

In Vitro Growth Response of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Bulbil to Kinetin Concentration

Rut Normasari^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Klabat, Minahasa Utara, Sulawesi Utara, Indonesia;

Article History

Received : May 05th, 2025

Revised : May 16th, 2025

Accepted : May 18th, 2025

*Corresponding Author: **Rut Normasari**, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Klabat, Minahasa Utara, Indonesia; Email:

rutnormasari@unklab.ac.id

Abstract: The plant known as porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) has a high glucomannan content in its tubers. The availability of porang seeds is one of the elements influencing porang production, hence tissue culture must be developed to improve seed procurement. For porang seed propagation to be successful in vitro, growth regulators must be added. This study aims to determine the effect of adding kinetin concentration on porang shoot induction. Five treatments the addition of kinetin at doses of 0, 1, 2, 3, and 4 mg/L were included in the Non-Factorial Completely Randomized Design (CRD) experiment. All observation variables, including explant growth, shoot emergence time, percentage of shoots created, total number of shoots, and number of shoots per explant, were found to be significantly impacted by the addition of kinetin. With a shoot emergence time of 21.86 days after inoculation, 96% of the shoots produced, a total number of 108.80 shoots, and a number of shoots of 22.75 per explant, kinetin 4 mg/L was the optimal concentration for porang shoot induction.

Keywords: Porang, bulbil, kinetin, shoot, in vitro.

Pendahuluan

Tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan jenis umbi-umbian yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena kandungan glukomanannya yang tinggi (Hosiana *et al.*, 2023). Umbi porang dimanfaatkan secara luas sebagai bahan baku di sektor kertas, tekstil, kuliner, kosmetik, dan farmasi (Wardani *et al.*, 2021). Peningkatan penggunaan glukomanan mendorong perluasan area tanam porang di Indonesia.

Pemerintah Indonesia mendorong para petani untuk menanam porang, khususnya di area tepi hutan dan lahan yang terbuka (Purnomo *et al.*, 2022; Sukartono *et al.*, 2020). Lahan porang sering kali menggunakan metode agroforestri, dengan hasil sekitar 4 ton setiap hektar (Santosa, 2015). Rendahnya hasil umbi tersebut dipengaruhi oleh kurangnya perbaikan genetik akibat rendahnya variasi genetik (Tajuddin *et al.*, 2020), lamanya siklus hidup, dan periode dormansi (Poerba *et al.*, 2016). Oleh

karena itu, diperlukan solusi untuk meningkatkan produktivitas melalui perbaikan budidaya, salah satunya dengan menyediakan benih bermutu.

Porang secara konvensional dapat diperbanyak menggunakan umbi batang, bulbil dan biji (Hidayah *et al.*, 2018). Penggunaan umbi batang kurang efektif karena dapat menurunkan produksi porang, sedangkan perbanyakan porang melalui biji juga memiliki keterbatasan karena porang mulai berbunga setelah umbi berusia tiga tahun, dan dari bunga hingga menjadi biji matang membutuhkan waktu sekitar satu tahun (Ikayanti *et al.*, 2021).

Penelitian Azizi & Kurniawan (2021) merekomendasikan bulbil sebagai bahan tanam karena morfologinya menyerupai umbi. Namun, perbanyakan tersebut membutuhkan waktu yang lama karena terdapat masa dormansi selama 1-5 bulan (Sumarwoto, 2005). Kultur jaringan merupakan metode terbaik untuk memperbanyak benih porang secara cepat (Ibrahim, 2019). Komposisi zat pengatur

tumbuh dalam media kultur yang dapat memengaruhi morfogenesis dan pertumbuhan dalam kultur merupakan salah satu unsur terpenting yang memengaruhi efektivitas perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan (Haring *et al.*, 2024).

