



AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding
Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045 : Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan dan Adaptasi terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:
Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
E-ISSN: 2964-0172
DOI:

Penambahan 2,4-D dan Kinetin Terhadap Kultur Kalus Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas NXI-4T

*Addition Of 2,4-D and Kinetin to Callus Culture of Sugar Cane (*Saccharum officinarum* L.) Variety NXI-4T*

Author(s): Dyah Nuning Erawati^{1*}, Lokahita Auralia Kurnianti¹, Dian Hartatie¹, Ramadhan Taufika¹ dan Riani Ningsih²

¹Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²Laboratorium Kultur Jaringan, Politeknik Negeri Jember

**Corresponding author: dyah_nuning_e@polije.ac.id*

ABSTRAK

Tanaman tebu varietas NXI-4T memiliki keunggulan toleran terhadap kekeringan sehingga cocok untuk lahan tanpa pengairan dengan pola tanam awal musim hujan. Perbanyakkan tanaman tebu varietas NXI-4T ini dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan dengan penambahan 2,4-D dan Kinetin untuk memicu pertumbuhan kalus. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan 2,4-D dan Kinetin terhadap pertumbuhan dan perkembangan kalus tebu varietas NXI-4T secara in vitro. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember pada bulan Juli – November 2025. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal dengan 5 level perlakuan dan 4 ulangan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penambahan 2,4-D sebanyak 2.00-4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan kalus tebu varietas NXI-4T secara in vitro dengan kemampuan berkalus 100%. Penambahan 2,4-D 3.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L memiliki kedinian berkalus tercepat pada 20 hari setelah inokulasi, sedangkan berat kalus tertinggi 0.65 gram terdapat pada penambahan 2,4-D 4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L. Hasil ini memberikan informasi bahwa penambahan 2,4 D berperan dalam mendukung kemampuan berkalus eksplan tebu varietas NXI-4T dan tidak mampu membentuk kalus tanpa penambahan 2,4-D dalam media MS.

Kata Kunci:

2,4 D;
Kinetin;
Kultur kalus;
Tebu;
Var NXI-4T

Keywords:

2,4 D;
Callus culture;
Kinetin;
Sugarcane;
Var NXI-4T

ABSTRACT

The NXI-4T variety of sugarcane has the advantage of being drought tolerant, making it suitable for land without irrigation with a planting pattern at the start of the rainy season. Propagation of sugarcane variety NXI-4T can be done through tissue culture techniques with the addition of 2,4-D and Kinetin to stimulate callus growth. The study aimed to determine the effect of the addition of 2,4-D and Kinetin on the growth and development of sugarcane callus of variety NXI-4T in vitro. The research was conducted at the Tissue Culture Laboratory of Jember State Polytechnic in July – November 2025. The experimental design used a single factor Completely Randomized Design with 5 treatment levels and 4 replications. The results showed that the addition of 2,4-D as much as 2.00-4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L affected the growth and development of sugarcane callus of variety NXI-4T in vitro with 100% callus formation. The addition of 2,4-D 3.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L had the fastest callus development at 20 days after inoculation, while the highest callus weight of 0.65 grams was found in the addition of 2,4-D 4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L. These results provide information that sugarcane explants of the NXI-4T variety were unable to form callus without the addition of 2,4-D



PENDAHULUAN

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas strategis untuk mendukung ketahanan pangan dan industri gula nasional Indonesia. Menurut BPS (2022), perkembangan produksi gula tahun 2019 memproduksi 2,23 ton dan menurun pada tahun 2020 produksi sebesar 2,12 juta ton. Produksi kembali meningkat pada tahun 2021 dan 2022. Di tahun 2021 mencapai 2,35 juta ton dan tahun 2022 mencapai angka 2,40 juta ton.

Produktivitas tanaman tebu dapat ditingkatkan melalui upaya kesediaan bibit yang berkualitas dan unggul. Varietas tebu NXI-4T merupakan produk rekayasa genetik tanaman tebu yang memiliki sifat unggul tahan terhadap kekeringan, biomassa lebih tinggi dan rendemen mencapai 8%. Penggunaan varietas unggul baru tebu yang toleran terhadap cekaman kekeringan merupakan langkah yang tepat. Tebu varietas NXI-4T diharapkan dapat mendukung pengembangan tebu di wilayah yang mempunyai agroekologi kering. (PT. Perkebunan Nusantara XI, 2015; Rizqoni, dkk., 2024).

