

Effect of Kinetin Concentration on Callus Induction of *Cryptocarya massoy* (Oken) Kosterm Under in Vitro Conditions

Zozy Aneloi Noli^{1*}, Muhammad Hanafi, M. Idris¹, Iga Permata Hany¹

¹Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences; Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : November 03th, 2024

Revised : November 25th, 2024

Accepted : December 14th, 2024

*Corresponding Author:

Zozy Aneloi Noli, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences; Universitas Andalas, Padang, Indonesia; Email: zozynoli@sci.unand.ac.id

Abstract: The Papuan indigenous plant *Cryptocarya massoy* (Oken) Kosterm has substantial commercial significance as an essential oil source. Plant growth regulators (PGRs) are essential for regulating growth responses including callus development, and tissue culture offers a viable means of reproducing this species. Kinetin, a cytokinin-type PGR, is particularly important in promoting cell division and callus development. This study aimed to evaluate the growth response of *C. massoy* explants under varying kinetin concentrations and determine the optimal concentration for callus induction. The experiment utilized a Completely Randomized Design (CRD) with three kinetin treatments: 0.5 mg/L (A), 1.0 mg/L (B), and 1.5 mg/L (C). Results showed that 1.0 mg/L kinetin achieved the highest explant survival rate (71%) and the lowest browning rate (8%), compared to 13% browning at 0.5 mg/L and 1.5 mg/L. However, the highest callus formation (0.25 average callus) with a compact, brownish texture was observed at 1.5 mg/L. The 0.5 mg/L concentration consistently exhibited the lowest response across all parameters. These findings indicate that 1.0 mg/L kinetin is optimal for enhancing explant survival and minimizing browning, while 1.5 mg/L is more effective for inducing callus formation, underscoring the importance of kinetin concentration in optimizing *C. massoy* tissue culture protocols.

Keywords: Cytokinin, endemic, essential oil, masoyi, micropopagation.

Pendahuluan

Masoyi (*Cryptocarya massoy* (Oken) Kosterm.), anggota famili Lauraceae, merupakan tumbuhan berkayu endemik Papua, Indonesia (Triatmoko *et al.*, 2016; Urbain *et al.*, 2010). Banyak wilayah Papua, termasuk Sorong, Manokwari, Biak Numfor, Nabire, Yapen Waropen, Merauke, dan Jayapura, merupakan habitat bagi tanaman ini (Hutapea *et al.*, 2020). Di wilayah-wilayah seperti Nabire, Fakfak, Sarmi, Sorong, dan Manokwari, *C. massoy* dikenal sebagai penghasil minyak atsiri yang mengandung senyawa aktif utama berupa massoilactone (Rumbrawer *et al.*, 2021). Berdasarkan pemeriksaan terhadap bagian kayu teras, kulit, dan buah, diketahui bahwa C-10 dan C-12 massoilactone terutama terkonsentrasi

dalam minyak inti dan kulit, sedangkan C-14 massoilactone dan δ -decalactone merupakan konstituen minor yang terdapat dalam minyak inti kayu (Rali *et al.*, 2007). Senyawa-senyawa ini berpotensi digunakan dalam bidang medis, baik sebagai bahan aktif utama maupun pendukung (Rollando, 2019).

Tingginya permintaan terhadap minyak atsiri berkualitas tinggi dari *C. massoy* dan persebarannya yang terbatas memerlukan adanya usaha perbanyakan untuk jenis tanaman ini. Masoyi dapat diperbanyak secara efektif dan hati-hati menggunakan kultur jaringan, sehingga kelestariannya tetap terjaga di lingkungan aslinya. Berbeda dengan teknik perbanyakan lainnya, kultur jaringan bertujuan untuk menghasilkan lebih banyak individu baru dalam waktu yang lebih singkat

dengan memanfaatkan karakteristik totipotensi sel tanaman, yang memungkinkan tanaman menghasilkan keturunan yang identik dengan induknya (Apriliyani & Wahidah, 2021). Selain itu, produksi minyak atsiri melalui kultur jaringan dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif (Swaraz *et al.*, 2020), salah satunya seperti massoilactone.