Zat pengatur tumbuh tanaman memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan perbanyakan tanaman secara *in vitro*. Zat pengatur tumbuh tanaman yang disebut sitokinin membantu regenerasi tanaman dengan mendorong pembentukan tunas baru (Pasternak & Steinmacher, 2024). Sitokinin seperti kinetin, zeatin, benzyladenine (BA), dan thidiazuron (TDZ) sering digunakan. Sifat utama sitokinin yang berguna dalam kultur jaringan adalah menstimulasi pembelahan sel, menginduksi pembentukan tunas, pelepasan dormansi tunas lateral, serta menghambat pertumbuhan akar (Kumar *et al.*, 2008).

Respon jaringan atau bagian tanaman yang dikultur berbeda terhadap konsentrasi dan jenis zat pengatur tumbuh (Sripaoraya *et al.*, 2003) dan merupakan komponen paling krusial yang menentukan potensi morfogenetik sel atau jaringan yang dikultur (Kumar *et al.*, 2016). Penelitian pada umbi porang kodok (bulbil) yang diberi perlakuan konsentrasi BAP bervariasi, yaitu 1-3 mg/L (Ibrahim *et al.*, 2022) dan 1-6 mg/L (Ferziana *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa konsentrasi BAP yang optimal untuk ditambahkan ke media guna meningkatkan pertumbuhan tunas adalah 2 mg/L.

Secara *in vitro*, benih porang dapat menghasilkan lebih banyak tunas apabila kinetin ditambahkan ke media (Ibrahim *et al.*, 2024). Penelitian sebelumnya melaporkan penggunaan kinetin 3 mg/L berhasil memperbanyak tunas muda dari umbi batang porang (Ibrahim, 2019). Penelitian lainnya menyebutkan preferensi untuk perbanyakan cepat dan massal adalah bulbil dibandingkan dengan tangkai daun (*petiole*) dan anak daun (*leaflet*) (Putri *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengamati respon eksplan bulbil terhadap pemberian beberapa konsentrasi kinetin dalam regenerasi porang dari pembentukan tunas secara *in vitro*.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan

Bahan penelitian yaitu media MS (Murashige & Skog), alkohol 96%, sodium hipoklorit (NaOCl 5.25%), akuades steril, bulbil porang, agar-agar, sukrosa, dan kinetin. Sedangkan alat yang digunakan adalah peralatan kaca, *magnetic stirrer*, *hot plate*, pinset, skalpel, *blade*, bunsen, neraca analitik, pH meter, autoklaf, oven dan *laminar air flow cabinet* (LAFC).

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Klabat, Airmadidi, Sulawesi Utara. Penelitian berlangsung dari bulan Juli 2024 sampai dengan bulan November 2024.

Pembuatan media

Media untuk penelitian yaitu media Murashige dan Skoog (MS) yang ditambah dengan sukrosa 30 g/L dan agar 13 g/L. Keasaman media diatur hingga mencapai pH 5,8 dengan menambahkan larutan NaOH atau HCl. Media perlakuan dibuat dengan menambahkan konsentrasi perlakuan kinetin ke dalam media MS. Media kemudian dilarutkan dalam gelas kimia dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah itu, dituang ke dalam botol kultur yang telah disiapkan. Sebelum digunakan, media disimpan dalam ruang inkubasi pada suhu 25°C setelah diautoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C untuk membersihkannya.

Sterilisasi eksplan

Umbi tanaman porang dari Madiun, Jawa Timur, digunakan sebagai bahan eksplan. Umbi dibersihkan dengan sabun dan air mengalir sebelum diisolasi jaringannya. Kemudian, umbi dibilas dengan air suling setelah direndam dalam fungisida selama sepuluh menit. Isolasi eksplan dilakukan di LAFC, bulbil disterilkan dengan alkohol 96%, sodium hipoklorit dan akuades steril, kemudian kulit bulbil sampai bersih. Jaringan bulbil kemudian dipotong $\pm 0,5$ cm dan diinokulasi. Semua kultur diinkubasi di ruangan ber-AC dengan suhu $\pm 25^\circ\text{C}$.

