

Pengaruh Pemberian ZPT IAA Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Ungu Secara In Vitro

*Effect of ZPT IAA and BAP Administration on Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*) Adornment in Vitro*

Rudi Wardana^{1*}, Hanum Gita Pratiwi¹, Jumiaturun¹, Christa Dyah Utami¹

¹ Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*rudi_wardana@polije.ac.id

ABSTRAK

Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) merupakan ubi yang memiliki kandungan pigmen antosianin yang tinggi. Ubi jalar ungu ini dianggap sebagai sumber antosianin yang paling baik. Dalam budidaya ubi jalar ungu dengan cara in-vitro bisa juga dilakukan secara kultur jaringan yang merupakan cara cepat untuk memperbanyak bibit ubi jalar ungu untuk memenuhi kebutuhan, waktu yang relatif lebih cepat, dapat menghasilkan bibit bermutu baik, serta menjadikan tumbuhan kecil yang memiliki sifat seperti induknya. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi terbaik dari pemberian ZPT IAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar Ungu. Rancangan Percobaan menggunakan RAL Faktorial dengan 2 faktor antara lain IAA (Indole-3-acetic acid) dan BAP (6-Benzyl Amino Purin), masing-masing faktor terdiri dari 9 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil dari penambahan ZPT IAA menunjukkan waktu muncul kalus 4 HST, tekstur kalus intermediet, dan diameter kalus 8 MST berbeda nyata dengan konsentrasi optimal 0,2 mg/l. Penambahan ZPT BAP menunjukkan diameter kalus 8 MST berbeda nyata dengan konsentrasi optimal 1 mg/l. Interaksi pemberian ZPT IAA dan BAP menunjukkan hasil berbeda tidak nyata terhadap waktu muncul kalus, tekstur kalus, dan diameter kalus.

Kata kunci — kalus, konsentrasi, ZPT.

ABSTRACT

*Sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) is a potato that has a high content of anthocyanin pigments. This purple sweet potato is considered as the best source of anthocyanins. In cultivating purple sweet potato in-vitro way it can also be done in tissue culture which is a fast way to multiply purple sweet potato seeds to meet needs, relatively faster time, produce good quality seeds, and make small plants that have properties such as parent. The purpose of this study was to determine the best concentration of ZPT IAA and BAP on the growth of purple sweet potato. The experimental design used factorial RAL with 2 factors including IAA (Indole-3-acetic acid) and BAP (6-Benzyl Amino Purine), each factor consisting of 9 treatments and 3 replications. The results of the addition of ZPT IAA showed that the callus appearance time of 4 DAP, intermediate callus texture, and callus diameter 8 WAP were significantly different with the optimal concentration of 0.2 mg/l. The addition of ZPT BAP showed a significantly different callus diameter at 8 WAP with the optimal concentration of 1 mg/l. The interaction of ZPT IAA and BAP administration showed no significant difference in the time of callus appearance, callus texture, and callus diameter.*

Keywords — callus, concentration, ZPT.

 **OPEN ACCESS**

© 2024. Rudi Wardana, Hanum Gita Pratiwi, Jumiaturun, Christa Dyah Utami



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L) merupakan salah satu jenis ubi yang menjadi sumber antosianin, dimana pada ubi ungu terdapat kandungan pigmen antosianin yang tinggi. Antosianin merupakan pigmen warna yang memiliki manfaat pada bidang kesehatan, pangan, serta industri, dikarenakan antosianin tidak memiliki efek bahaya [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik 2017 perkembangan produktivitas ubi jalar di wilayah Jawa Timur pada tahun 2017 mengalami penurunan yaitu 257,414 ton/ha dibanding pada tahun 2016 dan 2015 [2]. Adanya penurunan tersebut maka diperlukan upaya peningkatan produksi ubi jalar.

