

Pengaruh 2,4-D dan BAP Terhadap Induksi Kalus Ciplukan Secara *In Vitro*

Asri Sinurat , Syahmi Edi

(1)Biological Sciences Undergraduate Program, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Indonesia
Jl. William Iskandar Ps. V, 20221, Sumatera Utara, Indonesia. asrisinurat55@gmail.com

syahmiedibiologi@gmail.com*

ABSTRAK

Indonesia adalah negara dengan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi dan memiliki potensi besar untuk tanaman obat, salah satunya adalah ciplukan (*Physalis angulata* L.) yang mengandung senyawa bioaktif penting seperti flavonoid dan alkaloid. Namun, pemanfaatannya masih bergantung pada tanaman liar dengan kualitas yang tidak stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efek regulator pertumbuhan 2,4-D dan BAP terhadap pembentukan kalus daun ciplukan secara *in vitro* sebagai alternatif untuk produksi metabolit sekunder yang lebih terkontrol. Penelitian menggunakan Rancangan Faktor Acak Lengkap dua faktor, dengan kombinasi konsentrasi 2,4-D (0–4 mg/L) dan BAP (0–2 mg/L), masing-masing diulang tiga kali. Media Murashige dan Skoog digunakan untuk kultur dalam kondisi steril, dengan pengamatan dilakukan selama 60 hari, termasuk waktu munculnya kalus, persentase eksplan yang membentuk kalus, serta tekstur dan warna kalus. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi 1 mg/L 2,4-D dan 2 mg/L BAP menghasilkan waktu munculnya kalus tercepat (± 15 hari) dan persentase kalus tertinggi (9%). Perbandingan yang seimbang antara auksin dan sitokinin sangat penting untuk induksi kalus. Kalus yang terbentuk memiliki tekstur padat dan warna hijau hingga kecokelatan, menunjukkan kondisi fisiologis optimal dan aktivitas metabolik yang baik.

Kata Kunci: *Physalis angulata*, Kalus, 2,4-D, BAP, Metabolit sekunder

ABSTRACT

Indonesia is a country with very high biodiversity and has great potential for medicinal plants, one of which is ciplukan (*Physalis angulata* L.) that contains important bioactive compounds such as flavonoids and alkaloids. However, its utilization still relies on wild plants with unstable quality. This study aims to investigate the effects of the growth regulators 2,4-D and BAP on leaf callus formation of ciplukan *in vitro* as an alternative for more controlled production of secondary metabolites. The research used a Two-Factor Completely Randomized Design, with combinations of 2,4-D concentrations (0–4 mg/L) and BAP (0–2 mg/L), each repeated three times. Murashige and Skoog medium was used for culture under sterile conditions, with observations made over 60 days, including the time of callus appearance, the percentage of explants forming callus, as well as the texture and color of the callus. The results show that the combination of 1 mg/L 2,4-D and 2 mg/L BAP produces the fastest callus emergence time (± 15 days) and the highest callus percentage (9%). A balanced ratio of auxin and cytokinin is crucial for callus induction. The formed callus has a solid texture and green to brown color, indicating optimal physiological conditions and good metabolic activity.

Keywords: *Physalis angulata*, callus, 2,4-D, BAP, tissue culture, secondary metabolites

