



PENGARUH IAA DAN BAP TERHADAP PERTUMBUHAN EMBRIOSOMATIK FASE GLOBULAR PISANG KEPOK TANJUNG (*Musa paradisiaca* L.) SECARA *IN VITRO*

Fetmi Silvina¹, Isna Rahma Dini^{1*}, Titik Dwi Kartika¹

¹ Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau
Jl. Bina widya Km 12,5, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru, Riau 28292

Corresponding author: isna.rahmadini@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Bibit pisang kepok tanjung (*Musa paradisiaca* L.) saat ini masih sulit ditemukan namun pisang ini cukup banyak diminati. Oleh karena itu, diperlukan teknik kultur *in vitro* sebagai upaya penyediaan bibit. Penelitian bertujuan mengetahui interaksi Indole-3-Acetic Acid (IAA) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) terhadap pertumbuhan embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung dan mendapatkan kombinasi IAA dan BAP optimal untuk mendukung pertumbuhan eksplan embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor: IAA (0; 0,5; 1 dan 1,5 mg/l) dan BAP (0; 2; 4 dan 6 mg/l). Hasil penelitian menunjukkan parameter muncul tunas, tinggi tunas dan panjang akar dipengaruhi oleh interaksi IAA dan BAP. IAA berpengaruh pada saat muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan panjang akar sedangkan BAP berpengaruh pada saat muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan panjang akar. Pemberian kombinasi 0,5 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP menghasilkan muncul tunas tercepat (8,43 HST) dan tunas tertinggi (4,97 cm) sedangkan jumlah tunas terbanyak (4,50 tunas) pada kombinasi 1 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP menghasilkan akar terpanjang (3,93 cm). Persentase keberhasilan pembentukan tunas berkisar 77,80 – 100% disebabkan oleh terjadinya kontaminasi dan browning.

Kata kunci: embriosomatik, globular, kultur *in vitro*, pisang, zat pengatur tumbuh.

ABSTRACT

EFFECT OF IAA AND BAP ON THE GROWTH OF GLOBULAR PHASE EMBRYOSOMATICS OF BANANA KEPOK TANJUNG (*Musa paradisiaca* L.) *IN VITRO*. Seedlings of Kepok Tanjung banana (*Musa paradisiaca* L.) is a type of banana that is in great demand, but these banana seeds are still difficult to find. Therefore, *in vitro* culture techniques is needed as an effort to meet the needs of these seeds. The research aims to determine the interaction of Indole-3-Acetic Acid (IAA) and 6-Benzylaminopurine (BAP) on the globular phase embryosomatic growth of Kepok Tanjung banana and to obtain the optimal combination of IAA and BAP to support the globular growth embryosomatic phase explants of Kepok Tanjung banana. This research was a factorial experiment, structured according to a randomized block design (RBD) consisting of 2 factors: IAA (0; 0.5; 1 and 1.5 mg/l) and BAP (0; 2; 4 and 6 mg/l). The parameters observed were when shoots appeared, the number of shoots, shoot height and the percentage of successful shoot formation. The research results showed that

there is an interaction between IAA and BAP which has an effect on shoot emergence, shoot height and root length. Giving IAA affects when shoots appear, number of shoots, shoot height and root length. Giving BAP affects when shoots appear, number of shoots, shoot height and root length. The combination of 0.5 mg/l IAA and 4 mg/l BAP produced the fastest shoot emergence (8.43 DAP) and the highest shoots (4.97 cm) while the combination of 1 mg/l IAA and 4 mg/l BAP produced the highest number of shoots. the most shoots (4.50 shoots), the longest roots (3.93 cm). The percentage of success in bud formation ranges from 77.80 – 100% due to contamination and browning.

Keyword: banana, embryosomatic, globular, growth regulators, in vitro culture.

PENDAHULUAN

Budidaya pertanian saat ini tidak lepas dari pemupukan. Petani memberi pupuk pada tanaman dengan harapan hasil panen meningkat. Pertumbuhan penduduk yang pesat harus disertai dengan produksi hasil pertanian sebagai sumber pangan. Hal tersebut tidak dapat dikelola dengan sistem pertanian yang manual, dibutuhkan teknologi modern untuk meningkatkan produktivitas. Teknologi tersebut salah satunya adalah pemupukan. Pemupukan merupakan suatu aktivitas penambahan unsur hara ke dalam tanah, baik secara kimiawi maupun organik, dengan tujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Purba *et al.*, 2021). Secara umum pemupukan adalah kegiatan pemberian bahan ke tanah dengan maksud meningkatkan atau memperbaiki kesuburan tanah. Adapun definisi spesifiknya adalah pemberian bahan untuk menambahkan unsur hara yang tersedia di tanah dengan tepat dan benar sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Kusumawati, 2021).

Pupuk mengandung unsur-unsur esensial yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang sering disebut sebagai unsur makro. Selain itu, pupuk juga dapat mengandung unsur mikro seperti seng (Zn), tembaga (Cu), dan boron (B) yang berfungsi melengkapi kebutuhan nutrisi tanaman (Munawar, 2018). Kombinasi yang tepat antara unsur-unsur tersebut sangat penting untuk mendukung proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, pembentukan akar, dan produksi buah. Menurut Wuriesylian dan Saputro (2021), tanah hanya mengandung sejumlah terbatas unsur hara yang tersedia, sebagian besar kebutuhan nutrisi harus dipenuhi melalui pemberian pupuk. Pemberian pupuk pada substrat tanam bisa meningkatkan karakteristik tanah, yang kemudian berdampak pada pertumbuhan tanaman yang lebih optimal (Hardiyanti *et al.*, 2022).

