

# Pengaruh Medium MS Cair Statis Dan *Shaker* Terhadap Multiplikasi Pisang Kepok Tanjung (*Musa paradisiaca*) Secara In Vitro

Mellani Rachma<sup>1</sup>, Yosi Zendra Joni<sup>2</sup> Violita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Balai Perakitan dan Pengujian Tanaman Buah Tropika, Solok, Sumatra Barat

Email: [violita@fmipa.unp.ac.id](mailto:violita@fmipa.unp.ac.id)

## Abstract

Bananas are one of Indonesia's leading commodities, including the kepok tanjung variety, which is characterized by the absence of hearts or male flowers on its fruit bunches. However, conventional propagation of this variety is still limited, so alternatives such as tissue culture are needed. The use of liquid media has the potential to increase multiplication. This study was conducted to determine the effect of static MS liquid medium and Shaker medium on the multiplication of kepok tanjung bananas. The method used was an experiment with a completely randomized design. There were two treatments used, namely static liquid MS medium and shaker liquid MS medium. Observations were made on 4 parameters, including the percentage of live explants, number of shoots, shoot height, and number of leaves observed in weeks 4 and 8. The results showed that the use of shaker liquid MS medium had a significant effect on the parameters of number of shoots, shoot height, and number of leaves compared to static MS medium. Thus, the use of shaker liquid MS medium is better at increasing multiplication than static liquid MS medium in kepok tanjung bananas.

**Keyword:** *Kepok tanjung banana, liquid MS medium, static, shaker, in vitro culture*

## Abstrak

Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia, termasuk varietas pisang kepok tanjung yang memiliki ciri khas tidak menyisakan jantung atau bunga jantan pada tandan buahnya. Namun, perbanyak varietas ini secara konvensional masih terbatas, sehingga di diperlukan alternatif lain seperti kultur jaringan. Penggunaan medium cair berpotensi dalam meningkatkan multiplikasi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh medium MS cair statis dan *Shaker* terhadap multiplikasi pisang kepok tanjung. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap. Terdapat dua perlakuan yang digunakan yaitu medium MS cair statis dan medium MS cair *shaker*. Pengamatan dilakukan terhadap 4 parameter meliputi persentase eksplan hidup, jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun yang diamati pada minggu ke-4 dan 8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan medium MS cair *shaker* memberikan pengaruh signifikan pada parameter jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun dibandingkan medium MS statis. Dengan demikian, penggunaan medium MS cair *shaker* lebih baik dalam meningkatkan multiplikasi dibandingkan medium MS cair statis pada pisang kepok tanjung.

Kata Kunci: Pisang kepok tanjung, medium MS cair, statis, *shaker*, kultur in vitro

## 1. PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia (Kurniati *et al.*, 2022). Buah ini banyak digemari oleh masyarakat karena harganya yang terjangkau dan memiliki banyak manfaat (Ariyanto *et al.*, 2021). Pisang merupakan sumber kalium penting, kaya akan

karbohidrat, vitamin dan mineral yang merupakan komponen penting bagi kebutuhan nutrisi manusia (Ranjha *et al.*, 2022). Di Indonesia pisang memiliki banyak varietas, menurut Hastuti (2021), terdapat 325 varietas pisang budidaya dan 12 varietas pisang liar. Salah satu varietas pisang budidaya adalah pisang kepok

tanjung. Pisang kepok tanjung merupakan varietas yang tidak mempunyai bunga jantan atau jantung, sehingga dikenal sebagai pisang kepok tanpa jantung (Hariyanto *et al.*, 2025). Keunikan tersebut membuat varietas ini lebih tahan terhadap penyakit layu bakteri (Jumjunidang *et al.*, 2021) yang menjadi salah satu kendala utama dalam produksi pisang di Indonesia (Maemunah, 2017).