Upaya peningkatan produksi harus diimbangi dengan ketersediaan bibit yang memiliki kualitas unggul. Budidaya ubi jalar ungu secara in-vitro dapat dilakukan melalui kultur jaringan, dimana cara tersebut mampu memenuhi kebutuhan, karena waktu yang relatif lebih cepat, dan dapat menghasilkan bibit bermutu baik, yang memiliki sifat sama seperti induknya. Penggunaan media menjadi faktor penting dalam keberhasilan budidaya secara in vitro. Kesesuaian antara media dan eksplan harus diperhatikan karena eksplan mampu tumbuh dan berkembang dengan baik dalam membentuk kalus, tunas dan akar ketika sesuai dengan media hidupnya. Adanya zat pengatur tumbuh pada media mampu mempengaruhi percepatan tumbuh eksplan [3]. Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik bukan nutrisi yang diberikan pada tanaman dengan tujuan agar dapat mempengaruhi proses fisiologis didalam organ tanaman [4]. Penambahan ZPT jenis auksin dan sitokinin berfungsi sebagai pemacu juga menginisiasi morfogenesis [5]. Salah satu ZPT jenis auksin dan sitokinin yaitu IAA dan BAP.

IAA (Indole-3-acetic acid) merupakan salah satu jenis auksin alami yang berperan merangsang pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel, pembelahan sel, serta diferensiasi pada tumbuhan [6]. Penambahan IAA sebanyak 0,4 mg/l dapat meningkatkan jumlah akar untuk perbanyakan tanaman ilers – ilers dengan cara in vitro [5]. BAP (Benzyl Amino Purin) merupakan jenis sitokinin sintetik yang mempunyai peran untuk menginduksi tunas [7]. Penambahan BAP

sebanyak 1 ppm pada tunas ubi jalar berpengaruh nyata terhadap jumlah akar [8]. Sehingga dengan aplikasi IAA dan BAP diharapkan mampu menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan eksplan dalam membentuk tunas. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan dengan mengombinasikan penggunaan IAA dan BAP pada konsentrasi berbeda terhadap perbanyakan tanaman ubi jalar ungu secara in vitro.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Politeknik Negeri Jember pada bulan September hingga Desember 2022. Adapun alat dan bahan yang digunakan meliputi: Botol kultur, laminar air flow cabinet (L AFC), Bunsen, petridish, timbangan analitik, cawan petri, pisau scalpel, pinset besar, pinset kecil, gelas ukur, sealer, mikropipet, gelang karet, beker glass, erlenmeyer, pH meter, autoklaf, hand sprayer, pipet ukur, magnetik stirrer, panci, korek api, oven, gunting, rak kultur, hot plate, lemari pendingin, alat tulis, kamera, eksplan dari bagian tanaman ubi jalar ungu, media Murashige and Skoog (MS), agar, gula, aquades, zat pengatur tumbuh IAA (Indole-3-acetic acid) dan BAP (6-Benzyl Amino Purin), alkohol 70%, bakterisida, fungisida, NaOH-HCl, clorox 20%, clorox 10%, tween 20, air, aluminium foil, kertas label, plastik wrapping, karet, sarung tangan, tissue steril, detergen, spiritus.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan ZPT IAA dan BAP

Perlakuan		BAP (mg/L)	
IAA (mg/L)	1	1,5	2
	0,2	0,2 IAA+1 BAP	0,2 IAA+1,5 BAP
0,4	0,4 IAA+1 BAP	0,4 IAA+1,5 BAP	0,4 IAA+2 BAP
	0,8	0,8 IAA+1 BAP	0,8 IAA+1,5 BAP

Metode percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor perlakuan.