Penanaman eksplan

L AFC yang telah disterilkan dengan sinar UV digunakan untuk penanaman. Setelah sterilisasi, eksplan tanaman porang ditempatkan pada media perlakuan. Setiap botol yang ditanam terdiri dari 5 eksplan. Botol kultur yang telah ditanam diletakkan di ruang inkubasi pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dengan fotoperiode 16/8 jam selama 8 minggu.

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non factorial dengan konsentrasi kinetin yang terdiri dari lima taraf yaitu K0 (0 mg/L atau kontrol), K1 (1 mg/L), K2 (2 mg/L), K3 (3 mg/L) dan K4 (4 mg/L). Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali dan setiap ulangan menggunakan lima eksplan.

Analisis data

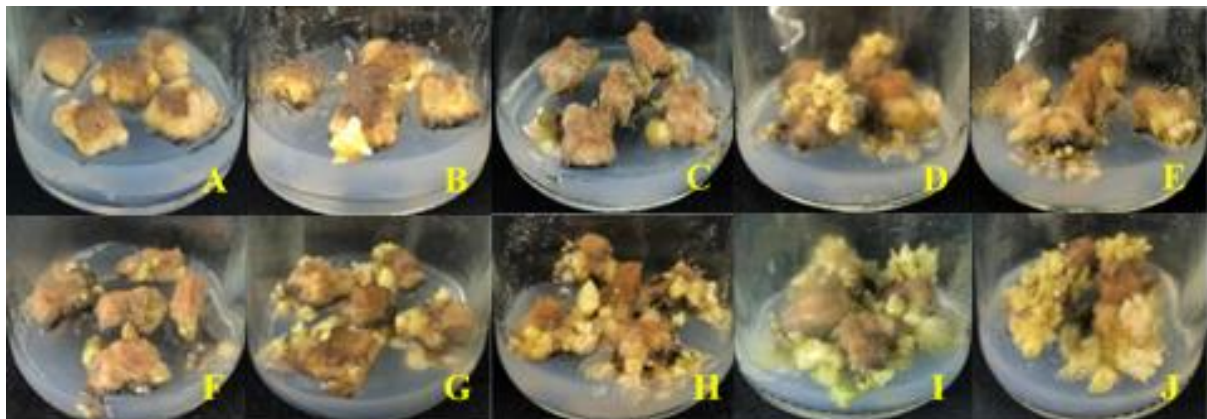
Waktu munculnya tunas, proporsi eksplan yang bertunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas merupakan parameter yang dipantau. Setelah pengumpulan dan tabulasi data yang diperoleh dari hasil pengamatan, analisis varians

(ANOVA) dan uji Duncan digunakan untuk pengujian tambahan.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan eksplan

Kinetin berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan eksplan bulbil porang (Gambar 1). Kinetin meningkatkan pertumbuhan eksplan dan bergantung pada konsentrasinya. Pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kinetin mengakibatkan peningkatan pertumbuhan eksplan pada bulbil porang. Proliferasi merupakan tahap terpenting dari perbanyakan mikro dan karenanya diperlukan protokol dengan efisiensi tinggi untuk meningkatkan kualitasnya. Sitokinin merupakan pengatur pertumbuhan utama selama proliferasi (Rezanejad *et al.*, 2021). Laju induksi dan pertumbuhan eksplan bergantung pada berbagai faktor seperti jenis dan umur eksplan, musim pengambilan sampel, prosedur desinfeksi eksplan, media kultur, sumber karbohidrat, zat pengatur pertumbuhan, dan kelembapan (Gubiš *et al.*, 2003; Pati *et al.*, 2006).



Gambar 1. Respon pertumbuhan eksplan bulbil porang pada berbagai konsentrasi kinetin. Keterangan: A-E (minggu ke-4), F-J (minggu ke-8), A dan F (0 mg/L), B dan G (1 mg/L), C dan H (2 mg/L), D dan I (3 mg/L), E dan J (4 mg/L).