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara megabiodiversitas dengan sekitar 31.750 jenis tumbuhan, dimana sekitar 15.000 spesies berpotensi sebagai tanaman obat (Setiawan, 2022). Tanaman obat mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang berperan dalam efek terapeutik dan pengobatan tradisional. Tren penggunaan obat herbal meningkat seiring masyarakat mengutamakan pengobatan alami yang lebih aman dan terjangkau. Ciplukan (*Physalis angulata* L.) adalah salah satu tanaman obat yang telah digunakan luas di Indonesia untuk mengobati berbagai penyakit seperti diabetes, rematik, dan hipertensi (Fadhli *et al.*, 2023). Tumbuhan ini mengandung senyawa bioaktif dan memiliki aktivitas farmakologis penting seperti antikanker dan antiinflamasi (Putra & Astuti, 2023; Yuniaswan, 2022). Analisis kimia menunjukkan potensi ciplukan sebagai sumber senyawa antikanker alami (Pillai *et al.*, 2024). Namun, produksi bahan baku obat dari ciplukan masih mengandalkan tanaman liar yang tidak stabil kualitasnya akibat faktor lingkungan (Ngawit *et al.*, 2023). Untuk mengatasi masalah ini, teknik kultur *in vitro*, terutama kultur kalus, dapat digunakan untuk memperbanyak dan menghasilkan metabolit sekunder secara terkontrol dan lebih konsisten (Kadapi *et al.*, 2024; Andrea, 2024). Pembentukan kalus dipengaruhi oleh jenis eksplan, media kultur, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti auksin 2,4-D (*Diclorophenoxyacetic Acid*) dan sitokinin BAP (6-Benzyl Amino Purine) yang mengatur pembelahan dan diferensiasi sel (Lutfiani *et al.*, 2022; Dewi *et al.*, 2023). Kombinasi kedua ZPT ini telah terbukti mampu merangsang pertumbuhan kalus pada berbagai tanaman (Busaifi *et al.*, 2021; Yanti & Wardana, 2023).

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan BAP terhadap pembentukan kalus dari eksplan daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) melalui teknik kultur *in vitro* dilaksanakan dengan baik dan mendapatkan hasil yang signifikan.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh pemberian ZPT 2,4-D dan BAP terhadap pembentukan kalus dari eksplan daun *Physalis angulata* L. secara *in vitro*.

4. Manfaat Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam teknik perbanyakan dan produksi senyawa metabolit sekunder tanaman obat yang lebih efisien dan terstandar, sehingga dapat mendukung pengembangan ciplukan sebagai sumber bahan baku obat yang berkelanjutan

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium PT. Ganesa Agroteknologi, Medan, Sumatera Utara, dari April hingga Juli 2025. Penelitian menggunakan metode eksperimen untuk mengkaji pengaruh zat pengatur tumbuh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) dan 6-Benzyl Amino Purine (BAP) terhadap pembentukan kalus tanaman ciplukan (*Physalis angulata* L.) secara *in vitro* dengan berbagai konsentrasi. Daun ciplukan berumur 14 hari yang telah menjalani proses sterilisasi digunakan sebagai sampel. Desain penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor konsentrasi ZPT, yaitu 2,4-D pada empat taraf (0, 1, 2, dan 4 mg/L) dan BAP pada empat taraf (0, 0,5, 1, dan 2 mg/L), menghasilkan 16 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulang tiga kali dan dilakukan dalam botol kultur yang masing-masing berisi satu eksplan daun. Media kultur yang digunakan adalah media *Murashige and Skoog* (MS) instan, yang diperkaya dengan sukrosa dan zat pengatur tumbuh sesuai perlakuan. Media disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121 °C dan tekanan 17,5 psi selama 25 menit. Sterilisasi peralatan dan

ruang kerja dilakukan secara menyeluruh dengan alkohol dan penggunaan lampu UV di dalam *Laminar Air Cabinet* (LAC) untuk mencegah kontaminasi selama kultur. Selama kultur berlangsung pada suhu 20–26 °C dengan pencahayaan 16 jam per hari, pengamatan dilakukan selama 60 hari. Variabel yang diamati meliputi hari munculnya kalus, persentase eksplan yang membentuk kalus dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ eksplan berkalus} = \frac{\text{Luas kalus}}{\text{Total Luas eksplan}} \times 100 \%$$

Selain itu juga mengamati tekstur dan warna kalus yang terbentuk. Data kuantitatif dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) pada taraf signifikansi 95%, dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) jika terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan. Alat utama yang digunakan pada penelitian ini meliputi autoclave, Laminar Air Cabinet, pH meter, timbangan analitik, jangka sorong, dan peralatan diseksi steril seperti scalpel serta pinset. Bahan penelitian terdiri dari daun ciplukan (*Physalis angulata* L.), media MS, zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP, agar, alkohol, aquades steril, dan bahan pendukung sterilisasi seperti larutan kloroks.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil peneltian menunjukkan pengaruh signifikan perlakuan kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan BAP terhadap parameter waktu muncul kalus dan persentase eksplan berkalus dari eksplan daun *Physalis angulata* L. ($p < 0,05$). Sehingga dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjut DMRT.

