

PENGARUH KOSENTRASI HORMON KINETIN DAN IAA PADA KULTUR JARINGAN TANAMAN MANGROVE (*Rhizophora apiculata* BL)

Imam Mahadi¹, Sri Wulandari² dan Hana Tasya Kusmedi³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau

Email: imam.mahadi@lecture.unri.ac.id, sri.wulandari@lecture.unri.ac.id,
hana.tasya5135@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Mangroves (*Rhizophora apiculata*) are one of the plants that grow in mangrove forests. The significant degradation of mangrove forests in Indonesia requires effective and efficient rehabilitation efforts. Efforts to provide superior seeds in a short time and in large quantities, one of which is through tissue culture. ZPT (Growth Regulator) Kinetin and IAA in balance can stimulate the morphogenesis process in the explant. This study used a 4×4 factorial randomized complete (RAL) design with 3 replications. The first factor is the concentration of kinetin. 0 mg/L, 1 mg/L, 3 mg/L, and 5 mg/L. The second factor is IAA concentrations of 0 mg/L, 0.5 mg/L, 1 mg/L, and 1.5 mg/L. The parameters observed were explant growth time, explant growth percentage, and bud height. The results showed an interaction with the plant growth time factor, and the best plant growth rate was achieved using the kinetin treatment of 5 mg/L and the IAA treatment of 1.5 mg/L, while the best shoot height factor was found in the kinetin treatment of 5 mg/L. 1 and IAA 1 mg/L treatment concentrate.

ARTICLE HISTORY

Received 24 November 2023
Revised 16 March 2024
Accepted 1 April 2024

KEYWORDS

Rhizophora apiculata BL,
IAA,
Kinetin,
Tissue Culture

Pendahuluan

Tumbuhan bakau (*Rhizophora apiculata* BL) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak tumbuh di hutan bakau. Tinggi tanaman ini bisa mencapai 30 meter. Ia memiliki akar unik yang tingginya bisa mencapai 5 meter, dan dalam beberapa kasus, akar udara muncul dari cabangnya. Kulit kayunya berwarna abu-abu tua dan sangat bervariasi. Daunnya memiliki kulit berwarna hijau tua di bagian tengah dan merah di bawahnya. Tumbuh di tanah liat, tanah lunak dan dalam dan biasanya tergenang air saat air pasang. Tumbuhan bakau merupakan sumber daya alam yang memiliki nilai dan kepentingan baik secara fisik, biologis, sosial dan ekonomi. Namun pertumbuhannya membutuhkan waktu yang lama, sekitar 2 bulan. Hal ini menjadi kendala dalam memenuhi kebutuhan benih yang dibutuhkan untuk melestarikan mangrove (Pangestika & Burhanuddin, 2018).

* CORRESPONDING AUTHOR. Email: imam.mahadi@lecture.unri.ac.id

Posisi jatuhnya propagul dari tumbuhan mangrove juga menentukan propagul tersebut dapat tumbuh dan berkembang menjadi pohon bakau atau tidak. Oleh karena itu, karena terkadang pada saat dipasang ataupun tekstur substrat tidak mendukung, jatuhnya propagul tidak sempurna dan bahkan horizontal. Hal ini juga menjadi penghalang dalam mengurangi jumlah benih yang dibutuhkan untuk konservasi mangrove (Oktorini et al., 2022).

Perbanyakan vegetatif, atau kultur *in vitro*, dapat membantu memperbanyak bibit mangrove dalam waktu yang lebih singkat. upaya untuk menyediakan bibit yang seragam dan berkualitas tinggi melalui metode kultur jaringan (Maisarah & Isda, 2021). Kultur *in vitro* adalah metode perbanyakan tanaman modern yang memungkinkan untuk menghasilkan tanaman yang berasal dari pemotongan organ tanaman dalam jumlah besar dan dalam waktu yang singkat. Metode ini melibatkan pertumbuhan tanaman dalam kondisi aseptik sambil mengisolasi bagian-bagian tanaman seperti organ, jaringan, sel, dan protoplasma (Yuniardi, 2020). Salah satu cara untuk mendapatkan bibit tanaman bakau yang terus meningkat adalah dengan mengembangkan teknik kultur jaringan.