Pengadaan bahan tanam tebu pada bidang bioteknologi melalui teknik kultur jaringan dilakukan sebagai perbanyakan vegetatif yang memanfaatkan sifat totipotensi sel tumbuhan melalui kultur kalus. Menurut Prasetyorini (2019), kultur kalus merupakan sebuah jaringan dediferensiasi membentuk sekumpulan sel yang bersifat meristematik. Pertumbuhan kalus sangat dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh sintetik. Erawati *et al.* (2020) memaparkan bahwa keberhasilan kultur jaringan ditentukan oleh penambahan zat pengatur tumbuh dalam menginduksi eksplan menjadi bahan tanam yang seragam. ZPT dalam kultur jaringan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan eksplan.

Pranayadipta dan Soegianto (2020), melaporkan bahwa penambahan 2,4-D

mampu menginduksi kalus pada varietas tebu NXI 1-3, CYZ 71/95, dan Bululawang. Konsentrasi 2,4-D sebanyak 3 ppm dapat mempengaruhi hasil waktu muncul kalus, berat segar kalus, volume kalus, dan persentase keberhasilan pembentukan kalus serta menghasilkan tekstur kalus yang remah dan berwarna hijau keputihan dan hijau kekuningan. Peran 2,4 D pada induksi kalus tebu diperkuat oleh hasil laporan Mardiana, dkk. (2023) bahwa penggunaan ZPT dengan kombinasi 2,4-D 3 mg/L + kinetin 0 mg/L memberikan respon terbaik dalam pembentukan induksi kalus tebu dengan rerata persentase tumbuh kalus mencapai 60,00%. Hasil yang berbeda dilaporkan oleh Singh *et al.* (2024), bahwa respon terbaik pada pembentukan kalus dengan berat kalus segar dan kemampuan berkalus pada tebu kultivar COLK 14201 didapatkan pada media MS dengan penambahan 2,4-D sebanyak 4 ppm. ZPT seperti 2,4 D merupakan salah satu auksin sintetik yang umum digunakan pada media kultur jaringan untuk menginduksi pembentukan kalus. Auksin berperan pada pembelahan sel, pembesaran sel, serta diferensiasi sel. Sedangkan ZPT kinetin merupakan golongan sitokinin turunan dari adenine. Sitokinin sintetik yang mempunyai aktivitas tinggi dalam memacu pembelahan sel seperti kinetin berperan dalam pengaturan pemebelahan sel dan morfogenesis. Inderiati, dkk. (2021) melaporkan hasil yang berbeda dimana hasil proliferasi tunas dari kalus tebu tertinggi diperoleh pada medium MS dengan kombinasi hormon tumbuh 2 mg/L Kinetin + 1 mg/L IAA.

Penambahan auksin dan sitokinin untuk mendukung pertumbuhan kalus telah banyak dilakukan tetapi untuk penentuan media tanam dengan kandungan ZPT yang optimal masih belum banyak dilaporkan pada eksplan tebu varietas NXI-4T. Oleh karena itu, riset ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan 2,4-D

dan Kinetin terhadap pembentukan dan pertumbuhan kalus tebu varietas NXI-4T melalui pengembangan dengan cara perbanyakan secara kultur jaringan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga November tahun 2025 yang bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember. Bahan yang digunakan adalah tebu varietas NXI 4T diperoleh dari Puslit Sukosari PTPN XI Kabupaten Lumajang yang ditanam di lahan Politeknik Negeri Jember, hara makro (NH_4NO_3 , KNO_3 , $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4), hara mikro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Na_2EDTA , $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , KI , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), vitamin (myoinositol, niacin, pyridoxine-HCL, thiamine-HCL, glycine), media MS (Murashige and skoog), agar-agar, ZPT 2,4-D dan kinetin, spirtus, alkohol, plastik wrap, aluminium foil, tissue, aquades, dan kertas label. Alat yang digunakan *Laminar Air Flow* (LAF), Autoclave, oven, erlenmeyer, cutter, lampu bunsen, pisau scalpel, pinset, hand sprayer, neraca analitis, alat ukur pH, *hot plate*, *magnetic stirrer*, rak inkubasi, *dissecting set*. Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan penambahan ZPT 2,4-D + kinetin dengan menggunakan 5 level yang terdiri atas perlakuan P0 = penambahan 2,4-D 0.00 mg/L + 0.25 mg/L kinetin; P1 =

penambahan 2,4-D 1.00 mg/L + 0.25 mg/L kinetin; P2 = penambahan 2,4-D 2.00 mg/L + 0.25 mg/L kinetin; P3 = penambahan 2,4-D 3.00 mg/L + 0.25 mg/L kinetin dan P4 = penambahan 2,4-D 4.00 mg/L + 0.25 mg/L kinetin. Data dianalisa menggunakan uji sidik ragam dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil dengan taraf 1%. Parameter pengamatan meliputi kedinian berkalus (hari), kemampuan berkalus (%), pertumbuhan dan perkembangan kalus dan berat kalus (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedinian Berkalus