Zat Pengatur Tumbuh Tanaman (ZPT) merupakan salah satu unsur yang mempengaruhi keberhasilan prosedur kultur jaringan untuk memperbanyak tanaman. ZPT merupakan zat sintetis atau alami yang mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam lingkungan *in vitro* (Ji *et al.*, 2022). Dalam kultur jaringan, ZPT berperan penting dalam merangsang pembelahan sel, diferensiasi, serta pembentukan organ seperti akar, tunas, dan kalus (Shah *et al.*, 2021). Auksin dan sitokinin merupakan dua famili PGR utama yang sering digunakan. Auksin berperan dalam percepatan pemanjangan sel dan stimulasi perkembangan akar (Robin *et al.*, 2020). Sementara, sitokinin berfungsi merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas (Laila *et al.*, 2020).

Kinetin salah satu jenis sitokinin yang sering dimanfaatkan dalam kultur jaringan. Kinetin dapat mempercepat diferensiasi, serta mendorong pembentukan tunas dan organ tanaman (Martins *et al.*, 2022). Penggunaan kinetin pada kultur *Echinops spinosissimus* Turra berhasil meningkatkan induksi tunas dan proliferasi secara signifikan dibandingkan perlakuan tanpa sitokinin (Murch *et al.*, 2003). Selain itu, studi pada *Crassocephalum crepidioides* menunjukkan bahwa kinetin mampu meningkatkan regenerasi pada dengan pembentukan daun, tunas, dan akar pada eksplan (Murtadha & Oladejo, 2024). Namun, efektivitas kinetin dalam merangsang regenerasi sangat bergantung pada konsentrasi. Beberapa penelitian memperlihatkan penambahan kinetin dengan konsentrasi optimal, seperti 0,5 mg/L pada *Echinops spinosissimus* Turra and *Aconitum violaceum* Jacq. ex Stapf memberikan respon pertumbuhan optimum (Hadi *et al.*, 2022; Murch *et al.*, 2003). Konsentrasi 1 mg/L kinetin menghasilkan jumlah dan panjang akar tertinggi pada *Matthiola incana* (Hesar *et al.*,

2011).

Kinetin juga berperan penting dalam proses induksi kalus pada kultur jaringan (Zuhro *et al.*, 2022). Kalus merupakan massa sel yang tidak terdiferensiasi, terbentuk sebagai respons terhadap luka atau rangsangan hormonal dalam media kultur (Abdulhafiz *et al.*, 2020). Kalus berperan sebagai tahap awal dalam regenerasi tanaman, karena dari kalus dapat dihasilkan organ baru seperti akar, tunas, atau embrio somatik (Hany *et al.*, 2023). Kinetin, dalam konsentrasi yang tepat dapat efektif merangsang pembelahan sel yang intensif, sehingga mempercepat pembentukan kalus pada berbagai jenis eksplan. Penelitian pada kultur jaringan *Nicotiana tabacum* menunjukkan bahwa kinetin dengan konsentrasi 0,5 mg/L dengan penambahan 2 mg/L 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) mampu meningkatkan laju pertumbuhan kalus pada *Eruca sativa* MILL (Hunaish & Almasoody, 2020).

Induksi kalus tanaman Durian (*Durio zibethinus* Murr.) dengan 1 mg/L kinetin dengan penambahan 5 mg/L 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) memberikan hasil terbaik untuk induksi kalus durian (Rahmadi *et al.*, 2020). Pertumbuhan kalus yang sehat ditandai dengan tekstur yang kompak atau friabel (mudah terpisah) serta warna yang bervariasi dari putih hingga hijau tergantung jenis tanaman dan kondisi kultur. Induksi kalus yang optimal melalui kinetin sangat penting untuk mendukung perbanyakan tanaman secara *in vitro* (Damayanti *et al.*, 2021), termasuk pada *C. massoy*, yang memiliki nilai ekonomi tinggi dalam produksi minyak atsiri. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi kinetin dalam induksi kalus tanaman *C. massoy*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam perbanyakan *C. massoy* melalui kultur jaringan sebagai upaya konservasi secara *in vitro*.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung di bulan Oktober 2024 di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan,

