

## **Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Perak (AgNPs) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) pada Media MS terhadap Multiplikasi Plantlet Pisang *Cavendish* (*Musa acuminata*)**

The Effect of Silver Nanoparticles (AgNPs) and 6-Benzylaminopurine (BAP) Concentrations in MS Media on Multiplication of Cavendish Banana Plantlets (*Musa acuminata*)

Maryam, \*Pangesti Nugrahani, Makhzhiah

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

### **KATA KUNCI**

6-Benzylaminopurine, Cavendish Banana, Silver Nanoparticles, Tissue Culture.

### **HISTORI ARTIKEL**

Diterima : 9-11-2023

Direvisi : 20-11-2023

Diterbitkan: 30-01-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

### **ABSTRAK**

Pisang cavendish banyak dikonsumsi masyarakat di daerah tropis dan subtropis. Perbanyak tanaman pisang *cavendish* melalui teknik kultur jaringan mampu menghasilkan bibit dalam jumlah banyak dalam waktu singkat. Nanopartikel perak (AgNPs) digunakan dalam kultur jaringan tanaman karena berpotensi sebagai biostimulator yang dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, memproduksi senyawa bioaktif, sebagai anti kontaminan, dan memungkinkan terjadinya transformasi genetik. 6-Benzylaminopurin (BAP) mampu memacu pembelahan sel, morfogenesis, dan pembentukan tunas dengan sifat yang lebih stabil serta tahan oksidasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2023 dan bertempat di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, UPNVJT. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap 2 faktor, konsentrasi AgNPs dan konsentrasi BAP. Hasil terbaik untuk multiplikasi diperoleh pada perlakuan AgNPs 1,5 ppm + 7 ppm BAP, dengan nilai rata-rata waktu muncul tunas 3 hari, jumlah tunas 12 tunas, dan jumlah daun 21,33 daun.

### **ABSTRACT**

Cavendish bananas are widely consumed by people in tropical and subtropical areas. Propagation of cavendish banana through tissue culture techniques is capable of producing large numbers of seeds in short time. Silver Nanoparticles are used in plant tissue culture because they have the potential as biostimulator that can increase plant growth rates, produce bioactive compounds, act as anti-contaminants, and enable genetic transformation. 6-Benzylaminopurine is able to stimulate cell division, morphogenesis and shoot formation with properties that are more stable and resistant to oxidation. This research was carried out from February to June 2023 and took place at the Biotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture, UPNVJT. This study used a Completely Randomized Design with 2 factors, AgNPs concentration and BAP concentration. The best results for multiplication were obtained in AgNPs 1.5 ppm + 7 ppm BAP treatment, with average value of shoot emergence time of 3 days, 12 shoots, and 21.33 leaves.

### **How to Cite:**

Maryam., Nugrahani, P., Makhzhiah. (2024). Pengaruh Konsentrasi Nanopartikel Perak (AgNPs) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) pada Media MS terhadap Multiplikasi Plantlet Pisang *Cavendish* (*Musa acuminata*). *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 12(1), 45-51. <https://doi.org/10.33005/plumula.v12i1.140>.

### **\*Author Correspondent:**

Email: [pangesti\\_n@upnjatim.ac.id](mailto:pangesti_n@upnjatim.ac.id)

## PENDAHULUAN

Pisang cavendish (*Musa acuminata* L.) memiliki keunggulan daging buah yang lembut, manis, ukuran buah yang lebih besar, serta memiliki sekitar 10 sisir dalam satu tandan (Karamina dkk., 2022). Perbanyak tanaman pisang cavendish melalui teknik kultur jaringan banyak dilakukan karena mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar dalam waktu singkat, memiliki sifat yang sama dengan tanaman induk, serta bebas penyakit. Beragam perlakuan dalam penelitian kultur jaringan tanaman masih terus dikembangkan hingga saat ini, dengan tujuan mendapatkan temuan baru yang bermanfaat untuk meningkatkan keberhasilan teknik kultur jaringan tersebut.