Faktor pertama yaitu konsentrasi ZPT IAA yang terdiri dari 3 taraf yakni 0,2 mg/l, 0,4 mg/l, dan 0,8 mg/l. Sedangkan faktor kedua yaitu konsentrasi ZPT BAP dengan 3 taraf perlakuan meliputi 1 mg/l, 1,5 mg/l, dan 2 mg/l. Terdapat 9 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 botol percobaan (Tabel 1.). Terdapat beberapa prosedur yang dilakukan meliputi pembuatan media MS0 + NAA + BAP. Pemilihan bahan tanam yang berasal dari tanaman unggul dan terbebas dari penyakit. Sterilisasi bahan tanam dengan menggunakan alcohol 70% kemudian clorox 20%, clorox 10% dan HgCl₂ 0,1%. Lalu penanaman eksplan pada media MS0 setelah 7 hst dilakukan subkultur pada media sesuai dengan perlakuan.

Variabel yang diamati meliputi waktu muncul kalus, kualitas kalus, diameter kalus, waktu muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah ruas, panjang ruas. Variabel pengamatan kedinian muncul kalus dan diameter kalus dianalisis menggunakan ANOVA (Analysis of variance). Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut dengan Uji DMRT dengan taraf 5% sedangkan jika terdapat hasil yang berbeda sangat nyata maka menggunakan taraf 1%. Variabel kualitas kalus dianalisis menggunakan Uji Chi-Square K Sampel Independent.

3. Pembahasan

Berdasarkan hasil dari analisis pengaruh IAA dan BAP pada beberapa variabel pengamatan ubi jalar ungu disajikan pada tabel rekapitulasi sidik ragam ANOVA sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam pada variabel pengamatan

Variabel Pengamatan	Sumber Keragaman		
	IAA	BAP	IAA + BAP
Waktu Muncul Kalus	**	ns	ns
Kualitas Kalus (Tekstur Kalus)	*	ns	ns
Diameter Kalus	**	*	ns

Keterangan: ns = berbeda tidak nyata (non significant),
 * = berbeda nyata taraf 5% (significant),
 ** = berbeda sangat nyata taraf 5% (high significant),
 N = Faktor ZPT IAA,
 B = Faktor ZPT BAP

3.1. Waktu Muncul Kalus

Waktu muncul kalus diamati setelah penanaman eksplan yang dilakukan setiap hari, munculnya kalus ditandai dengan adanya pembengkakan dan melengkungnya eksplan, lalu terdapat gumpalan berwarna putih kehijauan pada bagian eksplan yang terluka dan menyebar pada permukaan eksplan [10]. Berdasarkan sidik ragam ANOVA waktu munculnya kalus pada ungu jalar ungu dipengaruhi secara nyata oleh ZPT IAA. Berikut merupakan hasil uji lanjut terhadap waktu munculnya kalus.

Tabel 3. Hasil Uji DMRT 1% Penambahan ZPT IAA Terhadap Variabel Kedinian Muncul Kalus (HST)

Notasi	Rerata	Nilai DMRT 1%
IAA (0,8 mg/L)	6,556a	-
IAA (0,4 mg/L)	5,889ab	1,252
IAA (0,2 mg/L)	4,778b	1,306

Keterangan = rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil tersebut berbeda tidak nyata pada uji DMRT 1%.

Berdasarkan Tabel 3 pada beberapa konsentrasi IAA yang diberikan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap waktu munculnya kalus pada ubi jalar ungu. Kedinian muncul kalus yang menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata dipengaruhi oleh respons eksplan terhadap konsentrasi dan jenis ZPT yang digunakan. ZPT yang ditambahkan ke dalam media eksplan sangat mempengaruhi keberhasilan dalam kultur in vitro. Keefektifan ZPT pada tanaman juga dipengaruhi oleh tingkat kepekaan ZPT yang diberikan, sebab konsentrasi yang berbeda maka dapat memberikan aktivitas yang berbeda pula. Selain itu jenis zat pengatur tumbuh dapat mempengaruhi laju pembentukan kalus [12]. Kombinasi auksin rendah dengan sitokinin tinggi mampu mempengaruhi pembelahan sel dan regenerasi tanaman in vitro. Akan tetapi konsentrasi auksin dan sitokinin yang semakin



tinggi dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan eksplan serta mengakibatkan kematian pada eksplan [13].