Kebutuhan pisang, khususnya varietas kepok tanjung terus meningkat, sehingga diperlukan teknik budidaya yang efektif dengan produksi tinggi (Putra *et al.*, 2025; Mardhikasari *et al.*, 2019). Umumnya budidaya pisang dilakukan melalui anakan yang hanya menghasilkan 5-10 anakan pertahunnya (Nur'riyani, 2021). Selain itu, budidaya pisang sering mengalami kendala seperti bibit tumbuh tidak seragam, anakan yang terserang penyakit dan sulit mendapatkan bibit dalam jumlah banyak (Samanhudi *et al.*, 2021). Untuk itu diperlukan perbanyakan modern seperti teknik kultur jaringan (Luthfia *et al.*, 2019). Dalam Teknik kultur jaringan komposisi media menjadi salah satu faktor keberhasilan. Media umumnya terdiri dari unsur hara makro, mikro, asam amino, vitamin, bahan organik, sumber karbon, zat pengatur tumbuh dan zat pematid (D. H. Kim *et al.*, 2017).

Media Murashige & Skoog (MS) merupakan media dasar yang paling umum dan sering digunakan dibandingkan media lainnya (Budi, 2020). Media ini memiliki kandungan nutrisi seperti nitrat, kalium dan ammonium yang relatif tinggi, sehingga dapat mendukung pertumbuhan planlet secara optimal (Lengkong *et al.*, 2023). Penggunaan media cair dalam kultur jaringan diketahui dapat menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan media padat atau semi-padat. Hal ini didukung oleh penelitian Habib *et al.* (2016), yang menyebutkan bahwa medium cair berpengaruh dalam peningkatan jumlah tunas pisang dibandingkan medium padat. Pada spesies yang berbeda, hasil yang sama juga ditemukan oleh Zani *et al.* (2024), pada tanaman tebu multiplikasi tunas lebih tinggi pada media cair dibandingkan media semi-padat. Tingginya tingkat inisiasi tunas pada media cair dibandingkan media dengan agar disebabkan oleh ketersediaan dan penyerapan nutrisi yang lebih cepat (Suwal *et al.*, 2020).

Penggunaan media cair dalam kultur jaringan dapat diaplikasikan secara statis maupun *shaker*. Pada kondisi statis, eksplan berada dalam kondisi diam sehingga

pertukaran gas dan distribusi nutrisi terbatas (S. M. Kim *et al.*, 2020; Malik *et al.*, 2025). Sedangkan pada kondisi di *shaker*, eksplan dan media bergerak sehingga memungkinkan distribusi nutrisi yang lebih merata dan aerasi yang lebih baik (Murthy *et al.*, 2023). Efektivitas penggunaan media cair statis maupun *shaker* dapat berbeda antar spesies maupun varietas. Informasi mengenai penggunaan media cair statis dan *shaker* pada pisang kepok tanjung masih terbatas. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh medium ms cair statis dan *shaker* terhadap multiplikasi pisang kepok tanjung (*Musa paradisiaca*) secara in vitro.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pisang

Pisang (*Musa* sp.) merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi dan banyak digemari oleh masyarakat (Sinta & Hasibuan, 2023). Di Indonesia terdapat banyak varietas pisang salah satunya pisang varietas kepok tanjung. Varietas ini ditemukan pada tahun 1996 di kabupaten Maluku Tengah, provinsi Maluku. Pisang kepok tanjung memiliki ciri khas yaitu tidak menyisakan jantung atau bunga jantan di tandan buahnya sehingga sering dikenal sebagai pisang kepok tanpa jantung (Hariyanto *et al.*, 2025). Karena tidak memiliki jantung, membuat varietas ini tahan terhadap penyakit layu bakteri yang disebabkan bakteri *Rastolnia solanacearum* (Milchi *et al.*, 2022). Menurut ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) secara taksonomi, pisang diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Division : Tracheophyta  
Class : Magnoliopsida  
Order : Zingiberales  
Family : Musaceae  
Genus : Musa L.  
Species : *Musa X paradisiaca* L.

### 2.2. Media Murashige & Skoog

Dalam kultur jaringan terdapat terdapat beberapa media yang dapat digunakan seperti MS, B5, N6 dan WPM (D. Kumar *et al.*, 2024). Media Murashige & Skoog (MS) merupakan salah satu media dasar yang umum digunakan dalam teknik kultur jaringan. Media ini mengandung nitrat, kalium dan amonium yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Setiawati *et al.*, 2018). Media MS dikembangkan pada tahun 1962 oleh Murashige & Skoog. Media MS digunakan untuk induksi tunas, morfogenesis kalus dan kultur berbagai jenis tanaman.