Pupuk kimia yang banyak dipakai petani terdiri dari pupuk hara makro dan pupuk hara mikro. Salah satu pupuk kimia yang digunakan ialah pupuk NPK. Pupuk NPK (Nitrogen Phosphate Kalium) merupakan pupuk majemuk berbentuk butiran yang warnanya bervariasi dari abu-abu, merah, biru, hijau atau coklat yang mengandung unsur hara makro primer N, P, K, Ca dan Mg yang sangat dibutuhkan tanaman serta dapat ditambah unsur lain, seperti Cu, Zn, dan Mn yang merupakan unsur mikro tanaman (Widowati *et al.*, 2022). Nilai pupuk ditentukan oleh jumlah unsur hara yang dikandungnya, semakin tinggi kandungan unsur hara maka semakin baik pupuk tersebut. Unsur hara yang

dibutuhkan tanaman adalah C, H, O (masih melimpah di alam), N, P, K, Ca, Mg, S (makronutrien, kadar dalam tanaman > 100 ppm), Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, Mo, B (mikronutrien, kandungan dalam tanaman <100 ppm). Jumlah 13 unsur hara ini sangat terbatas dan biasanya tidak ada di dalam tanah (Marsono, 2001).

Di Indonesia, pemerintah menyediakan pupuk bersubsidi untuk mendukung petani, khususnya petani kecil, dalam mengakses pupuk dengan harga terjangkau. Program subsidi ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pertanian nasional serta menjaga stabilitas harga bahan pangan. Jenis pupuk bersubsidi yang sering digunakan di Indonesia meliputi pupuk urea, NPK, SP-36, ZA, dan pupuk organik. Namun, penggunaan pupuk subsidi di Indonesia menghadapi sejumlah permasalahan, salah satunya adalah terkait kualitas pupuk yang tidak selalu konsisten. Beberapa kasus menunjukkan bahwa pupuk subsidi yang beredar memiliki kandungan unsur hara yang tidak sesuai standar, sehingga kurang efektif dalam meningkatkan produktivitas. Permasalahan ini seringkali diperburuk oleh praktik distribusi yang tidak merata dan kurangnya pengawasan terhadap produk yang beredar di pasaran.

Oleh karena itu, diperlukan langkah pengujian kualitas pupuk subsidi secara berkala dan berjenjang untuk memastikan bahwa pupuk yang disalurkan memiliki kandungan nutrisi yang sesuai dengan standar. Dalam upaya memastikan kandungan pupuk bersubsidi yang telah beredar, penelitian ini melakukan pengujian kualitas kandungan pupuk bersubsidi di tiga kabupaten yaitu Kuningan, Cirebon, dan Majalengka. Pemilihan lokasi pengambilan sampel pupuk bersubsidi tersebut karena, pertama tiga kabupaten tersebut merupakan wilayah yang memiliki aktivitas pertanian yang tinggi, kedua banyak petani di kawasan tersebut yang bergantung pada pupuk bersubsidi, dan ketiga memiliki karakteristik lahan yang beragam dari mulai dataran rendah (Cirebon) hingga dataran tinggi (Kuningan).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas kandungan Nitrogen, Fosfor sebagai P_2O_5 Total, K_2O Total, dan Kadar Air pada pupuk NPK bersubsidi di Kabupaten Kuningan, Cirebon, dan Majalengka Provinsi Jawa Barat memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 2803:2012.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Kegiatan kultur jaringan ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Riau selama 4 bulan, dimulai dari Maret sampai dengan Juni 2023.

Bahan dan Alat

Beberapa bahan yang digunakan diantaranya yaitu embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung yang diperoleh dari Laboratorium BSIP Buah Tropika Solok, media MS M519 (PhytoTech LABS), sukrosa, agar, IAA (Phytotech), BAP (Himedia), akuades, KOH 1 N, HCl 1 N, alkohol 96% dan 70%, larutan *buffer* 4,01 dan 6,86, spiritus, *clorox* (Bayclin), deterjen. Penelitian ini menggunakan beberapa alat yaitu *autoclave* (Sibata), *laminar air flow cabinet* (LAFC) (Jesico), timbangan analitik (Kern), *hot plate and magnetic stirrer* (Scientific), *erlenmeyer*, cawan petri, botol kultur, botol schott, gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, pH meter, pinset, spatula, *hand scalpel*, mata pisau, bunsen,

hand sprayer, lemari pendingin, rak kultur, panci enamel, kompor, korek api, sendok, gunting, kamera dan alat tulis.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan awal penelitian ini yaitu sterilisasi bahan dan alat dengan cara mencuci botol-botol dan alat diseksi dan disterilisasi di dalam *autoclave* beserta *tissue* serta akuades. Langkah selanjutnya adalah pembuatan larutan stok 100 ml IAA dan 200 ml BAP, masing-masing ditimbang IAA sebanyak 25 mg dan dilarutkan ke dalam beberapa tetes KOH 1 N, sedangkan BAP sebanyak 50 mg dan dilarutkan ke dalam beberapa tetes HCl 1 N, kemudian dicukupkan volumenya dengan penambahan akuades. Pembuatan media dengan cara menimbang bahan-bahan yang digunakan seperti sukrosa 30 g, media MS 4,4 g dan agar 2 g. Sukrosa dilarutkan dengan akuades kemudian ditambahkan media MS, lalu dicukupkan volume medianya menjadi 800 ml dengan penambahan akuades, kemudian dibagi menjadi 4 bagian masing-masing 200 ml. Media tersebut masing-masing diberi perlakuan dengan penambahan larutan stok ZPT sesuai kebutuhan dan dicukupkan kembali volume medianya menjadi 250 ml. Kemudian media dipanaskan lalu dimasukkan ke dalam botol kultur dan ditutupkan *aluminium foil* dan *plastic wrap*, setelah itu disterilisasi menggunakan *autoclave*.