3.2. Kualitas Kalus

Kualitas kalus ditentukan oleh karakteristik kalus yang dihasilkan dari eksplan. Yang dapat membedakan antara kalus dengan tekstur kompak, intermediet serta remah ialah dari tekstur dan komposisi selnya [14]. Berdasarkan ANOVA kualitas kalus dipengaruhi oleh aplikasi IAA. Berikut hasil uji lanjut pada tekstur kalus yang dipengaruhi oleh IAA.

Tabel 4. Uji DMRT 5% Penambahan ZPT IAA Terhadap Variabel Tekstur Kalus

Notasi	Rerata	Nilai DMRT 5%
IAA (0,8 mg/L)	3,89a	-
IAA (0,4 mg/L)	3,33ab	0,66
IAA (0,2 mg/L)	3,00b	0,69

Keterangan = rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil tersebut berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4 kualitas kalus yang dihasilkan pada beberapa konsentrasi IAA menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5. Rentang rerata yang tidak jauh menunjukkan bahwa pemberian IAA pada ketiga konsentrasi tersebut menghasilkan tekstur kalus intermediet serta kompak. Menurut [15] Kualitas kalus kompak dikatakan bagus untuk digunakan sebagai bahan penghasil metabolit sekunder. Tekstur kalus dapat bervariasi seperti kompak sampai remah tergantung pada jenis eksplan yang dipakai, komposisi media, ZPT serta kondisi lingkungan tumbuh. Tekstur kalus berguna dalam menentukan kualitas suatu kalus, dimana mampu mengidentifikasi sel yang masih aktif membelah maupun sudah mengalami stagnasi dalam pembelahan sel [16].



Gambar 1. Warna Kalus

Berdasarkan Gambar 1 Kualitas kalus yang dihasilkan memiliki warna hijau, sehingga kalus tersebut tergolong kalus yang memiliki kualitas baik karena aktivitas pembelahan sel yang tinggi yang ditandai dengan penyerapan warna yang tinggi. Penambahan auksin dan sitokinin dengan konsentrasi yang tepat cenderung menunjukkan warna hijau (cerah) sehingga kalus lebih tahan lama. Perubahan warna pada kalus menunjukkan telah terjadi perubahan daya regenerasi sel dan fase pertumbuhan sel [17].

3.3. Diameter Kalus

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa IAA berpengaruh sangat nyata dan BAP menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap diameter kalus. Berikut merupakan hasil uji lanjut konsentrasi IAA terhadap diameter kalus.

Tabel 5. Uji DMRT 1% Penambahan ZPT IAA Terhadap Variabel Diameter Kalus

Notasi	Rerata	Nilai DMRT 1%
IAA (0,2 mg/L)	7,33a	-
IAA (0,4 mg/L)	6,00ab	1,45
IAA (0,8 mg/L)	5,00b	1,52

Keterangan = rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil tersebut berbeda tidak nyata pada uji DMRT 1%.

Berdasarkan Tabel 5 beberapa konsentrasi IAA yang diaplikasikan menunjukkan hasil diameter kalus yang berbeda tidak nyata. Perlakuan A1 (0,2 mg/l) mampu menghasilkan diameter kalus dengan rerata tertinggi yakni 7,33. Perbedaan diameter kalus disebabkan karena terdapat penambahan volume yang mengakibatkan terdapat pembesaran sel secara keseluruhan sehingga mempengaruhi diameter kalus. Selain itu, perbedaan diameter kalus disebabkan eksplan yang dipakai mempunyai

tingkat kepekaan dan daya serap yang berbeda terhadap media dan ZPT yang digunakan. Respons pemberian IAA pada konsentrasi yang sesuai dapat mempercepat terbentuknya kalus. Menurut [18] IAA merupakan golongan auksin yang memiliki fungsi sebagai memicu pertumbuhan sel, menginduksi kalus, mempercepat perkembangan akar, serta memacu diferensiasi jaringan vaskular.