Perkembangan penelitian saat ini mengarah pada pemanfaatan nano teknologi berupa nanopartikel. Salah satu jenis dari nanopartikel yaitu nanopartikel perak dapat diaplikasikan pada media kultur jaringan. Nanopartikel Perak (AgNPs) adalah zat non-toksik yang memiliki sifat antimikroba terhadap patogen tanaman, memperbaiki induksi kalus, organogenesis, embriogenesis somatik, variasi somaklonal, transformasi genetik, dan produksi metabolit tanaman (Adebomojo & Abdulrahman, 2020). AgNPs juga memiliki kemampuan untuk mengekspresikan gen pertumbuhan, mengatur aktivasi hormon dan enzim, serta meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman (Hikmah, 2022). AgNPs digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan plantlet, mengatasi stres oksidatif, dan meningkatkan produksi senyawa bioaktif dalam kultur jaringan pisang (Huong dkk., 2021). Selain itu, AgNPs berpotensi digunakan dalam proses desinfeksi permukaan kultur *in vitro* dan efektif dalam mengurangi kontaminasi bakteri (Spinoso-Castillo dkk., 2017). Pemberian AgNPs pada kultur jaringan pisang mampu meningkatkan panjang plantlet, jumlah daun, serta kandungan biokimia (klorofil, karbohidrat, protein, dan enzim antioksidan) (Do dkk., 2018).

Media kultur jaringan yang paling umum digunakan dalam perbanyak tanaman pisang cavendish adalah Murashige dan Skoog (MS) yang diaplikasikan bersamaan dengan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). ZPT merupakan senyawa yang mampu memengaruhi proses fisiologi tanaman serta berperan penting dalam proses regenerasi eksplan sampai menjadi tanaman lengkap. ZPT dari golongan sitokinin yang banyak diaplikasikan pada kultur jaringan pisang cavendish adalah 6-Benzylaminopurine (BAP). BAP merupakan jenis sitokinin sintetik dengan sifat yang lebih stabil serta memiliki ketahanan terhadap oksidasi. BAP sangat efektif diaplikasikan pada tahap subkultur karena memiliki aktivitas yang tinggi dalam memacu pembelahan sel (diferensiasi), morfogenesis, serta pembentukan tunas (Fauziyah, 2022). BAP merupakan sitokinin yang cocok untuk proliferasi tunas pisang secara *in vitro* (Agbadje dkk., 2021). Jenis sitokinin yang berbeda diaplikasikan ke media kultur pada tahap multiplikasi pisang, BAP mampu menstimulasi ke tingkat yang lebih tinggi daripada kinetin, 2-isopentenyl adenine (2ip), dan zeatin (Hassanein dkk., 2023). Penelitian mengenai kultur jaringan tanaman pisang cavendish dilakukan dengan memodifikasi media Murashige dan Skoog (MS) dengan nanopartikel perak (AgNPs) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) pada berbagai konsentrasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi AgNPs dan BAP paling tepat untuk multiplikasi *plantlet*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai Juni 2023, dan bertempat di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain, media Murashige dan Skoog (MS), 6-Benzylaminopurine (BAP), Nanopartikel perak (AgNPs), akuades, NaOH, HCl, alkohol 70%, spirtus, Betadine, sabun cair, serta eksplan pisang cavendish berumur 2 bulan yang didapatkan dari Laboratorium SEAMEO BIOTROP.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi AgNPs (A) dengan 4 taraf perlakuan sebagai berikut:

A<sub>0</sub> = tanpa perlakuan (kontrol)

A<sub>1</sub> = 0,5 ppm

A<sub>2</sub> = 1,0 ppm

A<sub>3</sub> = 1,5 ppm

Faktor kedua yaitu konsentrasi BAP (B) dengan 4 taraf perlakuan sebagai berikut:

B<sub>0</sub> = tanpa perlakuan (kontrol)

B<sub>1</sub> = 5 ppm

B<sub>2</sub> = 6 ppm

B<sub>3</sub> = 7 ppm

**Tabel 1. Rerata Waktu Muncul Tunas dan Daun Akibat Pemberian AgNPs dan BAP**

Perlakuan	Waktu Muncul Tunas (hari)	Waktu Muncul Daun (hari)
Konsentrasi AgNPs		
0 ppm	7,08 b	6,25 b
0,5 ppm	7,00 b	5,00 ab
1,0 ppm	6,25 ab	4,75 ab
1,5 ppm	4,00 a	4,08 a
BNJ 5%	2,77	1,53
Konsentrasi BAP		
0 ppm	7,08	5,00
5 ppm	7,25	4,92
6 ppm	5,33	4,58
7 ppm	4,67	5,58
BNJ 5%	tn	tn