Persiapan bahan tanaman berupa embriosomatik fase globular yang berasal dari anakan pisang kepok tanjung yang berumur 4 bulan setelah tanam. Instrumen diseksi dan cawan petri disterilkan dengan alkohol 96%. Setelah dikeluarkan dari media sebelumnya, eksplan dibilas sebanyak tiga kali dengan aquades steril. Setelah dibersihkan, eksplan berbentuk bulat dipotong berukuran ± 1 cm, direndam selama satu menit dalam larutan Clorox 2%, dibilas dua kali dengan aquades, dan terakhir dikeringkan dengan tisu. Eksplan ditanam pada media baru yang di dekat api bunsen, kemudian mulut botol dipanaskan dekat nyala api bunsen, botol kultur dibungkus dengan plastik wrap dan aluminium foil sebelum diberi label. Pemeliharaan ruang kultur dilakukan dengan cara menjaga kebersihan lingkungan rak kultur. Suhu ruangan diatur dengan menyalakan *air conditioner* (AC) dengan suhu optimal 23°C, sedangkan pencahayaan diatur menggunakan lampu TLD 18 watt berwarna putih dengan jarak antar lampu dan botol ± 30 cm.

Penelitian ini mencakup dua komponen yaitu IAA dan BAP serta menggunakan rancangan acak kelompok (RAK). Konsentrasi faktor IAA (I) adalah I¹: 0 mg/l, I²: 0,5 mg/l, I³: 1 mg/l, dan I⁴: 1,5 mg/l. Konsentrasi faktor BAP (B) adalah B¹: 0 mg/l, B²: 2 mg/l, B³: 4 mg/l, dan B⁴: 6 mg/l. Terdapat empat taraf pada setiap faktor sehingga diperoleh 16 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali sehingga menghasilkan 48 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 3 eksplan sehingga diperoleh total 144 eksplan dan seluruh eksplan menjadi sampel penelitian. Analisis dengan sidik ragam uji lanjut *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada tingkat 5%. Parameter pengamatan adalah waktu muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, panjang akar dan persentase keberhasilan pembentukan tunas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi IAA dan BAP, faktor pemberian IAA dan faktor pemberian BAP berpengaruh nyata terhadap saat muncul tunas, tinggi tunas dan panjang akar pisang kepok tanjung. Kemunculan tunas, tinggi tunas, dan panjang akar pisang kepok tanjung berpengaruh nyata akibat interaksi IAA dan BAP, serta faktor pemberian IAA dan BAP.

Saat Muncul Tunas

Tabel 1. Rata-rata muncul tunas (HST) pada embriosomatik fase globular pisang kepok dengan pemberian IAA dan BAP

Konsentrasi IAA (mg/l)	Konsentrasi BAP (mg/l)				Rerata
	0	2	4	6	
0	14,50 d	12,43 cd	11,57 bc	11,77 bc	12,57 B
0,5	11,80 bc	11,80 bc	8,43 a	11,83 bc	10,97 A
1	12,07 bc	10,03 abc	8,83 a	11,53 bc	10,62 A
1,5	9,43 ab	10,33 abc	12,40 cd	11,67 bc	10,96 A
Rerata	11,95 B	11,15 AB	10,31 A	11,70 B	

Keterangan: Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti dengan huruf kecil yang sama serta angka-angka pada baris atau kolom yang diikuti oleh huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMR taraf 5%

Berdasarkan data pada Tabel 1, rata-rata jumlah tunas yang muncul secara embriosomatik hasil interaksi IAA dan BAP berkisar antara 8,43 hingga 14,5 hari setelah tanam (HST). Dibandingkan dengan perlakuan lain, kombinasi IAA 0,5 mg/l dan BAP 4 mg/l menghasilkan tunas yang tumbuh lebih cepat. Hal ini sebanding dengan kombinasi 1 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP, 1 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, 1,5 mg/l IAA dan 0 mg/l BAP dan 1,5 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP serta berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi IAA dan BAP dapat mendorong pembelahan dan perluasan sel, sehingga mempercepat munculnya tunas pada fase globular embriosomatik pisang kepok tanjung. Menurut Asra *et al.* (2020), pemberian auksin dapat mengaktifasi pompa proton (ion H⁺) pada membran sel yang menyebabkan turgiditas sel dan penurunan pH, pemanjangan dan pembesaran sel terjadi, sedangkan sitokinin berperan memacu sintesis protein pada proses transkripsi DNA dan translasi RNA membentuk enzim, yang menyebabkan terjadinya pembelahan sel. Sebuah studi oleh Yeyen *et al.* (2021) juga melaporkan pemberian kombinasi IAA dan BAP pada pisang barangan bulat (*Musa acuminata*) yang menghasilkan waktu muncul tunas tercepat yaitu 11,93 HST dengan kombinasi IAA 0,1 mg/l dan BAP 4 mg/l.

