	3	100%
B1I0	3	3	100%
B1I1	3	3	100%
B1I2	3	3	100%
B2I0	3	3	100%
B2I1	3	3	100%
B2I2	3	3	100%
Total	27	27	100%

Pertumbuhan eksplan ditandai dengan adanya perubahan dan penambahan ukuran maupun bentuk yang bersifat tidak dapat kembali pada bentuk maupun ukuran semula (*irreversible*) seperti penambahan tinggi eksplan, tumbuhnya tunas pada eksplan, tumbuhnya akar dan daun pada eksplan. Proses pertumbuhan pada eksplan melibatkan proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel yang dipengaruhi oleh suatu hormon atau ZPT. Dengan pemberian ZPT sitokinin (BAP) dan auksin (IAA) pada media dapat memacu pertumbuhan eksplan pisang merah. Hal ini sesuai dengan pendapat Lathyfah *et al.* (2016), zat pengatur tumbuh yang tergolong kedalam kelompok auksin seperti *Indole Acetic Acid* (IAA) berfungsi untuk pertumbuhan tanaman maupun pembentukan anakan serta perpanjangan akar. Kemudian zat pengatur tumbuh yang termasuk golongan sitokinin seperti *Benzyl Amino Purin* (BAP) berperan dalam menstimulasi pembelahan sel,

menginduksi pembentukan tunas dan poliferasi tunas aksilar. Hartati *et al.* (2017), menambahkan bahwa dalam kultur jaringan biasanya ditambahkan hormon eksogen seperti sitokinin dan auksin untuk mendukung kinerja hormon endogen yang telah dihasilkan secara alami oleh tanaman, untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal, diperlukan konsentrasi ZPT yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Salah satu ciri bahwa eksplan pisang merah hidup yaitu memiliki ciri-ciri warna hijau terdapat tunas, daun, dan akar seperti pada Gambar 25, sedangkan tanaman yang mati memiliki ciri-ciri warna coklat, warna coklat kekuningan muncul disebabkan sel tanaman yang akan mati karena bekas luka potongan dan sulitnya untuk tanaman beradaptasi pada media baru yang diberikan. Menurut Sadat *et al.* (2018), pencoklatan salah satunya disebabkan oleh sintesis metabolit sekunder. Sintesis senyawa fenolik yang menutupi permukaan eksplan berasal dari bagian tanaman yang mengalami luka dan apabila keadaan seperti ini berlangsung terus menerus, maka senyawa fenolik akan terakumulasi dalam media menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur hara oleh eksplan sehingga menghambat pertumbuhan eksplan khususnya kalus, bahkan pada kultur yang lebih lanjut dapat menyebabkan kematian eksplan.



Gambar 25. Eksplan hidup umur 6 MST

Selain itu penggunaan media dasar MS dengan penambahan BAP dan IAA sangat membantu pertumbuhan tanaman pisang merah karena memiliki unsur hara makro dan mikro serta zat perangsang tumbuh, vitamin yang tinggi di dalamnya sehingga memberikan pengaruh baik bagi pertumbuhan tanaman pisang merah. Menurut Putri *et al.* (2018), media MS merupakan media yang sangat kompleks

terdiri dari unsur hara makro, mikro, vitamin dan asam amino. MS digunakan sebagai media dasar yang mengandung unsur hara esensial, sumber energi, dan vitamin yang dapat menunjang kebutuhan nutrisi bagi pertumbuhan optimal dari tanaman. Zat pengatur tumbuh yang diberikan juga memiliki peranan dalam menyokong pertumbuhan eksplan. Dimana zat pengatur tumbuh dapat merangsang pembelahan sel dan pertumbuhan eksplan, yang dapat ditandai dengan adanya respon dengan munculnya akar. Konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan dapat menyokong pertumbuhan dan tidak bersifat mematikan jaringan eksplan.

4.2.9. Persentase *Browning* (%)

Berdasarkan persentase *browning* yang disajikan pada Tabel 11. menunjukkan bahwa persentase *browning* pada penelitian ini yaitu 0%. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase *browning* eksplan pisang merah disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase *browning* eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang mengalami <i>browning</i>	Persentase <i>browning</i> (%)
B0I0	3	0	0
B0I1	3	0	0
B0I2	3	0	0
B1I0	3	0	0
B1I1	3	0	0
B1I2	3	0	0
B2I0	3	0	0
B2I1	3	0	0
B2I2	3	0	0
Total	27	0	0%

Pemberian konsentrasi BAP dan IAA dapat menekan terjadinya *browning* pada eksplan pisang merah, hal ini diduga eksplan pisang merah yang ditanam mampu beradaptasi dengan media sehingga tidak terjadi *browning* pada eksplan. Hal ini sejalan dengan pendapat Lestari *et al.* (2013), Dalam kultur jaringan sering

dijumpai adanya respon eksplan yang berbeda terhadap formulasi media. Respon tersebut dipengaruhi oleh genotipe, fase fisiologis eksplan dan ditentukan juga oleh jenis, struktur kimia serta konsentrasi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan ke dalam media kultur.

Eksplan yang mengalami *browning* ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan yang disebabkan oleh oksidasi senyawa fenolik akibat jaringan eksplan yang dilukai. Menurut Hutami (2008), *browning* disebabkan oleh aktivitas enzim oksidase yang mengandung tembaga seperti polifenol oksidase dan tirosinase yang dilepaskan atau disintesis dan tersedia pada kondisi oksidatif ketika jaringan dilukai, toksisitas fenol kemungkinan disebabkan oleh ikatan reversibel antara hidrogen dan protein. Penghambatan pertumbuhan yang tidak dapat diperbaiki terjadi ketika fenol teroksidasi menjadi senyawa aktif quinon yang tinggi yang kemudian memutar, memolimerase dan mengoksidasi protein menjadi senyawa melanat yang semakin meningkat. Onuoha *et al.* (2011), juga menjelaskan bahwa pada jaringan pisang mengandung komponen enzim-enzim fenolik terutama enzim polifenol oksidase yang secara alami merupakan fito-auksin yang penting pada pisang. Pencoklatan ini pertama terlihat di bagian permukaan bawah eksplan yang kemudian terus meluas sejalan dengan semakin bertambahnya waktu kultur hingga menyebar hampir ke seluruh permukaan eksplan, apabila keadaan ini berlangsung terus menerus, maka akan terakumulasi dalam media sehingga menyebabkan terhambatnya penyerapan unsur-unsur hara oleh eksplan sehingga akan menghambat pertumbuhan eksplan khususnya kalus, bahkan pada kultur yang lebih lanjut dapat menyebabkan kematian eksplan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan terjadinya *browning* pada eksplan adalah dengan cara memindahkan eksplan pada media baru. Menurut Hutami (2008), untuk menghindari pembentukan fenol yang paling umum adalah dengan mentransfer eksplan ke media baru sebelum tanaman mengalami kematian. Sadat *et al.* (2018), juga menjelaskan bahwa beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko *browning* pada eksplan salah satunya adalah pada tahap sterilisasi sebelum eksplan tersebut ditanam dialiri dengan air selama 15 menit dengan tujuan agar senyawa fenolik yang terkandung dalam jaringan eksplan dapat

tereduksi sehingga mampu mengurangi resiko terjadinya masalah *browning* pada saat pertumbuhan eksplan selama dalam botol kultur.