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

Metode penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 perlakuan. Sebagai perlakuan adalah konsentrasi kinetin yang digunakan dalam induksi kalus yaitu:

A. 0,5 mg/L

B. 1,0 mg/L

C. 1,5 mg/L

Prosedur Penelitian

Sterilisasi peralatan kultur

Seluruh peralatan penelitian dicuci dengan air mengalir menggunakan deterjen antibakteri, kemudian dikeringkan menggunakan oven. Autoklaf digunakan untuk mensterilkan peralatan yang telah dikeringkan selama 15 menit pada suhu 121°C. Peralatan tersebut disterilkan dan kemudian disimpan dalam lemari steril hingga dibutuhkan. Untuk menjamin kondisi aseptik, peralatan penanaman disterilkan kembali dalam Laminar Air Flow Cabinet (LAFC) selama dua jam dengan penyinaran sinar UV sebelum digunakan.

Persiapan media tanam

Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS), yang komposisinya sesuai dengan (Murashige & Skoog, 1962). Bergantung pada konsentrasi perlakuan, ZPT kinetin ditambahkan ke dalam media. Sebelum digunakan, media MS disterilkan dengan autoklaf dan diinkubasi selama tiga hari pada rak media. Media yang digunakan untuk propagasi adalah media yang bebas dari kontaminasi.

Sterilisasi eksplan

Eksplan nodus *C. massoy* diperoleh dari pohon *C. massoy* di PT. Mitra Ayu Adi Pratama, Lubuk Minturun, Kota Padang, Sumatera Barat. Nodus *massoia* disterilisasi dengan dicuci menggunakan deterjen untuk menghilangkan kontaminan yang melekat pada

permukaan luar nodus dan dicuci dibawah air mengalir. Sterilisasi eksplan dilanjutkan dengan melakukan perendaman pada beberapa larutan sterilan. Nodus direndam di dalam larutan 5 tetes tween 20 selama 10 menit. Kemudian dilanjutkan pada larutan natrium hipoklorit (NaOCl) 20% dan 10% masing-masing selama 10 menit. Eksplan direndam ke dalam larutan fungisida 2 g/L + bakterisida 2 g/L selama 10 menit. kemudian sterilisasi eksplan dilanjutkan di dalam LAFC dengan perendaman menggunakan larutan fungisida, bakterisida, HgCl 0,1%, dan asam askorbat 2 g/L masing-masingnya selama 10 menit, kemudian dilakukan pembilasan dengan alkohol 70% selama 3 detik. Setiap tahapan sterilisasi diakhiri dengan pembilasan eksplan menggunakan air akuades steril untuk menghilangkan sisa sterilant yang melekat pada eksplan.

Penanaman eksplan

Nodus *C. massoy* yang sudah disterilisasi dikeringkan diatas tisu steril sebelum ditransfer ke dalam media perbanyak. Nodus dipotong menjadi ukuran 2 cm dan dimasukkan ke dalam botol yang sudah berisi media perlakuan. Setiap botol percobaan terdiri dari satu eksplan nodus *C. massoy*.