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf sama pada perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%; tn = tidak berpengaruh nyata

Sumber: Data Diolah, 2023



**Gambar 1. Munculnya Tunas dan Daun Pertama pada Eksplan Pisang Cavendish**

Penelitian ini memiliki 16 perlakuan kombinasi dengan 3 kali ulangan, dan setiap kombinasi terdiri dari 3 sampel. Setiap botol kultur berisi 1 eksplan. Total yang didapatkan adalah 144 satuan percobaan. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan sterilisasi alat dan bahan, pembuatan larutan stok AgNPs, pembuatan larutan stok BAP, pembuatan media Murashige dan Skoog (MS), sterilisasi *laminar air flow*, subkultur eksplan, hingga pemeliharaan dan pengamatan. Parameter yang diamati yaitu waktu muncul tunas, waktu muncul daun, jumlah tunas, dan jumlah daun. Waktu muncul tunas dan daun (hari) didapatkan dengan menghitung jumlah hari munculnya tunas atau daun baru pertama pada eksplan, dilakukan setiap hari sejak penanaman eksplan hingga muncul tunas atau baru pertama muncul. Jumlah tunas (tunas) dan daun (lembar) didapatkan dengan menghitung jumlah tunas atau daun yang terbentuk, dilakukan saat pengamatan destruktif. Metode analisis data secara statistik menggunakan *Analysis of Variance (ANOVA)*, apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha$  5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Waktu Muncul Tunas dan Daun

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi nyata pada kombinasi konsentrasi AgNPs dan BAP terhadap parameter waktu muncul tunas dan daun eksplan pisang cavendish. Pada perlakuan tunggal konsentrasi AgNPs berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas dan sangat nyata terhadap waktu muncul daun, sedangkan pada perlakuan tunggal konsentrasi BAP tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas dan daun. Nilai rerata waktu muncul tunas dan daun akibat pengaruh konsentrasi AgNPs dan BAP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. menunjukkan bahwa perlakuan tunggal AgNPs pada konsentrasi 0 ppm menghasilkan nilai rerata waktu muncul tunas dan daun paling lama yaitu 7,08 hari dan 6,25 hari. Pada konsentrasi 1,5 ppm menghasilkan nilai rerata waktu muncul tunas dan daun paling cepat yaitu 4,00 hari dan 4,08 hari. Perlakuan tunggal beberapa konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter waktu muncul tunas dan daun.

**Tabel 2. Rerata Jumlah Tunas dan Daun Akibat Pemberian Kombinasi AgNPs dan BAP**

Jumlah Tunas (tunas)				
Perlakuan	BAP			
AgNPs	0 ppm	5 ppm	6 ppm	7 ppm
0 ppm	2,00 a	11,67 b	10,67 b	11,33 b
0,5 ppm	5,00 ab	11,67 b	4,33 ab	9,00 ab
1,0 ppm	7,33 ab	8,00 ab	2,00 a	1,67 a
1,5 ppm	7,67 ab	2,00 a	2,33 a	12,00 b
BNJ 5%	8,29			
Jumlah Daun (lembar)				
Perlakuan	BAP			
AgNPs	0 ppm	5 ppm	6 ppm	7 ppm
0 ppm	6,67 a	13,00 ab	14,00 ab	20,00 b
0,5 ppm	13,00 ab	15,00 ab	6,67 a	18,67 b
1,0 ppm	13,67 ab	3,33 a	4,67 a	4,67 a
1,5 ppm	19,67 b	8,33 a	7,00 a	21,33 b
BNJ 5%	12,19			

Keterangan: Angka rerata yang diikuti oleh huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Sumber: Data Diolah, 2023

Waktu muncul tunas dan daun digunakan untuk mengetahui laju pertumbuhan awal eksplan, yang dipengaruhi oleh faktor suhu, kelembapan, cahaya, kualitas eksplan, dan serta penggunaan zat atau substansi tertentu. Pemberian AgNPs mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan tunas dan daun plantlet pisang cavendish karena memiliki fungsi sebagai biostimulator. BAP sebagai sitokinin sintesis sangat berpengaruh dalam pembelahan sel yang dapat membentuk tunas. Penggunaan sitokinin dalam media kultur tergantung pada tahap pertumbuhan jaringan tanaman dan produk akhir yang diharapkan (Priyanka, 2020). Penggunaan BAP mampu mendorong pertumbuhan tunas baru, tunas adventif, dan perkembangan daun (Razani dkk., 2020).