Tidak terjadinya *browning* pada penelitian ini diduga juga karena penambahan asam askorbat atau vitamin C pada media mampu menekan senyawa fenol yang terdapat pada eksplan pisang merah. Hal ini sejalan dengan pendapat Latunra *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa penambahan arang aktif dalam media perlakuan dapat menyerap fenol yang dihasilkan oleh eksplan. Selain itu penambahan asam askorbat pada media juga seringkali digunakan sebagai antioksidan yang berfungsi untuk mencegah dan mengurangi terjadinya *browning* pada eksplan.

4.2.10. Persentase Kontaminasi (%)

Salah satu hambatan dalam pelaksanaan teknik *in vitro* adalah adanya kontaminasi mikroorganisme yang dapat menyerang eksplan sehingga menghambat pertumbuhan eksplan. Menurut Sinta *et al.* (2014), apabila eksplan mengalami kontaminasi maka eksplan akan membusuk dan mati, oleh karena itu diperlukan adanya pencegahan terhadap kontaminasi dengan penambahan fungisida, bakterisida, dan antibiotik kedalam media tanam yang dapat mencegah timbulnya kontaminasi.

Tabel 12. Pengaruh konsentrasi BAP dan IAA terhadap persentase kontaminasi eksplan pisang merah (%)

Perlakuan	Jumlah eksplan yang diamati	Jumlah eksplan yang mengalami kontaminasi	Persentase kontaminasi (%)
B0I0	3	0	0
B0I1	3	0	0
B0I2	3	0	0
B1I0	3	0	0
B1I1	3	0	0
B1I2	3	0	0
B2I0	3	0	0
B2I1	3	0	0
B2I2	3	0	0
Total	27	0	0%

Persentase kontaminasi yang disajikan pada Tabel 12. menunjukkan bahwa persentase kontaminasi pada penelitian ini yaitu 0%. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan selama 6 MST tidak terlihat adanya tanda-tanda kontaminasi dari mikroorganisme baik itu jamur maupun bakteri yang tumbuh pada eksplan dan juga media. Menurut Puspita (2017), kontaminasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang pertama adalah eksplan. Eksplan merupakan bagian jaringan pada tanaman yang akan dikulturkan pada media tanam aseptik. Pada eksplan inilah banyak sekali mikroorganisme ditemukan, karena eksplan terpapar oleh udara luar dan bersinggungan langsung dengan kondisi non aseptik. Mikroorganisme ini biasa ditemukan pada permukaan dan celah-celah kecil pada lapisan luar. Faktor kedua adalah proses sterilisasi alat, bahan dan ruangan dalam pembuatan media tanam yang mempengaruhi tingkat kontaminasi. Faktor yang ketiga adalah media yang digunakan sebagai media tanam yang dapat menyebabkan tumbuhnya jamur. Ciri-ciri media yang terkontaminasi adalah timbul bercak putih yang lama kelamaan akan diselimuti oleh spora berbentuk kapas berwarna putih hingga kuning kecoklatan yang membentuk gumpalan yang melekat pada media.

Tingkat terjadinya kontaminasi dalam kultur jaringan dapat diminimalisir dengan menggunakan PPM (*Plant Preservative Mixture*), dalam penelitian ini menggunakan PPM yang ditambahkan pada media yang bertujuan menghindari terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri pada media. Dengan penambahan PPM sebanyak 0,5 ml/l pada media mampu mencegah terjadinya kontaminasi pada media. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Mahmoud (2016), bahwa dengan penggunaan 0,5 ml/l PPM yang ditambahkan pada medium kultur dapat mengendalikan kontaminasi tanpa menyebabkan pengurangan dalam efektivitas sistem kultur, sehingga tidak berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan eksplan. Menurut Kusumaningsih (2015), *Plant Preservative Mixture* merupakan biosida berspektrum luas yang digunakan sebagai bahan *preservative* dalam kultur jaringan tanaman.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP memberikan hasil terbaik terhadap parameter jumlah daun umur 2 MST sebesar 1,34 helai, umur 4 MST sebesar 1,91 helai, umur 6 MST sebesar 2,16 helai. Kemudian pada parameter jumlah tunas umur 2 MST sebesar 2,06 tunas, umur 4 MST sebesar 2,38 tunas dan umur 6 MST sebesar 2,50 tunas. Perlakuan konsentrasi 2 ppm BAP juga memberikan hasil terbaik terhadap parameter waktu muncul daun pada perlakuan BAP 0 ppm dengan waktu tercepat yaitu 1,22 MST.
2. Perlakuan tanpa konsentrasi IAA memberikan hasil terbaik terhadap parameter jumlah daun pada umur 2 MST perlakuan 0 ppm IAA sebesar 1,36 helai. Perlakuan konsentrasi 0,25 ppm IAA juga memberikan hasil terbaik terhadap parameter jumlah akar pada umur 2 sebesar 1,50 akar, umur 4 MST sebesar 1,65 akar, dan umur 6 MST sebesar 1,78 akar.
3. Tidak terdapat interaksi perlakuan konsentrasi BAP dan IAA terhadap parameter tinggi eksplan, waktu muncul tunas baru, waktu muncul daun, waktu muncul akar, jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disarankan bahwa untuk multiplikasi tunas pisang merah dapat menggunakan konsentrasi 2 ppm BAP yang dikombinasikan dengan konsentrasi 0,25 ppm IAA.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S.S.A.K., Singh, V. K., Wali, dan Kumari, P. 2014. *In Vitro Multiplication of Banana (Musa sp.) cv. Grand Naine*. J. Biotechnology. Vol.13 (27): 2696–2703.
- Ade, H.W. 2019. Pertumbuhan Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) Terhadap Pemberian IAA dan Kinetin secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Anggraeni, R.U.A. 2020. Respon Pertumbuhan Eksplan Anakan Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca* L.) Dengan Pemberian BAP dan IAA secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Agrieni, Y. 2021. Pertumbuhan Kultur Bonggol Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) Dalam Media Ms Dengan Kombinasi Iba dan Thidiazuron. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bhosale, U.P., Dubhashi S.V., Mali N.S., dan Rathod H.P. 2011. *In Vitro Shoot Multiplication in Different Species of Banana*. Asian J Plant Sci Res. Vol. 1 (3): 23-27.
- Bella, D.R.S., Suminar, E., Nuraini, A., Ismail, A. 2016. Pengujian Efektivitas Berbagai Jenis dan Konsentrasi Sitokinin Terhadap Multiplikasi Tunas Mikro Pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara *In Vitro*. Jurnal Kultivasi. Vol. 15 (2): 74-80.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Tanaman Buah-Buahan 2020. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html> [14 September 2021].
- Cahyono. 2009. Pisang, Budidaya dan Analisis Usahatani. Kanisius. Jogjakarta.
- Dewi, N. 2016. Pengaruh Ukuran Belah Bonggol terhadap Pertumbuhan Bibit Pisang Raja (*Musa Paradisiaca* L.). Laporan Penelitian Dosen. Fakultas Pertanian, Universitas Baturaja, BatuRaja.
- Eriansyah, M., Susiyanti dan Putra, Y. 2014. Pengaruh Pemotongan Eksplan dan Pemberian Beberapa Konsentrasi Air Kelapa terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Pisang Ketan (*Musa paradisiaca*) secara *In Vitro*. Jurnal Agrologia. Vol. 3 (1): 54-61.
- Ferdous, M.H., Billah, A.A.M., H. Mehraj, T.T., dan Uddin, A.F.M.J. 2015. *BAP and IBA Pulsing For In Vitro Multiplication of Banana Cultivars Through Shoot-Tip Culture*. J.Biosci. Agri. Research. Vol.3 (2): 87-95.