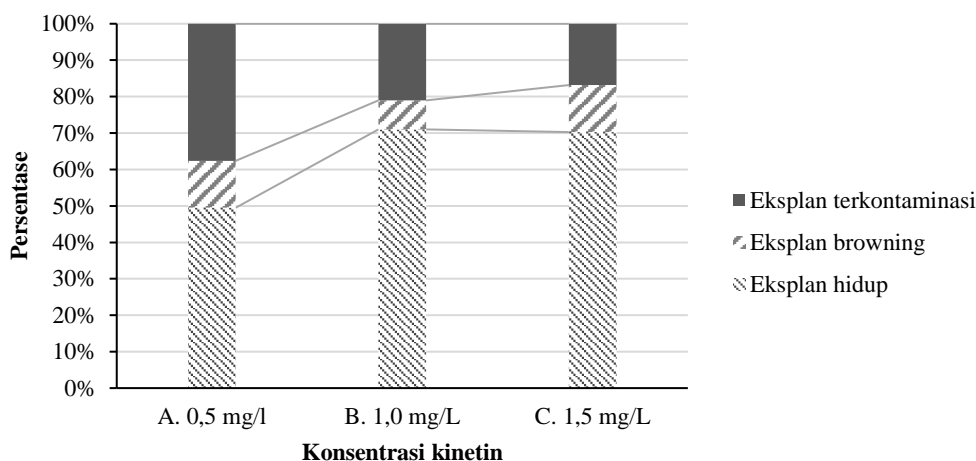
Analisis data

Pengamatan dilakukan terhadap parameter respon eksplan; persentase eksplan hidup, rata-rata eksplan yang mengalami browning, kontaminasi dan respon pembentukan kalus; rata-rata eksplan membentuk kalus, warna kalus, serta tekstur kalus. Setiap hari hingga eksplan berkembang menjadi kalus, semua parameter dipantau. Analisis data deskriptif dilakukan untuk setiap parameter yang diamati.

Hasil dan Pembahasan

Respon eksplan

Respon eksplan *C. massoy* pada penambahan beberapa konsentrasi kinetin disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase respon eksplan hidup, browning, dan terkontaminasi eksplan *Cryptocarya massoy* dengan penambahan beberapa konsentrasi kinetin setelah 7 Hari Setelah Inisiasi (HSI).

Persentase eksplan hidup, eksplan yang mengalami kecoklatan, dan eksplan yang terkontaminasi dipengaruhi secara berbeda oleh penambahan kinetin pada konsentrasi yang berbeda-beda (Gambar 1). Konsentrasi 1,0 mg/L dan 1,5 mg/L kinetin menghasilkan persentase eksplan hidup tertinggi, yaitu sebesar 71%, dibandingkan konsentrasi 0,5 mg/L yang hanya mencapai 50%. Eksplan mengalami browning paling sedikit ditemukan pada konsentrasi 1,0 mg/L dengan 8% eksplan, sedangkan konsentrasi 0,5 mg/L dan 1,5 mg/L masing-masing menghasilkan 13% eksplan browning. Adapun tingkat kontaminasi terendah terjadi pada konsentrasi 1,5 mg/L dengan 17% eksplan, diikuti oleh 21 eksplan pada konsentrasi 1,0 mg/L dan 38% eksplan pada konsentrasi 0,5 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian 1 mg/L kinetin memberikan respon terbaik terhadap persentase eksplan hidup dan eksplan yang mengalami browning.

Kinetin berperan krusial dalam meningkatkan persentase hidup eksplan melalui mekanisme fisiologis utamanya, yaitu stimulasi pembelahan sel. Sitokinin ini berinteraksi dengan reseptor spesifik di membran sel, memicu aktivasi jalur transduksi sinyal yang berujung pada peningkatan ekspresi gen-gen yang terkait dengan siklus sel (Jacqmar *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2021). Aktivasi jalur tersebut mempercepat pembelahan sel, yang memungkinkan terbentuknya jaringan baru yang mendukung proses perbaikan dan regenerasi eksplan, terutama setelah proses pematangan

dan inokulasi ke dalam media kultur *in vitro*. Dengan pembelahan sel yang optimal dan kemampuan adaptasi yang meningkat, eksplan memiliki potensi lebih besar untuk memperbaiki kerusakan jaringan, mempertahankan fungsi fisiologis yang vital, dan mengurangi risiko kematian akibat stres lingkungan. Dengan demikian, eksplan menunjukkan perkembangan yang lebih stabil dan teratur dalam sistem kultur jaringan serta peningkatan tingkat kelangsungan hidup.