Inisiasi tunas akan dirangsang dengan kehadiran sitokinin baik endogen maupun eksogen pada media kultur. BAP mampu meningkatkan proses pembelahan dan pembesaran sel yang mampu merangsang pertumbuhan tunas plantlet (Karamina dkk., 2022). Peranan BAP dalam pembentukan tunas dikarenakan kemampuannya dalam merangsang proliferasi sel dan pembelahan sel dalam jaringan tanaman, mengaktifkan protein yang disebut Histidin Kinase (HKs) yang memicu serangkaian reaksi yang mengarah pada pertumbuhan dan perkembangan tunas, dan merangsang aktivitas meristem tunas (Ginting, 2018).

Kesesuaian konsentrasi yang tepat perlu diterapkan agar hasil pembelahan dan pertumbuhan eksplan lebih maksimal. Jika konsentrasi sitokinin yang diberikan sesuai, maka eksplan akan mempercepat proses pembelahan sel sehingga waktu muncul tunas dan daun akan lebih cepat (Alfaris dkk., 2020). Eksplan pisang yang ditanam pada media yang mengandung 1 ppm BAP menunjukkan umur munculnya tunas 2,67 minggu setelah tanam (Zulkifli & Sari, 2019). Perbanyakan tunas disebabkan pengaruh pemberian ZPT sitokinin yang merupakan hormon yang berperan untuk pembelahan sel, dominansi apikal dan diferensiasi tunas. Sitokinin seperti BAP diketahui dapat mengurangi dominansi meristem apikal dan menginduksi pembentukan pucuk aksilar dan adventif dari eksplan meristematik pada pisang (Nur'riyani, 2021). Namun, penerapan konsentrasi BAP yang terlalu tinggi dapat menghambat pemanjangan meristem adventif dan konversi menjadi tanaman lengkap (Jafari dkk., 2011). Meristem apikal pisang yang dikultur pada media dengan konsentrasi sitokinin tinggi atau sitokinin rendah pada tahap pertama, kemudian dipindahkan ke media dengan konsentrasi sitokinin lebih tinggi secara signifikan meningkatkan perkembangbiakan tunas (Hussein, 2012).

### Jumlah Tunas dan Daun

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa terjadi interaksi sangat nyata pada perlakuan kombinasi konsentrasi AgNPs dan BAP terhadap parameter jumlah tunas dan daun plantlet pisang cavendish. Nilai rerata jumlah tunas dan daun akibat pengaruh kombinasi konsentrasi AgNPs dan BAP disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa rerata jumlah tunas dan daun plantlet tertinggi didapatkan pada kombinasi **Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi: Vol.12. No. 1 Januari 2024**

1,5 ppm AgNPs + 7 ppm BAP yaitu 12,00 tunas dan 21,33 lembar daun. Rerata jumlah tunas terendah didapatkan pada perlakuan kombinasi 1,0 ppm AgNPs + 7 ppm BAP yaitu 1,67 tunas. Sedangkan rerata jumlah daun terendah didapatkan pada perlakuan kombinasi 1,0 ppm AgNPs + 5 ppm BAP yaitu 3,33 lembar.

Jumlah tunas dan jumlah daun yang terbentuk merupakan salah satu indikator keberhasilan kultur jaringan. Dari tunas-tunas tersebut dapat dilakukan multiplikasi dan subkultur kembali sehingga cadangan eksplan atau pasokan bibit hasil kultur jaringan dapat terus tersedia. Penggunaan Nanopartikel perak (AgNPs) dan Benzylaminopurine (BAP) dapat memengaruhi pertumbuhan eksplan dan plantlet yang dikulturkan. Interaksi antara beberapa konsentrasi AgNPs dan BAP menunjukkan respon positif terhadap pertumbuhan dan multiplikasi eksplan pisang cavendish (*M. acuminata*). Interaksi antara AgNPs dan BAP memberikan efek sinergis dalam merangsang pertumbuhan eksplan, terutama untuk penyerapan nutrisi, translokasi, organogenesis, serta proliferasi sel (Tamimi & Othman, 2023). Namun, peran keduanya dapat bervariasi tergantung pada konsentrasi, jenis tanaman, serta interaksi dengan faktor lingkungan kultur.