Peningkatan konsentrasi IAA dan BAP justru memperlambat munculnya tunas karena kemampuan eksplan bereaksi terhadap penambahan ZPT terbatas pada konsentrasi tertentu (Tabel 1). Menurut Setyowati *et al.* (2023), bonggol pisang barangan merah (*Musa acuminata* Colla) menghasilkan tunas lebih cepat (16 HST) bila diberi konsentrasi 0,5 mg/l IAA dan 5 mg/l BAP, namun bila konsentrasi dinaikkan menjadi 0,5 mg/l IAA dan 10 mg/l BAP, waktu munculnya tunas lebih lama menjadi 29 HST.

Pemberian 0,5 – 1,5 mg/l IAA dapat menghasilkan saat muncul tunas yang relatif sama dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian IAA (Tabel 1). Hal ini diduga pemberian IAA dibutuhkan untuk meningkatkan aktivitas auksin endogen

dalam memacu pemanjangan sel, sehingga merangsang pertumbuhan tunas pada embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung. Menurut Taiz dan Zeiger (2010), ketersediaan auksin endogen di dalam eksplan tidak mencukupi dalam proses pemanjangan sel, sehingga penambahan auksin eksogen mampu mempercepat munculnya tunas karena auksin dapat mengubah beberapa protein untuk mempercepat proses pemanjangan tunas. Menurut penelitian Triharyanto *et al.* (2018), pemberian 0,5 mg/kg IAA dengan 4 mg/kg BAP mempercepat perkembangan tunas dan daun pada multiplikasi pisang raja bulu.

Pemberian BAP 4 mg/l menyebabkan saat muncul tunas lebih cepat, hal ini relatif sama dengan pemberian BAP 2 mg/l namun berbeda nyata dengan pemberian BAP 0 mg/l dan 6 mg/l (Tabel 1). Hal ini diduga karena adanya proses sitokinesis pada eksplan, sehingga pemberian BAP dapat menimbulkan tunas. Menurut Fauziah (2021), pemberian sitokinin dapat mempercepat sitokinesis, sehingga meningkatkan protoplasma sel dan menyebabkan dinding sel tumbuh, membuat sel-sel baru menjadi lebih kompleks dan mempercepat produksi tunas. Menurut Saepudin *et al.* (2023), waktu muncul tunas paling cepat yaitu 24 HST pada eksplan pisang Barangan (*Musa acuminata* Colla pada pemberian 4 mg/l BAP

Jumlah tunas

Tabel 2. Rata-rata jumlah tunas (buah) pada embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung dengan pemberian IAA dan BAP

Konsentrasi IAA (mg/l)	Konsentrasi BAP (mg/l)				Rerata
	0	2	4	6	
0	1,50 e	2,90 bcd	3,57 abc	3,53 abc	2,87 B
0,5	2,10 de	3,80 ab	3,77 ab	2,33 cde	3,00 AB
1	2,83 bcd	3,77 ab	4,50 a	2,90 bcd	3,50 A
1,5	1,67 de	2,33 cde	2,93 bcd	1,90 de	2,21 C
Rerata	2,02 C	3,20 AB	3,69 A	2,67 B	

Keterangan: Huruf kecil dan kapital yang sama pada angka baik dalam baris dan kolom tidak berbeda nyata menurut uji DN MRT taraf 5%

Tabel 2 menunjukkan data pada pemberian kombinasi berkisar antara 1,5 hingga 4,5 buah tunas. Dibandingkan dengan 0 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP, 0 mg/l IAA dan 6 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP, serta 1 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, kombinasi dari IAA 1 mg/l dan BAP 4 mg/l menghasilkan jumlah tunas yang jauh lebih banyak, dan perlakuan lainnya berbeda nyata (Gambar 1). Diduga pemberian sitokinin dengan konsentrasi auksin yang lebih besar dapat mempengaruhi pembentukan tunas. Menurut Dwiyani (2015), perbandingan auksin terhadap sitokinin akan mempengaruhi jalannya morfogenesis pada eksplan yang dikulturkan, misalnya rasio sitokinin terhadap auksin yang lebih besar akan menyebabkan perkembangan tunas. Menurut penelitian Padmavathi *et al.* (2023) pisang cv. Kovvur Bontha (ABB) menghasilkan tunas terbanyak yaitu 7,33 tunas ketika konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi dibandingkan auksin diberikan dalam kombinasi 0,2 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP.



Gambar 1. Bentuk tunas embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung dengan pemberian IAA dan BAP

Jumlah tunas nyata lebih banyak pada pemberian 1 mg/l IAA, relatif sama dengan pemberian 0,5 mg/l IAA dan berbeda nyata dengan 0 mg/l dan 1,5 mg/l IAA (Tabel 2). Hal ini diduga bahwa penambahan auksin eksogen mampu mempengaruhi keseimbangan auksin endogen dalam menstimulasi pertumbuhan sel pada eksplan. Menurut Davies (2013) dengan menempel pada reseptor yang telah berkembang pada membran sel dan kemudian memindahkan auksin dari ujung pucuk ke daerah pemanjangan sel, perlakuan auksin dapat mendorong perkembangan sel. Menurut Novianti *et al.* (2022), pisang barangan merah (*Musa acuminata* Colla) menghasilkan tunas terbanyak yaitu 1,0 bila diberi 1 mg/l IAA.