Kinetin tidak hanya berperan dalam meningkatkan persentase hidup eksplan, tetapi juga efektif dalam menekan terjadinya browning pada eksplan, terutama pada konsentrasi 1 mg/L. Browning pada kultur jaringan disebabkan oleh akumulasi senyawa fenolik yang dihasilkan sebagai respons terhadap luka atau stress menghasilkan pigmen coklat yang dapat merusak jaringan eksplan dan menghambat pertumbuhan (Hany *et al.*, 2023). Konsentrasi kinetin yang tepat dapat mengurangi efek ini melalui beberapa mekanisme fisiologis.

Konsentrasi 1 mg/L, kinetin mampu menyeimbangkan aktivitas metabolik eksplan dengan meningkatkan proliferasi sel lebih cepat daripada akumulasi senyawa fenolik. Pembelahan sel yang aktif menghasilkan jaringan baru yang secara fisiologis lebih sehat dan memiliki kapasitas lebih besar untuk menetralkan efek senyawa fenolik. Selain itu, kinetin juga berperan dalam meningkatkan stabilitas membran sel dengan mempertahankan

integritas lipid membran, yang mengurangi kebocoran ion dan senyawa fenolik dari vakuola ke sitoplasma, sehingga menurunkan tingkat oksidasi fenolik yang memicu browning (Ershova & Sterligova, 2023).

Konsentrasi 1 mg/L dianggap sebagai konsentrasi optimal karena pada level ini, kinetin memberikan keseimbangan yang ideal antara stimulasi pembelahan sel dan pengendalian produksi serta oksidasi senyawa fenolik. Pada konsentrasi lebih rendah (0,5 mg/L), stimulasi pembelahan sel mungkin tidak cukup kuat untuk mengimbangi akumulasi fenolik, sehingga eksplan lebih rentan mengalami browning dan kematian. Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih tinggi (1,5 mg/L), meskipun pembelahan sel meningkat, metabolisme eksplan dapat terganggu akibat ketidakseimbangan antara sitokinin dan auksin, yang berpotensi meningkatkan stres oksidatif dan memperburuk *browning*.

Respon kalus

Respon kalus *C. massoy* pada penambahan beberapa konsentrasi kinetin disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respon kalus *Cryptocarya massoy* pada penambahan beberapa konsentrasi kinetin setelah 7 Hari Setelah Inisiasi (HSI).

Konsentrasi kinetin (mg/L)	Rata-rata jumlah kalus	Warna kalus	Tekstur kalus
A. 0,5	0,08	Kecoklatan	Kompak
B. 1,0	0,21	Kecoklatan	Kompak
C. 1,5	0,25	Kecoklatan	Kompak

Meskipun warna dan tekstur kalusnya sama, jumlah kalus rata-rata bervariasi tergantung pada konsentrasi kinetin (Tabel 1). Rata-rata kalus tertinggi, 0,25 kalus, diperoleh dengan konsentrasi kinetin 1,5 mg/L. Diikuti oleh konsentrasi 1,0 mg/L, yang menghasilkan rata-rata 0,21 kalus, dan nilai 0,5 mg/L, yang hanya mencapai rata-rata 0,08 kalus. Kalus yang berkembang pada setiap perlakuan memiliki struktur kompak dan warna kecokelatan. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kinetin cenderung meningkatkan pembentukan kalus, meskipun tidak mempengaruhi perubahan warna dan tekstur kalus.

Pemberian kinetin pada konsentrasi 1,5 mg/L terbukti efektif dalam meningkatkan pembentukan kalus pada *C. massoy*. Secara umum, kinetin merupakan sitokinin yang berperan dalam merangsang aktivitas mitosis. Aktivitas ini meningkatkan proliferasi sel dan mendorong dediferensiasi, yaitu perubahan sel-sel terdiferensiasi menjadi sel-sel meristematik yang tidak memiliki fungsi spesifik (Ahmad *et al.*, 2018). Proses dediferensiasi ini menjadi langkah awal yang krusial dalam pembentukan kalus, karena kalus terbentuk dari jaringan yang mengalami perubahan menuju kondisi meristematik.