Tabel 6. Uji DMRT 5% Penambahan ZPT BAP Terhadap Variabel Diameter Kalus

Notasi	Rerata	Nilai DMRT 5%
BAP (1 mg/L)	6,57a	-
BAP (1,5 mg/L)	6,10a	1,06
BAP (2 mg/L)	5,76a	1,11

Keterangan = rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil tersebut tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa pengaruh BAP yang diberikan pada beberapa konsentrasi yang berbeda menghasilkan diameter kalus yang sama. Akan tetapi perlakuan B1 (1 mg/l) dapat menghasilkan diameter kalus dengan rerata tertinggi yakni 6,57. Ukuran diameter kalus disebabkan karena penambahan volume pada kalus yang disebabkan oleh pemberian ZPT BAP. Menurut penelitian [19] dengan penambahan ZPT BAP 1 mg/l merupakan konsentrasi ZPT yang paling tepat mikropropagasi (perbanyak) dibuktikan dengan adanya proses morfogenesis kalus, induksi kalus serta bisa mempengaruhi stabilnya genetik sel pada tumbuhan.

3.4. Waktu Muncul Tunas

Waktu muncul tunas ialah waktu kemunculan tunas yang dibutuhkan eksplan untuk membentuk tunas pertama kali atau menghasilkan tunas baru. Berdasarkan pada penambahan ZPT IAA dan BAP ulangan 2 dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) menunjukkan bahwa terbentuknya tunas pada 9 minggu setelah tanam (MST). Tanaman memiliki genotipe yang berbeda sehingga setiap tanaman akan menghasilkan arah morfogenesis yang berbeda juga. Menurut [20] menyatakan bahwa penambahan konsentrasi auksin yang

rendah dan sitokinin yang tinggi dapat membentuk tunas lebih baik. Sehingga dalam menginduksi tunas ubi jalar membutuhkan konsentrasi ZPT yang tepat. Selain itu, metode dan waktu sterilisasi mempengaruhi keberhasilan penelitian karena jika tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan jaringan, sehingga eksplan mengalami kematian.

3.5. Jumlah Tunas

Berdasarkan hasil dari kombinasi penambahan ZPT IAA dan BAP ulangan 2 dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) menunjukkan bahwa terbentuknya jumlah tunas sebanyak 4 tunas pada 11 minggu setelah tanam (MST). Semakin tinggi tanaman maka semakin sedikit tunas yang muncul, hal ini dikarenakan energi yang dibutuhkan dalam membentuk calon tunas difokuskan untuk pemanjangan tunas yang lain, sehingga hasil yang diperoleh jumlah tunas mengalami penghambatan. Morfogenesis jaringan dipengaruhi oleh keseimbangan interaksi ZPT yang ditambahkan dari luar (eksogen) serta hormon tumbuh yang dihasilkan dari sel itu sendiri. Cepatnya pertumbuhan yang terjadi pada eksplan dipengaruhi adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dan penambahan hormon eksogen, yang mana proses fisiologis di dalam eksplan berlangsung efektif yang dapat memicu tumbuhnya tunas [21].

3.6. Tinggi Tunas

Berdasarkan Gambar 2 Tinggi tunas yang baik dihasilkan dari kombinasi ZPT IAA dan BAP ulangan 2 pada 11 minggu setelah tanam (MST) dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) dengan hasil tinggi 2,5 cm (sentimeter). Hal ini dikarenakan penambahan kombinasi auksin dan sitokinin yang tepat mampu menginduksi tanaman yang lengkap dengan tinggi tunas yang optimal. Menurut [22] penambahan kombinasi ZPT IAA dan BAP memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tunas. Hormon auksin yang dikombinasikan dengan sitokinin dapat memacu pertumbuhan jaringan pembuluh serta mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh, jadi hal ini mendukung dalam pertumbuhan tunas dan diameter batang.