Peningkatan konsentrasi IAA dari 1 mg/l menjadi 1,5 mg/l justru menghasilkan jumlah tunas yang lebih sedikit. Diduga bahwa peningkatan konsentrasi IAA menyebabkan penurunan daya proliferasi dan diferensiasi sel untuk membentuk jumlah tunas yang lebih banyak. Mastuti (2017), pemberian auksin dengan konsentrasi tinggi akan semakin menghambat proses pemanjangan sel, sehingga jumlah tunas yang dihasilkan lebih sedikit. Hal ini sesuai dengan penelitian Sholikhah *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pemberian IAA 1 mg/l pada pisang cavendish (*Musa acuminata*) menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak (3,11 tunas), namun peningkatan konsentrasi menjadi 1,5 mg/l IAA justru menghasilkan jumlah tunas yang lebih sedikit, yaitu 2,11 tunas.

Pemberian 4 mg/l BAP menghasilkan jumlah tunas nyata lebih banyak, relatif sama dengan pemberian 2 mg/l BAP dan berbeda nyata dengan 0 mg/l dan 6 mg/l BAP (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian BAP selain mampu menginduksi tunas juga mampu menghasilkan tunas dengan jumlah yang lebih banyak, dikarenakan pemberian sitokinin memacu multiplikasi tunas yang merangsang pertumbuhan tunas lateral. Berdasarkan penelitian Sari *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pemberian 4 mg/l BAP pada embriosomatik *Carica pubescens* dapat menghasilkan jumlah tunas paling banyak yaitu 19 tunas.

Tinggi tunas

Tabel 3. **Rata-rata tinggi** tunas (cm) pada embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung dengan pemberian IAA dan BAP

Konsentrasi IAA (mg/l)	Konsentrasi BAP (mg/l)				Rerata
	0	2	4	6	
0	1,23 g	1,80 fg	2,50 defg	2,63 cdefg	2,04 B
0,5	2,20 efg	4,23 ab	4,97 a	2,80 bcdef	3,55 A
1	3,87 abcd	4,07 abc	4,93 a	3,43 bcde	4,07 A
1,5	2,23 efg	1,83 fg	2,97 bcdef	3,13 bcdef	2,54 B
Rerata	2,38 B	2,98 B	3,84 A	3,00 B	

Keterangan: Huruf kecil dan kapital yang sama pada angka baik dalam baris dan kolom tidak berbeda nyata menurut uji DNMR taraf 5%

Pemberian kombinasi antara IAA dan BAP menghasilkan rata-rata tinggi tunas berkisar antara 1,23 -4,97 cm (Tabel 3). Pemberian kombinasi 0,5 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP menghasilkan tunas yang nyata lebih tinggi, relatif sama dengan kombinasi 1 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, 1 mg/l IAA dan 0 mg/l BAP, 1 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan kombinasi IAA dan BAP pada konsentrasi auksin yang lebih rendah dari sitokinin mampu meningkatkan pertumbuhan tunas. Pemberian auksin dapat mempengaruhi kerja sitokinin pada proses pembelahan sel dan arah pertumbuhan eksplan, dimana semakin cepat munculnya tunas maka semakin mempercepat laju pertumbuhan tunas.

Rasio auksin dan sitokinin akan mempengaruhi laju pertumbuhan tunas. Jika auksin diberikan dalam konsentrasi lebih rendah dari sitokinin akan menurunkan regulasi gen respons auksin dan meningkatnya regulasi respons sitokinin mengaktifasi siklus sel dan pembelahan sel, sehingga mempercepat proses pertumbuhan tunas (Trigiano dan Gray, 2016). Pemberian kombinasi IAA dan BAP juga telah dilaporkan pada penelitian Budi (2020) bahwa pemberian kombinasi 1 mg/l IAA dan 4,5 mg/l BAP pada eksplan bonggol pisang barangan (*Musa paradisiaca* L.) menghasilkan tunas yang paling tinggi yaitu 5,84 cm.

Pemberian 0,5 mg/l dan 1 mg/l IAA menghasilkan tinggi tunas yang relatif sama dan berbeda nyata dengan 0 mg/l dan 1,5 mg/l IAA (Tabel 3). Hal ini diduga bahwa pemberian 0,5 – 1 mg/l IAA merupakan kisaran konsentrasi yang mampu menghasilkan tunas lebih tinggi, sehingga ketika konsentrasi ditingkatkan menjadi 1,5 mg/l IAA menghasilkan tunas yang lebih rendah, karena keseimbangan dan interaksi antara ZPT dapat mengendalikan tunas yang terbentuk pada setiap eksplan yang ditanam.

Ketersediaan ZPT akan mempengaruhi pertumbuhan eksplan, baik yang terdapat dalam eksplan itu sendiri (endogen) ataupun yang diserap dari media (eksogen). Menurut Fauziah (2021), IAA merupakan fitohormon yang mempengaruhi proses fisiologi dalam sel, meningkatkan tekanan osmotik, memacu pertumbuhan eksplan dan pemanjangan sel batang, namun IAA juga bisa menurunkan pertumbuhan eksplan tergantung pada konsentrasi yang diberikan. Hasil penelitian Sholikhah *et al.* (2022) menyimpulkan pada pemberian 1 mg/l IAA pada pisang cavendish (*Musa acuminata*) menghasilkan tunas yang lebih tinggi (11,76 cm) dan menghasilkan tunas yang lebih rendah yaitu 11,55 cm ketika konsentrasi ditingkatkan menjadi 1,5 mg/l IAA.

