

PENGARUH BERBAGAI JENIS DAN KONSENTRASI AUKSIN PADA MULTIPLIKASI TUNAS KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) VARIETAS GRANOLA KEMBANG SECARA *In Vitro*

Jessyca Putri Choirunnisa^{1*} dan Dwi Arum Suryaningtyas²

¹Dosen Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Katolik Indonesia
Santu Paulus Ruteng

²Program Pascasarjana, Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

*Email Korespondensi: jessycaputri6@gmail.com

ABSTRAK

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) mengandung karbohidrat tinggi yang dapat mendukung program diversifikasi pangan di Indonesia. Produksi kentang menurun akibat tingginya serangan virus dan bakteri. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis auksin terhadap multiplikasi tunas kentang varietas Granola Kembang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu 3 jenis auksin (IAA, IBA, NAA). Faktor kedua adalah 4 konsentrasi auksin (0.1 ppm, 0.5 ppm, 1.0 ppm, 1.5 ppm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi IBA 0.1 ppm dapat mempercepat munculnya tunas pada 4.21 HST, sedangkan konsentrasi IBA 1.0 ppm memberikan hasil tertinggi pada tinggi tunas (18.33 cm), jumlah tunas (17.89 tunas), kedirian akar (2.1 HST) dan jumlah daun (23.33 daun). Semakin rendah konsentrasi IBA dapat mempercepat kedirian tunas dan konsentrasi IBA 1.0 ppm dapat meningkatkan tinggi tunas, jumlah tunas, kedirian akar dan jumlah daun.

Kata Kunci: Auksin; Kentang; Multiplikasi

ABSTRACT

Potato (*Solanum tuberosum* L.) contains high carbohydrates which can support the food diversification program in Indonesia. Potato production decreased due to the existence of viruses and bacteria. The aim of this study was to determine the effect of auxin types on the multiplication of potato shoots of the Granola Kembang variety. This study incorporated a Complete Randomized Factorial Design with 2 factors and 3 replications. The first factors were 3 types of auxins (IAA, IBA, NAA). The second factor was 4 auxin concentration (0.1 ppm, 0.5 ppm, 1.0 ppm, 1.5 ppm). The results showed that 0.1 ppm IBA concentration accelerated the emergence of shoots at 4.21 DAP, while 1.0 ppm IBA concentration gave the highest yields on shoot height (18.33 cm), number of shoots (17.89 shoots), early root (2.1 DAP) and number of leaves (23.33 leaf). The lower concentrations of IBA accelerated shoot senescence and 1.0 ppm IBA concentration increased shoot height, number of shoots, early roots and number of leaves.

Keywords: Auxin; Multiplication; Potato

PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan sumber makanan terbesar keempat di dunia setelah padi, jagung dan gandum. Kentang mengandung karbohidrat, mineral dan protein yang tinggi (Ewais *et al.* 2020). Hal ini menunjukkan bahwa kentang memiliki potensi baik untuk mendukung program diversifikasi pangan di Indonesia. Namun produksi kentang di Jawa Timur mengalami penurunan dari tahun 2020 sampai 2021, yaitu dari 354,196 ton per hektar menjadi 324,338 ton per hektar (BPS, 2022). Penurunan produksi kentang disebabkan oleh ketersediaan bibit yang berkualitas masih relatif rendah.

Pemanfaatan kultur *in vitro* dapat menjadi solusi menghasilkan bibit kentang berkualitas. Perbanyakkan secara kultur *in vitro* dapat menghasilkan bibit seragam tidak tergantung pada musim dengan jumlah bibit banyak dalam waktu yang relatif singkat (Ziraluo, 2021). Multiplikasi tunas secara *in vitro* dapat menjadi alternatif menghasilkan sumber bibit yang cepat dan sangat kecil terjadi penyimpangan genetik karena tidak dihasilkan dari persilangan antara dua genetik seperti biji (Muawanah, 2021). Salah satu faktor yang dapat

mempengaruhi proses multiplikasi tunas yaitu komposisi zat pengatur tumbuh pada media yang digunakan.