Kedinian berkalus memberikan indikasi keberhasilan eksplan tebu dalam membentuk kalus yang diukur berdasarkan kecepatan eksplan memunculkan kalus pertama dalam satuan hari. Kalus merupakan reaksi alami dari jaringan tanaman yang terluka sebagai bentuk pertahanan diri.

Kerhasilan membentuk kalus pada eksplan tebu varietas NXI-4T membuktikan bahwa penambahan 2,4 D + Kinetin mempengaruhi kecepatan berkalus. Kemunculan kalus terlihat pada sisi eksplan tebu yang ditandai dengan pembengkakan sel yang kemudian muncul sekelompok sel berwarna putih kekuningan. Eksplan tebu yang ditanam pada media MS tanpa penambahan 2,4 D sama sekali tidak mampu membentuk kalus seperti yang ditampilkan tabel 1

Tabel 1. Penambahan 2,4 D+Kinetin Pada Kedinian Berkalus Tebu Varietas NXI-4T

Perlakuan	Kedinian berkalus (hari)
2,4 D 0.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	0 a
2,4 D 1.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	34 b
2,4 D 2.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	27 b
2,4 D 3.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	20 b
2,4 D 4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	22 b

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf sama berbeda tidak nyata berdasar uji BNT 0.01

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa eksplan tebu varietas NXI-4T yang ditanam pada media MS dengan penambahan 2,4 D sebanyak 1-4 mg/L mampu membentuk awal kalus yang berbeda tidak nyata antar perlakuan dengan rata rata waktu berkisar antara 20-34 hari. Kalus terbentuk paling awal pada penambahan 2,4 D 3.00 mg/L + kinetin 0.25 mg/L dengan rata rata 20 hari setelah inokulasi. Kedinian berkalus merupakan efek dari daya kemampuan eksplan untuk menutup luka bersama dengan seberapa cepat luka tersebut dapat tertutupi. Nasution dan Irda (2022), menyatakan bahwa kemunculan kalus terjadi apabila terdapat luka di sekitar jaringan sel, yang akan menyebabkan auksin dan sitokinin mencoba untuk menutup jaringan sel yang terluka. Pernyataan mendukung juga dilaporkan oleh Singh *et al.* (2024) bahwa respon pertumbuhan kalus terbaik dengan media MS + 2,4-D 3mg/L + kinetin 0,5 mg/L pada varietas tebu CO 15023.

Induksi kalus sebagian besar terjadi dengan menggunakan berbagai konsentrasi 2,4-D tunggal dan juga kombinasi dengan kinetin. Sementara itu, auksin dan sitokinin

diketahui dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan kalus (Saleem *et al.*, 2022). Tetapi penambahan kinetin saja tidak mampu menginduksi kalus karena sitoplasma sel parenkim dan tetap sangat bervakuola. 2,4-D diperlukan untuk induksi kalus, sedangkan kombinasi 2,4-D dan kinetin mendorong proliferasi kalus.

Kemampuan Berkalus

Parameter pengamatan kemampuan berkalus dilakukan jika setiap botol ulangan eksplan mengalami pembengkakan yang kemudian muncul tonjolan tonjolan bulat berwarna putih kekuningan. Kalus yang tumbuh pada eksplan merupakan penanda adanya pertumbuhan dalam kultur jaringan. Kalus merupakan kumpulan sel yang terbentuk pada eksplan dan sel-sel akan terus aktif membelah (Rasud dan Bustaman, 2020).

Kemampuan berkalus pada semua eksplan tebu varietas NXI-4T yang mendapatkn penambahan 2,4 D sebanyak 1- 4 mg/L + kinetin 0.25 mg/L dapat dilihat pada tabel 2. Kemampuan berkalus eksplan tebu NXI-4T sangat dipengaruhi oleh penambahan auksin golongan 2.4 D.