1. Waktu Munculnya kalus

Waktu munculnya kalus merupakan indikator penting untuk melihat kecepatan respons eksplan terhadap perlakuan zat pengatur tumbuh. Parameter ini menjadi kunci efisiensi produksi kalus pada tahap awal kultur jaringan *in vitro*. Berikut adalah pengaruh konsentrasi 2,4-D dan BAP terhadap waktu munculnya kalus.

Tabel 1. Rata-rata waktu muncul kalus (HST) (Average Callus Initiation Time (days after planting))

Perlakuan	Rata-rata Skor Waktu Muncunya kalus (HST) ($\bar{X} \pm SD$)
A1B3 (1 mg/L + 2 mg/L BAP)	15,00 ±1,00 ^a
A2B3(2 mg/L + 2 mg/L BAP)	15,33±1,00 ^a
A3B3(4 mg/L + 2 mg/L BAP)	15,67±2,08 ^a
A2B2(2 mg/L + 1 mg/L BAP)	19,00±1,00 ^b
A1B2(1 mg/L + 1 mg/L BAP)	23,00±2,00 ^c
A2B1(2 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	23,00±2,00 ^c
A3B2(4 mg/L + 1 mg/L BAP)	23,00±1,00 ^c
A1B1(1 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	23,33±1,52 ^c
A3B1(4 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	29,67±1,53 ^d
A1B0(1 mg/L + 0 mg/L BAP)	30,33±2,08 ^d
A2B0(2 mg/L + 0 mg/L BAP)	30,33±1,52 ^d
A3B0(4 mg/L + 0 mg/L BAP)	32,00±1,00 ^d
A0B1(0 mg/L + 0.5 mg/L BAP)	37,00±1,00 ^e
A0B2 (0 mg/L + 1 mg/L BAP)	38,33±1,52 ^e
A0B0(0 mg/L + 0 mg/L BAP)	60,00±0,00 ^f
A0B3 (0 mg/L + 0 mg/L BAP)	60,00±0,00 ^f

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D dan BAP berpengaruh nyata terhadap percepatan kemunculan kalus daun ciplukan (*Physalis angulata* L.), dengan perlakuan A1B3 (1 mg/L 2,4-D + 2 mg/L BAP), A2B3, dan A3B3 sebagai yang tercepat (rata-rata 15–16 hari). Hal ini diduga karena interaksi sinergis auksin dan sitokinin yang optimal dalam merangsang dediferensi -asi dan pembelahan sel (Israa & Inorah, 2020; Illahi *et al.*, 2022). Penurunan konsentrasi BAP atau ketidakseimbangan rasio auksin - sitokinin menyebabkan waktu kemunculan kalus lebih lambat, bahkan pada konsentrasi tinggi 2,4-D tanpa BAP kalus muncul paling lambat, sejalan dengan efek herbisidal 2,4-D tinggi yang menghambat pertumbuhan (Jacobsen, 1983 dalam Eoh, 2021). Sementara BAP tanpa 2,4-D tidak mampu menginisiasi kalus, menunjukkan pentingnya peran auksin eksternal dalam proses ini (Wahyuni *et al.*, 2020).

2. Persentase Eksplan Berkalus

Persentase eksplan berkalus merupakan salah satu indikator yang penting untuk menilai responsivitas eksplan terhadap perlakuan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan dalam kultur jaringan. Berikut adalah pengaruh konsentrasi 2,4-D dan BAP terhadap persentase eksplan yang berkalus.