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik bermanfaat dalam pembelahan dan perkembangan sel pada konsentrasi rendah (Rostami dan Azhdarpoor, 2019). Auksin adalah salah satu zat pengatur tumbuh yang berperan dalam pembelahan sel, perpanjangan batang, apikal dominan dan internode. Penambahan auksin dapat merangsang pembentukan akar adventif sehingga mineral dan unsur hara yang terserap melalui cabang-cabang akar akan lebih optimal dalam menginisiasi tunas (Budi *et al.* 2016).

Jenis auksin yang berperan dalam multiplikasi tunas adalah IAA (*Indole Acetic Acid*), NAA (α *Naphtaleneacetic Acid*) dan IBA (*Indole Butyric Acid*) (El-Kafie *et al.* 2018). IBA pada konsentrasi rendah yaitu 1 mg/l dapat meningkatkan jumlah tunas sebanyak 4 tunas dan jumlah daun sebanyak 29.88 helai pada tanaman kentang secara *in vitro* (Dalimunthe *et al.* 2021). Pemberian 1 mL⁻¹ NAA pada multiplikasi tunas kentang Atlantik dapat mempercepat kedinian tunas dan meningkatkan tinggi tunas sebanyak 2.54 cm (Triyanti *et al.* 2019). Berdasarkan uraian diatas,

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis dan konsentrasi auksin terhadap multiplikasi tunas kentang varietas Granola Kembang, serta mengetahui konsentrasi dan jenis auksin yang optimal dalam multiplikasi tunas kentang varietas Granola Kembang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember pada bulan September sampai dengan Desember 2018. Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari planlet kentang varietas Granola Kembang. Media dasar untuk subkultur eksplan menggunakan MS 0 (Wang *et al.* 2020) dengan penambahan beberapa jenis auksin seperti IAA (*Indole-3-acetic acid*), IBA (*Indole-3-butyric acid*) dan NAA (*1-Naphthaleneacetic acid*) sesuai taraf konsentrasi yang telah ditentukan.

Metode percobaan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu 3 jenis auksin meliputi IAA, IBA dan NAA. Faktor kedua adalah konsentrasi auksin yang terdiri dari 4 taraf yaitu 0.1 ppm, 0.5 ppm, 1.0 ppm dan 1.5 ppm. Penelitian ini

terdapat 12 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

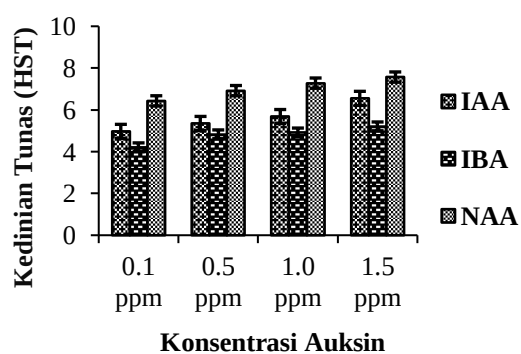
Penelitian ini dilaksanakan dengan 1 kali tahapan subkultur pada media perlakuan selama 3 bulan. Eksplan diambil dari hasil subkultur pada media MS 0 sebelumnya, kemudian eksplan dipotong dengan ukuran 2 cm pada bagian ruas batang dan dikulturkan pada media perlakuan. Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu kedinian tunas (HST), tinggi tunas (cm), jumlah tunas, kedinian akar (HST) dan jumlah daun. Pengamatan kedinian tunas dan kedinian akar dilakukan setiap hari setelah subkultur sampai seluruh unit percobaan memiliki tunas baru. Pengamatan panjang tunas, jumlah tunas dan jumlah daun dilakukan pada akhir penelitian (tanaman berumur 120 HST).