Umumnya media terdiri dari unsur makro, mikro, vitamin, sumber karbon, zat pengatur tumbuh dan pematid di dalamnya (Sidik *et al.*, 2024). Konsentrasi agar dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan, konsentrasi agar yang terlalu tinggi dapat menghambat difusi nutrisi ke eksplan yang akan berdampak pada pertumbuhan eksplan tersebut (Nasution, 2025).

Dalam penggunaannya, media MS dapat berbentuk padat atau cair. Kondisi medium padat atau cair bergantung pada penggunaan pematid seperti agar dalam konsentrasi tertentu. Menurut Putri *et al.* (2024), konsentrasi pematid dapat mempengaruhi ketersediaan air dan nutrisi bagi eksplan. Respon eksplan terhadap pematid dapat berbeda tergantung dari spesies dan komposisi nutrisi yang digunakan (Ekin & Dogan, 2024). Studi mengenai perbandingan medium padat dan cair telah dilaporkan sebelumnya pada *Ananas comosus* L (Hamad, 2021). dan *Musa spp.* (Habib *et al.*, 2016). Medium cair menghasilkan tinggi tunas yang lebih baik pada *Ananas comosus* L (Hamad, 2021) dan jumlah tunas yang lebih banyak pada *Musa spp.* (Habib *et al.*, 2016). Penggunaan medium cair dalam kultur *in vitro* dapat digunakan dalam kondisi statis dan *shaker*. Kedua kondisi tersebut dapat memberikan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan eksplan. Tanaman yang di kulturkan pada medium cair dengan agitasi memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan pada medium cair statis. Hal tersebut dipengaruhi oleh distribusi nutrisi dan pertukaran gas (Shukla *et al.*, 2020).

### 2.3. Multiplikasi

Multiplikasi merupakan salah satu tahap dalam kultur jaringan, tahap ini dilakukan setelah inisiasi. Multiplikasi penting untuk memperbanyak tanaman dalam waktu singkat dan seragam. Tunas diperbanyak dari eksplan yang menjadi tanaman awal dalam kultur (Ayna *et al.*, 2023). Eksplan yang dipakai biasanya berasal dari jaringan muda yang aktif melakukan pembelahan seperti jaringan meristem (Prabhuling & Sathyanarayana, 2017).

Multiplikasi dapat dilakukan dengan mensubkultur ke media baru dengan tujuan untuk memperbanyak klon. Subkultur dapat dilakukan berulang kali sehingga jumlah kolon yang dihasilkan dapat meningkat (Chukwu *et al.*, 2025). Keberhasilan dalam multiplikasi dapat dipengaruhi dari media tumbuh yang digunakan. Media tumbuh menjadi sumber nutrisi bagi eksplan untuk tumbuh dan berkembang (Chaidir *et al.*, 2021). Melalui multiplikasi, diperoleh planlet yang secara genetik identik dengan induknya yang menjadi sumber eksplan (Amien *et al.*, 2020).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2025 di laboratorium Produksi Kultur Jaringan BRMP Buah Tropika Solok. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap 1 faktor. Terdapat 2 perlakuan, 5 ulangan dan setiap ulangan terdapat 6 botol sehingga total satuan percobaan sebanyak 60 botol.

Perlakuan 1 (P1) = Media cair statis

Perlakuan 2 (P2) = Media cair *shaker*

Alat yang digunakan yaitu botol media, autoklav, oven, scalpel, mata pisau, pinset, orbital *shaker*, timbangan digital, gelas ukur, *laminar air flow* (LAF), lampu, *air conditioner* (AC), Bunsen, batang pengaduk, pH meter dan Erlenmeyer. Bahan yang digunakan yaitu eksplan globular pisang kepok tanjung, larutan stok media MS, agar, gula, BAP, biotin, plastik tahan panas, karet gelang, kertas label, aquades dan alkohol 70%.