- Gunawan, L.W. 2012. Teknik Kultur Jaringan Tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hutami, S. 2008. Ulasan Masalah Pencoklatan pada Kultur Jaringan. Jurnal AgroBiogen. Vol.4 (2): 83-88.
- Haris. 2015. Teknik Kultur Jaringan. Kasinus. Yogyakarta.
- Hartati, S., Arniputri, R.B., Soliah, L.A., and Cahyono, O. 2017. *Effects of Organic Additives and Naphthalene Acetic Acid (NAA) Application on The In Vitro Growth of Black Orchid Hybrid (Coelogyne pandurata Lindley)*. Bulgarian J of Agricultural Science. Vol.23 (6): 951–957.
- Hasibuan, F. 2019. Pertumbuhan Kultur Bonggol Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) dalam Media MS dengan Kombinasi Ekstrak Jagung Muda dan NAA. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ismaryati, T. 2010. Studi Multiplikasi Tunas, Prakaran, dan Aklimatisasi pada Perbanyak Kultur *In Vitro* Pisang Raja Bulu, Tanduk, dan Ambon Kuning. Tesis. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Isda, M.N., Elvianis., dan Siti, F. 2020. Induksi Tunas pada Beberapa Tipe Pemotongan Eksplan Bonggol Pisang Udang (*Musa acuminata* Colla) secara *in vitro*. Jurnal Biologi Universitas Andalas. Vol. 8 (1): 20-28.
- Jones, D.R., dan Daniells, J.W. 2015. *Handbook of Diseases of Banana, Abaca and Enset*. (Ed. Jones, D.R.) CABI. Oxfordshire: xv + 599 hlm.
- Khasanah, U. 2009. Pengaruh Konsentrasi NAA dan Kinetin terhadap Multiplikasi Tunas Pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kaleka, N. 2013. Pisang-Pisang Komersial. Arcita. Solo.
- Kusumaningsih, N.A. 2015. Pengaruh Media Dasar dan Konsentrasi BAP terhadap Pertumbuhan Stek Buku Tunggal *In Vitro* Tanaman Zaitun (*Olea europaea* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurnianingsih, R., Sri P.A., Mursal, G. 2018. Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang di Daerah Lombok. Jurnal Biologi Tropis. Vol. 18 (2): 235-240.
- Kiswanto, A. 2021. *Expert System Selection of Superior Banana Seeds Using Forward Chaining Method with Web Application*. International Journal of Artificial Intelligence and Robotic Technology (IJAIRTec). Vol.1 (1):9–16.
- Lestari, E.G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman Melalui Kultur Jaringan. Jurnal AgroBiogen. Vol. 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. J. Agron. Indonesia. Vol.41 (1): 40-46.
- Lathyfah, U., dan Endah R.S.D. 2016. Pengaruh Variasi Konsentrasi *Indole Acetid Acid* (IAA) Terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata* L. triploid AAA.) Dalam Kultur *In Vitro*. Bioma. Vol. 5 (1): 32-42.
- Latifah, R., Titien, S., dan Ernawati, N. 2017. Optimasi Pertumbuhan Planlet *Cattleya* Melalui Kombinasi Kekuatan Media Murashige Skoog dan Bahan Organik. Journal of Applied Agricultural Science. Vol.1 (1): 59-68.
- Murashige, T., dan Skoog, F.A. 1962. *A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Culture Physiol.* Plant. 15: 473-497.
- Mudita, I.W. 2012. Mengenal Morfologi Tanaman Dan Sistem Pemberian Skor Simmonds-Shepperd Untuk Menentukan Berbagai Kultivar Pisang Turunan *Musa acuminata* dan *Musa balbisiana*. <https://perlintanfpertaundana.weebly.com> [10 Oktober 2021].
- Mahmoud, S.N. 2016. *Effect of Different Sterilization Methods on Contamination and Viability of Nodal Segments of Cestrum nocturnum L.* International Journal of Research Studies in Biosciences. Vol.4 (2): 4-9.
- Mahfudza, E., Mukarlina., dan Riza, L. 2018. Perbanyakan Tunas Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L.) secara *In Vitro* dengan Penambahan *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) dan Air Kelapa. Jurnal Protobiont. Vol. 7 (1): 75–79.
- Ngomuo, M., Mneney, E., dan P. Ndakidemi. 2013. *The Effect of Auxins and Cytokinin on Growth and Development of (Musa sp.) var. Yangambi Explanted In Tissue Culture.* American J. Plant Sciences. Vol.4 (1): 2174-2180.
- Nofiyanto, R.T., Kusmiyati F., dan Karno. 2019. Peningkatan Kualitas Planlet Tanaman Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca* L.) dengan Penambahan BAP dan IAA pada Media Pengakaran Kultur *In Vitro*. J. Agro Complex. Vol. 3 (3): 132-141.
- Nurhanis, S.E., Reine, S.W., dan Rosa, S. 2019. Korelasi Konsentrasi IAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Kultur Jaringan Sengon (*Paraserianthes falcataria*). Jurnal Hutan Lestari. Vol.7 (2): 857-867.
- Onuoha, I.C., Eze, C.J., dan Unamba, C.I.N. 2011. *In Vitro Prevention in Plantain Culture.* Online Journal of Biological Sciences. Vol.11 (1): 13-17.

- Pamungkas, S.S.T. 2015. Pengaruh Konsentrasi NAA Dan BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Eksplan Tanaman Pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* L.) Melalui Kultur *In Vitro*. Gontor AGROTECH Science Journal. Vol. 2 (2): 31-45.
- Puspita, A. 2017. Potensi Biosida Ekstrak Akar dan Batang Pisang Kepok Untuk Pertumbuhan Biji Kacang Hijau secara *In Vitro* [Skripsi]. Surakarta: FKIP Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Putri, R. R. D., Suwirnem, dan Nasril, N. 2018. Pengaruh *Naphthalene Asam Asetat* (NAA) Pada Pertumbuhan Akar Pisang Raja Kinalun secara *In Vitro*. J. Bio. Univ. Andalas. Vol.6 (1): 1–5.
- Poerba, Y.S., Diyah M., Fajarudin A., Herlina., T.H., Witjaksono. 2018. Deskripsi Pisang. LIPI Press. Jakarta.
- Roy, O.S.P., Bantawa, S.K., Ghosh, J.A.T., Da Silva, P., Deb Ghosh, and T.K. Mondal. 2010. *Micropropagation and Field Performance of Marlborough (Musa paradisiaca, AAB Group): A. Popular Banana Cultivar with High Keeping Quality of North East India*. Tree and Forestry Science and Biotechnology. Vol. 4 (1): 52-58.
- Rahmawati, M., dan Hayati, E. 2013. Pengelompokan Berdasarkan Karakter Morfologi Vegetatif pada Plasma Nutfah Pisang Asal Kabupaten Aceh Besar. Jurnal Agrista. Vol. 17 (3): 111-118.
- Ramesh, Y., dan Ramassamy, V. 2014. *Effect of Gelling Agents in In Vitro Multiplication of Banana var. Poovan*. Int. J. Advanced Bio. Research. 4 (3): 308–311.
- Rosalina, Y., Laili, S., dan Devi, S., Rudi, S. 2018. Karakteristik Tepung Pisang dari Bahan Baku Pisang Lokal Bengkulu. Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri. Vol. 7 (3): 153-160.
- Satuhu, S., dan Ahmad, S. 2008. Pisang Budidaya Pengolahan dan Prospek Pasar. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Su, Y., Liu, Y., dan Zhang, X. 2011. *Auxin cytokinin interaction regulates meristem development*. Molecular Plant. Vol.4 (4): 616-625.
- Sinta, M., Riyadi, I.M., dan Sumaryono. 2014. Identifikasi dan Pencegahan Kontaminasi pada Kultur Cair Sistem Perendaman Sesaat. Jurnal Menara Perkebunan. Vol.82 (2): 64-69.
- Sihotang, S., Kardhinata, E.H., dan Riyanto. 2016. Stimulasi Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) secara *In Vitro* dengan Berbagai Konsentrasi IBA (*Indole-3-butyric Acid*) dan BA (*Benzyladenin*). BioLink. Vol.3 (1): 18-30.