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila hasil analisis sidik ragam menunjukkan berbeda nyata pada pengaruh jenis dan konsentrasi auksin, maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncant Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedinian Tunas

Parameter pengamatan kedinian tunas dilakukan untuk mengetahui kemampuan eksplan dalam menginduksi tunas baru. Semakin cepat pembentukan tunas maka waktu perbanyakan tanaman dan penyediaan bahan tanam semakin singkat (Lubis *et al.* 2021), sehingga kedinian tunas termasuk salah satu indikator penting dalam perbanyakan bahan tanam secara *in vitro*. Kecepatan munculnya tunas terbaik diperoleh pada penambahan IBA dengan konsentrasi 0.1 ppm. Semakin rendah nilai jumlah hari munculnya tunas pada kentang menunjukkan bahwa semakin cepat inisiasi tunas pada kentang yaitu ± 4 hari setelah tanam (Gambar 1).



Gambar 1. Kedinian tunas kentang varietas Granola Kembang pada berbagai jenis dan konsentrasi auksin

Penambahan jenis auksin berupa IBA dengan konsentrasi rendah pada media MS 0 diduga mampu menstimulasi pembentukan tunas mikro

pada kentang paling cepat dibandingkan dengan penambahan IAA dan NAA. Menurut Faizy *et al.* (2022) menyatakan bahwa IBA merupakan salah satu jenis auksin yang dapat meningkatkan proses pembelahan sel dalam menstimulasi pembentukan tunas. Penambahan auksin dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan pemanjangan sel dan pembelahan sel, sedangkan penambahan auksin dengan konsentrasi tinggi dapat merangsang pembentukan kalus (Sofian *et al.* 2018). Hasil penelitian Islamia *et al.* (2022) menyatakan bahwa penggunaan ZPT auksin berupa IBA dengan konsentrasi rendah yaitu 0.3 mg L⁻¹ dapat mempercepat inisiasi tunas tebu pada 1.5 HST.

Tinggi Tunas

Tinggi tunas merupakan indikator untuk mengetahui pertumbuhan tanaman dan biasanya berkorelasi positif terhadap jumlah daun. Variabel tinggi tunas dapat menjadi indikator seberapa besar pengaruh jenis media kultur dan ZPT pada suatu eksplan (Aini, 2015). Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi auksin terhadap tinggi tunas. Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan IAA 0.1 ppm tidak

berbeda nyata dengan IAA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan IAA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. IBA 0.1 ppm berbeda nyata dengan IBA 0.5 ppm, 1.0 ppm dan 1.5 ppm. NAA 0.1 ppm tidak berbeda nyata dengan NAA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan NAA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. Semakin tinggi konsentrasi IAA dan NAA dapat meningkatkan tinggi tunas. Penambahan konsentrasi IBA 0.1 ppm hingga 1.0 ppm juga dapat meningkatkan tinggi tunas, sedangkan pada konsentrasi IBA yang paling tinggi yaitu 1.5 ppm dapat menurunkan tinggi tunas sebesar 42.71%. Penambahan IBA 1.0 ppm memberikan hasil paling tinggi pada tinggi tunas yaitu 18.33 cm, sedangkan tinggi tunas paling rendah terdapat pada NAA 0.1 ppm yaitu 1.65 cm (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh Berbagai Jenis dan Konsentrasi Auksin terhadap Tinggi Tunas (cm)

Jenis Auksin	Konsentrasi Auksin			
	0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	1.5 ppm
IAA	4.95 d	5.33 d	8.77 c	11.70 b
IBA	12.17 ab	13.33 b	18.33 a	10.50 bc
NAA	1.65 e	1.78 e	2.89 de	3.13 de

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Menurut Samanhudi *et al.* (2021) pada penelitian kultur eksplan *Tribulus terrestris* secara *in vitro* pada perlakuan

konsentrasi IBA 1 ppm dan BAP 1 ppm menghasilkan tinggi tunas tertinggi yaitu 1.27 cm. IBA merupakan jenis auksin yang memberikan respon terbaik terhadap pertumbuhan eksplan kentang dengan menstimulasi pembentukan tunas dan mengakibatkan pemanjangan organ vegetatif eksplan kentang. Menurut Zaman *et al.* (2016) bahwa IBA merupakan ZPT golongan auksin yang berfungsi sebagai pemanjangan sel pada tunas muda yang sedang berkembang sehingga tunas akan terus memanjang hingga menjulang tinggi. Patty (2019) menyatakan bahwa inisiasi tunas baru dan pemanjangan sel secara vertikal dapat dipengaruhi oleh ZPT auksin berupa IBA.