Tabel 2. Persentase Eksplan Berkalus (Percentage of Calcified Explants)

Perlakuan	Rata-rata Skor % Eksplan berkalus ($\bar{X} \pm SD$)
A0B0(0 mg/L + 0 mg/L BAP)	1.00 ± 0.00 ^a
A0B3(0 mg/L + 2 mg/L BAP)	1.00 ± 0.00 ^a
A0B2(0 mg/L + 1 mg/L BAP)	2.70 ± 0.18 ^b
A0B1(0 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	2.88 ± 0.09 ^b
A3B1(4 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	3.61 ± 0.19 ^c
A3B0(4 mg/L + 0 mg/L BAP)	3.99 ± 0.19 ^d
A2B0(2 mg/L + 0 mg/L BAP)	4.01 ± 0.37 ^d
A1B0(1 mg/L + 0 mg/L BAP)	4.09 ± 0.09 ^d
A2B1(2 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	5.66 ± 0.24 ^e
A1B1(1 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	5.94 ± 0.11 ^e
A1B2(1 mg/L + 1 mg/L BAP)	6.61 ± 0.24 ^f
A2B2(0 mg/L + 1mg/L BAP)	6.84 ± 0.19 ^{fg}
A3B2(4 mg/L + 1 mg/L BAP)	7.00 ± 0.15 ^g
A3B3(4 mg/L + 2 mg/L BAP)	8.27 ± 0.19 ^h
A2B3(2 mg/L + 2 mg/L BAP)	8.43 ± 0.15 ^h
A1B3(1 mg/L + 2 mg/L BAP)	9.00 ± 0.24 ⁱ

Keterangan : Sebelum di uji data ditransformasikan dengan $\sqrt{x + 1}$

Persentase pembentukan kalus sangat dipengaruhi oleh kombinasi rasio ZPT. Perlakuan A1B3 memberikan persentase tertinggi (9%), mengindikasikan efektivitas optimum dari keseimbangan 2,4-D dan BAP dalam merangsang aktivitas pembelahan dan diferensiasi sel (Rasud & Bustaman, 2020; Setiawati *et al.*, 2024). Peningkatan konsentrasi 2,4-D hingga 4 mg/L masih menunjukkan respons positif jika didukung BAP tinggi, sementara penurunan BAP menurunkan efektivitas. Tanpa 2,4-D, pembentukan kalus rendah, menguatkan temuan bahwa peran auksin lebih krusial dalam induksi kalus dibandingkan sitokinin (Teresia *et al.*, 2024).

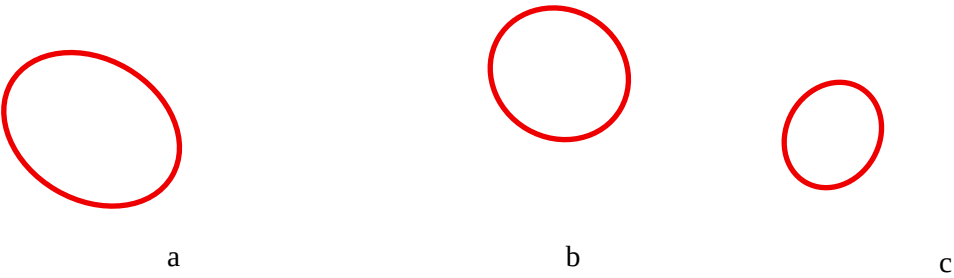
3. Tekstur dan warna Kalus

Tekstur dan warna kalus digunakan sebagai indikator kualitas hasil kultur jaringan. Tekstur kompak dan warna hijau menandakan kalus yang sehat, sedangkan perubahan warna atau tekstur bisa menunjukkan perubahan aktivitas fisiologis maupun stres pada jaringan. Berikut warna dan tekstur yang dihasilkan setiap perlakuan

Tabel 3. Warna dan Tekstur Kalus(*Color and Texture of Callus*)