Gambar 2. Tinggi Tunas

3.7. Jumlah Daun

Berdasarkan hasil dari kombinasi ZPT IAA dan BAP ulangan 2 pada 11 minggu setelah tanam (MST) dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) menunjukkan bahwa menghasilkan jumlah daun sebanyak 5. Jumlah daun memiliki peran penting bagi tanaman terutama dalam proses fotosintesis dan proses metabolisme lainnya. Semakin banyak jumlah daun maka semakin tinggi aktivitas fotosintesis dalam menghasilkan fotosintat yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk melakukan pertumbuhan. Semakin banyak tunas yang terbentuk maka semakin tinggi pula tingkat multiplikasi. Jika auksin dan sitokinin seimbang, maka akan menyebabkan pembentukan organ akar, batang, serta daun secara optimal [23].

3.8. Jumlah Ruas

Berdasarkan hasil dari kombinasi ZPT IAA dan BAP ulangan 2 pada 11 minggu setelah tanam (MST) dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) menunjukkan bahwa jumlah ruas yang dihasilkan sebanyak 5 ruas. Jumlah ruas adalah salah satu indikator penting, karena ruas merupakan tempat melekatnya daun. Semakin banyak jumlah ruas, maka jumlah daun dapat meningkat pula. Banyaknya jumlah daun mampu mengoptimalkan fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan [24] yang menyatakan bahwa ruas adalah tempat duduknya daun. ZPT auksin dan sitokinin yang sesuai sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yang memacu pemanjangan ruas dengan bekerja secara berkesinambungan.

3.9. Panjang Ruas

Berdasarkan hasil dari kombinasi ZPT IAA dan BAP ulangan 2 pada 11 minggu setelah tanam (MST) dengan konsentrasi A2B1 (0,4 mg/l IAA + 1 mg/l BAP) menunjukkan bahwa panjang ruas yang dihasilkan dari pangkal batang menunjukkan panjang 7 mm, 5 mm, 6 mm, 3 mm, 3 mm, dan 1 mm (milimeter). Auksin berperan dalam memacu pertumbuhan, terutama dengan merangsang pemanjangan sel dibatang. Apabila auksin dikombinasikan dengan sitokinin akan menumbuhkan sel baru dengan pembelahan yang baik. Sehingga batang akan memanjang dan ruas akan semakin bertambah. Zat pengatur tumbuh eksogen digunakan untuk memberikan keseimbangan terhadap hormon endogen agar dapat mempengaruhi respons fisiologis sebagai pendorong pembelahan serta perpanjangan sel [25].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Pengaruh Pemberian ZPT IAA dan BAP Terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Ungu Secara In-Vitro” didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penambahan ZPT IAA berpengaruh terhadap waktu muncul kalus 4 HST, tekstur kalus intermediet dan diameter kalus 8 MST dengan konsentrasi optimal 0,2 mg/l.
- Penambahan ZPT BAP berpengaruh terhadap diameter kalus 8 MST dengan konsentrasi optimal 1 mg/l, akan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul kalus dan tekstur kalus.
- Interaksi penambahan ZPT IAA dan BAP menunjukkan pengaruh nyata terhadap waktu muncul kalus, tekstur kalus, dan diameter kalus.