- Sintha, D. 2017. Pengaruh BAP dan Kinetin terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Barangan (*Musa paradisiaca* L.) secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Sadat, M.S., Luthfi, A.M.S., dan Hot, S. 2018. Pengaruh IAA dan BAP terhadap Induksi Tunas Mikro dari Eksplan Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). Jurnal Agroekoteknologi FP USU. Vol.6 (15): 107- 112.
- Saragih, R.R. 2018. Upaya Penurunan Fenolat pada Multiplikasi Tunas Mikro Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Satria, E. 2020. Multiplikasi Tunas Pisang Raja (*Musa sapientum* L.) dalam Media Murashige dan Skoog Mengandung *Benzyl Amino Purine* dan *Indole Acetic Acid*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Triharyanto, E., Retno, B.A., Endang, S.M., dan Ellyvia, T. 2018. Kajian Konsentrasi IAA Dan BAP pada Multiplikasi Pisang Raja Bulu *In Vitro* dan Aklimatisasinya. Jurnal Agrotech Res J. Vol. 2 (1): 1-5.
- Winarti, S. 2010. Makanan Fungsional. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wardhany, K.H. 2014. Khasiat Ajaib Pisang. Rapha Publishing. Yogyakarta.
- Wati, R.S., Mayta, N.I., dan Siti, F. 2015. Induksi Tunas dari Eksplan Bonggol Pisang Udang (*Musa acuminata* Colla) secara *In Vitro* Pada Media MS dengan Penambahan BAP dan Kinetin. Jurnal Biologi. Vol. 1 (3): 1-6.
- Wahidah, B.F., dan Hasrul. 2017. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh *Indole Acetic Acid* (IAA) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pisang Sayang (*Musa paradisiaca* L. Var. Sayang) secara *In Vitro*. Jurnal Teknosains. Vol.11 (1): 27 – 41
- Wahome, C.N., John M.M., Omwoyo, O., Jacinta M.K., and Ezekiel M.N. 2021. *Banana Production Trends, Cultivar Diversity, and Tissue Culture Technologies Uptake in Kenya*. International Journal of Agronomy. Vol.2 (1): 1-11.
- Yelnitis. 2012. Pembentukan eksplan daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (Mirq) Kurz). Jurnal Pemuliaan tanaman hutan. Vol.6 (3): 181-194.
- Yudha H, Rahayu S, Hannum S, 2015. Induksi Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) dengan Pemberian NAA dan BAP Berdasarkan Sumber Eksplan Basal. Jurnal Biosains. Vol. 1 (2): 13-18.
- Yatim, H. 2016. Multiplikasi Pisang Raja Bulu (*Musa paradisiaca* L. AAB GROUP) pada Beberapa Konsentrasi *Benzyl Amino Purine* (BAP) secara *In*

- Vitro*. Fakultas Pertanian, Universitas Tompotika, Luwuk. Jurnal Agroekoteknologi. Vol. 4 (3): 1989-1995.
- Yulia, E., Nurisna, B., Selvy, H.R., dan Nilahayati. 2020. Respon Pemberian Beberapa Konsentrasi BAP dan IAA terhadap Pertumbuhan Sub-Kultur Anggrek *Cymbidium* (*Cymbidium finlaysonianum* Lindl.) secara *In-Vitro*. Jurnal Agrium. Vol.1 (2): 156-165.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta.
- Zarmiyeni., Mahdiannoor., dan Lisa. 2014. Pertumbuhan Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) pada Berbagai Konsentrasi BAP secara *In Vitro*. Jurnal Sains STIPER Amuntai. Vol.4 (1): 22-26.
- Zebua, D. 2015. Induksi Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata* L.) Asal Nias Utara Melalui Kultur Jaringan dengan Pemberian 2,4- D dan Kinetin. Tesis. Program Pasca sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Zulikhwan, F. 2018. Pengaruh Sumber Pencahayaan terhadap Pertumbuhan Tunas Mikro Pisang Barangan Merah (*Musa acuminata* Linn.) Menggunakan Sistem Perendaman Sementara (*Temporary Immersion System*). Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

LAMPIRAN

Lampiran 2. Tata letak percobaan

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
B ₀ I ₂	B ₂ I ₀	B ₀ I ₁
B ₁ I ₀	B ₀ I ₀	B ₀ I ₀
B ₂ I ₁	B ₁ I ₀	B ₂ I ₁
B ₁ I ₂	B ₂ I ₂	B ₀ I ₂
B ₁ I ₁	B ₁ I ₁	B ₁ I ₀
B ₀ I ₀	B ₁ I ₂	B ₂ I ₂
B ₀ I ₁	B ₀ I ₁	B ₂ I ₀
B ₂ I ₀	B ₂ I ₁	B ₁ I ₂
B ₂ I ₂	B ₀ I ₂	B ₁ I ₁



Keterangan:

Konsentrasi BAP

B₀ = BAP 0 ppm

B₁ = BAP 2 ppm

B₂ = BAP 4 ppm

Konsentrasi IAA

I₀ = IAA 0 ppm

I₁ = IAA 0,25 ppm

I₂ = IAA 0,50 ppm

Lampiran 3. Perhitungan kebutuhan ZPT BAP dan IAA

1. Perhitungan larutan stok *Benzil Amino Purin* 1000 ppm dalam 100 ml

$$\begin{aligned}\text{ppm} &= \frac{\text{mg}}{\text{L}} \\ 1000 &= \frac{1000 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \\ 1000 &= 10 \text{ mg} \\ 1000 &= 0,01 \text{ g}\end{aligned}$$

Benzil Amino Purin ditimbang 0,01 g untuk 1000 ppm dalam 100 ml

2. Perhitungan larutan stok *Indole Acetic Acid* 100 ppm dalam 100 ml

$$\begin{aligned}\text{ppm} &= \frac{\text{mg}}{\text{L}} \\ 100 &= \frac{100 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \\ 1000 &= 1 \text{ mg} \\ 1000 &= 0,001 \text{ g}\end{aligned}$$

Indole Acetic Acid ditimbang 0,001 g untuk 100 ppm dalam 100 ml

3. *Benzil Amino Purin* (BAP)

Perhitungan kebutuhan BAP dari larutan stok 1000 ppm untuk 120 ml media adalah sebagai berikut:

Perhitungan larutan stok yang di ambil:

- a. Konsentrasi 2 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ ppm} &= 120 \times 2 \\ V_1 &= \frac{240}{1000} \\ V_1 &= 0,24 \text{ ml}\end{aligned}$$