Pernyataan lain juga didukung oleh Gresiyanti *et al.* (2021) bahwa hormon auksin dapat meningkatkan perpanjangan sel dengan cara mempengaruhi pelenturan dinding sel yang mengakibatkan air masuk secara osmosis sehingga sel tumbuhan memanjang. Pertumbuhan eksplan pada sel meristem yang terdapat di ujung tunas dapat menghasilkan sel-sel baru dan mengakibatkan tunas bertambah panjang atau tinggi. Kombinasi antara zat pengatur tumbuh IBA dan BAP dengan konsentrasi yang tidak terlalu

tinggi berpengaruh secara signifikan pada kinerja sel dalam merangsang pemanjangan tunas (Harahap *et al.* 2014).

Jumlah Tunas

Jumlah tunas yang terbentuk pada eksplan kentang dapat menjadi indikator untuk mengetahui respon pertumbuhan dan perkembangan eksplan terutama pada fase multiplikasi atau perbanyakan tanaman. Semakin banyak jumlah tunas yang terbentuk menandakan bahwa eksplan yang dikulturkan memiliki tingkat multiplikasi yang cukup tinggi (Samanhudi *et al.* 2021). Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi auksin terhadap jumlah tunas. Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan IAA 0.1 ppm berbeda nyata dengan IAA 0.5 ppm, 1.0 ppm dan 1.5 ppm. IBA 0.1 ppm tidak berbeda nyata dengan IBA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan IBA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. NAA 0.1 ppm berbeda nyata dengan NAA 0.5 ppm, 1.0 ppm dan 1.5 ppm. Semakin tinggi konsentrasi IAA dan NAA dapat meningkatkan jumlah tunas. Penambahan konsentrasi IBA 0.1 ppm hingga 1.0 ppm juga dapat meningkatkan jumlah tunas, sedangkan

pada konsentrasi IBA yang paling tinggi yaitu 1.5 ppm dapat menurunkan jumlah tunas sebesar 21.18%. Penambahan IBA 1.0 ppm memberikan hasil paling tinggi pada jumlah tunas yaitu 17.89, sedangkan jumlah tunas paling rendah terdapat pada NAA 0.1 ppm yaitu 4.96 (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Berbagai Jenis dan Konsentrasi Auksin terhadap Jumlah Tunas

Jenis Auksin	Konsentrasi Auksin			
	0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	1.5 ppm
IAA	9.49 cd	10.21 c	10.72 c	13.67 b
IBA	15.75 ab	16.14 ab	17.89 a	14.10 b
NAA	4.96 e	6.93 d	7.14 d	7.32 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5%.

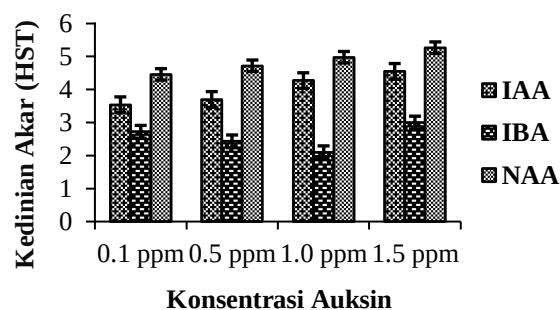
Menurut Karimah *et al.* (2021) menyatakan bahwa penambahan IBA 1 mg/l dan sukrosa 40 g L⁻¹ menghasilkan jumlah tunas tertinggi yaitu 4.33 pada tanaman anggrek. Pemberian IBA pada konsentrasi optimal dapat meningkatkan pembelahan sel dengan menginisiasi pembentukan tunas baru sehingga jumlah tunas meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gomes dan Scortecci (2021) bahwa jenis auksin yang dapat meningkatkan proses pembelahan sel adalah IBA yang mengakibatkan inisiasi organ vegetatif berupa pembentukan tunas, sedangkan IAA biasanya mudah