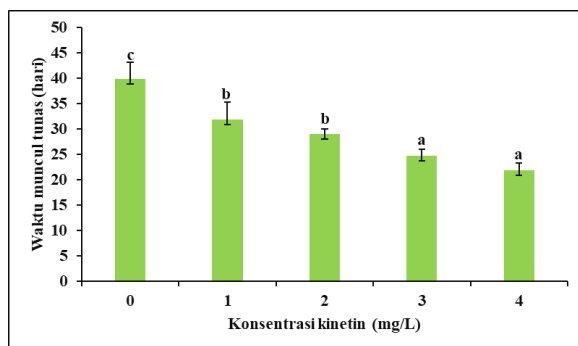
Waktu muncul tunas

Waktu munculnya tunas merupakan parameter pengamatan yang menjadi indikator terkait dengan respon awal terhadap kinetin. Terdapat perbedaan pengaruh yang nyata antar perlakuan pada waktu munculnya tunas terhadap konsentrasi kinetin. Secara umum, penambahan kinetin ke dalam media mempercepat munculnya tunas seiring dengan peningkatan konsentrasi kinetin. Perlakuan yang paling tepat untuk

menginduksi tunas adalah kinetin 4 mg/L dengan rata-rata waktu munculnya tunas 21.86 hari, walaupun tidak berbeda signifikan dengan kinetin 3 mg/L yaitu 24.71 hari. Sedangkan rata-rata waktu muncul tunas yang paling lama adalah pada perlakuan tanpa kinetin (kontrol) yaitu 39.87 hari. Selain itu, tidak terdapat perbedaan pada waktu muncul tunas antara perlakuan kinetin 1 dan 2 mg/L. Perlakuan tanpa

pemberian kinetin berbeda nyata dengan semua perlakuan dengan pemberian kinetin (Gambar 2)

Hasil studi ini berbeda dengan penelitian pada tanaman *Indigofera zollingeriana* Miq. dimana pemberian kinetin tidak berpengaruh terhadap waktu munculnya tunas (Royani *et al.*, 2021). Sebaliknya, penelitian pada tanaman pisang menunjukkan bahwa pemberian kinetin berpengaruh terhadap waktu munculnya tunas (Boer *et al.*, 2024). Banyak faktor, termasuk susunan genetik, jenis eksplan, komposisi media, zat pengatur tumbuh, dan keadaan sekitar, memengaruhi keberhasilan regenerasi in vitro (Gantait *et al.*, 2018).



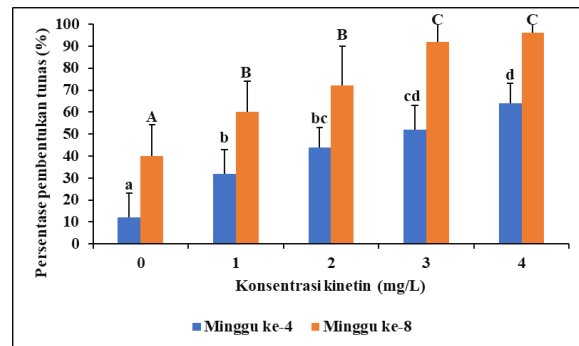
Gambar 2. Waktu muncul tunas pada berbagai konsentrasi kinetin. Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$).

Persentase pembentukan tunas

Kinetin secara signifikan mempengaruhi persentase pembentukan tunas (Gambar 3). Terjadi peningkatan persentase pembentukan tunas dari minggu ke-4 ke minggu ke-8 pada semua perlakuan. Persentase pembentukan tunas tertinggi diperoleh ketika eksplan ditempatkan dalam media MS yang dilengkapi dengan 4 mg/L kinetin yaitu sebesar 64% (minggu ke-4) dan 96% (minggu ke-8). Sementara itu, perlakuan dengan kinetin 1-3 mg/L menghasilkan respon pertumbuhan lebih rendah dimana persentase pembentukan tunas pada minggu ke-4 berkisar antara 32-52% dan 60-92% pada minggu ke-8.