- b. Konsentrasi 4 ppm

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ ppm} &= 120 \times 4 \\ V_1 &= \frac{150}{1000} \\ V_1 &= 0,48 \text{ ml}\end{aligned}$$

4. *Indole Acetic Acid* (IAA)

Perhitungan kebutuhan IAA dari larutan stok 100 ppm untuk 120 ml media adalah sebagai berikut:

Perhitungan larutan stok yang di ambil:

c. Konsentrasi 0,25 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 120 \times 0,25$$

$$V_1 = \frac{30}{100}$$

$$V_1 = 0,3 \text{ ml}$$

d. Konsentrasi 0,50 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 120 \times 0,50$$

$$V_1 = \frac{60}{100}$$

$$V_1 = 0,6 \text{ ml}$$

Lampiran 4. Komposisi media MS

Bahan Kimia	Konsentrasi dalam media (mg/L)
Makro Nutrien	
NH ₄ NO ₃	1650
KNO ₃	1900
CaCl ₂ . 2H ₂ O	440
MgSO ₄ .7H ₂ O	370
KH ₂ PO ₄	170
Iron	
Na ₂ EDTA	37
FeSO ₄ .7H ₂ O	27
Mikro Nutrien	
MnSO ₄ .4H ₂ O	22,3
ZnSO ₄ .4H ₂ O	8,6
H ₃ BO ₃	6,2
KI	0,83
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025
Vitamin	
Glycine	2
Nicotine Acid	0,5
Pyridoxine HCl	0,5
Thyamine HCl	1
Myo-inositol	100
Sukrosa	30.000
Agar	7.000
pH	5,8

Sumber: Murashige and Skoog (1962).

Lampiran 5. Deskripsi tanaman pisang merah

Data Paspor

Nomor aksesori	: LIPI-261
Nama aksesori	: Udang
Nama ilmiah	: <i>Musa</i> AAA (Red subgroup) 'Pisang Udang'
Nama daerah	: Pisang Udang
Status biologi	: Kultivar
Klasifikasi taksonomi	: <i>Musa-Eumusa</i> -AAA-subgr. Red
Status koleksi	: Aktif
Tipe koleksi	: Lapangan
Asal	: Sulawesi Selatan (PAR-65)

Karakter Morfologi

Tanaman

Habitus daun	: Sedang
Tinggi batang semu (m)	: 3,15
Diameter batang semu (cm)	: 15,92
Warna batang semu	: Merah tua RHS 57C
Pigmentasi pada batang semu	: Coklat ungu tua RHS 59B
Getah	: Seperti susu
Jumlah anakan	: 3
Bercak pada tangkai daun	: Besar
Warna bercak	: Hitam RHS N187A

Daun

Penampang daun melintang tangkai daun ke 3	: Terbuka dengan tepi melengkung ke luar
Panjang daun (cm)	: 150
Lebar daun (cm)	: 55
Panjang tangkai daun (cm)	: 42
Warna tulang daun pada permukaan atas daun	: Violet RHS 820
Warna tulang daun pada permukaan bawah daun	: Merah muda RHS 38B

Lapisan lilin pada daun bagian bawah	: Sangat sedikit
Bentuk daun bagian pangkal	: Kedua sisi melancip
Warna permukaan atas daun	: Hijau tua RHS 138A
Warna permukaan bawah daun	: Hijau RHS 139C

Buah

Jumlah buah (sisir tengah)	: $13,33 \pm 1,15$
Panjang buah (cm)	: $14,57 \pm 0,75$
Bentuk buah	: Melengkung
Penampang melintang buah	: Membundar
Ujung buah	: Tumpul
Warna kulit buah masak	: Merah ungu tua RHS 185B
Warna daging buah masak	: Krem/jingga kuning muda RHS 19B
Jumlah biji per buah	: Tidak berbiji
Bentuk biji	: -

Perbungaan Jantan

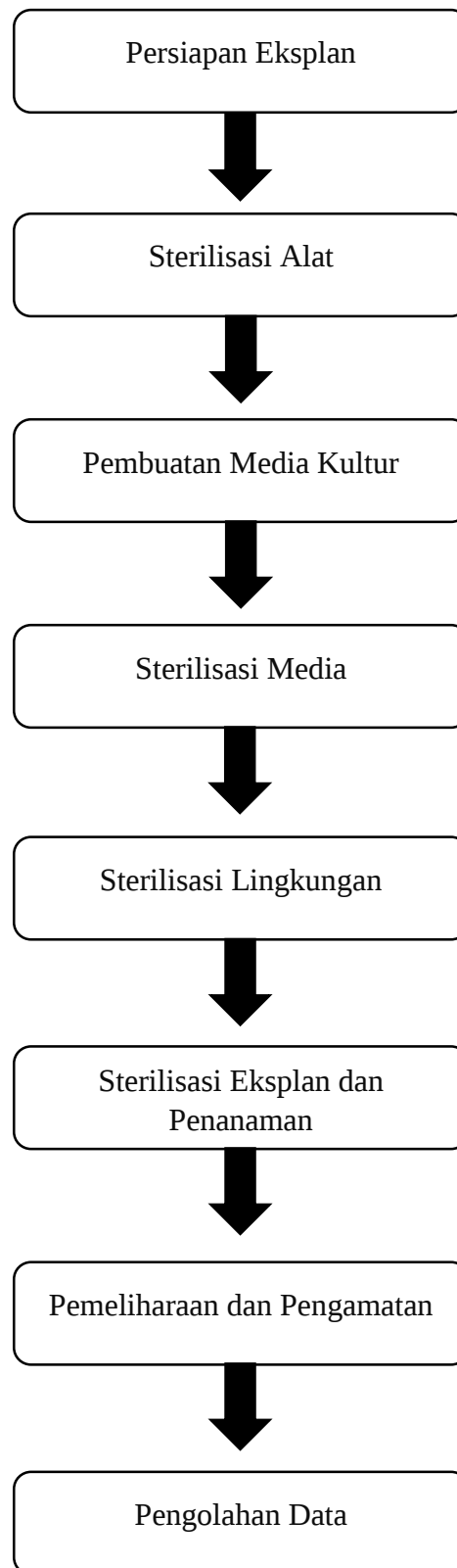
Panjang pangkal tandan (cm)	: $32,67 \pm 2,52$
Bulu pada tangkai tandan	: Ada
Posisi tandan	: Agak miring
Posisi rakis	: Vertikal
Jantung	: Ada
Bentuk jantung	: Membulat telur
Panjang jantung (cm)	: 18
Diameter jantung (cm)	: $7,4 \pm 1,12$
Bentuk ujung braktea	: Melancip
Warna braktea bagian dalam	: Merah RHS 47A
Warna braktea bagian luar	: Ungu RHS 71A
Bekas braktea pada rakis	: Menonjol
Warna pangkal braktea	: Memudar
Lilin pada pangkal braktea	: Tidak ada

Informasi Tambahan

Berat buah (g)	: $148,9 \pm 36,78$
----------------	---------------------

Diameter buah (cm)	: 4,03±0,47
Panjang tangkai buah (cm)	: 2,1±0,27
Tebal kulit buah (cm)	: 0,5±0,06
pH	: 5,06±0,31
Brix (%)	: 11,7±1,3
Energi total (kkal/100g)	: 114,66
Kadar air (%)	: 70,7
Kadar abu (%)	: 1,26
Kadar total (%)	: 0,5
Protein (%)	: 1,23
Karbohidrat total (%)	: 26,31
Serat pangan (%)	: 7,08
Kalium (mg)	: 270,64
Gula total (%)	: 7,57
Vitamin C (ppm)	: <1,55
Lokasi	: IV 4E#1-5; VI 2B#1, 3; V1 3B#3; VIII 11A#1,2-5
Penggunaan	: Pisang meja

Sumber: Poerba *et al.* (2018).