menyebar ke bagian lain sehingga menghambat perkembangan pucuk. Penambahan ZPT auksin dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan proses pembentukan tunas karena auksin berperan memobilisasi pembelahan sel-sel meristem yang dapat menyebabkan pembengkakan eksplan yang mengarah pada pembentukan tunas (Maharani, 2019). Hasil penelitian Ferdous *et al.* (2015) penambahan IBA 1 mg L⁻¹ pada eksplan tanaman pisang kultivar Amritasagar secara *in vitro* dapat meningkatkan jumlah tunas sebesar 62.5% dibandingkan tanpa penambahan IBA.

Kedinian Akar

Akar menjadi indikator penting pada pertumbuhan dan perkembangan eksplan kultur *in vitro* karena akar termasuk dalam salah satu organ yang berfungsi menyerap unsur hara yang terkandung dalam media kultur. Hartati *et al.* (2017) menyatakan bahwa pembentukan akar menjadi faktor penting bagi pertumbuhan tanaman karena memudahkan proses penyerapan unsur hara atau nutrisi pada media kultur untuk proses metabolisme eksplan. Kecepatan munculnya akar terbaik diperoleh pada penambahan IBA dengan

konsentrasi 1 ppm. Semakin rendah nilai jumlah hari munculnya akar pada eksplan kentang menunjukkan bahwa semakin cepat akar terbentuk yaitu ± 2 hari setelah tanam (Gambar 2).



Gambar 2. Kedinian akar kentang varietas Granola Kembang pada berbagai jenis dan konsentrasi auksin

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi IBA dengan konsentrasi yang tinggi 1.5 ppm menghambat pembentukan akar. Hasil penelitian Fitramala *et al.* (2016) menyatakan bahwa penambahan IBA 1 mg/l pada kultur *in vitro* pisang kultivar merah menghasilkan waktu tumbuh akar paling cepat yaitu 9 HST diantara perlakuan lainnya. Penambahan IBA dengan konsentrasi ≥ 1 mg L⁻¹ dan sukrosa 30 g L⁻¹ dapat menghambat waktu muncul akar pada eksplan tunas anggrek (Karimah *et al.* 2021). Menurut Mardiyah *et al.* (2017) IBA merupakan jenis auksin yang tepat untuk perakaran jika pada konsentrasi rendah, sedangkan

pada konsentrasi tinggi dapat menghambat pembesaran sel-sel akar karena meningkatnya jumlah etilen pada ujung sel yang menimbulkan efek penghambatan pada pembelahan sel.

Auksin yang tinggi menyebabkan terputusnya beberapa ikatan silang hidrogen pada rantai molekul selulosa yang digunakan untuk penyusunan dinding sel dan pembelahan sel, sehingga pembelahan sel akar terhambat (Putra dan Shofi, 2015). IBA merupakan golongan auksin yang dapat memacu pertumbuhan akar tanaman dibandingkan golongan auksin lainnya, dikarenakan IBA lebih baik dalam meningkatkan persentase pengakaran, mempercepat inisiasi pengakaran, mendorong pengakaran yang seragam dan meningkatkan jumlah serta kualitas dari akar (Prastyo, 2016).

Jumlah Daun

Daun merupakan salah satu organ penting bagi tanaman yang berfungsi sebagai tempat terjadinya fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin banyak jumlah daun, maka semakin banyak hasil fotosintesis yang dihasilkan eksplan untuk mengoptimalkan laju