Penelitian dimulai dengan mengsterilkan alat menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C pada tekanan 15 psi selama 15 menit. Alat yang tidak tahan panas akan disterilkan menggunakan alkohol 70%. Selanjutnya membuat media MS dengan mencampurkan Nitratos, Sulfatos, Holidos, P-B-MO, Fe-EDTA, Vitamin, Myoinositol, 2 ppm Biotin, 1 ppm BAP dan Gula. Setelah homogen, PH larutan diatur hingga 5,8 dengan menggunakan PH meter. Jika larutan terlalu asam ditambahkan KOH 0,1 N dan jika terlalu basa ditambahkan HCL 0,1 N. Setelah itu larutan dipanaskan dan media dimasukkan ke dalam botol kultur yang telah disiapkan sebanyak 40 ml dan disterilisasi dengan autoklaf 121° C dengan tekanan 17,4 psi selama 25 menit.

Setelah itu, dilakukan penanaman eksplan berbentuk globular ke dalam botol yang berisi media. Setiap botol berisi 3 titik eksplan. Botol kemudian di tutup rapat. Penanaman ini dilakukan di dalam *laminar air flow* agar terhindar dari kontaminasi. Botol disimpan di dalam ruang tumbuh, perlakuan 1 botol disimpan dalam kondisi statis dan perlakuan 2 botol diletakkan di atas *shaker* dengan kecepatan 125 rpm. Kedua perlakuan disimpan dalam suhu dan Cahaya terkontrol yaitu dengan suhu 18°C dan cahaya 12 jam dalam kondisi terang dan 12 jam kondisi gelap.

Terdapat 4 parameter dalam penelitian ini yaitu persentase eksplan hidup, tinggi tunas, jumlah tunas dan jumlah daun. Pengamatan dilakukan pada minggu ke-4 dan 8. Data yang di dapatkan akan di

analisis secara statistik dengan bantuan SPSS dan Excel. Parameter persentase eksplan hidup akan dianalisis dengan Mann-Whitney dan parameter jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun akan dianalisis dengan uji t. Kemudian data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Hasil Penelitian

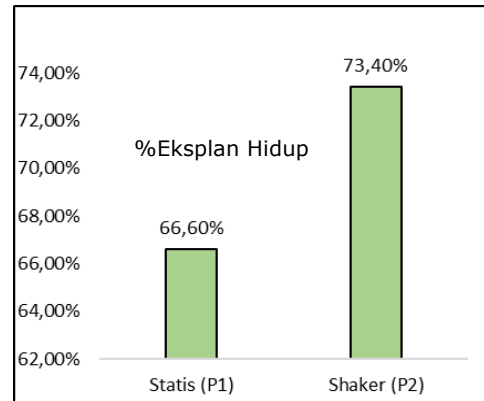
**Tabel 1.** Rata-rata (Mean  $\pm$  Sd) Parameter Pertumbuhan Pisang Kepok Tanjung Pada Minggu Ke-4.

Parameter	Perlakuan (P)	
	Statis (P1)	Shaker (P2)
% Eksplan Hidup	66,6%	73,4%
Jumlah Tunas	5,07 $\pm$ 0,32	13,30 $\pm$ 1,49
Tinggi Tunas	0,67 $\pm$ 0,09	1,32 $\pm$ 0,29
Jumlah Daun	0,59 $\pm$ 0,28	1,17 $\pm$ 0,15

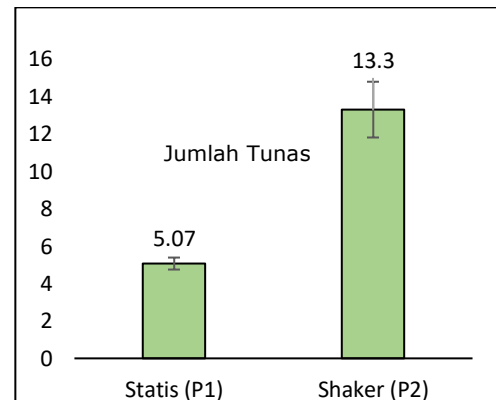
**Tabel 2.** Rata-rata (Mean  $\pm$  Sd) Parameter Pertumbuhan Pisang Kepok Tanjung Pada Minggu Ke-8.