Tabel 2. Penambahan 2,4 D+Kinetin Pada Kemampuan Berkalus Tebu Varietas NXI-4T

Perlakuan	Kemampuan berkalus (%)
2,4 D 0.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	0a
2,4 D 1.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	21b
2,4 D 2.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	100c
2,4 D 3.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	100c
2,4 D 4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L	100c

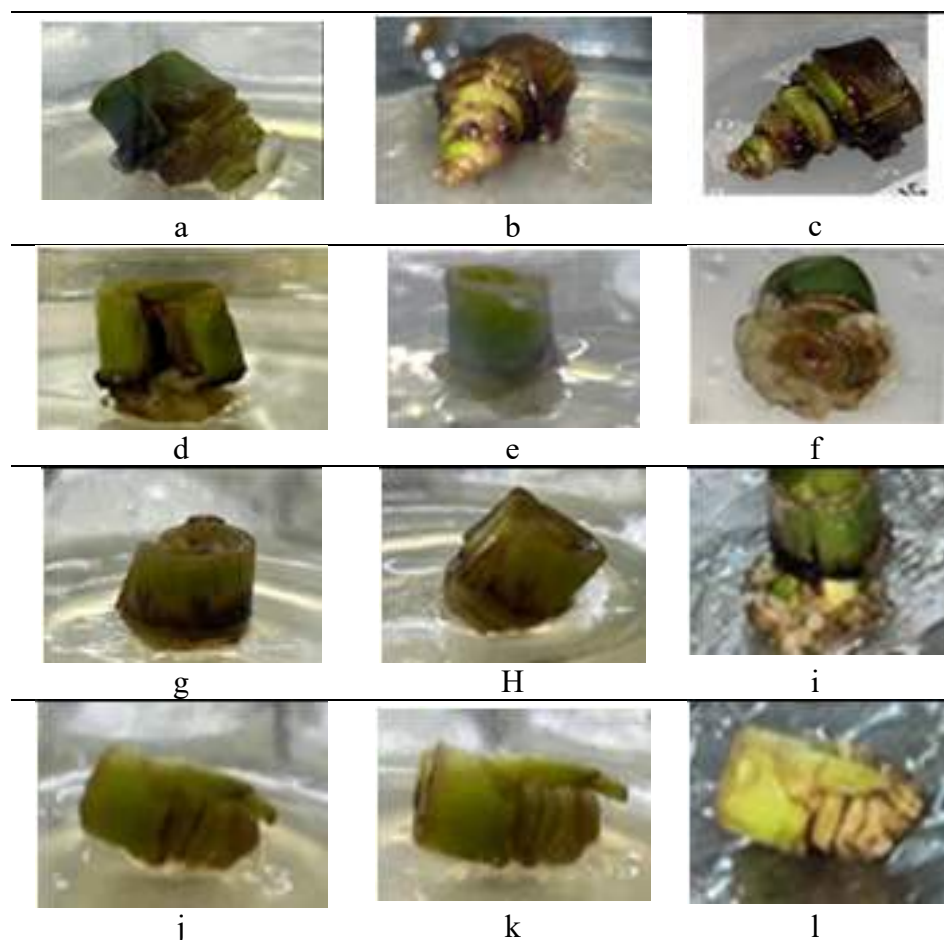
Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf sama berbeda tidak nyata berdasar uji BNT 0.01

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa tanpa penambahan 2,4 D terbukti bahwa eksplan tidak mampu menumbuhkan kalus (0%) meskipun tersedia kebutuhan unsur hara makro, mikro dan vitamin didalam media dasar Murishage-Skoog. Penambahan Kinetin dalam konsentrasi rendah 0.25 mg/L juga tidak memenuhi kebutuhan eksplan tebu

untuk membentuk kalus. Penambahan 2,4 D sebagai sumber hormon eksogen sangat diperlukan untuk menginduksi kalus. Eksplan berupa gulungan daun muda tebu dengan ukuran 1 x 1 cm juga memiliki kandungan fitohormon auksin dalam konsentrasi yang sangat rendah sehingga tidak mampu menumbuhkan kalus.

Berbeda dengan respon eksplan yang ditanam dalam media MS dengan penambahan 2,4 D. Semua perlakuan mampu membentuk kalus dengan kemampuan berkalus paling rendah sebesar 21% pada penambahan 2,4 D 1.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L dibanding perlakuan lain yang mencapai 100%.