Kemanjuran yang lebih besar ditunjukkan dengan meningkatkan konsentrasi kinetin menjadi 1,5 mg/L dibandingkan dengan 0,5 atau 1,0 mg/L secara spesifik. Konsentrasi yang lebih tinggi ini memberikan stimulus yang optimal untuk mendukung proliferasi sel dan morfogenesis kalus, sehingga menghasilkan jumlah kalus yang lebih banyak. Kinetin pada konsentrasi 1,5 mg/L mampu menyediakan kondisi fisiologis yang ideal untuk meningkatkan aktivitas mitosis dan dediferensiasi sel, yang pada akhirnya mempercepat dan mengoptimalkan pembentukan kalus pada kultur jaringan *C. massoy*.

Kalus yang terbentuk pada semua perlakuan menunjukkan warna kecoklatan dengan tekstur kompak. Warna kecoklatan ini disebabkan oleh akumulasi senyawa fenolik yang teroksidasi selama proses kultur. Eksplan yang mengalami stres selama kultur *in vitro*, seperti luka akibat pemotongan, akan memproduksi senyawa fenolik sebagai respons pertahanan (Ikeuchi *et al.*, 2017). Meskipun kinetin merangsang pembentukan kalus, ia tidak secara langsung menghambat biosintesis fenolik, sehingga senyawa ini tetap terakumulasi dan mengalami oksidasi yang menghasilkan warna cokelat.

Tekstur kalus yang kompak menunjukkan bahwa kinetin pada berbagai konsentrasi mendorong pembentukan sel-sel dengan dinding sel yang lebih tebal dan terorganisasi dengan baik. Peningkatan pembentukan kalus pada konsentrasi kinetin 1,5 mg/L dan sifat kalus yang berwarna kecoklatan serta kompak, menunjukkan bahwa meskipun kinetin efektif dalam merangsang proliferasi dan pembentukan

kalus, peningkatan aktivitas metabolisme yang dipicu oleh kinetin juga berkontribusi pada akumulasi senyawa fenolik.

Kesimpulan

Pemberian 1,0 mg/L kinetin merupakan konsentrasi optimal yang meningkatkan persentase hidup eksplan dan menurunkan browning pada eksplan. Pemberian 1,5 mg/L kinetin menghasilkan jumlah kalus tertinggi dengan tekstur kompak, meskipun berwarna kecoklatan akibat akumulasi senyawa fenolik sebagai respons terhadap stres. Hasil ini didapatkan kinetin pada konsentrasi yang tepat dapat mengoptimalkan regenerasi eksplan dan pembentukan kalus.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti sampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas hibah penelitian pada Skema Penelitian Tesis Magister Dengan Kontrak Penelitian Nomor 041/E5/PG 02.00 PL/2024 dan Nomor 227/UN16.19/PT.01.03/PL/ 2024, Tahun Anggaran 2024 dan Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini, sehingga penelitian ini berlangsung dengan lancar.