Hasil menarik lainnya dari penelitian ini adalah media MS tanpa kinetin juga menunjukkan persentase pembentukan tunas yang tidak dapat diabaikan yaitu pada minggu ke-4 dan 8 masing-masing sebesar 12 dan 40% (Gambar 3). Hal ini mungkin diakibatkan hormon endogen yang berperan dalam mendorong pertumbuhan. Hormon tanaman

seperti sitokinin diproduksi secara alami di dalam tanaman. Pengaruh sitokinin terhadap pertumbuhan dengan fungsi hormon dalam proses pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel dimana sitokinin berperan mengatur pembelahan dan morfogenesis sel tanaman (Magyar-Tábori *et al.*, 2010).



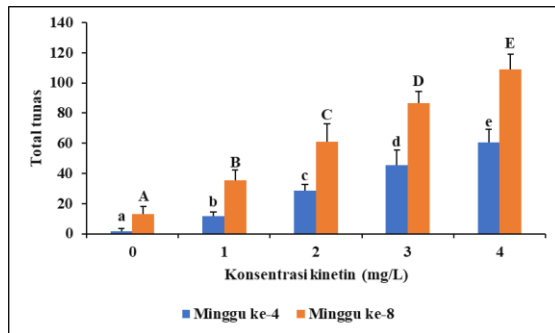
Gambar 3. Persentase pembentukan tunas pada berbagai konsentrasi kinetin. Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$).

Jumlah total tunas

Parameter jumlah total tunas porang sangat dipengaruhi oleh kinetin (Gambar 4). Eksplan yang dikultur pada media yang mengandung kinetin memiliki rata-rata jumlah total tunas 11,60–60,80 pada kultur 4 minggu, sedangkan yang dikultur pada media bebas kinetin memiliki rata-rata jumlah total tunas 1,80. Perkembangan jumlah total tunas meningkat hingga akhir pengamatan pada umur 8 minggu kultur dengan rata-rata jumlah total tunas tanpa kinetin sebesar 13,20 tunas dan pada media yang ditambahkan kinetin menghasilkan rata-rata tunas sebesar 35,60–108,80 tunas. Jumlah total tunas tertinggi pada minggu ke-4 dan 8 kultur ditemukan pada konsentrasi kinetin 4 mg/L.

Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan kinetin efektif dalam meningkatkan jumlah total tunas. Menurut penelitian sebelumnya, kinetin berfungsi sebagai sinyal universal yang mengendalikan transkripsi protein sepanjang pertumbuhan dan perkembangan sel tanaman (Sompornpailin & Khunchuay, 2016). Hal ini menyebabkan kinetin dapat meningkatkan perkembangan tunas. Selain itu, cincin furfural dalam struktur kinetin dapat menetralkan radikal bebas dalam sel (Barciszewski *et al.*, 1997). Seluruh struktur

kinetin juga berfungsi sebagai antioksidan yang menghambat oksidasi secara *in vitro* (Verbeke et al., 2000). Karena alasan ini, kinetin berpotensi menunda penuaan tanaman. Oleh karena itu, menambahkan kinetin ke dalam media kultur mungkin tidak hanya memiliki efek pada diferensiasi sel tetapi juga memberikan karakteristik sel yang lebih baik.



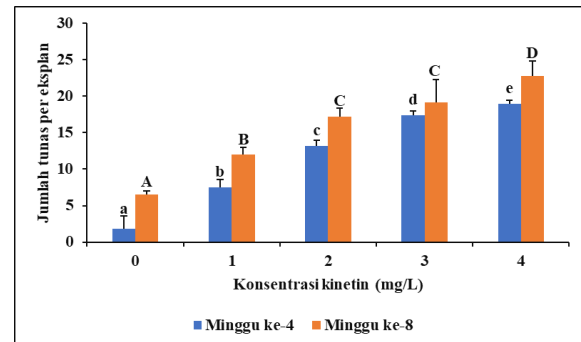
Gambar 4. Jumlah total tunas pada berbagai konsentrasi kinetin. Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$).