Daftar Pustaka

- [1] Priska. M, N. Peni, L. Carvallo, and Y. D. Ngapa, “Antosianin dan Pemanfaatannya,” *Cakra Kim. (Indonesian E-Journal Appl. Chem.*, vol. 6, no. 2, pp. 79–97, 2018.
- [2] Badan Pusat Statistik Jawa Timur, “Produksi Ubi Jalar di Jawa Timur,” 2018.
- [3] Suci. R dan Y. Mariani, “Pengaruh NAA Dan BAP Terhadap Perkembangan Subkultur Gaharu (*Aquilaria Malaccensis*. Lamk),” *J. Hutan Lestari*, vol. 1, no. 1, 2013,



- [Online]. Available: [http://download.portalgaruda.org/article.php?article=32761&val=2332&title=pengaruh naa dan bap terhadap perkembangan subkultur gaharu \(aquilaria malaccensis.lamk\)](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=32761&val=2332&title=pengaruh%20naa%20dan%20bap%20terhadap%20perkembangan%20subkultur%20gaharu%20(aquilaria%20malaccensis.lamk)).
- [4] Surtinah .S, “Potensi Hasil Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*, Sturt) Dengan Pemberian Paket Teknologi Pupuk Dan Zat Pengatur Tumbuh,” *J. BiBioT*, vol. 2, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.22216/jbvt.v2i1.2763.
- [5] Wardana. R, Jumiatur, and E. Rosdiana, “Multipikasi Tanaman Iles – Iles (*Amorphophallus Mulleri* Blume) Secara In Vitro Sebagai Upaya Peningkatan Produksi Pangan Lokal,” *J. Semin. Naional*, pp. 353–357, 2017.
- [6] Redman RS, Kim YO, Woodward CJDA, Greer C, Espino L, Doty SL, “Increased fitness of rice plants to abiotic stress via habitat adapted symbiosis: a strategy for mitigating impacts of climate change,” *PLoS One*, vol. 6, pp. 1 – 10, 2011.
- [7] Praseptiana. C, S. Darmanti, and E. Prihastanti, “Multiplikasi Tunas Tebu (*Saccharum officinarum* L Var. Bululawang) dengan Perlakuan Konsentrasi BAP dan Kinetin Secara In Vitro,” *Bul. Anat. dan Fisiol.*, vol. 2, no. 2, p. 153, 2017, doi: 10.14710/baf.2.2.2017.153-160.
- [8] Wardana. R, R. Syafa’ah, and J. Jumiatur, “Pengaruh Pemberian ZPT BAP dan GA3 terhadap Pertumbuhan Tunas Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) Varietas Cilembu secara In Vitro,” *J. Ilm. Inov.*, vol. 21, no. 2, pp. 124–128, 2021, doi: 10.25047/jii.v21i2.2648.
- [9] Ziraluo, “Metode Perbanyak Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* Poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan atau Stek Planlet,” *J. Inov. Penelit.*, vol. 2, no. 3, pp. 1037–1046, 2021.
- [10] Puteri .R. F., E. Ratnasari, dan Isnawati, “Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) dan BAP (Benzyl Amino Purine) terhadap Induksi Kalus Daun Sirsak (*Annona muricata*) secara In Vitro The Effect of Different Concentration of NAA (Naphthalene Acetic Acid) and BAP,” *J. LenteraBio*, vol. 3, no. 3, pp. 154–159, 2014, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118853>.
- [11] Mashud. N, “Efek Zat Pengatur Tumbuh BAP Terhadap Pertumbuhan Planlet Kelapa Genjah Kopyor dari Kecambah yang Dibelah,” *Bul. Palma*, vol. 14, no. 2, pp. 82–87, 2016.
- [12] Silalahi. M, “Pengaruh Modifikasi Media Murashige-Skoog (MS) dan Zat Pengatur Tumbuh BAP terhadap Pertumbuhan Kalus *Centella asiatica* L.(Urban.)” *J. Pro-Life*, vol. 2(1), 14–2, 2015.