Pemberian 4 mg/l BAP menghasilkan tunas yang nyata lebih tinggi dibandingkan 0 mg/l, 2 mg/l serta 6 mg/l BAP (Tabel 3). Hal ini diduga bahwa pemberian 4 mg/l BAP menunjang pertumbuhan tunas pada eksplan akibat dari pembelahan sel yang mendorong perkembangan kloroplas menghasilkan tunas yang lebih tinggi. Menurut Davies (2013), pembelahan sel mampu memperluas permukaan daun, maka kloroplas dapat terbentuk dan berkembang sehingga akan mempercepat pertumbuhan tinggi tunas.

Pemberian BAP dengan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme dalam jaringan yang kemungkinan akan memperlambat proliferasi tunas. Hejatko *et al.* (2020) menyatakan bahwa peningkatan sitokinin menurunkan daya proliferasi sel yang mempengaruhi pertumbuhan tunas. Novianti *et al.* (2022) menyatakan pemberian 4 mg/l BAP pada pisang barangan merah menghasilkan tunas yang lebih tinggi (3,2 cm), sedangkan tunas yang lebih rendah (0,7) pada konsentrasi 6 mg/l BAP.

Panjang akar

Tabel 4. Panjang akar (cm) pada embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung dengan pemberian IAA dan BAP

Konsentrasi IAA (mg/l)	Konsentrasi BAP (mg/l)				Rerata
	0	2	4	6	
0	1,10 d	1,23 d	1,61 cd	1,78 cd	1,43 C
0,5	1,78 cd	2,93 abc	3,48 ab	2,61 abc	2,70 AB
1	3,31 ab	3,70 a	3,93 a	2,13 bcd	3,26 A
1,5	3,44 ab	2,31 bcd	2,35 bcd	2,30 bcd	2,60 B
Rerata	2,41 A	2,54 A	2,84 A	2,20 A	

Keterangan: Huruf kecil dan kapital yang sama pada angka baik dalam baris dan kolom tidak berbeda nyata menurut uji DNMR taraf 5%

Pemberian kombinasi 1 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP menghasilkan akar yang nyata lebih panjang, relatif sama dengan kombinasi 1 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP, 0,5 mg/l IAA dan 6 mg/l BAP, 1 mg/l IAA dan 0 mg/l BAP, 1,5 mg/l IAA dan 2 mg/l BAP, dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi IAA dan BAP memacu pembentukan akar, diduga eksplan embriosomatik yang digunakan bersifat bipolar yaitu mengarah pada dua pertumbuhan berupa tunas dan akar.

Pemberian IAA dalam konsentrasi lebih rendah dari BAP sudah mampu membentuk akar, hal ini dipengaruhi oleh keberadaan auksin endogen eksplan yang telah cukup, sehingga meskipun auksin diberikan dalam konsentrasi rendah, sudah mampu menghasilkan akar yang lebih panjang. Akan tetapi, penambahan sitokinin dalam konsentrasi yang lebih tinggi mempengaruhi keseimbangan sitokinin endogen eksplan menghasilkan akar yang lebih pendek, karena akar yang panjang akan meningkatkan kandungan sitokinin yang lebih banyak pula.

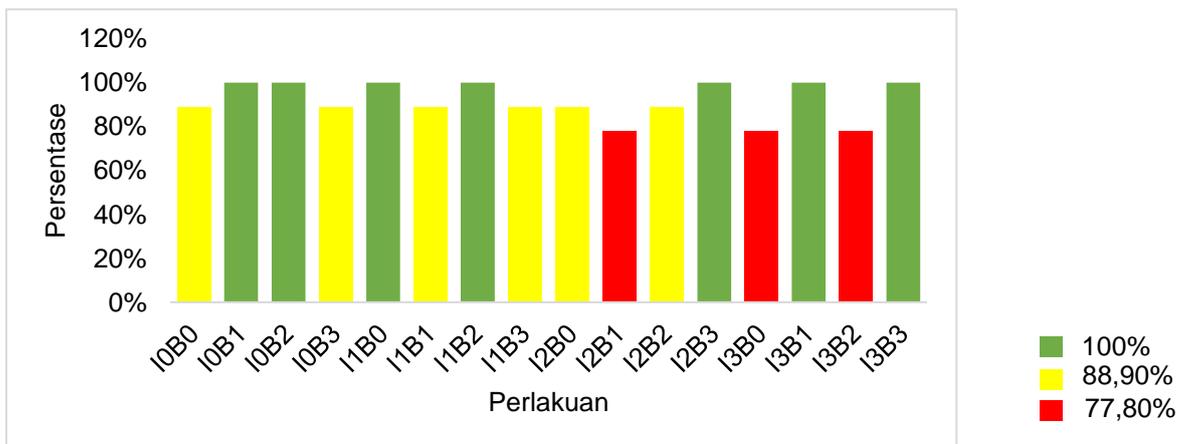
Berbeda halnya dengan Nofiyanto *et al.* (2019) dimana pada pemberian auksin dengan yang lebih tinggi dari sitokinin (4 mg/l IAA dan 0,5 mg/l BAP) pada pisang raja bulu (*Musa paradisiaca*) menghasilkan akar yang lebih panjang yaitu 9,73 cm. Hal ini diduga, karena penambahan ZPT memberikan efek yang berbeda setiap tanaman. Didukung oleh pernyataan Hano (2022) zat pengatur

tumbuh memberikan efek yang berbeda-beda pada setiap tanaman, tergantung dari ketersediaan hormon, tahap pertumbuhan dan perkembangan siklus tertentu.