Jumlah tunas per eksplan

Parameter jumlah tunas porang per eksplan sangat dipengaruhi oleh penambahan kinetin (Gambar 5). Seiring meningkatnya konsentrasi kinetin, jumlah tunas per eksplan juga meningkat. Setelah empat minggu, pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan kinetin 4 mg/L menghasilkan tunas terbanyak per eksplan, yaitu mencapai 19 tunas per eksplan. Namun, pada minggu kedelapan, jumlah ini meningkat menjadi 22,75 tunas per eksplan. Jumlah tunas terendah pada minggu ke-4 dan 8 ditemukan pada perlakuan kinetin 0 mg/L (kontrol).

Kinetin dibutuhkan dalam media untuk menginduksi lebih banyak tunas, dimana pada tingkat yang sesuai mampu menginduksi perkembangan tunas lebih baik sehingga menghasilkan persentase regenerasi yang tinggi (Sompornpailin & Khunchuay, 2016). Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian pada *Acacia auriculiformis* yaitu media MS yang mengandung kinetin menunjukkan frekuensi regenerasi tunas yang maksimal (Yadav et al., 2016). Penelitian yang lain pada krisan Kulo menyatakan bahwa kinetin berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas (Tilaar et al., 2015), demikian juga pada tanaman mentimun (Abu-Romman et al., 2015), *Anthurium*

schzerianum (Van Khiem et al., 2022) dan jeruk (Nugroho et al., 2024).



Gambar 5. Jumlah tunas per eksplan pada berbagai konsentrasi kinetin. Keterangan: huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$).

Kesimpulan

Kinetin berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan eksplan, waktu muncul tunas, persentase eksplan membentuk tunas, jumlah total tunas dan jumlah tunas per eksplan. Perlakuan kinetin 4 mg/L menghasilkan respon yang terbaik pada semua variabel pengamatan.

Referensi

- Abu-Romman, S. M., Al-Hadid, K. A., & Arabiyyat, A. R. (2015). Kinetin Is the Most Effective Cytokinin on Shoot Multiplication from Cucumber. *Journal of Agricultural Science*, 7(10), 159–165. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n10p159>
- Azizi, I., & Kurniawan, F. (2021). Pengaruh Bibit Asal, Umur, dan Ukuran terhadap Kadar Glukomanan dan Kadar Oksalat dalam Umbi Porang. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i2.58571>
- Barciszewski, J., Siboska, G. E., Pedersen, B. O., Clark, B. F. C., & Rattan, S. I. S. (1997). A Mechanism for the In Vivo Formation of N6-Furfuryladenine, Kinetin, as A Secondary Oxidative Damage Product of DNA. *FEBS Letters*, 414(2), 457–460. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(97\)01037-5](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(97)01037-5)
- Boer, D., Prawansa, A., Rakian, T. C., Arsyad, M. A., Arif, N., Madiki, A., & Arsana, I.