Hal ini sesuai dengan pendapat Rasud dan Bustaman (2020), bahwa kalus yang tumbuh pada eksplan merupakan penanda adanya pertumbuhan dalam kultur jaringan. Kalus merupakan kumpulan sel yang terbentuk pada eksplan dan akan terus aktif membelah.



Gambar 1. Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Tebu NXI-4T dengan Penambahan 2.4 D 1- 4 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L pada 3, 6 dan 9 Minggu Setelah Inokulasi (MSI).

Pertumbuhan dan Perkembangan Kalus

Kalus yang tumbuh pada perlakuan ketika inisiasi eksplan dapat mengambil nutrisi yang tersedia pada media

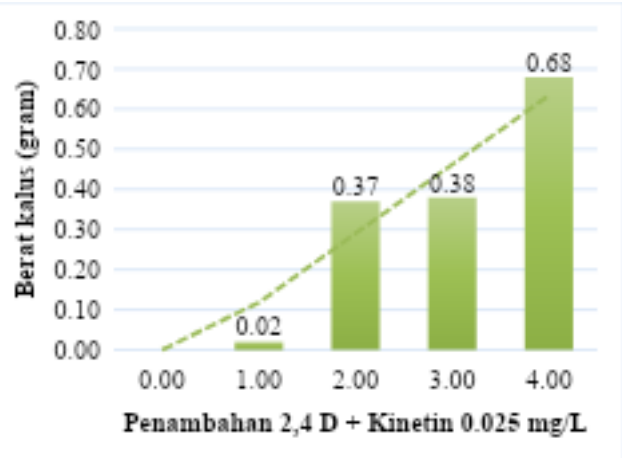
perlakuan. Pertumbuhan dan perkembangan kalus pada eksplan tebu NXI-4T disajikan pada gambar 1. Eksplan tebu NXI – 4 T mampu menumbuhkan kalus dengan penambahan 2,4 D 1.00 mg/L + 0.25 mg/L pada umur 3 MSI (Gambar 1a), 6 MSI (Gambar 1b) dan 9 MSI (Gambar 1c). Hasil ini menunjukkan

bahwa pada konsentrasi auksin 1 ppm mampu merangsang eksplan tebu membentuk kalus meskipun hanya mempunyai kemampuan membentuk kalus sebanyak 21%. Menurut Girsang dan Restiani (2023) bahwa pembentukan kalus pada eksplan diawali dengan terjadinya pembengkakan. Hal ini dapat disebabkan karena eksplan menyerap air dan nutrisi yang ada pada media kultur jaringan sehingga terjadi peningkatan ukuran sel.

Penambahan konsentrasi 2,4 D + Kinetin 0.25 mg/L menyebabkan eksplan tebu NXI-4T mampu membentuk kalus 100% dengan pertumbuhan dan perkembangan kalus yang semakin banyak seiring dengan waktu (3, 6, 9 MSI) dan penambahan konsentrasi 2,4 D (2.00 – 4.00 mg/L) kedalam media dasar MS (Gambar 1d sampai Gambar 1l). Penambahan 2,4 D berperan penting dalam pembentukan kalus tebu pada kultur jaringan karena aktivitas mitosis ditingkatkan sehingga jaringan eksplan tebu membentuk kalus dan menginduksi dediferensiasi sel sehingga eksplan tebu hanya membentuk massa kalus serta hanya mempertahankan pertumbuhan kalus tetap aktif tumbuh dan tidak membentuk akar atau tunas. Andrea dan Najini (2024) melaporkan bahwa setiap penggunaan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) jenis 2,4-D menghasilkan kalus dalam waktu yang lebih singkat dan kemunculan kalus juga bergantung pada kombinasi ZPT yang digunakan.

Berat Kalus

Berat kalus diukur dengan menimbang kumpulan sel yang belum terdiferensiasi sehingga menjadi satu kesatuan pada eksplan dalam satuan gram.



Gambar 2. Trend Berat Kalus Eksplan Tebu NXI-4T dengan Penambahan 2,4 D + Kinetin pada 9 Minggu Setelah Inokulasi

Gambar 2 memperlihatkan trend kenaikan berat kalus yang tumbuh pada eksplan tebu varietas NXI-4T mengikuti pertambahan konsentrasi 2,4 D meskipun konsentrasi kinetin tetap sebesar 0.25 mg/L. Berdasar uji BNT 0.01 berat kalus pada penambahan 2,4 D 0.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L berbeda tidak nyata dengan penambahan 2,4 D 1.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L tetapi sangat berbeda dengan penambahan 2,4 D 2.00 – 4.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L.