**Gambar 2. Jumlah Tunas dan Daun Tertinggi (1,5 ppm AgNPs + 7 ppm BAP)**



**Gambar 3. Jumlah Tunas Terendah (1,0 ppm AgNPs + 7 ppm BAP)**



**Gambar 4. Jumlah Daun Terendah (1,0 ppm AgNPs + 5 ppm BAP)**



Fungsi dari AgNPs dan BAP dapat membantu organogenesis plantlet, utamanya dalam pembentukan tunas. Semakin banyak tunas yang terbentuk maka semakin banyak juga daun yang terbentuk. Eksplan tunas pisang *in vitro* pada media yang mengandung 1 ppm AgNPs + 5 ppm BA, menghasilkan jumlah tunas tertinggi (8,40 buah), dan jumlah daun maksimum (12,10 helai) (Do dkk., 2018). Peningkatan BAP umumnya meningkatkan jumlah total tunas tetapi jumlah tunas yang terlalu banyak akan mendorong pada penurunan mutu tunas (Kasutjaningati & Boer, 2013).

### SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini yaitu terdapat interaksi antara antara AgNPs dan BAP pada parameter jumlah tunas dan jumlah daun plantlet pisang cavendish. Jumlah tunas dan daun plantlet tertinggi didapatkan pada kombinasi 1,5 ppm AgNPs + 7 ppm BAP dengan nilai 12,00 tunas dan 21,33 lembar daun. Interaksi AgNPs dengan BAP menghasilkan plantlet dengan tingkat multiplikasi yang lebih baik. Perlakuan tunggal AgNPs pada konsentrasi 1,5 ppm menghasilkan nilai terbaik pada parameter waktu muncul tunas (4 hari) dan waktu muncul daun dengan (4,08 hari). Perlakuan tunggal BAP pada konsentrasi 7 ppm menghasilkan nilai terbaik pada parameter waktu muncul tunas (4,67 hari), konsentrasi 6 ppm BAP menghasilkan nilai terbaik pada parameter waktu muncul daun (4,58 hari).

### DAFTAR PUSTAKA

- Adebomojo, A. A., & Abdulrahman, A. A. (2020). Surface sterilization of *Ocimum* seeds and tissues with biosynthesized nanosilver and its effects on callus induction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 805(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/805/1/012024>
- Agbadje, E. T. A. E., Agbidinokoun, A., Zandjanakou-Tachin, M., Cacaï, G. T. H., & Ahanhanzo, C. (2021). Mass Production of Bananas and Plantains (*Musa* spp.) Plantlets through in vitro Tissue Culture Partway: A Review. *European Journal of Biology and Biotechnology*, 2(4), 1–8. [10.24018/ejbio.2021.2.4.229](https://doi.org/10.24018/ejbio.2021.2.4.229).
- Alfaris, M. R., Rineksane, I. A., & Genesiska. (2020). Induksi tunas kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas granola pada berbagai medium dengan penambahan BAP (Benzyl Amino Purine ). *Proceedings The 1st UMYGrace 2020 (Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Undergraduate Conference)*, 1, 204–213.
- Do, D. G., Dang, T. K. T., Nguyen, T. H. T., Nguyen, T. D., Tran, T. T., & Hieu, D. D. (2018). Effects of nano silver on the growth of banana (*Musa* spp.) cultured in vitro. *Journal of Vietnamese Environment*, 10(2), 92–98. [10.13141/jve.vol10.no2.pp92-98](https://doi.org/10.13141/jve.vol10.no2.pp92-98).
- Fauziyah, Si. R. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Jambu Batu (*Psidium Guajava* L.) dan Benzyl Amino Purine terhadap Pertumbuhan Eksplan Pisang Cavendish (*Musa acuminata*) secara In Vitro [Universitas Siliwangi]. In *Seminar Nasional* (Vol. 6, Issue 1). <http://repositori.unsil.ac.id/5200/>
- Ginting, B. A. A. (2018). Pengaruh Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Terhadap Perkecambah dan Induksi Kalus Embrionik Tanaman Cendana (*Santalum album* L.) Secara In Vitro. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hassanein, A., Salem, J., El-Deep, B., & Farghal, Z. (2023). Alleviation of Tissue Browning During Clonal Propagation of Banana cv. Grand Naine. *Sohag Journal of Sciences*, 8(3), 361–369. [10.21608/sjsc.2023.218501.1087](https://doi.org/10.21608/sjsc.2023.218501.1087).
- Hikmah, N. (2022). Studi Potensi Nanopartikel Perak (AgNPs) dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) sebagai Antioksidan dan Sensor Hidrogen Peroksida. *Skripsi*. Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/109984>.