- M. W. (2024). Induksi Tunas Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Menggunakan Kombinasi Kinetin dan IAA Secara In Vitro. *Jurnal Agroteknos*, 14(2), 55–60. <https://doi.org/10.56189/ja.v14i2.49085>
- Ferziana, Erfa, L., Maulida, D., Sari, R. M., & Yuniardi, F. (2021). In Vitro Regeneration of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) at Several Concentrations of BAP (Benzyl Amino Purine). *International Conference on Agriculture and Applied Science (ICoAAS)* 2021, 77–83. <https://doi.org/10.25181/icoaas.v2i2.2486>
- Gantait, S., Kundu, S., & Das, P. K. (2018). Acacia: An Exclusive Survey on In Vitro Propagation. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 163–177. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.03.004>
- Gubiš, J., Lajchová, Z., Faragó, J., & Jureková, Z. (2003). Effect of Genotype and Explant Type on Shoot Regeneration in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in vitro. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 39(1), 9–14. <https://doi.org/10.17221/3715-CJGPB>
- Haring, F., Farid, M., Ridwan, I., Fadhillah, A. N., & Sedayu, N. (2024). Concentration of 2,4-D and BAP Combination on Callus Induction of Porang Plant (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Asian Journal of Plant Sciences*, 23(3), 313–320. <https://doi.org/10.3923/ajps.2024.313.320>
- Hidayah, N., Suhartanto, M. R., & Santosa, E. (2018). Pertumbuhan dan Produksi Benih Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) Asal Teknik Budi Daya yang Berbeda. *Buletin Agrohorti*, 6(3), 386. <https://doi.org/10.29244/agrob.6.3.386-392>
- Hosiana, A. M., Pinatih, G. N. I., & Laksemi, D. A. A. S. (2023). Beneficial Health Effects of Porang (*Amorphophallus muelleri*): A Review. *Indonesia Journal of Biomedical Science*, 17(2), 235–238. <https://doi.org/10.15562/ijbs.v17i2.484>
- Ibrahim, M. S. D. (2019). Perbanyak Iles-iles (*Amorphophallus* spp.) secara Konvensional dan Kultur In Vitro serta Strategi Pengembangannya. *Perspektif*, 18(1), 67. <https://doi.org/10.21082/psp.v18n1.2019.67-78>
- Ibrahim, M. S. D., Sulistiyorini, I., & Tresniawati, C. (2022). Effect of 6-Benzyl Amino Purine on the Multiplication Ability of Shoots of Various Sizes of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Bulbils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 974(1), 012091. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/974/1/012091>
- Ibrahim, M. S. D., Sulistiyorini, I., Tresniawati, C., Izzah, N. K., & Hartati, R. S. (2024). Evaluation of Germination and Multiplication of Micro Shoot of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) In Vitro. *AIP Conference Proceedings* 2957, 040033. <https://doi.org/10.1063/5.0184596>
- Ikayanti, F., Radian, & Rianto, F. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Porang Periode Pertanian Pertama pada Tanah Gambut dengan Pemberian Pupuk NPK. *Jurnal Pertanian Agros*, 23(2), 319–326. <https://doi.org/10.37159/jpa.v25i4.3528>
- Kumar, S., Chandra, A., & Gupta, M. G. (2008). Plantlet Regeneration via Multiple Shoot Induction in Indian Cultivars of Lucerne (*Medicago sativa* L). *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 17(2), 181–184. <https://doi.org/10.1007/BF03263282>
- Kumar, S., Singh, R., Kalia, S., Sharma, S., & Kalia, A. K. (2016). Recent Advances in Understanding the Role of Growth Regulators in Plant Growth and Development in Vitro-I. Conventional Growth Regulators. *Indian Forester*, 142(5), 459–470. <https://doi.org/10.36808/if%2F2016%2Fv142i5%2F95052>
- Magyar-Tábori, K., Dobránszki, J., Teixeira da Silva, J. A., Bulley, S. M., & Hudák, I. (2010). The Role of Cytokinins in Shoot Organogenesis in Apple. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 101(3), 251–267. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9696-6>