Perlakuan	Warna Kalus	Tekstur
A0B0(0 mg/L + 0 mg/L BAP)	-	-
A0B1(0 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	Hijau Kekuningan	Kompak
A0B2(0 mg/L + 1 mg/L BAP)	Hijau Kekuningan	Kompak
A0B3(0 mg/L + 2 mg/L BAP)	-	-
A1B0(1 mg/L + 0 mg/L BAP)	Hijau Kekuningan	Kompak
A1B1(1 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A1B2 (1 mg/L + 1 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A1B3(1 mg/L + 2 mg/L BAP)	Hijau Kecokelatan	Kompak
A2B0 (2 mg/L + 0 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A2B1(2 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A2B2(2 mg/L + 1 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A2B3 (2 mg/L + 2 mg/L BAP)	Hijau kecokelatan	Kompak
A3B0(4 mg/L + 0 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A3B1(4 mg/L + 0,5 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A3B2(4 mg/L + 1 mg/L BAP)	Hijau	Kompak
A3B3 = 4 mg/L + 2 mg/L BAP	Hijau	Kompak

Keterangan : (-) menunjukkan tidak adanya kalus yang terbentuk



Gambar 1. a)kalus berwarna hijau bertekstur kompak, b) kalus berwarna hijau kecokelatan bertekstur kompak, c) kalus berwarna hijau kekuningan bertekstur kompak (a) green callus with a compact texture, b) greenish-brown callus with a compact texture, c) yellowish-green callus with a compact texture)

Sebagian besar kalus bertekstur kompak, yang menandakan akumulasi metabolit sekunder lebih tinggi dan kondisi fisiologis kalus optimal (Wahyuni *et al.*, 2020). Pembentukan kalus kompak dipengaruhi oleh interaksi hormon, transportasi zat hara, dan tekanan turgor sel (Illahi *et al.*,



2022; Teresia *et al.*, 2024).Warna kalus hijau hingga hijau keku-ningan umum ditemukan, menunjukkan aktivitas fotosintesis dan viabilitas kalus yang baik (Silvina *et al.*, 2021). Warna hijau kecoklatan pada perla-kuan BAP tinggi menandakan stres fisiologis berupa akumulasi fenolik (browning) akibat ketidakseimbangan hormon atau kondisi media (Sinaulan *et al.*, 2018; Wakidah & Rahayu, 2020).

IV. KESIMPULAN

Pemberian zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP secara kombinasi berpengaruh signifikan terhadap waktu munculnya kalus, persentase eksplan yang berkalus, serta karakteristik tekstur dan warna kalus pada eksplan daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) secara *in vitro*. Kombinasi 1 mg/L 2,4-D dan 2 mg/L BAP memberikan hasil terbaik dengan waktu muncul kalus tercepat serta persentase kalus tertinggi. Rasio seimbang antara auksin dan sitokinin sangat menentukan keberhasilan induksi kalus, di mana auksin memiliki peran utama dalam inisiasi kalus dan sitokinin sebagai pendukung proliferasi sel. Hasil ini menguatkan konsep bahwa optimalisasi konsentrasi dan kombinasi ZPT dapat meningkatkan efisiensi produksi kalus yang berpotensi untuk pengembangan metabolit sekunder tanaman obat secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrea, V.(2024) The Effect Of Various Combinations Of Growth Regulatory Substances (ZPT) In Embryogenic Callus Induction. *Journal Pharmacy Of Tanjungpura*, 2(1),1-14.
- Busaifi, R., Hirjani, H., & Lestari, R. (2021). Induksi Kalus Daun Stevia (*Stevia Rebaudiana*) Pada Berbagai Kombinasi 2,4-D Dan BAP Secara *In vitro*. *Evolusi: Journal Of Mathematics And Sciences*, 5(1), 50-57.
- Dewi, K. P., Nugroho, L. H., Sasongko, A. B., & Hidayati, L. (2023). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Terhadap Kadar Piperin Pada Kalus Cabe Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 49-58.
- Fadhli, H., Ruska, S. L., Furi, M., Suhery, W. N., Susanti, E., & Nasution, M. R. (2023). Ciplukan (*Physalis angulata* L. L.): Review Tumbuhan Liar Yang Berpotensi Sebagai Tumbuhan Obat. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(2):134-141.
- Illahi, A. K., Ratnasari, E., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh 2, 4-D Terhadap Pertumbuhan Kalus Daun *Diospyros discolor* Willd Pada Media MS Secara *In vitro*. *Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 369-377.
- Israâ, M., & Inoriah, E. (2020). Respon temu putih dan temu mangga dengan pemberian BA dan 2, 4-D secara *in vitro*. *Gema Agro*, 25(2), 92-102.
- Kadapi, M., Sunarso, C., Erizon, M. S., Maharani, N. D., Hakim, M. S., & Zahra, I. H. A. (2024). Teknologi Kultur *In vitro* Untuk Meningkatkan Produksi Metabolit Sekunder Pada Berbagai Tanaman Obat. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 9(1), 18-29.
- Lestari, A., & Hasan, R. (2024). Karakteristik Kalus Dari Eksplan Batang Planlet Krisan (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) Pada Media Dengan Konsentrasi 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2, 4-D) Dan 6-Benzylaminopurine (BAP) Serta Kondisi Pencapaian. *Jurnal Pro-Life*, 11(3), 223-240.
- Lutfiani, I., Lestari, A., Widyodaru, N., & Suhesti, S. (2022). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) Dan BAP (Benzyl amino purine) Terhadap Multiplikasi Tunas Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia (Indonesian Journal Of Agrotech)*, 7(1), 49-57.
- Ngawit, I.K., Bambang, B.S. & Nurul,Q. (2023). Pengaruh Media Tanam Campuran Dalam Polybag terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 2(3):313–320.
- Pillai, J. R., Wali, A. F., Shivappa, P., Talath, S., Attia, S. M., Nadeem, A., & Rehman, M. U. (2024). Evaluating The Anti-Cancer Potential And Pharmacological In-Sights Of *Physalis angulata* Root Extract As A Strong Candidate For Future Research. *Journal Of Genetic Engineering And Biotechnology*, 22(4), 100410.
- Putra, I. G. N. T. M., & Astuti, N. M. W. (2023). Studi Kandungan Fitokimia, Aktivitas Antioksidan, Dan Toksisitas Ciplukan (*Physalis angulata* L.). *Comserva: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 3(06), 2168-2179.