Untuk membuat tanaman yang lengkap, metode kultur jaringan dilakukan dengan mengambil bagian organ, sel, atau jaringan dan diberi nutrisi dan ZPT yang sesuai (Armita, 2019). Plumule bakau adalah titik tumbuh tunas dan memiliki sifat meristematik, jadi bagian tanaman ini digunakan sebagai eksplan untuk penelitian ini. Bagian ini terdiri dari bagian pemanjangan sel pada ujung plumule dan bagian pembelahan sel pada pangkal plumule. Komposisi media yang digunakan dan zat pengatur pertumbuhan (ZPT) yang diberikan sangat berpengaruh pada keberhasilan metode kultur jaringan.

Arah pertumbuhan jaringan tanaman dipengaruhi oleh penggunaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) pada kultur jaringan tanaman. Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan hara yang dapat mendorong, menghambat, atau mengubah pertumbuhan, perkembangan, dan pergerakan tumbuhan baik secara alami maupun dibuat oleh manusia (Emilda, 2020). Karena struktur kimianya yang sama dengan auksin alami pada tanaman, IAA adalah salah satu jenis auksin yang mudah diserap oleh tanaman. Selain berfungsi untuk merangsang pembelahan sel tanaman, sitokinin juga diperlukan untuk pembentukan organel-organel semacam kloroplas (Yuslinawari et al., 2023). Agar tanaman terhindar dari kontaminasi, metode kultur jaringan membutuhkan lingkungan yang aseptik. Aseptik berarti tempat tidak ada mikroorganisme (Samanhudi et al., 2020).

Manfaat penyimpanan benih melalui kultur jaringan antara lain mengurangi penyakit dalam jumlah besar dan seragam. Keberhasilan perbanyakan tanaman secara *in vitro* mengacu pada persyaratan media tumbuh tanaman yang harus mengandung semua zat yang dibutuhkan eksplan untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan (Shofiyani et al., 2020). Campuran zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada tanaman medium merupakan kunci penentu keberhasilan kultur *in vitro* di laboratorium. Peranan fitohormon atau hormon tumbuhan dalam metode kultur jaringan sangat mempengaruhi proses inisiasi dan perkembangan platlet maupun kalus pada tanaman yang dikultur (Mahadi et al., 2021). Selanjutnya Maisarah et al., (2021) penambahan hormon BAP dan Kinetin memberikan pengaruh nyata pada inisiasi eksplan tanaman secara kultur *in vitro*.

Penelitian mengenai kultur jaringan tanaman bakau belum banyak dilaporkan, hal ini menjadi tantangan bagi peneliti mengkaji lebih jauh. Fitriana et al., (2018) telah mengemukakan bahwa kultur *in vitro* pada berbagai bagian daun mangrove (*Rhizophora apiculata* BL) menggunakan media MS dan penambahan hormon NAA dan BAP memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan plantlet. Konsentrasi hormon yang terbaik

terdapat pada perlakuan NAA 1 ppm + BAP 0.3 ppm.. dengan jumlah tunas paling banyak dengan rerata sebesar 1,6 tunas. Selanjutnya I'anutushshoimah et al., (2020) mendapati bahwa pertumbuhan kalus dan eksplan tanaman bakau (*Rhizophora apiculata* BL) sangat baik dengan menggunakan kombinasi hormon auksin dan sitokinin. Rahmawati et al. (2021) mengatakan bahwa kultur in vitro menggunakan hormon IAA dan Kinetin memberikan pengaruh yang nyata pada perkembangan eksplan. Yeyen et al., (2021) penambahan hormone IAA, BAP, dan TDZ memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan globular eksplan kultur tanaman. Kadafi et al., (2023) menambahkan bahwa penggunaan hormone NAA dan Kinetin memberikan pengaruh terhadap persentase tumbuh eksplan yaitu pada perlakuan A1B3 (NAA 1 mg/l + BAP 3 mg/l) sebesar 100% dengan waktu tumbuh eksplan tercepat sebesar 6.89 Hari setelah kultur (HSK).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi penggunaan konsentrasi hormon Kinetin dan IAA terhadap pertumbuhan tunas mangrove, mengetahui lama pemberian hormon untuk merangsang pertumbuhan plantlet tanaman bakau yang optimal serta membantu meningkatkan pertumbuhan plantlet tanaman bakau pada pertumbuhan eksplan propagul tanaman bakau khususnya (*Rhizophora apiculata* BL).

Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Riau. Penelitian ini dilaksanakan kurang lebih selama 5 bulan, dimulai pada bulan Mei sampai dengan September 2023.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain propagul mangrove (*R. apiculata* BL), bahan kimia Media Murashige-Skoog, zat pengatur tumbuh kinetin dan IAA, agar, alkohol 70% dan alkohol 96%, tween-20, bayclin, akuades, HCL 1N dan NaOH 1N. Alat yang digunakan antara lain labu kultur, slider kaca, gelas ukur, pipet tetes, timbangan analitik, pH meter digital, autoklaf, laminar air flow, hot plate, pengaduk magnet, bunsen, karet, plastik, pinset, pisau, cawan petri, pisau bedah, pengaduk, panci panik, kompor, alat tulis, penggaris dan peralatan laboratorium penunjang lainnya.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4x4 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi kinetin 0 mg/l, 1 mg/l, 3 mg/l, 5 mg/l. Faktor kedua adalah konsentrasi IAA: 0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l, 1,5 mg/l. Terdapat 16 kombinasi perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 48 satuan percobaan yang terdiri dari 1 eksplan mangrove-plum per satuan percobaan.

Sterilisasi Ruangan dan Alat

Sterilisasi ruangan dilakukan dengan cara menyapu dan mengepel dengan larutan cholorex dan surfaktan. Sterilisasi alat dan botol dilakukan dengan cara dicuci dengan deterjen dan kloroks, kemudian diautoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit. Persiapan media dilakukan dengan menimbang larutan media MS instan dan larutan stok ZPT sesuai dengan perlakuan hormon yang digunakan (Latunra et al., 2017). Aquades dibuat dalam botol kecil dan disterilkan secara basah dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 atm.

Pembuatan Media

Tahap pembuatan media dimulai dengan menambahkan larutan stok yang telah disiapkan dan air suling, tergantung pada volume dan volume penyimpanan hormon Kinetin dan IAA, tergantung pada konsentrasi, ke dalam labu erlenmeyer. Medium dihomogenisasi menggunakan pengaduk magnet stirrer, ditambahkan 8 g/l agar dan dipanaskan hingga mendidih. Tempatkan media dalam botol kultur, tutup dengan plastik dan ikat dengan karet. Sterilkan media dengan autoklaf pada tekanan 1,5 atm dan suhu 121°C selama 20 menit..

Sterilisasi dan Inisiasi Eksplan

Eksplan diambil dari ujung tunas propagul bakau dan dibersihkan dengan air mengalir. Setelah itu, direndam dalam larutan campuran fungisida dan diaduk selama sepuluh menit. Kemudian dibilas kembali dengan akuades steril tiga kali dan dimasukkan ke dalam botol kaca dan ditutup dengan aluminium foil ke dalam ruang kultur (LAF)..

Rendam eksplan dalam campuran Bayclin dan 3 tetes Tween-20 selama 10 menit hingga eksplan berubah warna menjadi putih. Setelah itu, bilas 3 kali dengan air suling steril. Keluarkan eksplan dengan pinset yang sudah disterilkan dan letakkan di atas kertas saring yang steril dalam cawan Petri. Tempatkan eksplan yang sudah dicuci ke dalam media pengolahan. Satu eksplan terkandung dalam satu botol. Botol kultur kemudian ditempatkan di ruang kultur yang terang dengan suhu $\pm 21^\circ\text{C}$ dan kelembaban relatif 70%.

Pengambilan data dilakukan secara berkala setiap minggu sampai muncul kecambah / tunas, dan dikumpulkan setiap hari setelah inkubasi. Parameter yang diamati adalah waktu perkembangan eksplan, laju perkembangan eksplan, dan tinggi planlet. Analisis varians (ANOVA) dilakukan pada data yang diperoleh, dan uji DMRT pada taraf 5% digunakan untuk menguji pengaruh sebenarnya.

Hasil dan Pembahasan

Waktu Tumbuh Eksplan (HST)

Berdasarkan analisis varians yang dilakukan terhadap parameter waktu tumbuh eksplan (Tabel 1), terdapat korelasi antara konsentrasi Kinetin dan IAA. Eksplan mangrove (*Rhizophora apiculata* BL) yang diberi kinetin 5 mg/l dan IAA 1,5 mg/l tumbuh cepat dengan waktu munculnya tunas tercepat yaitu 28,7 hari.