- Nugroho, K., Kosmiatin, M., Santoso, T. J., Sukma, D., Purwito, A., Husni, A., & Martasari, C. (2024). Optimization of Kinetin Concentrations and Medium Compositions for Citrus Shoot Multiplication from Cotyledonary Node. *BIOTROPIA*, 31(1), 96–105. <https://doi.org/10.11598/btb.2024.31.1.2136>
- Pasternak, T. P., & Steinmacher, D. (2024). Plant Growth Regulation in Cell and Tissue Culture In Vitro. *Plants*, 13(2), 327. <https://doi.org/10.3390/plants13020327>
- Pati, P. K., Rath, S. P., Sharma, M., Sood, A., & Ahuja, P. S. (2006). In Vitro Propagation of Rose—A Review. *Biotechnology Advances*, 24(1), 94–114. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2005.07.001>
- Poerba, Y. S., Imelda, M., Wulansari, A., & Martanti, D. (2016). Induksi Mutasi Kultur In Vitro *Amorphophallus muelleri* Blume dengan Irradiasi Gamma. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3), 355. <https://doi.org/10.29122/jtl.v10i3.1482>
- Purnomo, M. H., Rizal, R., & Sundari, S. (2022). Status Keberlanjutan Usahatani Agroforestry Tanaman Porang pada Lembaga Masyarakat Desa Hutan Kemuning Asri di Gombongsari Kalipuro. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.30737/agrinika.v6i1.2143>
- Putri, A. D. P. L., Wiendi, N. M. A., & Santosa, E. (2023). Proliferation of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) from Bulbils and Leaf Cutting Treated by NAA and BA. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 51(3), 299–311. <https://doi.org/10.24831/ija.v51i3.48958>
- Rezanejad, F., Abarian, M., & Abdirad, S. (2021). Shoot and Root Induction and Growth of Single Nodes of *Rosa damascena* in Different Culture Media. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 11(2), 97–108. <https://doi.org/10.22034/JPPB.2021.14576>
- Royani, J. I., Chotimah, S., Utami, R. N., Fatma, W. S., Susiyanti, & Fatmawaty, A. P. (2021). Effect of Benzilaminopurine and Kinetin for shoot multiplication of Indigofera (*Indigofera zollingeriana* Miq.) by in vitro culture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012053>
- Santosa, E. (2015). Pengembangan Tanaman Iles-Iles Tumpangsari untuk Kesejahteraan Petani dan Kemandirian Industri Pangan Nasional. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, 1(2), 73. <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i2.10288>
- Sari, R., & Suhartati. (2015). Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*, 12(2), 97–110. <https://doi.org/10.20886/buleboni.5061>
- Sompornpailin, K., & Khunchuay, C. (2016). Synergistic Effects of BAP and Kinetin Media Additives on Regeneration of Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* L. Nash). *Australian Journal of Crop Science*, 10(05), 726–731. <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.05.p7439>
- Sripaoraya, S., Marchant, R., Power, J. B., & Davey, M. R. (2003). Plant Regeneration by Somatic Embryogenesis and Organogenesis in Commercial Pineapple (*Ananas comosus* L.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 39(5), 450–454. <https://doi.org/10.1079/IVP2003445>
- Sukartono, Suwardji, Kusumo, B. H., Bakti, A. A., & Edwin. (2020). Penguatan Kapasitas Kelompok Tani Dalam Budidaya Porang Berbasis Pertanian Konservasi-Agroforestry Di Desa Sambi Elen, Lombok Utara. *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, 1(2), 67–74. <https://doi.org/10.29303/jsit.v1i2.19>
- Sumarwoto. (2005). Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 6(3), 185–190. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d060310>

- Tajuddin, M., Santosa, E., Sopandie, D., & Lontoh, A. P. (2020). Characteristics of growth, flowering and corm yield of iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) genotypes at third growing period. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210219>
- Tilaar, W., Rantung, J., & Tulung, S. (2015). Induksi Tunas dari Nodul Krisan Kulo dalam Media Murashige dan Skoog yang Diberi Sitokinin. *EUGENIA*, 21(2). <https://doi.org/10.35791/eug.21.2.2015.9713>
- Van Khiem, D., Xuan Huyen, P., Thanh Hang, N. T., & Phuong Hoang, N. T. (2022). In Vitro Regeneration and Acclimatization of *Anthurium scherzerianum* Schott Plants. *Academia Journal of Biology*, 44(3), 99–109. <https://doi.org/10.15625/2615-9023/16548>
- Verbeke, P., Siboska, G. E., Clark, B. F. C., & Rattan, S. I. S. (2000). Kinetin Inhibits Protein Oxidation and Glycoxidation In Vitro. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 276(3), 1265–1270. <https://doi.org/10.1006/bbrc.2000.3616>
- Wardani, N. E., Subaidah, W. A., & Muliasari, H. (2021). Ekstraksi dan Penetapan Kadar Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Metode DNS. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(3), 383–391. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i3.574>
- Yadav, R., Yadav, N., & Kumar, S. (2016). An Improved Micropropagation and Assessment of Genetic Fidelity in Multipurpose Medicinal Tree, *Acacia auriculiformis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 86(4), 921–929. <https://doi.org/10.1007/s40011-015-0550-9>