Lampiran 6. Diagram alir penelitian

Lampiran 7. Pertumbuhan eksplan pada setiap perlakuan zat pengatur tumbuh BAP dan IAA

a) 0 ppm BAP dan 0 ppm IAA (B₀I₀)



1 MST



2 MST



3 MST



4 MST

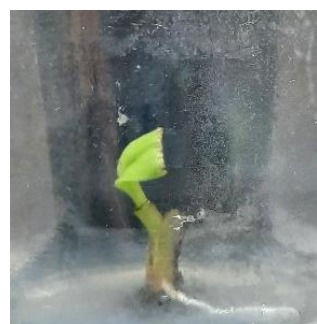


5 MST



6 MST

b) 0 ppm BAP dan 0,25 ppm IAA (B₀I₁)



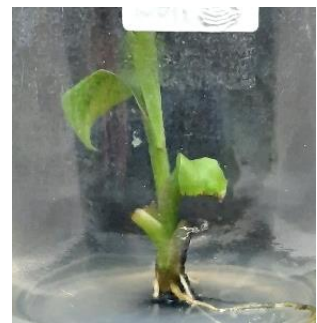
1 MST



2 MST



3 MST



4 MST



5 MST



6 MST

c) 0 ppm BAP dan 0,50 ppm IAA (B_0I_2)



1 MST



2 MST



3 MST



4 MST

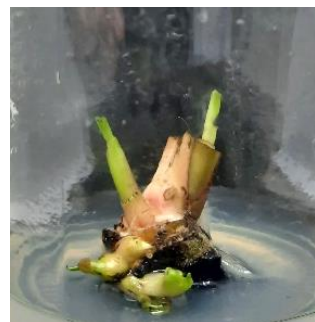


5 MST



6 MST

d) 2 ppm BAP dan 0 ppm IAA (B_1I_0)



1 MST



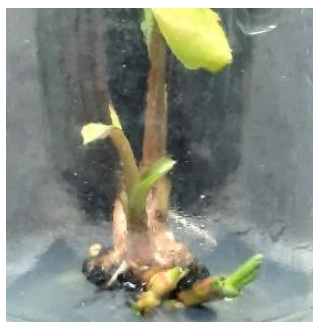
2 MST



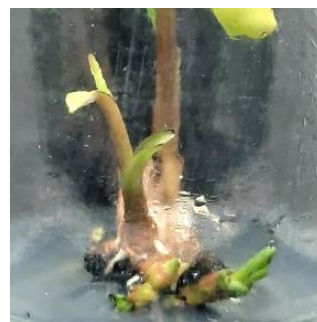
3 MST



4 MST



5 MST



6 MST

e) 2 ppm BAP dan 0,25 ppm IAA (B_1I_1)



1 MST



2 MST



3 MST



4 MST

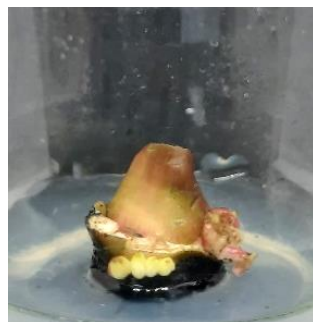


5 MST

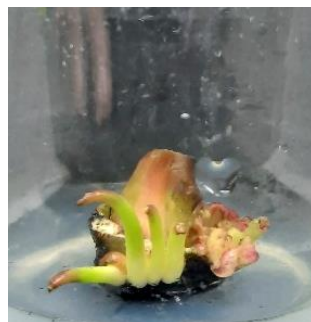


6 MST

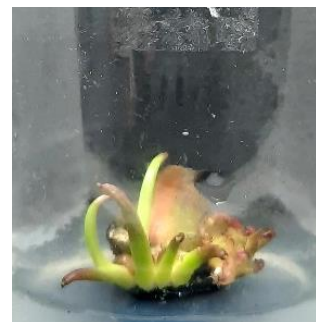
f) 2 ppm BAP dan 0,50 ppm IAA (B_1I_2)



1 MST



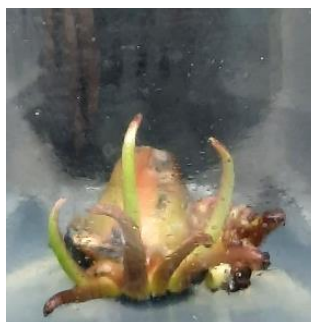
2 MST



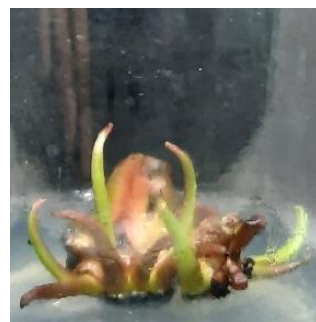
3 MST



4 MST



5 MST



6 MST

g) 4 ppm BAP dan 0 ppm IAA (B_2I_0)



1 MST



2 MST



3 MST



4 MST

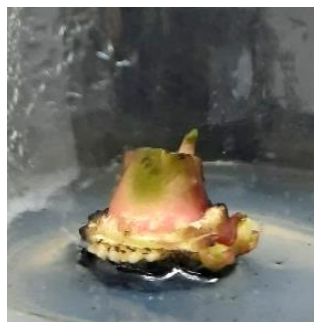


5 MST

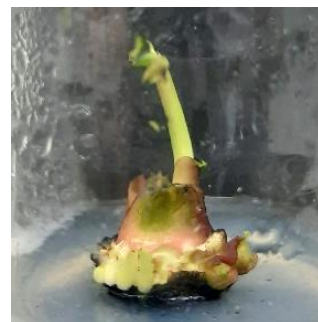


6 MST

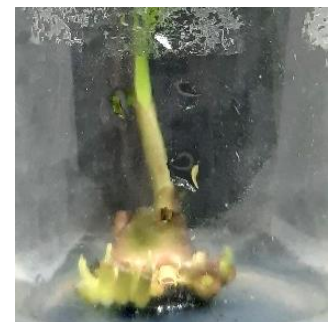
h) 4 ppm BAP dan 0,25 ppm IAA (B_2I_1)



1 MST



2 MST



3 MST



4 MST



5 MST



6 MST

i) 4 ppm BAP dan 0,50 ppm IAA (B_2I_2)



1 MST



2 MST



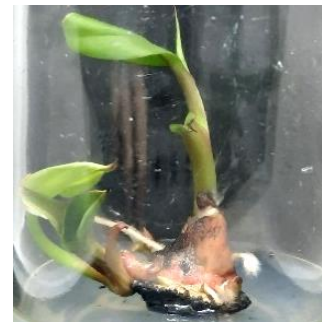
3 MST



4 MST



5 MST



6 MST

Lampiran 8. Hasil sidik ragam tinggi eksplan

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	FHit	FTabel		KK (%)
					5%	1%	
2 MST							
Kelompok	0,09	2	0,05	0,66			14,25
Konsentrasi BAP (B)	0,48	2	0,24	3,49tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,31	2	0,15	2,26tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,02	4	0,00	0,07tn	3,01	4,77	
Galat	1,09	16	0,07				
Total	1,98	26	0,08				
4 MST							
Kelompok	0,19	2	0,09	0,74			17,26
Konsentrasi BAP (B)	0,74	2	0,37	2,93tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,28	2	0,14	1,10tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,05	4	0,01	0,09tn	3,01	4,77	
Galat	2,02	16	0,13				
Total	3,28	26	0,13				
6 MST							
Kelompok	0,64	2	0,32	1,58			20,41
Konsentrasi BAP (B)	0,85	2	0,43	2,10tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,28	2	0,14	0,68tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,19	4	0,05	0,23tn	3,01	4,77	
Galat	3,24	16	0,20				
Total	5,20	26	0,20				