Tabel 1. Rerata Waktu Tumbuh Eksplan

Kinetin	IAA			
	I0	I0.5	I1	I1.5
K0	54.7 j	48.0 h	48.0 h	53.0 i
K1	45.0 g	52.3 i	47.7 h	45.0 g
K3	38.7 e	38.3 e	41.3 f	35.7 d
K5	33.7 c	29.3 ab	30.7 b	28.7 a

Ket: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

K = Kinetin, I= IAA

Berdasarkan Tabel 1, kelompok perlakuan K₅I_{1.5} menunjukkan waktu pertumbuhan tercepat yaitu 28,7 hari setelah kultur. Perlakuan kontrol K₀I₀ menunjukkan waktu pertumbuhan paling lama yaitu 54,8 hari setelah dikultur. Menurut Riono, (2019), Kinetin konsentrasi tinggi dapat mendorong pertumbuhan tunas, dengan 5 ppm sebagai perlakuan terbaik. Hal ini diduga karena setiap jenisnya memerlukan sitokinin. Konsentrasi sitokinin yang tepat mempercepat munculnya kecambah pada eksplan.

Pemberian tambahan auksin eksogen ke dalam eksplan dengan auksin endogen yang cukup menghambat pelepasan sitokin dan mencegah pertumbuhan baru. Konsentrasi auksin yang tinggi pada media kultur dapat menghambat pembentukan tunas pada eksplan mangrove (*Rhizophora apiculata* BL) (Yeyen et al., 2021).

Persentase Tumbuh Eksplan (%)

Berdasarkan analisis ragam parameter persentase tumbuh eksplan (Tabel 2) menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi kinetin dan IAA benar-benar memengaruhi persentase tumbuh eksplan. Eksplan mangrove (*Rhizophora apiculata* BL) yang diberi kinetin 5 mg/l dan IAA 1,5 mg/l tumbuh cepat dengan persentase tumbuh 100%.

Tabel 2. Rerata Persentase Tumbuh Eksplan %

Kinetin	IAA			
	I0	I0.5	I1	I1.5
K0	33.3 a	83.3 bc	83.3 bc	66.7 bc
K1	100 c	66.7 bc	83.3 bc	100 c
K3	100 c	100 c	83.3 bc	50 ab
K5	100 c	100 c	100 c	100 c

keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Laju pertumbuhan eksplan 100% tertinggi pada konsentrasi Kinetin 5 mg/l tidak berbeda nyata dengan konsentrasi Kinetin 3 mg/l. Hal ini karena auksin dan sitokinin eksogen dan endogen memiliki kemampuan untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan jaringan. Menurut Tuwo et al., (2022) menunjukkan bahwa sitokinin pada konsentrasi yang sesuai dapat menghasilkan protein yang berfungsi dalam pertumbuhan kecambah. Ketersediaan protein ini di dalam sel mengoptimalkan pembelahan sel, memungkinkan pembentukan tunas pada eksplan.

Laju pertumbuhan plantlet terendah tercatat sebesar 33,3% pada perlakuan kontrol yaitu kinetin 0 mg/l dan IAA 0 mg/l, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kinetin 3 mg/l dan IAA 1,5 sebesar 50%. Temuan ini menunjukkan bahwa rendahnya tingkat auksin dan sitokinin dalam eksplan dapat menghambat dan mempercepat laju pertumbuhan. Jumlah sitokinin yang dibutuhkan dalam media inisiasi tunas bervariasi tergantung pada spesies tanaman. Menurut Yulia et al., (2020), penambahan auksin dan sitokinin pada media kultur dapat meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen di dalam sel. Artinya, mereka bertindak sebagai “faktor perangsang” dalam proses pertumbuhan dan perkembangan jaringan.

Pada tingkat yang sangat kecil, zat pengatur tumbuh dapat mendorong, menghambat, atau mengubah pertumbuhan, perkembangan, dan pergerakan tanaman (taksis). Oleh karena itu, keberadaan ZPT dapat mempengaruhi laju pertumbuhan eksplan secara signifikan. Menurut Fitriana et al., (2019), konsentrasi hormon tertentu dalam media MS meningkatkan laju pertumbuhan eksplan karena media tersebut mengandung cukup vitamin, unsur hara makro dan mikro, zat besi, dan sukrosa untuk mendorong pertumbuhan eksplan.