- [13] Saifuddin. F, “Jesbio Vol . V No . 1 , Mei 2016 Pengaruh Indole Acetic Acid (Iaa) Terhadap Hasil Berat Basah Akhir Plantlet Kultur Jaringan Tanaman Jemang (*Daemonorops Draco* (Willd .) Blume) Dosen Universitas Almuslim-Bireuen Email :fatmawatisaifuddin@yahoo.co.id,” *Jesbio*, vol. 5, no. 1, pp. 14–17, 2016.
- [14] Sugiyarto. L, dan P. C. Kuswadi, “Pengaruh 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan Benzyl Aminopurin (BAP) Terhadap Pertumbuhan Kalus Daun Binahong (*Anredera cordifolia* L.) serta Analisis Kandungan Flavonoid Total,” *J. Pendidik. Biol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2014.
- [15] Indah P. N, dan D. Ermavitalini, “Induksi kalus daun nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada beberapa kombinasi konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4-Dichlorophenpxyacetic Acid (2,4-D),” *J. Sains dan Seni Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [16] Ariani R. E, dan R, Anggraito YU, “Respons Pembentukan Kalus Koro Benguk (*Mucuna pruriens* L.) pada Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP,” *J. MIPA*, vol. 39(1): 20□, 2016, doi: <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>.
- [17] Merthaningsih, H. Yuswanti, and A. A. M. Astiningsih, “Induksi Kalus pada Kultur Pollen *Phalaenopsis*,” *Agrotrop*, vol. 8(1), p., 2018.
- [18] Widuri .L. I., P. Dewanti, dan B. Sugiharto, “A Simple Protocol For Somatic Embryogenesis Induction Of In Vitro Sugarcane (*Saccharum Officinarum*. L) By 2,4-D And Bap,” *Biovalentia Biol. Res. J.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–9, 2016, Doi: 10.24233/Biov.2.1.2016.32.
- [19] Prayana. F. A., F. Djenal, dan R. Wardana, “Mikropropagasi Tangkai Daun Iles-Iles (*Amorphophallus Muelleri* Blume) Secara In Vitro Dengan Penambahan ZPT BAP Dan NAA,” *Agriprima J. Appl. Agric. Sci.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 95–104, 2017, Doi: 10.25047/Agriprima.V1i2.45.
- [20] Rodinah dan C. Nisa, “Formulasi Zat Pengatur Tumbuh Dengan Interval Waktu Subkultur Terhadap Inisiasi Dan Multiplikasi Pisang Talas (*Musa Paradisiaca* Var *Sapientum* L) Secara In Vitro (Growth Regulator Formulation With Subculture Time Interval On Initiation And Multiplication O,” Vol. 43, Pp. 141–148, 2018.
- [21] Nurhanis. S. E., R. S. Wulandari, dan R. Suryantini, “Kehutanan, Fakultas Tanjungpura, Universitas Daya, Jalan Pontianak, Nasional,” *J. Hutani Lestari*, Vol. 7, No. 2, Pp. 857–867, 2019.
- [22] Soelaiman. V, dan A. Ernawati, “Pertumbuhan Dan Perkembangan Cabai Keriting (*Capsicum Annuum* L.) Secara In Vitro Pada Beberapa Konsentrasi BAP Dan IAA,” *Bul. Agrohorti*, Vol. 1, No. 1, P. 62, 2013, Doi: 10.29244/Agrob.1.1.62-66.
- [23] Larekeng. S. H., “Optimasi Kombinasi Naa, Bap Dan Ga3 Pada Planlet Kentang Secara In Vitro,” *J. Galung Trop.*, Vol. 1, No. 1, 2012.
- [24] Aguzae .H, “Respon Pertumbuhan Bibit Stek Lada (*Piper Nigrum* L.) Terhadap Pemberian Air Kelapa Dan Berbagai Jenis CMA,” *Agronobis*, Vol. 1(1), Pp. 36–47, 2009.
- [25] Kasutjaniangati. K, “Kemampuan Pecah Tunas Dan Berbiak Mother Plant Pisang Rajabulu (*Aab*) Dan Pisang Tanduk (*Aab*) Dalam Medium Inisiasi In Vitro by Kasutjaniangati Kasutjaniangati,” 2021.