Parameter	Perlakuan (P)	
	Statis (P1)	Shaker (P2)
% Eksplan Hidup	56,8%	70%
Jumlah Tunas	10,33 $\pm$ 2,12	19,72 $\pm$ 1,78
Tinggi Tunas	0,96 $\pm$ 0,08	1,99 $\pm$ 0,30
Jumlah Daun	1,16 $\pm$ 0,21	2,14 $\pm$ 0,19

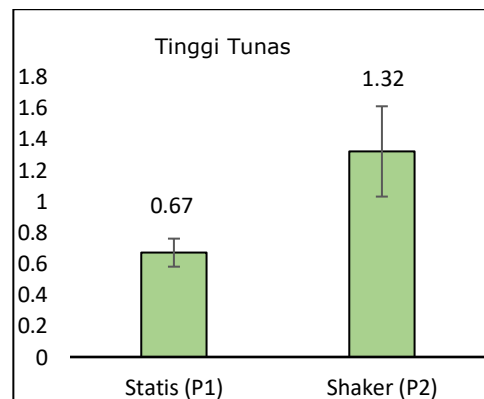
**Gambar 1.** Grafik Persentase Eksplan Hidup Pada Medium MS Cair Statis (P1) dan *Shaker* (P2). Uji Mann-Whitney ( $p = 0,118$ ).



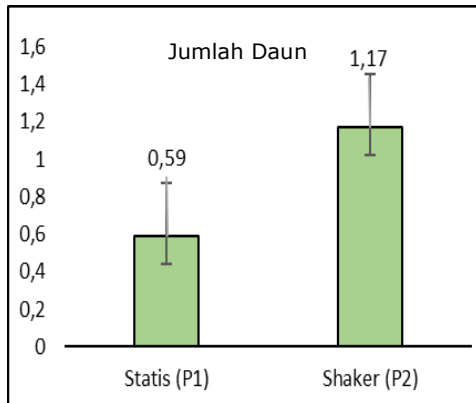
**Gambar 2.** Grafik Jumlah Tunas Pada Medium MS Cair Statis (P1) dan *Shaker* (P2). Uji t ( $p = < 0,001$ ).



**Gambar 3.** Grafik Tinggi Tunas Pada Medium MS Cair Statis (P1) dan *Shaker* (P2). Uji t ( $p = < 0,001$ ).



**Gambar 4.** Grafik Jumlah Daun Pada Medium MS Cair Statis (P1) dan *Shaker* (P2). Uji t ( $p = < 0,001$ ).



#### 4.2. Pembahasan

Dari hasil penelitian, medium MS cair dalam kondisi *shaker* memberikan pengaruh signifikan terhadap multiplikasi pisang kepok tanjung dibandingkan media MS cair dalam kondisi statis. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji T tabel 4., pada parameter jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun menunjukkan hasil signifikan yang berarti ke tiga parameter tersebut berpengaruh terhadap multiplikasi. Namun, dari hasil uji Mann-Whitney pada tabel 3. kondisi medium MS baik dalam keadaan statis atau *shaker* tidak berpengaruh terhadap persentase eksplan hidup. Walaupun begitu, berdasarkan tabel 1. persentase eksplan hidup lebih tinggi pada medium MS *shaker* dibandingkan MS statis yaitu sebesar 73,4% dan 70% pada MS *shaker*, sedangkan pada MS statis masing-masing sebesar 66,6% dan 56,8% 70%.

Pada minggu ke-4, jumlah tunas pada media MS cair yang di *shaker* mencapai  $19,72 \pm 1,78$ , tinggi tunas sebesar  $1,32 \pm 0,29$  dan jumlah daun  $2,14 \pm 0,19$ . Sedangkan pada MS cair Statis jumlah tunas  $5,07 \pm 0,32$ , tinggi tunas  $0,96 \pm 0,08$  dan jumlah daun  $0,59 \pm 0,28$  pada minggu nya sama. Ketiga parameter tersebut terus meningkat pada minggu ke-8, Dimana *shaker* menghasilkan jumlah tunas  $19,72 \pm 1,78$ , tinggi tunas  $1,99 \pm 0,30$  dan jumlah daun  $1,17 \pm 0,15$ . Sebaliknya, statis hanya menghasilkan jumlah tunas  $10,33 \pm 2,12$ , tinggi tunas  $0,96 \pm 0,08$  dan jumlah daun  $1,16 \pm 0,21$ . Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa media MS cair dalam kondisi *shaker* menghasilkan jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun yang lebih baik dari pada media MS cair statis.