Referensi

- Abdulhafiz, F., Mohammed, A., Kayat, F., Zakaria, S., Hamzah, Z., Pamuru, R. R., Gundala, P. B., & Reduan, M. F. H. (2020). Micropropagation of *alocasia longiloba* Miq and comparative antioxidant properties of ethanolic extracts of the field-grown plant, in vitro propagated and in vitro-derived callus. *Plants*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/plants9070816>
- Ahmad, S. S., Tahir, I., Wani, A. S., Dar, R. A., & Nisar, S. (2018). Adenine type and diphenyl urea derived cytokinins improve the postharvest performance of *Iris germanica* L. cut scapes. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24(6). <https://doi.org/10.1007/s12298-018-0554-z>
- Apriliyani, R., & Wahidah, B. F. (2021). Perbanyak anggrek *Dendrobium* sp. secara in vitro: Faktor-faktor keberhasilannya. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2). <https://doi.org/10.24252/filogeni.v1i2.21992>
- Damayanti, P., Latunra, A. I., & Johaness, E. (2021). Embryogenic callus induction of todolo toraja coffee leaf cells (*Coffea arabica* Var. Typica) with the addition of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and furfurylaminopurine (kinetin) in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012044>
- Ershova, A. N., & Sterligova, I. A. (2023). Thin layer chromatography of plant phospholipids of *Zea mays* (L.) under the action of the phytohormone kinetin in different aeration conditions. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protsestry*, 23(5). <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2023.23/11722>
- Hadi, A., Singh, S., Rafiq, S., Nawchoo, I. A., Wagay, N. A., Mahmoud, E. A., El-Ansary, D. O., Sharma, H., Casini, R., Yessoufou, K., & Elansary, H. O. (2022). In Vitro Propagation of *Aconitum violaceum* Jacq. ex Stapf through Seed Culture and Somatic Embryogenesis. *Horticulturae*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070599>
- Hany, I. P., Noli, Z. A., & Idris, M. (2023). Callus Induction of *Dendrobium* discolor Through The Thin Cell Layer (TCL) Technique Added with 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 75–80. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i4b.5808>
- Hesar, A. A., Kaviani, B., Tarang, A., & Zanjani, S. B. (2011). Effect of different concentrations of kinetin on regeneration of ten weeks (*Matthiola incana*). *Plant OMICS*, 4(5).

- Hunaish, A. A., & Almasoody, M. M. M. (2020). Induction of callus on various explants of arugula plant (*eruca sativa* mill.) using the growth regulators (2,4-d and kinetin). *Plant Archives*, 20.
- Hutapea, F. J., Kuswandi, R., & Asmoro, J. P. (2020). Potensi dan Sebaran Masoi (*Cryptocarya massoy*) di Papua Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Falook*, 4(1), 57–70. <https://doi.org/10.20886/jpkf.2020.4.1.57-70>
- Ikeuchi, M., Iwase, A., Rymen, B., Lambolez, A., Kojima, M., Takebayashi, Y., Heyman, J., Watanabe, S., Seo, M., De Veylder, L., Sakakibara, H., & Sugimoto, K. (2017). Wounding triggers callus formation via dynamic hormonal and transcriptional changes. *Plant Physiology*, 175(3). <https://doi.org/10.1104/pp.17.01035>
- Jacqumard, A., Houssa, C., & Bernier, G. (2020). Regulation of the Cell Cycle By Cytokinins. In *Cytokinins*. <https://doi.org/10.1201/9781351071284-15>
- Ji, R., Min, J., Wang, Y., Kronzucker, H. J., & Shi, W. (2022). The Role of Plant Growth Regulators in Modulating Root Architecture and Tolerance to High-Nitrate Stress in Tomato. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.864285>
- Laila, R., Robin, A. H. K., Park, J. I., Saha, G., Kim, H. T., Kayum, M. A., & Nou, I. S. (2020). Expression and role of response regulating, biosynthetic and degrading genes for cytokinin signaling during clubroot disease development. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(11). <https://doi.org/10.3390/ijms21113896>
- Martins, J. P. R., Wawrzyniak, M. K., Ley-López, J. M., Kalemba, E. M., Mendes, M. M., & Chmielarz, P. (2022). 6-Benzylaminopurine and kinetin modulations during in vitro propagation of *Quercus robur* (L.): an assessment of anatomical, biochemical, and physiological profiling of shoots. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 151(1). <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02339-9>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Murch, S. J., Wierenga, E. J., El-Demerdash, M. A., & Saxena, P. K. (2003). In vitro propagation of the Egyptian medicinal plant, *Echinops spinosissimus* Turra. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 74(1). <https://doi.org/10.1023/A:1023398606293>
- Murtadha, A. M., & Oladejo, O. O. (2024). In Vitro Regeneration of Ragleaf (*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S.Moore) Using Kinetin. *PLANTA TROPIKA*, 12(1). <https://doi.org/10.18196/pt.v12i1.20022>
- Rali, T., Wossa, S. W., & Leach, D. N. (2007). Comparative chemical analysis of the essential oil constituents in the bark, heartwood and fruits of *Cryptocarya massoy* (Oken) Kosterm. (Lauraceae) from Papua New Guinea. *Molecules*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/12020149>
- Robin, A. H. K., Saha, G., Laila, R., Park, J. I., Kim, H. T., & Nou, I. S. (2020). Expression and role of biosynthetic, transporter, receptor, and responsive genes for auxin signaling during clubroot disease development. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15). <https://doi.org/10.3390/ijms21155554>
- Rollando, R. (2019). Uji Antimikroba Minyak Atsiri Masoyi (*Mossoia aromatica*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 23(2). <https://doi.org/10.20956/mff.v23i2.6585>
- Rumbrawer, Y., Siallagan, J., Maryuni, A. E., Kimia, J., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Yosina Rumbrawer, A., & kualitatif Fitokimia Tumbuhan Kayu Masoy Berasal Dari Kabupaten Keerom Papua menggunakan metode ekstraksi maserasi, U. (2021). *Uji kualitatif Fitokimia Tumbuhan Kayu Masoy (Cryptocarya Massoia Oken Kostermans) Berasal Dari Kabupaten*