Keterangan: tn : Berpengaruh tidak nyata

Lampiran 10. Hasil sidik ragam jumlah tunas

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	FHit	FTabel		KK (%)
					5%	1%	
2 MST							
Kelompok	0,84	2	0,42	1,92			28,94
Konsentrasi BAP (B)	4,80	2	2,40	10,92**	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,03	2	0,02	0,08tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,40	4	0,10	0,45tn	3,01	4,77	
Galat	3,52	16	0,22				
Total	9,60	26	0,37				
4 MST							
Kelompok	2,04	2	1,02	5,16			23,33
Konsentrasi BAP (B)	4,46	2	2,23	11,30**	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,18	2	0,09	0,45tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,73	4	0,18	0,92tn	3,01	4,77	
Galat	3,16	16	0,20				
Total	10,56	26	0,41				
6 MST							
Kelompok	1,55	2	0,78	4,61			20,30
Konsentrasi BAP (B)	5,89	2	2,94	17,47**	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,20	2	0,10	0,58tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,84	4	0,21	1,24tn	3,01	4,77	
Galat	2,70	16	0,17				
Total	11,17	26	0,43				

Keterangan: ** : Berpengaruh sangat nyata pada taraf 5%
tn : Berpengaruh tidak nyata

Lampiran 12. Hasil sidik ragam jumlah akar

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	FHit	FTabel		KK (%)
					5%	1%	
2 MST							
Kelompok	0,10	2	0,05	1,81			12,70
Konsentrasi BAP (B)	0,08	2	0,04	1,39tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,48	2	0,24	8,60**	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,03	4	0,01	0,27tn	3,01	4,77	
Galat	0,44	16	0,03				
Total	1,13	26	0,04				
4 MST							
Kelompok	0,08	2	0,04	1,36			11,33
Konsentrasi BAP (B)	0,08	2	0,04	1,37tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,36	2	0,18	6,23**	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,02	4	0,00	0,15tn	3,01	4,77	
Galat	0,47	16	0,03				
Total	1,00	26	0,04				
6 MST							
Kelompok	0,10	2	0,05	1,52			11,56
Konsentrasi BAP (B)	0,03	2	0,02	0,49tn	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,57	2	0,28	8,23**	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,05	4	0,01	0,33tn	3,01	4,77	
Galat	0,55	16	0,03				
Total	1,30	26	0,05				

Keterangan: ** : Berpengaruh sangat nyata pada taraf 5%
tn : Berpengaruh tidak nyata

Lampiran 13. Tauladan sidik ragam jumlah tunas umur 6 MST

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
B0I0	1,22	0,71	1,22	3,15	1,05
B0I1	1,87	1,87	1,22	4,96	1,65
B0I2	1,58	1,58	1,22	4,38	1,46
B1I0	2,92	1,87	3,08	7,87	2,62
B1I1	2,35	2,12	2,35	6,82	2,27
B1I2	3,39	2,35	2,12	7,86	2,62
B2I0	2,12	1,87	2,12	6,11	2,04
B2I1	3,24	2,35	1,58	7,17	2,39
B2I2	2,55	2,12	1,58	6,25	2,08
Jumlah	21,24	16,84	16,49	54,57	
Rata-rata					2,02

Total Untuk Tiap Perlakuan

Konsentrasi BAP (B) ppm	Konsentrasi IAA (I) ppm			Total
	I0	I1	I2	
B0	3,15	4,96	4,38	12,49
B1	7,87	6,82	7,86	22,55
B2	6,11	7,17	6,25	19,53
Total	17,13	18,95	18,49	54,57

Menghitung Derajat Bebas

- a. db Kelompok : $r-1 = 3-1 = 2$
- b. db Perlakuan : $t-1 = (3 \times 3) - 1 = 8$
- c. db Konsentrasi BAP (B) : $tb-1 = 3-1 = 2$
- d. db Konsentrasi IAA (I) : $ti-1 = 3-1 = 2$
- e. db B*I : $(tb-1)(ti-1) = (3-1)(3-1) = 4$
- f. db Galat : $(r-1)(t-1) = (3-1)(9-1) = 16$
- g. db Total : $n-1 = 27-1 = 26$

Menghitung Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{G^2}{n} = \frac{(54,57)^2}{27} = \frac{2977,88}{27} = 110,29203 = 110,292$$

Menghitung JK:

- a. JK Perlakuan
$$= \frac{\sum_t^t = 1 = T_i^2 - FK}{r}$$
$$= \frac{(3,15)^2 + (4,96)^2 + (4,38)^2 + \dots + (6,25)^2}{3} - 110,292$$
$$= \frac{351,74}{3} - 110,292$$
$$= 117,246 - 110,292$$
$$= 6,95$$
- b. JK Konsentrasi BAP (B)
$$= \frac{\sum B.i^2}{r.ti} - FK$$
$$= \frac{(12,49)^2 + (22,55)^2 + (19,53)^2}{3 \times 3} - 110,292$$
$$= \frac{1045,923}{9} - 110,292$$
$$= 116,213 - 110,292$$
$$= 5,89$$
- c. JK Konsentrasi IAA (I)
$$= \frac{\sum I.i^2}{r.tb} - FK$$
$$= \frac{(17,13)^2 + (18,95)^2 + (18,49)^2}{3 \times 3} - 110,292$$
$$= \frac{994,419}{9} - 110,292$$
$$= 110,491 - 110,292$$
$$= 0,20$$
- d. JK Interaksi (B*I)
$$= JK \text{ Perlakuan} - JK (B) - JK (I)$$
$$= 6,95 - 5,89 - 0,20$$
$$= 0,84$$
- e. JK Total
$$= \sum_{i,j,k} Y_{i,j,k}^2 - FK$$
$$= [(1,22)^2 + (0,71)^2 + (1,22)^2 + \dots (1,58)^2] - 110,292$$
$$= 121,497 - 110,292$$
$$= 11,17$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. JK Kelompok} &= \frac{\sum KJ^2}{t} - FK \\
 &= \frac{(21,24)^2 + (16,84)^2 + (16,49)^2}{9} - FK \\
 &= \frac{1006,643}{9} - 110,292 \\
 &= 111,849 - 110,292 \\
 &= 1,55 \\
 \\
 \text{g. JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} - \text{JK Kelompok} \\
 &= 11,17 - 6,95 - 1,55 \\
 &= 2,70
 \end{aligned}$$