Hal ini sejalan dengan penelitian Rahman *et al.* (2019), bahwa media cair statis menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan medium MS cair yang di *shaker*. Multiplikasi yang lebih baik pada *medium* MS cair yang di *shaker* di

sebabkan karena peningkatan luas permukaan eksplan yang bersentuhan dengan medium, sehingga penyerapan nutrisi dan zat pengatur tumbuh lebih optimal (Suwal *et al.*, 2020). Dengan meningkatnya penyerapan nutrisi tersebut maka pertumbuhan tunas meningkat dan daun dapat berkembang dengan baik. Selain itu kondisi medium yang di *shaker* memungkinkan pertukaran  $O_2$  dan  $CO_2$  yang lebih efisien sehingga mendukung pertumbuhan eksplan. Sedangkan medium MS cair statis cenderung mengalami keterbatasan aerasi yang dapat menyebabkan eksplan mengalami hipoksi yang akhirnya menghambat pertumbuhan dan perbanyak eksplan (Malik, 2020).

#### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan medium MS cair *shaker* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap multiplikasi pisang kepok tanjung dibandingkan dengan medium MS cair statis. Hal ini terlihat dari jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun yang lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan perlakuan statis.

##### Saran

Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi kecepatan *shaker* yang digunakan dan kombinasi zpt sehingga dapat diperoleh kondisi kultur yang paling efektif serta menambah parameter fisiologis seperti kandungan klorofil dan biomassa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amien, S., Aji, D. N., & Mamluatul, T. (2020). Kecepatan Multiplikasi Tunas Tiga Aksesori Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) Secara In Vitro. *Kultivasi*, 19(3). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i3.29468>
- Ariyanto, D. P., Suyana, J., & Wijaya, H. Y. R. (2021). Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 563–568.
- Ayna, Q., Isminingsih, S., & Fitry Yenny, R. (2023). Multiplikasi Tunas Pada Dua Varietas Pisang (*Musa Acuminata* L.) Dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi. *Jur. Agroekotek*, 15(2), 17–31.