Peningkatan berat kalus mengindikasikan bahwa penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) di setiap perlakuan yang lebih tinggi mendukung terjadinya pembelahan dan pembesaran sel yang belum terdiferensiasi (kalus). Konsentrasi auksin dan sitokinin berpengaruh langsung terhadap berat kalus, dimana konsentrasi auksin yang rendah tidak cukup untuk merangsang pembelahan sel. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yelnitis (2012), bahwa penambahan auksin dan sitokinin maka membuat sel-sel mengalami pembelahan dan pembesaran terus menerus.

KESIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penambahan 2,4-D sebanyak 2-4

mg/L + Kinetin 0.25 mg/L mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan kalus tebu varietas NXI-4T secara in vitro dengan kemampuan berkalus 100% serta bentuk kalus kompak dan berwarna putih kekuningan. Penambahan 2,4-D 3.00 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L memiliki kedinian berkalus tercepat pada 20 hari setelah inokulasi, sedangkan berat kalus tertinggi 0,65 gram terdapat pada penambahan 2,4-D 4 mg/L + Kinetin 0.25 mg/L. Hasil ini memberikan informasi bahwa penambahan 2,4 D berperan dalam mendukung kemampuan berkalus eksplan tebu varietas NXI-4T dan tidak mampu membentuk kalus tanpa penambahan 2,4-D dalam media MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrea, V. dan R. Najini. 2024. Review : Pengaruh Variasi Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Dalam Induksi Kalus Embriogenik. *Journal Pharmacy Of Tanjung Pura*. 2(1):1–14.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Luas Panen, Produksi Tebu. Jakarta: BPS RI.
- Erawati, D.N, I Wardati, S Humaida and U Fisdiana. 2020. Micropropagation of Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) with Modification of Cytokinins. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 411. *IOP Publishing*. doi:10.1088/1755-1315/411/1/012009
- Girsang, I. E. dan R. Restiani. 2023. Induksi Kalus Eksplan Daun Porang (*Amorphophallus muelleri* blume) Menggunakan Kombinasi Air Kelapa Dan Iaa (indole acetic acid). *Scistitatio* 4 (2).
- Inderiati, S., F. Yanti, dan E. R. Mentari. 2021. Induksi Kalus Morfogenik Dan Regenerasi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Secara In Vitro. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 5(1):61–67.
- Mardiana, A. R. W., P. Dewanti, dan F. N. Alfian. 2023. Pengaruh Konsentrasi 2,4 D Dan Kinetin Pada Induksi Dan Regenerasi Tebu Melalui Metode Thin Cell Layer. *Vegetalika*. 12(4):356.
- Nasution, N. H. dan W. N. Irda. 2022. Induksi Kalus Manggis (*Garcinia mangostana* L). Sebuah Teknik Dalam Kultur Jaringan Tanaman. Pekalongan: *Penerbit NEM*. 272 p.
- Pranayadipta, N. W. dan A. Soegianto. 2020. Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2 ,4 Dichlorophenoxyaceticacid Terhadap Induksi Kalus Pada Tiga Varietas Tebu Secara In-Vitro. *Jurnal Produksi Tanaman*. 8(2):85–92.
- Prasetyorini. 2019. Kultur Jaringan. Edisi Pertama. Bogor: LPPM Pakuan.
- P.T. Perkebunan Nusantara XI. 2015. Laporan Tim Teknis Keamanan Hayati Bidang Keamanan Pakan Produk Rekayasa Genetik (PRG) Tentang Tebu Toleran Kekeringan Event NXI-4T.
- Rasud, Y. dan B. Bustaman. 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.
- Rizqoni, I. A., A. Y. Arum, dan M. Su'udo. 2024. Produktivitas Dan Keunggulan Beberapa Tanaman Produk Rekayasa Genetika Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Sains*. 26(3):163–167.
- Singh, V., M. Kumar, R. S. Sengar, . V., L. K. Gangwar, dan R. Singh. 2024. Optimization Of Callus Induction Under Different Growth Regulators In Sugarcane (*Saccharum officinarum* l.). *International Journal of Advanced Biochemistry Research*. 8(4):615–618.
- Yelnitis. 2012. Pembentukan Kalus Remah Dari Eksplan Daun Ramin

(*Gonystylus bancanus* (miq) kurz.).
Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan.
6(3):181–194.