Menghitung KT

$$\begin{aligned}
 \text{a. KT Perlakuan} &= \frac{JKP}{db P} = \frac{6,95}{8} = 0,86 \\
 \text{b. KT Konsentrasi BAP (B)} &= \frac{JK (B)}{db B} = \frac{5,89}{2} = 2,94 \\
 \text{c. KT Konsentrasi IAA (I)} &= \frac{JK (I)}{db I} = \frac{0,20}{2} = 0,10 \\
 \text{d. KT Interaksi (B*I)} &= \frac{JK B*I}{db B*I} = \frac{0,84}{4} = 0,21 \\
 \text{e. KT Total} &= \frac{JK Total}{db Total} = \frac{11,17}{26} = 0,43 \\
 \text{f. KT Kelompok} &= \frac{JKK}{db K} = \frac{1,55}{2} = 0,78 \\
 \text{g. KT Galat} &= \frac{JKG}{db G} = \frac{2,70}{16} = 0,17
 \end{aligned}$$

Menghitung F Hitung

$$\begin{aligned}
 \text{a. F Hitung Perlakuan} &= \frac{KTP}{KTG} = \frac{0,86}{0,17} = 5,37 \\
 \text{b. F Hitung Kelompok} &= \frac{KTK}{KTG} = \frac{0,78}{0,17} = 4,61 \\
 \text{c. F Hitung Konsentrasi BAP (B)} &= \frac{KTB}{KTG} = \frac{2,94}{0,17} = 17,47 \\
 \text{d. F Hitung Konsentrasi IAA (I)} &= \frac{KTI}{KTG} = \frac{0,10}{0,17} = 0,58
 \end{aligned}$$

$$e. \quad F \text{ Hitung Interaksi (B*I)} = \frac{KTB*I}{KTG} = \frac{0,21}{0,17} = 1,24$$

Menghitung Rataan Umum dan Koefisien Keragaman

Rataan Umum

$$RU = \frac{\sum X}{n} = \frac{54,57}{27} = 2,02$$

Koefisien Keragaman

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{RU} \times 100\% = \frac{\sqrt{0,17}}{2,02} \times 100\% = 20,30\%$$

Sidik Ragam Jumlah Tunas Umur 6 MST

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	FHit	FTabel		KK (%)
					5%	1%	
6 MST							
Kelompok	1,55	2	0,78	4,61			20,30
Konsentrasi BAP (B)	5,89	2	2,94	17,47**	3,63	6,23	
Konsentrasi IAA (I)	0,20	2	0,10	0,58tn	3,63	6,23	
Interaksi (B*I)	0,84	4	0,21	1,24tn	3,01	4,77	
Galat	2,70	16	0,17				
Total	11,17	26	0,43				

Lampiran 14. Analisis regresi waktu muncul daun

Waktu Muncul Daun dengan Konsentrasi BAP

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0.995402	0.990826	0.981651	0.016330	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1.226667	0.014907	82.287302	0.007736
Variabel X	0.06	0.005774	10.392305	0.061071

Waktu Muncul Daun dengan Konsentrasi IAA

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0.720577	0.519231	0.038462	0.020412	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1.331667	0.018634	71.464733	0.008908
Variabel X	0.06	0.057735	1.039230	0.487754

Lampiran 15. Analisis regresi jumlah tunas**Jumlah Tunas dengan Konsentrasi BAP 2 MST**

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,668382	0,446735	-0,106531	0,542970	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,2717	0,495662	2,565594	0,236606
Variabel X	0,1725	0,191969	0,898583	0,533974

Jumlah Tunas dengan Konsentrasi BAP 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,554416	0,307377	-0,385246	0,583795	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,6283	0,532930	3,055438	0,201361
Variabel X	0,1375	0,206403	0,666173	0,625883

Jumlah Tunas dengan Konsentrasi BAP 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,684211	0,468144	-0,063712	0,587878	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,63	0,536656	3,037326	0,202483
Variabel X	0,195	0,207846	0,938194	0,520294

Jumlah Tunas dengan Konsentrasi IAA 2 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,981981	0,964386	0,928571	0,012247	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,575	0,011180	140,872283	0,004519
Variabel X	0,18	0,034641	5,196152	0,121038

Jumlah Tunas dengan Konsentrasi IAA 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,596040	0,355263	-0,289474	0,114310	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,846667	0,104350	17,696881	0,035935
Variabel X	0,24	0,323316	0,742307	0,593480

Jumlah Tunas dengan Konsentrasi IAA 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,755929	0,571429	0,142857	0,097980	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,94	0,089443	21,689859	0,029330
Variabel X	0,32	0,277128	1,154701	0,454371

Lampiran 16. Analisis regresi jumlah daun**Jumlah Daun dengan Konsentrasi BAP 2 MST**

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,343642	0,118090	-0,763821	0,289856	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,028333	0,264601	3,886349	0,160331
Variabel X	0,0375	0,102480	0,365926	0,776679

Jumlah Daun dengan Konsentrasi BAP 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,769504	0,592136	0,184271	0,375588	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,283333	0,342864	3,742983	0,166202
Variabel X	0,16	0,132791	1,204905	0,441007

Jumlah Daun dengan Konsentrasi BAP 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,726624	0,527983	0,055966	0,461321	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,438333	0,421126	3,415445	0,181326
Variabel X	0,1725	0,163101	1,057624	0,482176

Jumlah Daun dengan Konsentrasi IAA 2 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
1	1	1	5,551115	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,36	5,067451	2,683794	2,372088
Variabel X	-1	1,570092	-6,369051	9,995519

Jumlah Daun dengan Konsentrasi IAA 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,948945	0,900496	0,800992	0,077567	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,768333	0,070809	24,973349	0,025478
Variabel X	-0,66	0,219393	-3,008299	0,204306

Jumlah Daun dengan Konsentrasi IAA 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,995692	0,991403	0,982806	0,020412	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,941667	0,018634	104,200768	0,006109
Variabel X	-0,62	0,057735	-10,738715	0,059112

Lampiran 17. Analisis regresi jumlah akar

Jumlah Akar dengan Konsentrasi BAP 2 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,845170	0,714312	0,428625	0,049370	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,364154	0,045068	30,268529	0,021025
Variabel X	-0,027600	0,017455	-1,581242	0,358998

Jumlah Akar dengan Konsentrasi BAP 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,767975	0,589785	0,179570	0,060273	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,556425	0,055021	28,287622	0,022496
Variabel X	-0,025552	0,021310	-1,199061	0,442529

Jumlah Akar dengan Konsentrasi BAP 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,810559	0,657005	0,314011	0,035786	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,640050	0,032668	50,203584	0,012679
Variabel X	-0,017511	0,012652	-1,384015	0,398327

Jumlah Akar dengan Konsentrasi IAA 2 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,030373	0,000923	-0,998155	0,232702	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,315	0,212426	6,190378	0,101959
Variabel X	-0,02	0,658179	-0,030387	0,980661

Jumlah Akar dengan Konsentrasi IAA 4 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,463891	0,215195	-0,569610	0,175547	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,441667	0,160252	8,996273	0,070476
Variabel X	0,26	0,496521	0,523643	0,692906

Jumlah Akar dengan Konsentrasi IAA 6 MST

Model Summary				
Multiple F	R Square	Adjusted R Square	Standard Error	Observations
0,485648	0,235854	-0,528292	0,216372	3
Coefficients				
Model	Coefficient	Standard Error	t	Significance F
Constanta	1,518333	0,197519	7,687011	0,082355
Variabel X	0,34	0,611991	0,555563	0,677167

Lampiran 18. Dokumentasi penelitian



Sterilisasi Alat



Pembuatan Media



Sterilisasi Eksplan



Penanaman Eksplan



Pembersihan Rak



Pembersihan Ruang



Kondisi Lingkungan



Pengamatan