- Huong, B., Dang Xuan, T., Truong, K., Ha, T., Duong, V., Khanh, T., & Gioi, D. (2021). Influences of Silver Nanoparticles In Vitro Morphogenesis of Specialty King Banana (*Musa ssp.*) *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(33&34), 163-175.
- Hussein, N. (2012). Effects of Nutrient Media Constituents on Growth and Development of Banana (*Musa Spp.*) Shoot Tips Cultured In Vitro. *African Journal of Biotechnology*, 11(37), 9001-9006. 10.5897/ajb11.4173.
- Jafari, N., Othman, R. Y., & Khalid, N. (2011). Effect of benzylaminopurine (BAP) pulsing on in vitro shoot multiplication of *Musa acuminata* (banana) cv. Berangan. *African Journal of Biotechnology*, 10(13), 2446–2450.
- Karamina, H., Indawan, E., & Agustina, F. I. K. (2022). Efektifitas Perbedaan Konsentrasi BAP Terhadap Pertumbuhan Planlet Pisang Cavendish dengan teknik Thin Cells Layer. *Kultivasi*, 21(2), 135-140. 10.24198/kultivasi.v21i2.35373.
- Kasutjaningati, & Boer, D. (2013). Mikropropagasi Pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* L) Memanfaatkan BAP dan NAA secara In-vitro. *Agroteknos*, 3(1), 60–64.
- Nur'riyani, N. (2021). Media Tanam Kultur Jaringan yang Tepat untuk Perbanyak Tanaman Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L.). *Bioscientiae*, 18(1), 37-45. <https://doi.org/10.20527/b.v18i1.4068>
- Priyanka, K. (2020). Impact of Growth Regulators on in Vitro Growth of Banana (*Musa Spp*) Cultured: a Review. *International Journal on Agricultural Sciences*, 11(1). <https://doi.org/10.53390/ijas.v11i1.7>
- Razani, M., Kayat, F., Redwan, R. M., & Susanto, D. (2020). Detection of Abnormal Banana Plantlets Produced By High BAP Concentration and Number of Subcultures Using Representational Difference Analysis. *International Journal of Agriculture and Biology*, 23(3), 541–548. 10.17957/IJAB/15.1321.
- Spinoso-Castillo, J. L., Chavez-Santoscoy, R. A., Bogdanchikova, N., Pérez-Sato, J. A., Morales-Ramos, V., & Bello-Bello, J. J. (2017). Antimicrobial and Hormetic Effects of Silver Nanoparticles on In Vitro Regeneration of Vanilla (*Vanilla Planifolia* Jacks. Ex Andrews) Using a Temporary Immersion System. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 129(2), 195–207. 10.1007/s11240-017-1169-8.
- Tamimi, S. M., & Othman, H. (2023). Silver Nanoparticles for Enhancing The Efficiency of Micropropagation of Banana (*Musa acuminata* L.). *Tropical Life Sciences Research*, 34(2), 161–175. 10.21315/tlsr2023.34.2.8.
- Zulkifli, Z., & Sari, P. L. (2019). Pengaruh Konsentrasi Bayclin pada Pencucian II dan BAP pada Media MS terhadap Pertumbuhan Eksplan Tanaman Pisang Klutuk (*Musa paradisiaca*. L) secara In Vitro. *Dinamika Pertanian*, 33(2), 163–168. 10.25299/dp.2017.vol33(2).3829.