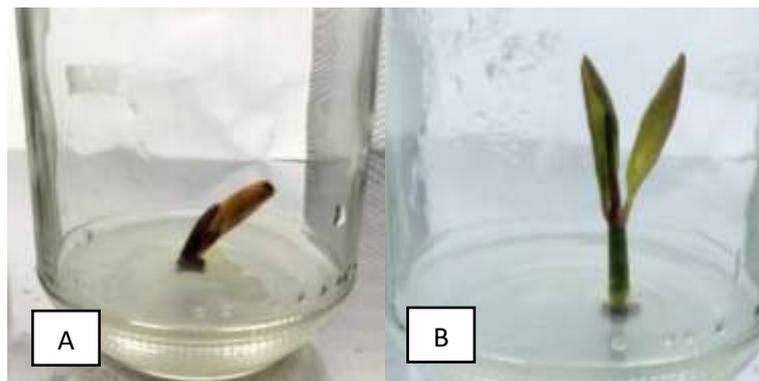
Tinggi Eksplan (cm)

Berdasarkan Analisis ragam parameter tinggi eksplan (Tabel 3) menunjukkan adanya pengaruh interaktif antara konsentrasi kinetin dan IAA terhadap tinggi eksplan. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi kinetin dan IAA yang digunakan berpengaruh terhadap tinggi eksplan pada setiap perlakuan. Pada konsentrasi kinetin 5 mg/l, tinggi eksplan berbeda nyata dengan 0 mg/l. untuk melihat perbedaan tinggi planlet terendah dan tertinggi dapat di lihat pada gambar 1.

Tabel 3. Rerata Tinggi Eksplan (cm)

Kinetin	IAA			
	I0	I0.5	I1	I1.5
K0	1.1 a	1.3 a	1.5 a	1.6 a
K1	1.5 a	1.9 b	2.3 e	2.1 c
K3	2.2 d	2.7 f	2.7 f	2.6 f
K5	2.4 e	2.3 e	2.8 g	3.0 h

keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

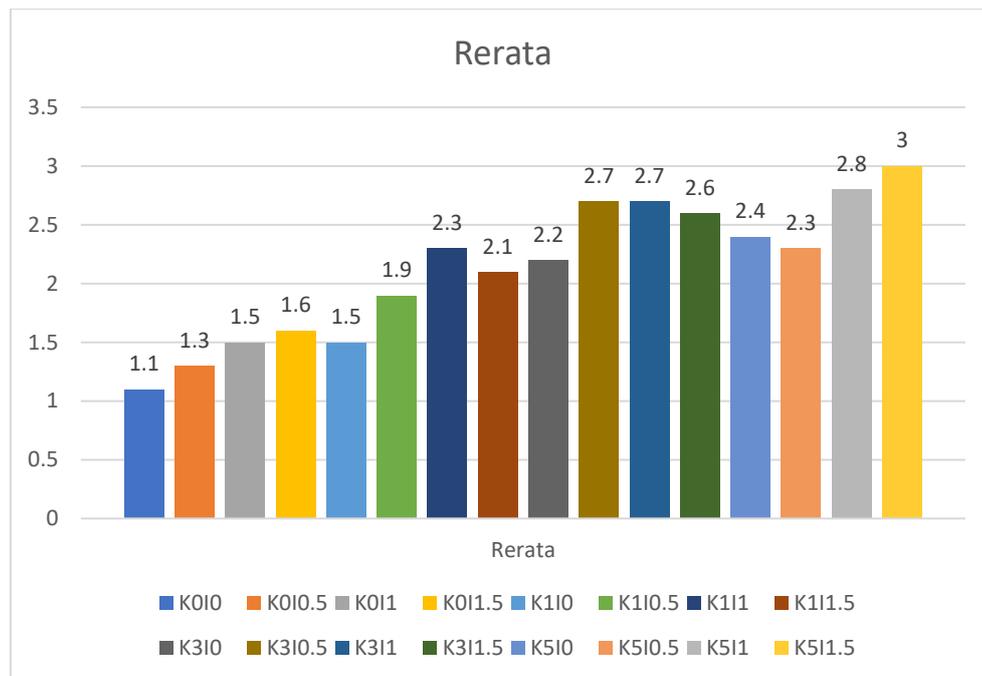


Gambar 1. Tinggi Eksplan Tumbuhan Bakau (*Rhizophora apiculata* BL) A: perlakuan kontrol K₀I₀ menunjukkan tinggi planlet yang terendah, B : perlakuan yang paling tinggi pada konsentrasi K₅I_{1.5} merupakan planlet yang tertinggi.

Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan kinetin 5 mg/l yaitu 3,0 cm. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara IAA dan kinetin pengatur tumbuh dalam medium yang dapat memberikan dampak signifikan terhadap tingginya pertumbuhan eksplan. Peningkatan

konsentrasi kinetin dapat meningkatkan tinggi kecambah eksplan. Tinggi eksplan tidak dapat ditingkatkan dengan menggunakan auksin.

Nilai rata-rata terendah adalah 0 mg/l Kinetin dan 0 mg/l IAA (masing-masing 1,1 cm). Jumlah tunas pada setiap eksplan juga dapat mempengaruhi tinggi tunas. Hal ini terjadi karena walaupun tunas yang terbentuk lebih banyak, tunas yang tumbuh lebih sedikit karena energi yang dibutuhkan untuk membentuk tunas baru digunakan untuk memanjangkan tunas.



Gambar 2. Dinamika pertumbuhan rerata Tinggi Eksplan

Gambar 2 menunjukkan tinggi eksplan tertinggi pada umur 8 minggu pada perlakuan K₅I_{1.5} dengan rerata tinggi plantlet yaitu 3 cm, dan pada perlakuan K₀I₀ tinggi eksplan terendah adalah 1,1 cm. Hal ini dapat dilakukan karena beberapa alasan. Pertama, zat pengatur tumbuh yang diberikan tidak cukup untuk memungkinkan regenerasi eksplan. Kedua, perbedaan panjang dan tinggi eksplan pada penelitian ini disebabkan oleh respon eksplan terhadap media subkultur baru dalam serapan hara. Hal ini disebabkan eksplan propagul bagian plum mempunyai cadangan makanan yang tidak mencukupi dan hanya menyerap unsur hara dari media tanam tanpa membentuk tunas.

Pada penelitian ini laju pertumbuhan eksplan meningkat karena adanya cadangan makanan karbohidrat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Perlakuan K₀I₀ merupakan perlakuan kontrol yang tidak diberikan zat pengatur tumbuh Kinetin atau IAA, dengan tinggi eksplan rata-rata 1,1 cm. Hal ini mendukung pendapat (Junairiah et al., 2019), menunjukkan bahwa hormon yang disintesis oleh tanaman (endogen) dan hormon yang diberikan kepada tanaman (eksogen) mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap proses pemanjangan sel pada tanaman. Gambar 2 menunjukkan dinamika pertumbuhan rata-rata tinggi plantlet.

Menurut Ilham & Prayoga, (2019), penambahan konsentrasi auksin dan sitokinin yang rendah dapat menghasilkan bentuk tunas yang lebih baik, pembentukan tunas pada eksplan akan terhambat oleh peningkatan konsentrasi auksin dan sitokinin yang tidak diimbangi dengan konsentrasi yang pas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara Kinetin dan IAA mempengaruhi seluruh parameter yang berhubungan dengan waktu pertumbuhan eksplan, Laju pertumbuhan eksplan, persentase tumbuh eksplan, dan tinggi eksplan, dengan rerata tertinggi terjadi pada perlakuan dengan konsentrasi Kinetin 5 mg/L dan IAA 0,5 mg/L, sedangkan rerata terendah terjadi pada perlakuan dengan konsentrasi Kinetin 0 mg/L dan IAA 0 mg/L yang merupakan perlakuan kontrol. Waktu tumbuh eksplan tercepat pada perlakuan K₅I_{1.5} dengan rerata 28.7 HSK, Persentase tumbuh eksplan mencapai 100% pada perlakuan K₅I_{1.5}, tinggi eksplan tertinggi pada perlakuan K₅I_{1.5} dengan rerata 3.0 cm.