- Budi, R. S. (2020). Uji Komposisi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Eksplan Pisang Barangan (*Musa paradisiaca* L.) Pada Media MS Secara in vitro. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 3(1), 101-111.
- Chaidir, L., Mardiana, D. N., Taofik, A., & Rachmawati, Y. S. (2021). The Influence of Leaf Fertilizer Media on Multiplication of Barangan Banana (*Musa acuminata* L.) in vitro. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 109-113. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i2.196>
- Chukwu, S. C., Awala, S. K., Angombe, S., Valombola, J. S., Nanhapo, P. I., Mberama, C., Rafii, M. Y., Oladosu, Y., Thomas, B., Okporie, E. O., & Musa, I. (2025). Recent progress in tissue culture techniques and biotechnological innovations for banana production (*Musa* spp.): a review. *Discover Plants*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00099-2>
- Ekin, U., & Dogan, M. (2024). Enhancing in vitro micropropagation of *Alternanthera reineckii* Briq. using various light-emitting diodes, culture media and plant growth regulators. *Kuwait Journal of Science*, 51(3), 100250. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2024.100250>
- Habib, S. E., Ali, M., Qaoud, E., & Allam, A. (2016). Effect of Medium and Cytokinin Types on Banana Micropropagation during Multiplication Stage. *Hortscience Journal of Suez Canal University*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.21608/hjsc.2016.6399>
- Hamad, A. M. (2021). Effect of pH, Sucrose Concentrations and Medium States on in vitro Root-ing of Pineapple (*Ananas comosus* (L) Merr) cv Queen. *Al-Mukhtar Journal of Sciences*, 36(2), 135-147. <https://doi.org/10.54172/mjsc.v36i2.54>
- Hariyanto, B., Irfan Suliansyah, Yusniwati Yusniwati, & Agus Sutanto. (2025). Studi Karakter Morfologi dan Fisiologi Bibit Pisang Kepok Tanjung Daun Sempit dan Daun Normal dari Kultur Jaringan. *JURNAL TRITON*, 16(1), 82-94. <https://doi.org/10.47687/jt.v16i1.1252>
- Hastuti. (2021). Kajian Botani *Musa balbisiana* dan Pemanfaatannya. *Edumatsains*, 5(2), 249-262. <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains>
- Hussien, F. A., Osman, M. A., & Idris, T. I. M. (2014). The Influence of Liquid Media Support, Gelling Agents and Liquid overlays on performance of in vitro Cultures of Ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(1), 2250-3153. [www.ijsrp.org](http://www.ijsrp.org)
- Jumjunidang, Riska, Yanda, R. P., Purnama, T., Sutanto, A., & Hermanto, C. (2021). Resistance of Three Superior New Banana Varieties on Several Vegetative Compatibility Groups *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(4), 151-158. <https://doi.org/10.14692/jfi.17.4.151-158>
- Kim, D. H., Gopal, J., & Sivanesan, I. (2017). Nanomaterials in plant tissue culture: The disclosed and undisclosed. *RSC Advances*, 7(58), 36492-36505. <https://doi.org/10.1039/c7ra07025j>
- Kim, S. M., Kim, D. H., & Oh, D. J. (2020). Development and Evaluation of Cell Culture Devices with the Gas-permeable Membrane. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 25(1), 62-70. <https://doi.org/10.1007/s12257-019-0149-8>
- Kumar, D., Chakradhar, P., Ranganna, G., Vimal, V. K., Raj, R., Anusha, C., Patra, S., & Nagaraju, V. (2024). Tissue Culture in Banana Cultivation: A Review of its Impact on Disease Management, Yield Improvement, and Sustainable Production. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(9), 628-644. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i91336>
- Kumar, K. P. S., Bhowmik, D., Duraivel, & Umadevi, M. (2012). Traditional and Medicinal Uses of Banana. *Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(3), 133-148. <https://doi.org/10.1023/A:1009988607044>
- Kurniati, D., Aurelia, R., & Hutajulu, J. P. (2022). Daya Saing Ekspor Pisang Indonesia di Negara Tujuan Ekspor Periode 2000-2019. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(2), 335-349. <https://doi.org/10.29244/jai.2022.10.2.335-349>
- Lengkong, E. F., Mantiri, H., & Pinaria, A. G. (2023). GROWTH OF POTATO SEEDS (*Solanum tuberosum* L.) ON MS MEDIA SUBSTITUTED WITH COCONUT WATER.

- Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(2), 361–369.  
<https://doi.org/10.35791/jat.v4i2.50675>
- Luthfia, N., Rahmawati, M., & Hayati, M. (2019). Efektifitas Konsentrasi NAA (Naphtalene Acetic Acid) dan Kinetin Terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4.
- Maemunah, M. (2017). Pengaruh Kombinasi Pseudomonad Fluoresen Dan Em4 Dalam Menghambat Pertumbuhan Blood Disease Bacteria (Bdb) Penyebab Penyakit Darah Tanaman Pisang Secara In Vitro. *BioScience*, 1(1), 70. <https://doi.org/10.24036/02017117436-0-00>
- Malik, M., Tomiak, E., & Pawłowska, B. (2025). Effect of Liquid Culture Systems (Temporary Immersion Bioreactor and Rotary Shaker) Used During Multiplication and Differentiation on Efficiency of Repetitive Somatic Embryogenesis of *Narcissus* L. 'Carlton.' *Agronomy*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy15010085>
- Mardhikasari, S., Yunus, A., & Samanhudi, S. (2019). Modification of Media for Banana In Vitro Propagation with Foliar Fertilizer and Coconut Water in cv. Rajabulu. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 35(1), 23. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v35i1.27756>
- Milchi, A., Muslich Hidayat, & Yunizar Hendri. (2022). Pengaruh Kombinasi Bap (Benzylamino Purin) Dan Tdz (Thidiazuron) Terhadap Pertumbuhan Tunas Tanaman Pisang Kepok Tanjung (*Musa acuminata balbisiana*) Melalui Kultur In Vitro. *KENANGA Journal of Biological Sciences and Applied Biology*, 1(2), 20–27. <https://doi.org/10.22373/kenanga.v1i2.1914>
- Murthy, H. N., Joseph, K. S., Hahn, J. E., Lee, H. S., Paek, K. Y., & Park, S. Y. (2023). Suspension culture of somatic embryos for the production of high-value secondary metabolites. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 29(8), 1153–1177. <https://doi.org/10.1007/s12298-023-01365-x>
- Nasution, W. R. (2025). Media Creation In Tissue Culture. In *Journal of Innovation and Scientific Collaboration* (Vol. 1, Issue 1). <https://journals.pspmas.org/index.php/jisc/index>
- Nur'riyani. (2021). Media Tanam Kultur Jaringan yang Tepat untuk Perbanyak Tanaman Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L.) Nur'riyani. In *BIOSCIENTIAE* (Vol. 18, Issue 1). <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/bioscientiae>
- Prabhuling, G., & Sathyanarayana, B. N. (2017). Liquid medium culture method for rapid multiplication of banana (*Musa acuminata*) cv. 'GRAND NAINÉ' through tissue culture. *International Journal of Plant Sciences*, 12(1), 85–89. <https://doi.org/10.15740/has/ijps/12.1/85-89>
- Putra, R. A., Putri, S. D., Fevria, R., & Sari, W. (2025). Pengaruh Kompos Limbah Batang Pisang Terhadap Pertumbuhan Bibit Pisang Kepok Tanjung dengan Metode BIT (Bonggol Induksi Tunas). 12(November 2024), 344–355.
- Putri, A. K., Prasetyo, R., Proklamasingih, E., Davison, P. A., & Sugiyono, S. (2024). Modification of Media Formulation and Agar Concentration to Improve Pitcher Plant (*Nepenthes mirabilis* (Lour.) Druce) Micropropagation for Conservation and Microfloriculture Development. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 5(1), 41. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v5i1.85361>
- Ranjha, M. M. A. N., Irfan, S., Nadeem, M., & Mahmood, S. (2022). A Comprehensive Review on Nutritional Value, Medicinal Uses, and Processing of Banana. *Food Reviews International*, 38(2), 199–225. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1725890>
- Samanhudi, S., Rahayu, M., Saky, A. T., & Purwanto, E. (2021). Pemanfaatan Pekarangan dengan Pisang Hasil Kultur Jaringan pada Gapoktan Sari Tani di Desa Gentan, Bendosari, Sukoharjo. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 5(1), 63. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i1.44631>
- Setiawati, T., Zahra, A., Budiono, R., & Nurzaman, M. (2018). Perbanyak In Vitro Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum* [L.] Cv. Granola) Dengan Penambahan Meta-Topolin Pada Media Modifikasi Ms (Murashige & Skoog) In Vitro. *Jurnal Metamorfosa*, 1, 44–50.

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

- Shukla, M. R., Piunno, K., Saxena, P. K., & Jones, A. M. P. (2020). Improved in vitro rooting in liquid culture using a two piece scaffold system. *Engineering in Life Sciences*, 20(3-4), 126-132. <https://doi.org/10.1002/elsc.201900133>
- Sidik, N. J., Agha, H. M., Alkamil, A. A., Alsayadi, M. M. S., & Mohammed, A. A. (2024). A Mini Review of Plant Tissue Culture: The Role of Media Optimization, Growth Regulators in Modern Agriculture, Callus Induction and the Applications. *AUIQ Complementary Biological System*, 1(2), 96-109. <https://doi.org/10.70176/3007-973x.1019>
- Sinta, D., & Hasibuan, R. (2023). Analisis Morfologi Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Var. Balbisiana colla) di Desa Tanjung Selamat Kabupaten Labuhanbatu Selatan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 86. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.7115>
- Suwal, M. M., Lamichhane, J., & Gauchan, D. P. (2020). Regeneration Technique of Bamboo Species through Nodal Segments: A Review. *Nepal Journal of Biotechnology*, 8(1), 54-68. <https://doi.org/10.3126/njb.v8i1.30209>
- Zani, W. N. W. M., Sidik, N. J., Awal, A., Osman, N. I., Ahmad, L. W. Z., & Nordin, M. K. (2024). In vitro Culture of *Dendrocalamus asper* Bamboo in Liquid and Semi-Solid MS Media. *Sarhad Journal of Agriculture*, 40(4), 1304-1311. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.SJA/2024/40.4.1304.1311>