pertumbuhan eksplan (Murgayanti *et al.* 2020). Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi auksin terhadap jumlah daun. Hasil uji lanjut DMRT pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan IAA 0.1 ppm tidak berbeda nyata dengan IAA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan IAA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. IBA 0.1 ppm tidak berbeda nyata dengan IBA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan IBA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. NAA 0.1 ppm tidak berbeda nyata dengan NAA 0.5 ppm, tetapi berbeda nyata dengan NAA 1.0 ppm dan 1.5 ppm. Semakin tinggi konsentrasi IAA dan NAA dapat meningkatkan jumlah daun. Penambahan konsentrasi IBA 0.1 ppm hingga 1.0 ppm juga dapat meningkatkan jumlah daun, sedangkan pada konsentrasi IBA yang paling tinggi yaitu 1.5 ppm dapat menurunkan jumlah daun sebesar 14.27%. Penambahan IBA 1.0 ppm memberikan hasil paling tinggi pada jumlah daun yaitu 23.33, sedangkan jumlah daun paling rendah terdapat pada NAA 0.1 ppm yaitu 4.13 (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh Berbagai Jenis dan Konsentrasi Auksin terhadap Jumlah Daun

Jenis Auksin	Konsentrasi Auksin			
	0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm	1.5 ppm
IAA	12.33 d	12.77 d	19.00 c	19.15 bc
IBA	21.67 b	22.33 b	23.33 a	20.00 bc
NAA	4.13 f	4.89 f	7.57 e	7.89 e

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Menurut Yunus *et al.* (2016) menyatakan bahwa konsentrasi IBA 1 ppm dan BAP 3 ppm menghasilkan jumlah daun paling tinggi yaitu 2 pada pertumbuhan eksplan kunir putih secara *in vitro*. Penambahan IBA 1 ppm pada pertumbuhan *Tribulus terrestris* secara *in vitro* mampu meningkatkan jumlah daun sebesar 33.33% dibandingkan dengan penambahan IBA 1.5 ppm (Samanhudi *et al.* 2021). Pemberian IBA pada konsentrasi optimal dapat meningkatkan diferensiasi sel dan pembelahan sel menjadi tunas baru sehingga proses pertambahan jumlah daun juga semakin cepat. Hal ini sesuai pernyataan Stuepp *et al.* (2017) bahwa jenis auksin berupa IBA memiliki kandungan kimia lebih stabil dan mampu bertahan lebih lama di dalam jaringan tanaman, adanya penambahan IBA yang tepat dalam media mengakibatkan

proses fisiologis dalam eksplan berlangsung efektif sehingga memacu pertumbuhan dengan menginisiasi daun. Mentari dan Wulandari (2019) menambahkan bahwa auksin dapat meningkatkan pemanjangan ruas-ruas batang dengan memacu kerja giberelin yang menyebabkan peningkatan jumlah nodus (tempat tumbuh daun) pada tunas batang sehingga terjadi peningkatan jumlah daun.

KESIMPULAN

Jenis auksin dan konsentrasi ZPT IBA memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kedinian tunas, tinggi tunas, jumlah tunas, kedinian akar dan jumlah daun. Penambahan IBA 1.0 ppm memberikan hasil yang terbaik pada tinggi tunas (18.33 cm), jumlah tunas (17.89 tunas), kedinian akar (2.1 HST) dan jumlah daun (23.33 daun). Kecepatan munculnya tunas terbaik (4.21 HST) diperoleh pada penambahan IBA 0.1 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, A. Q. 2015. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hormon NAA Terhadap Induksi Kalus Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke) Melalui Teknik *In Vitro* dan Pemanfaatannya sebagai Karya Ilmiah Populer. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu

- Pendidikan. Universitas Jember. Jember.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi Tanaman Sayuran Tahun 2021 <https://www.bps.go.id/indicator/5/5/61/2/produksi-tanaman-sayuran.html> [15 Juni 2023].
- Budi, S. R. N., Prasetyo, I. K., & Yuniwati, E. D. (2016). Pengaruh Umur Transplantasi Stek dan Konsentrasi Auksin Pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Primordia*, 12(2), 102-116.
- Dalimunthe, N. S. A., Hasibuan, S., & Aziz, R. (2021). Penggunaan Air Kelapa dan Indol-3-Butyric-Acid Iba untuk Induksi Multiplikasi Tunas Eksplan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 3(1), 76-85.
- El-Kafie, O. M. A., El-Banna, H. Y., & Elsharqawi, A. A. (2018). Effects of Plant Growth Regulators on Frequency Shoot Multiplication of an Important Ornamental and Medicinal Plant, Snowbush (*Breynia disticha*). *Journal of Plant Production*, 9(6), 515-520.
- Ewais, M. A., El-Rahman, L. A. A., & Sayed, D. A. (2020). Effect of Foliar Application of Boron and Potassium Sources on Yield and Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Middle East Journal of Applied Sciences*, 10(1), 120-137.
- Faizy, W. S., Toma, R. S., & Tamer, Y. S. (2022). In Vitro Propagation of *Pyracantha coccinea* as Affected by Growth Regulators and Different Carbon Sources. *Journal Of Kirkuk University for Agricultural Sciences*, 13(4), 244-252.
- Ferdous, M. H., Billah, A. A. M., Mehraj, H., Taufique, T., & Uddin, A. F. M. J. (2015). BAP and IBA Pulsing For *in Vitro* Multiplication of Banana Cultivars Through Shoot-Tip Culture. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 3(2), 87-95.
- Fitramala, E., Khaerunisa, E., Djuita, N. R., Sunarso, H., & Ratnadewi, D. (2016). Kultur *In Vitro* Pisang (*Musa paradisiaca* L.) cv. Kepok Merah untuk Mikropropagasi Cepat. *Menara Perkebunan*, 84(2), 69-75.
- Gomes, G. L. B., & Scortecci, K. C. (2021). Auxin and Its Role in Plant Development: Structure, Signalling, Regulation and Response Mechanisms. *Plant Biology*, 23(6), 894-904.
- Gresiyanti, D. M., Anissa, R. K., Setyawati, F. D., Susanto, A. D., Yuliani., & Ratnasari, E. 2021. Perbandingan Efektivitas Ekstrak Bawang Merah dan Auksin Sintetik Terhadap Pertumbuhan Akar Jagung (*Zea mays* L.). hal. 715-724. Prosiding Seminar Biologi 2 Inovasi Riset Biologi dalam Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Lokal. Padang 14 Desember 2021.
- Harahap, F., Poerwanto, R., Suharsono., Suriani, C., & Rahayu, S. (2014). In Vitro Growth and Rooting of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) on Medium with Different Concentrations of Plant Growth Regulator. *HAYATI Journal of Biosciences*, 21(4), 151-158.
- Hartati, S., Arniputri, R. B., Soliah, L. A., & 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 Journal of Agricultural Science*, 23(6), 951-957.
- Islamia, N., Purnomo, S. S., Rahmi, H., & Suhesti, S. (2022). Induksi Tunas Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas CMG Agribun dengan Pemberian Berbagai Konsentrasi *Indole Butyric Acid* (IBA) dan *Benzyl Amino Purine* (BAP). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(1), 189-200.
- Karimah, N., Kusmiyati, F., & Anwar, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Sukrosa dan IBA Terhadap Induksi Akar Eksplan Tunas Anggrek (*Dendrobium* sp.) Secara *In Vitro*. *AGROTEK Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 5(1), 34-44.
- Lubis, N. W. A., Kristina, N., & Yusniwati. 2021. Pengaruh Ekstrak Ragi dalam Menginduksi Tunas Krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) Secara *In Vitro*. Prosiding Seminar Nasional Membangun Sinergi Antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka. Surakarta 28 April 2021.
- Maharani, F. 2019. Pertumbuhan dan Produksi Umbi Mikro Pada Beberapa Jenis Eksplan Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas AP-4 Pada Media dengan Penambahan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda Secara *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Mardiyah., Basri, Z., Yusuf, R., & Hawalina. (2017). Pertumbuhan Tunas Anggur Hitam (*Vitis Vinifera* L.) Pada Berbagai Konsentrasi Benzylamino Purin dan Indolebutyric Acid. *Agroland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 24(3), 181-190.
- Mentari, E. S. F., & Wulandari, R. S. (2019). Pengaruh Stimulan Akar dan Media Tanam Pada Pertumbuhan Setek Pucuk Pangal (*Baccaurea bracteata* Muell.Arg.). *Jurnal Hutan Lestari*, 7(1), 453-461.
- Muawanah, I. 2021. Multiplikasi Subkultur Tunas Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menggunakan 6-Benzyl Adenine (BA) dan Hidrolisat Kasein Secara *In Vitro*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Murgayanti., Ramadhanti, F. N., & Sumadi. (2020). Peningkatan Pertumbuhan Tunas Kunyit Putih Pada Perbanyak *In Vitro* melalui Aplikasi Berbagai Jenis dan Konsentrasi Sitokinin. *Jurnal Kultivasi*, 19(3), 1230-1236.
- Patty, C. W. (2019). Pengaruh Konsentrasi IBA (*Indole Butyric Acid*) dan Lama Pencelupan Stek Terhadap Pertumbuhan Germinatif Rumput Raja (*Pennisetum purpurephoides*). *Agrinimal*, 7(2), 83-87.
- Prastyo, K. A. 2016. Efektivitas Beberapa Auksin (NAA, IAA dan IBA) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Zaitun (*Olea europaea* L.) Melalui Teknik Stek Mikro. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Putra, R. R., & Shofi, M. (2015). Pengaruh Hormon Naphthalen Acetic Acid terhadap Inisiasi Akar Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forssk.). *Jurnal Wiyata*, 2(2), 108-113.