Pemberian 1 mg/l IAA menghasilkan akar yang nyata lebih panjang, relatif sama dengan pemberian 0,5 mg/l IAA dan berbeda nyata dengan 0 mg/l dan 1,5 mg/l IAA (Tabel 4). Hal ini diduga bahwa pemberian IAA mampu meningkatkan pertumbuhan akar, menghasilkan akar yang lebih panjang. Sejalan dengan pendapat Asra *et al.* (2020) bahwa auksin memberikan efek pertumbuhan akar dengan cara memperpanjang akar (*root initiation*). Hasil penelitian Govindaraju dan Arulselvi (2018) menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mg/l IAA pada eksplan *Coleus aromaticus* Benth menghasilkan akar yang paling panjang yaitu 3,4 cm.

Pemberian BAP maupun tanpa pemberian BAP menghasilkan panjang akar yang relatif sama pada eksplan globular pisang kepok tanjung (Tabel 4). Hal ini diduga bahwa eksplan embriosomatik memiliki kandungan sitokinin yang relatif tinggi, sehingga peningkatan konsentrasi BAP menghasilkan akar yang lebih pendek. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian Pamungkas (2015) bahwa aplikasi BAP tidak berpengaruh terhadap panjang akar pada tunas pisang cavendish (*Musa paradisiaca*), dikarenakan peningkatan BAP menghambat munculnya primodial akar, sementara BAP lebih efektif untuk perkembangan dan multiplikasi tunas.

Persentase keberhasilan pembentukan tunas



Gambar 1. Persentase keberhasilan pembentukan tunas pada embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung

Berdasarkan Gambar 1 diketahui semua perlakuan menghasilkan persentase keberhasilan pembentukan tunas yang relatif sama yakni berkisar 77,80 – 100%. Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa perlakuan yang menghasilkan keberhasilan pembentukan tunas 100%, mampu bertahan hidup dan tidak mengalami browning maupun kontaminasi oleh mikroorganisme. Komponen yang mempengaruhi keberhasilan pembentukan tunas salah satunya adalah eksplan. Eksplan yang digunakan pada penelitian ini yaitu embriosomatik fase globular pisang kepok tanjung yang memiliki sel-sel aktif dan membelah diri secara cepat sehingga menghasilkan tingkat multiplikasi yang tinggi.

Persentase 77,80 – 88,90% salah satunya disebabkan oleh kontaminasi berupa jamur dan bakteri. Oratmangun (2017) menyebutkan kontaminasi dapat

timbul baik dari dalam maupun luar eksplan dan dapat disebabkan oleh bakteri yang masuk ke dalam media, botol kultur, atau alat dan tempat kerja yang kurang steril pada saat penanaman (faktor eksternal). Kontaminasi jamur ditandai adanya miselium sedangkan bakteri ditandai adanya lendir berwarna kuning dan basah.

Faktor lain yang menyebabkan persentase yang lebih rendah dikarenakan terjadinya perubahan warna tunas menjadi kecoklatan atau sering disebut dengan *browning*. Hal ini karena enzim oksidase yang mengandung tembaga, seperti tirosinase dan polifenoloksidase, aktif ketika jaringan rusak dan diproduksi atau dilepaskan dalam kondisi oksidatif. Menurut Sadat *et al.* (2018), produksi metabolit sekunder menjadi salah satu penyebab terjadinya pencoklatan. Produksi bahan kimia fenolik untuk melapisi permukaan eksplan tanaman dari daerah yang rusak. Jika hal ini terus berlanjut, maka eksplan akan menumpuk di media, menghambat kemampuan eksplan dalam menyerap nutrisi dan pada akhirnya menyebabkan kematian eksplan.

KESIMPULAN

Interaksi antara IAA dan BAP berpengaruh pada saat muncul tunas, tinggi tunas dan panjang akar dipengaruhi oleh. Pemberian IAA berpengaruh terhadap saat muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan panjang akar. Pemberian BAP berpengaruh terhadap saat muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas dan panjang akar. Pemberian kombinasi 0,5 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP menghasilkan saat muncul tunas tercepat (8,43 HST) dan tunas tertinggi (4,97 cm) sedangkan jumlah tunas terbanyak (4,50 tunas) dan akar terpanjang (3,93 cm) dihasilkan oleh pemberian kombinasi 1 mg/l IAA dan 4 mg/l BAP.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah I. 2020. *Kultur Jaringan Pisang Kepok Tanjung (Tidak Berjantung) yang Tahan Terhadap Penyakit Darah (Ralstonia solanaceae subsp. celebensis)*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Anitasari SP, Sari DWNRS, Astarini IA, Defiani MR. 2018. *Dasar Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Asra R, Samarlina RA dan Silalahi M. 2020. *Hormon Tumbuhan*. Jakarta: UKI Press.
- Budi RS. 2020. Uji komposisi zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan eksplan pisang barangan (*Musa paradisiaca* L.) pada media MS secara *in vitro*. *Biologhy Education Science and Technology*. 3(1): 101-111.
- Davies PJ. 2013. *Plant Hormones*. The Netherlands: Springer.
- Dwiyani R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Bali: Pelawa Sari.
- Fauziah A. 2021. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Tulungagung: Biru Atmajaya.