Sinurat A, Edi S : Pengaruh 2,4-D dan BAP Terhadap Induksi Kalus Ciplukan Secara In-Vitro

- Rasud, Y., & Bustaman, B. (2020). Induksi kalus secara *in vitro* dari daun cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dalam media dengan berbagai konsentrasi auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 67-72.
- Setiawan, A. (2022). Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah Dan Upaya Konservasinya. *Indonesian Journal Of Conservation*, 11(1), 13-21.
- Setiawati, T., Arofah, A. N., Silvina, F., Isnaini, I., & Ningsih, W. (2021). Induksi Kalus Daun Binahong Merah (*Basella rubra* L.) Dengan Pemberian 2, 4-D Dan Kinetin. *Jurnal Agro*, 8(2), 274-286.
- Sinaulan, J. S., Lengkong, E. F., & Tulung, S. (2018). Respon pembentukan kalus embrionik tanaman krisan kulo (*Chrysanthemum morifolium*) terhadap pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin. *In Cocos* (Vol. 10, No. 3).
- Teresia, N., Zakiah, Z., & Turnip, M. (2024). Induksi Kalus Dari Hipokotil Belimbing Merah (*Baccaurea angulata*) Dengan Penambahan 2, 4-D (Dichlorophenoxy Acetic Acid) Dan BAP (6-Benzyl Amino Purin). *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 194-203.
- Yanti, F. F. D., & Wardana, R.
- Wahyuni, A., Benni, S. & Aprizal, Z. (2020). Induksi Kalus Gaharu dengan NAA dan BAP Secara *In vitro*. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 22(1):39-44.
- Yanti, F. F. D., & Wardana, R. (2023). Induksi Kalus Sorgum Sorgum (*Sorghum Bicolor* L.) Pada Kombinasi 2, 4-D Dan BAP Secara *In Vitro*. *Jurnal Javanica*, 2(2), 72-80.
- Yuniaswan, A. (2022). Potensi *Physalis angulata* L. (Ciplukan) Sebagai Manajemen Kelainan Pada Kulit. *Jurnal Klinik Dan Riset Kesehatan*, 1(2), 87-100.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
14 Juli 2025	26 Juli 2025	12 Agustus 2025	Ya