Referensi

- Armita, D. (2019). Kajian Keterkaitan antara Nutrisi, Hormon, dan Perkembangan Akar Tanaman (Sebuah Review). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(5), 68–73. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/11857>
- Emilda, E. (2020). Potensi Bahan-Bahan Hayati Sebagai Sumber Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Alami. *Jurnal Agroristek*, 3(2), 64–72. <https://doi.org/10.47647/jar.v3i2.261>
- Fitriana, D., Prihastanti, E., Nurchayati, Y., & Hastuti, R. B. (2019). Effect of combination explant difference leaf part and concentration of active charcoal on callus initiation mangrove (*Rhizophora Apiculata BI*) by in-vitro. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012166>
- Handayani, I., Nazirah, L., Ismadi, I., Rusdi, M., & Handayani, R. S. (2020). Pengaruh Konsentrasi Bap Pada Perkecambahan Biji Pamelon Asal Aceh Secara In-Vitro. *Jurnal Agrium*, 17(2)
- I'anatushshoimah, nurchayati, Y., Prihastanti, E., & Hastuti, R.B 2020. Effect of Light for Callus Induction of Mangrove Plant (*Rhizophora apiculata*) by In Vitro. *Life Sciences*, 9(2).
- Ilham, M., & Prayoga, L. (2019). Pengaruh Interaksi BAP dan IAA terhadap Multiplikasi Tunas Talas Satoimo (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum*) secara In Vitro. 1, 48–55.
- Junairiah, J., Amalia, N. S., Manuhara, Y. S. W., Ni'matuzahroh, N., & Sulistyorini, L. (2019). Pengaruh Variasi Zat Pengatur Tumbuh Iaa, Bap, Kinetin Terhadap Metabolit

- Sekunder Kalus Sirih Hitam (*Piper betle* L. Var Nigra). *Jurnal Kimia Riset*, 4(2), 121. <https://doi.org/10.20473/jkr.v4i2.16898>
- Kadafi, M., Indrawanis, E., & Marlina, G. (2023). Respon Pertumbuhan Jeruk Siam (*Citrus nobilis*. L) Terhadap Pemberian Hormon NAA dan Kinetin Pada Media MS. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 12(1), 183-191.
- Kurnia, A., Rahma, D., Fadhilah, H., Sari, M., Putri, P. A., & Advinda, L. (2022). Effect of IAA and BAP Differences on Patchouli Plant Growth (*Pogestemon cablin* Benth) In-Vitro. *Prosiding SEMNAS BIO*, 2(2), 758–765.
- Luthfia, N., Rahmawati, M., & Hayati, M. (2020). Efektifitas Konsentrasi NAA (Naphtalene Acetic Acid) dan Kinetin Terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 121–130. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.10983>
- Mahadi, I., Wulandari, S., Safii, W., & Sayuti, I. (2022). Kultur suspensi sel tanaman gajah beranak (*Goniothalamus tapis* Miq) terhadap kandungan zat goniotalamin. *Jurnal AGRO*, 8(2), 247–261. <https://doi.org/10.15575/14710>
- Maisarah, P., & Isda, M. N. (2021). Induksi Tunas dari Eksplan Epikotil Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa* Bunge.) dengan Penambahan BAP dan Kinetin secara In Vitro. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(3), 138–146. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i3.3416>
- Oktorini, Y., Prianto, E., Darlis, V. V., Rahmatdillah, R., Miswadi, M., & Jhonnerie, R. (2022). Mangrove Riau: sebaran dan status perubahan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1), 50. <https://doi.org/10.31258/dli.9.1.p.50-57>
- Pangestika, L., & Burhanuddin. (2018). Pertumbuhan Propagul Bakau (*Rhizophora Apiculata*) Dengan Perbedaan Jenis Air Siraman Dan Media Tanam Di Persemaian Pt. Bina Ovivipari Semesta. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(4), 752–758.
- Prasetyawati, A., Nursyamsi, C., & Alfaizin, D. (2020). Effect of seed storage methods on germination growth of *Pericopsis mooniana* thw. through in-vitro technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012003>
- Rahmawati, M., Nurul Safira, C., & Hayati, M. (2021). Perbanyak Tanaman Nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth.) Dengan Kombinasi IAA Dan Kinetin Secara In Vitro. *Jurnal Agrium*, 18(1), 25–33. <https://doi.org/10.29103/agrium.v18i1.3839>
- Restanto, DP, Prayoga, MC, Soeparjono, S, Rusdiana, RY, F. (2023). Pengaruh nisbah BAP dan IBA terhadap pembentukan embrio somatik pada. *Agromix*, 14, 83–89.