- Keerom Papua menggunakan metode ekstraksi maserasi* (Vol. 5, Issue 1).
- Shah, S. H., Islam, S., Parrey, Z. A., & Mohammad, F. (2021). Role of Exogenously Applied Plant Growth Regulators in Growth and Development of Edible Oilseed Crops Under Variable Environmental Conditions: a Review. In *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (Vol. 21, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00606-w>
- Rahmadi. A., N. Wicaksana., B. Nurhadi., E. Suminar., S. R. T. Pakki., S. Mubarak (2020). Induksi Kalus pada Eksplan Daun Muda Tanaman Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Klon Baru Kamajaya dengan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan Kinetin Secara In Vitro *Jurnal Agrikultura* 2020, 31 (3): 222-227. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i3.29388>
- Swaraz, A. M., Khan Sumi, S., Sultana, F., Hasan, M., Islam, M. M., Bari, M. W., Islam, M. A., Satter, M. A., Ahmed, K. S., & Hossain, M. H. (2020). Bioactive compound and bioactivity fidelitous micropropagation method of *Blumea lacera* (Burm. f.) DC.: A large scale production potential. *Industrial Crops and Products*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112370>
- Triatmoko, B., Hertiani, T., & Yuswanto, A. (2016). Sitotoksisitas Minyak Mesoyi (*Cryptocarya massoy*) terhadap Sel Vero. *Jurnal Pustaka Kesehatan*, 4(2).
- Urbain, A., Corbeiller, P., Aligiannis, N., Halabalaki, M., & Skaltsounis, A. L. (2010). Hydrostatic countercurrent chromatography and ultra high pressure LC: Two fast complementary separation methods for the preparative isolation and the analysis of the fragrant massoia lactones. *Journal of Separation Science*, 33(9). <https://doi.org/10.1002/jssc.200900818>
- Yang, W., Cortijo, S., Korsbo, N., Roszak, P., Schiessl, K., Gurzadyan, A., Wightman, R., Jönsson, H., & Meyerowitz, E. (2021). Molecular mechanism of cytokinin-activated cell division in *Arabidopsis*. *Science*, 371(6536). <https://doi.org/10.1126/science.abe2305>
- Zuhro, R. K., Dewanto, H. A., Suyadi, A., Pribadi, T., Hadjoeningtjas, O. D., & Santosa, A. P. (2022). Callus induction of mountain papaya endosperm (*Vasconcellea pubescens* A. DC) with different combination of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid and Kinetin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/951/1/012072>