- Govindaraju S, Arulselvi PI. 2018. Effect Of cytokinin combined elicitors (L-phenylalanine, salicylic acid and chitosan) on *in vitro* propagation, secondary metabolites and molecular characterization of medicinal herb *Coleus aromaticus* Benth (L.). *Journal of Saudi Society of Agricultural Sciences*. 17(4): 435-444.
- Hano C. 2022. *Plant Hormones: Recent Advances, New Perspectives and Application*. United Kingdom: Intech Open.
- Hapsoro D, Yusnita. 2018. *Kultur Jaringan Teori dan Praktek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hardjo, PH. 2018. *Kultur Jaringan Anggrek Embriogenesis somatic Vanda tricolor* (Lindl.) var. pallida. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hejatko J, Brenner WG, dan Schaller GE. 2020. *Cytokinins as Central Regulator of Plant Growth and Development*. Switzeland: Frontiers Media.
- Leva A, Rinaldi L. 2012. *Recent Advances in Plant In Vitro Culture*. United Kingdom: Intech Open.
- Mastuti R. 2017. *Dasar-dasar Kultur Jaringan Tumbuhan*. Malang: UB Press.
- Novianti S, Kesumawati E, Rahmawati M. 2022. Multiplikasi tunas pisang barangan merah (*Musa acuminata* Colla) pada berbagai konsentrasi *benzyl amino purine* (BAP) dan *indole acetic acid* (IAA) secara *in vitro*. *Agrista*. 26(1): 26-33.
- Oratmangun KM, Pandiangana D, Kandou FE. 2017. Deskripsi jenis-jenis kontaminan dari kultur kalus *Catharanthus roseus* (L.). *MIPA Unsrat Online*. 6(1): 47-52.
- Padmavathi RV, Kumar KR, Ramanandam G, Reddy PVK, Rani AS, Gourisankar T. 2023. Influence of different cytokinins on *in vitro* shoot multiplication of banana, cv. Kovvur Bontha (ABB). *The Pharma Innovation*. 12(9): 2877-2882.
- Pamungkas SST. 2015. Pengaruh konsentrasi NAA dan BAP terhadap pertumbuhan tunas eksplan tanaman pisang cavendish (*Musa paradisiaca* L.) melalui kultur *in vitro*. *Gontor Agrotech Science*. 2(1): 31-45.
- Prasetyorini. 2019. *Kultur Jaringan*. Bogor: Lembaga Penerbit dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pakuan.
- Sadat MS, L. Siregar LAM, Setiado H. 2018. Pengaruh IAA dan BAP terhadap induksi tunas mikro dari eksplan bonggol pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.). *Agroeko teknologi*. 6(1): 107-112.

- Saepudin A, Sunarya Y, Hasanah DM. 2023. Pengaruh konsentrasi *indole butyric acid* (IBA) dan *benzyl amino purine* (BAP) terhadap pertumbuhan eksplan pisang barangan (*Musa acuminata* C.) secara *in vitro*. Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-47 UNS Tahun 2023: Akselerasi Hasil Penelitian dan Olimpiade Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan. 1293-1310.
- Sari N, Suwarni RE, Sumadi. 2014. Optimasi jenis dan konsentrasi ZPT dalam induksi kalus embriogenik dan regenerasi menjadi planlet pada *Carica pubescens* (Lenne & K.Koch). *Biosaintifika*. 6(1): 51-59.
- Setyowati, M., E. Efendi, B. Bakhtiar dan E. Kesumawati. 2023. Multiple bud clumps induction of banana cv. Barangan merah (*Musa acuminata* Colla) under *in vitro* treatment of *benzyl amino purine* and *indole-3 acetic acid*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1183(1): 1-7.
- Sholikhah, R. I., M. Makhziah dan W. Widiwurjani. 2022. Effect of IAA addition and some organic supplements on growth and rooting of Cavendish banana (*Musa Acuminata*, AAA) *in vitro*. *Journal of Agricultural Engineering Lampung*. 11(2): 266-278.
- Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology 5th Edition*. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Taryono. 2016. *Pengantar Bioteknologi Untuk Pemuliaan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.
- Trigiano RN, Gray DJ. 2016. *Plant Tissue Culture, Development and Biotechnonology*. Francis: CRC Press.
- Triharyanto E, Arniputri RB, Muliawati ES, Trisnawati E. 2018. Kajian konsentrasi IAA dan BAP pada multiplikasi pisang raja bulu *in vitro* dan aklimatisasinya. *Agrotech Res*. 2(1): 1-5.
- Yeyen Y, Nopsagiarti T, Seprido. 2021. Uji berbagai sitokinin pada media MS terhadap pertumbuhan globular eksplan pisang barangan (*Musa acuminata*). *Green Swarnadwipa*. 1(2): 176-184.
- Yuliarti N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Yusnita. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman Sebagai Teknik Penting Bioteknologi Untuk Menunjang Pembangunan Pertanian*. Bandar Lampung: Aura