- Riono, Y. (2019). ZAT PENGATUR TUMBUH KINETIN UNTUK PERTUMBUHAN SUB KULTUR PISANG BARANGAN (*Mussa paradisiaca* L) DENGAN METODE KULTUR JARINGAN. *Jurnal Agro Indragiri*, 2000(Bps 2000), 23–33.
- Rodinah., & Nisa, C. (2018). Formulasi zat pengatur tumbuh dengan interval waktu subkultur terhadap inisiasi dan multiplikasi pisang talas secara in vitro. *Jurnal Ziraah*, 4(3), 141- 148.
- Samanhudi, S., Widijanto, H., & Yunus, A. (2020). Sosialisasi dan Penyuluhan Budidaya Pisang dengan Bibit Hasil Kultur Jaringan di Desa Lempong, Kecamatan Jenawi, Kabupaten Karanganyar. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(2), 59. <https://doi.org/10.20961/prima.v4i2.44369>
- Sari, S.I.P., Murdiono, W.E., & Barunawati, N. (2018). Perbanyak bibit bawang dayak (*Eleutherine palmifolia* L) secara in vitro. *PLANTROPICAL: Journal of Agricultural Science*, 3(1), 54-61.
- Sasamoto, H., & Yokota, S. (2021). In vitro Bioassay of Allelopathic Activities of a Mangrove Tree, *Kandelia obovata*, and Fast-growing Trees, *Betula platyphylla* and *Populus alba*, Using Protoplast Co-culture Method. *Journal of Plant Studies*, 10(2), 8. <https://doi.org/10.5539/jps.v10n2p8>
- Shofiyani, A., Purnawanto, A. M., & Aziz, R. Z. A. (2020). PENGARUH BERBAGAI JENIS STERILAN DAN WAKTU PERENDAMAN TERHADAP KEBERHASILAN STERILISASI EKSPAN DAUN KENCUR (*Kaempferia galanga* L) PADA TEKNIK KULTUR IN VITRO. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 22(1). <https://doi.org/10.30595/agritech.v22i1.7523>
- Tuwo, M., Tambaru, E., & Marianty, N. (2022). Respon Pertumbuhan Biji Jeruk Keprok *Citrus reticulata* Blanco pada Beberapa Teknik Sterilisasi. *J Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 13(2), 32–39.
- Usman, A. H. A., Hartoyo, A. P. P., & Kusmana, C. (2022). The growth performance of *Rhizophora apiculata* using the cut-propagule method for mangrove rehabilitation in Indonesia. *Biodiversitas*, 23(12), 6366–6378. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231234>
- Yeyen, Y., Nopsagiarti, T., & Seprido, D. (2021). Uji berbagai sitokinin pada media ms terhadap pertumbuhan globular eksplan pisang barangan (*Musa acuminata*). *Jurnal Green Swarnadipa*, 10(2), 176-184.
- Yulia, E., Baiti, N., Handayani, R. S., & Nilahayati, N. (2020). Respon Pemberian Beberapa Konsentrasi BAP dan IAA terhadap Pertumbuhan Sub-Kultur Anggrek *Cymbidium* (*Cymbidium finlaysonianum* Lindl.) secara In-Vitro. *Jurnal Agrium*, 17(2). <https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.5870>

- Yun, W. Y., Yeok, F. S., Youshao, W., Lu, D., Limi, M., & Lai, G. T. (2022). Spatiotemporal Dispersal Study of Mangrove *Avicennia marina* and *Rhizophora apiculata* Propagules. *Sains Malaysiana*, 51(8), 2351–2364. <https://doi.org/10.17576/jsm-2022-5108-02>
- Yuniardi, F. (2020). Aplikasi Dimmer Switch pada Rak Kultur Sebagai Pengatur Kebutuhan Intesitas Cahaya Optimum Bagi Tanaman In Vitro. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(4), 8. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i4.52991>
- Yuslinawari, Y., Jibril, H.M., Andayani, S.T., Hidayat, S.N., & Nugraha, P.A. (2023). Pengaruh zat pengatur tumbuh sintesis IAA dan IBA pada pertumbuhan semai pronojiwo (*Sterculia javanica*. R. Br.). *jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 59-67.
- Yusron, T. N. (2020). Respon Pertumbuhan Eksplan Jeruk Kasturi (*Citrus Microcarpa*) Terhadap Pemberian Benzyl Amino Purin (Bap) Dan Arang Aktif Pada Media Ms. *Jurnal Agro Indragiri*, 5(2), 1-16.
- Yustisia, D., Aryad, M., Wahid, A., & Asri, J. (2019). Pengaruh pemberian ZPT alami (air kelapa) pada media ms 0 terhadap pertumbuhan planlet kentang (*Solanum tuberosum*. L.). *jurnal Agrominasia*, 3(2), 130-140.