- Rostami, S., & Azhdarpoor, A. (2019). The Application of Plant Growth Regulators to Improve Phytoremediation of Contaminated Soils: A Review. *Chemosphere*, 220, 818-827.
- Samanhudi., Pujiasmanto, B., Yunus, A., & Majid, N. (2021). Pertumbuhan *In Vitro Tribulus terrestris* dengan Perlakuan *Indole Butyric Acid* (IBA) dan *Benzyl Amino Purine* (BAP). *Agrium Jurnal Ilmu Pertanian*, 23(2), 100-107.
- Samanhudi., Sakya, A. T., Purwanto, E., & Retnosari, I. T. (2021). Multiplikasi *Aquilaria malaccensis* dengan NAA dan Ragi Pada Kultur *In Vitro*. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 15(1), 47-54.
- Sofian, A. A., Prihastanti, E., & Suedy, S. W. A. (2018). Effect of IBA and BAP on Shoot Growth of Tawangmangu Tangerine (*Citrus reticulate*) by *In-Vitro*. *Biosaintifika*, 10(2), 379-387.
- Stuepp, C. A., Wendling, I., Trueman, S. J., Koehler, H. S., & Ribas, K. C. Z. (2017). The Use of Auxin Quantification for Understanding Clonal Tree Propagation. *Forests*, 8(1), 1-15.
- Triyanti, E., Nazirwan., & Erfa, L. (2019). Multiplikasi Tunas Kentang Atlantik pada Berbagai Konsentrasi NAA dan Air Kelapa secara *In Vitro*. *Jurnal Planta Simbiosa*, 1(1), 10-19.
- Wang, F., Xin, X., Wei, H., Qiu, X., & Liu, B. (2020). *In Vitro* Regeneration, *Ex Vitro* Rooting and Foliar Stoma Studies of *Pseudostellaria heterophylla* (Miq.) Pax. *Agronomy*, 10(7), 949.
- Yunus, A., Rahayu, M., Samanhudi., Pujiasmanto, B., & Riswanda, H. J. (2016). Respon Kunir Putih (*Kaempferia rotunda*) terhadap Pemberian IBA dan BAP pada Kultur *In Vitro*. *Agrosains Jurnal Penelitian Agronomi*, 18(2), 44-49.
- Zaman, M., Kurepin, L. V., Catto, W., & Pharis, R. P. (2016). Evaluating The Use of Plant Hormones and Biostimulators in Forage Pastures to Enhance Shoot Dry Biomass Production by Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(3), 715-726.
- Ziraluo, Y. P. B. (2021). Metode Perbanyak Tanaman (*Ipomea batatas* poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 1037-1046.