



INDUKSI KALUS KRISAN (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*) DENGAN PENAMBAHAN NAPHTALEN ACETIC ACID (NAA) DAN KINETIN SECARA IN-VITRO

Washeilatus Sholehah^{1*}, Ruri Siti Resmisari², Safina Oktafia³, Siwi Putri
Mumpuni⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

*Email: washeilatus.sholehah@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13217>

Submit: 23-11-2024; Revised: 19-12-2024; Accepted: 21-12-2024; Published: 30-12-2024

ABSTRAK: Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*) adalah bunga hias yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Permintaan yang meningkat membuat petani kesulitan memenuhi pasar. Kultur jaringan in-vitro menjadi solusi efektif untuk memperbanyak bibit krisan secara massal dan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi konsentrasi yang paling efektif dalam menginduksi kalus pada tanamann krisan dengan mengkombinasikan Naphtalen Acetic Acid (NAA) dan kinetin. Studi ini merupakan penelitian eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang melibatkan 12 perlakuan dan setiap perlakuan diulang 4 kali. Terdapat dua faktor perlakuan; konsentrasi NAA (0 mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l) dan konsentrasi kinetin (0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l). Parameter dalam penelitian ini mencakup hari muncul kalus, persentase eksplan berkalus, berat basah kalus, warna kalus, serta tekstur kalus. Data dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) kalus tercepat terbentuk pada 11 HST dengan pemberian perlakuan 0 mg/l NAA + 3 mg/l kinetin; (2) perlakuan optimal untuk persentase eksplan berkalus diperoleh dengan pemberian 1 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin; (3) perlakuan optimal berat basah kalus didapatkan dengan pemberian 1 mg/l NAA + 2 mg/l kinetin; (4) kualitas kalus terbaik diperoleh dengan pemberian kombinasi NAA 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l, dengan kalus bertekstur remah dan berwarna kuning kecoklatan.

Kata Kunci: *Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*, NAA, kinetin, kalus

ABTSRACT: *Chrysanthemum morifolium* var. *reagent pink* is an ornamental flower that is widely cultivated in Indonesia. The increasing demand makes it difficult for farmers to fulfill the market. In-vitro tissue culture is an effective solution to multiply chrysanthemum seedlings in bulk and quickly. This study aims to identify the most effective concentration in inducing callus in chrysanthemum plants by combining Naphtalen Acetic Acid (NAA) and kinetin. This study was an experimental research with a completely randomized design (CRD), involving 12 treatments and each treatment was repeated 4 times. There were two treatment factors; NAA concentration (0 mg/l, 0.5 mg/l, 1 mg/l) and kinetin concentration (0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l). Parameters in this study included days to callus appearance, percentage of callus explants, callus wet weight, callus color, and callus texture. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The results showed that (1) the fastest callus was formed at 11 HST by giving the treatment of 0 mg/l NAA + 3 mg/l kinetin; (2) the optimal treatment for the percentage of callus explants was obtained by giving 1 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin; (3) the optimal treatment of callus wet weight was obtained by giving 1 mg/l NAA + 2 mg/l kinetin; (4) the best callus quality was obtained by giving a combination of NAA 1 mg/l and kinetin 1 mg/l, with a crumbly texture and brownish yellow callus.

Keywords: *Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*, NAA, kinetin, callus.

How to Cite: Sholehah, W., Resmisari, R., Oktafia, S., & Mumpuni, S. (2024). Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*) dengan Penambahan Naphtalen Acetic Acid (NAA) dan Kinetin Secara In-Vitro. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2391-2402. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i2.13217>



Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Tanaman hias adalah jenis tanaman yang memiliki tampilan khas dan unik sehingga dapat difungsikan sebagai tanaman yang dapat memperindah tempat. Keindahan tanaman hias dapat dilihat dari keindahan daun, bunga, batang, buah, ranting, ataupun akar (Sari *et al.*, 2022). Saat ini, tanaman hias bukan hanya difungsikan sebagai hiasan namun juga digunakan untuk menyegarkan ruangan atau pewarna alami (Taslim *et al.*, 2017). Krisan adalah satu dari sekian jenis bunga hias yang banyak digunakan dibandingkan jenis bunga hias lainnya dalam lima tahun terakhir (Desy, 2023).

Krisan atau seruni (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*) adalah satu dari sekian banyak bunga yang dikembangkan di Indonesia. Krisan sebagai tanaman hias memiliki banyak kelebihan diantaranya memiliki banyak warna dan bentuk yang menarik, bunganya mampu bertahan lama, sebagai bahan obat-obatan, dan tanaman refugia (Siregar & Lesnida, 2021). Beberapa kelebihan yang dimiliki krisan membuat krisan menjadi bunga yang cukup populer di Indonesia. Krisan biasa digunakan sebagai bunga yang ada dalam kegiatan keagamaan atau seremonial (Indrajati *et al.*, 2023). Hal ini menyebabkan permintaan krisan cukup tinggi di pasaran. Permintaan yang tinggi tidak sebanding dengan persediaan krisan menyebabkan petani krisan kesulitan untuk memenuhi permintaan pasar.

Kurangnya ketersediaan bibit bermutu unggul di Indonesia juga merupakan salah satu permasalahan yang menyebabkan petani krisan kesulitan memenuhi permintaan pasar (Restu Dinika *et al.*, 2021). Untuk itu, biasanya para petani akan mendatangkan benih krisan dari luar negeri (Mufarrikha *et al.*, 2014). Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan bibit unggul krisan adalah dengan melakukan kultur jaringan tumbuhan melalui induksi kalus.

Kultur jaringan tumbuhan merupakan perbanyakan vegetatif yang melibatkan penanaman potongan sel, jaringan atau irisan organ di media sintetik yang memiliki kandungan nutrisi lengkap dalam keadaan aseptik. Teknik ini bisa dilakukan dengan metode organogenesis dan embryogenesis somatik. Metode embryogenesis somatik secara tidak langsung akan membentuk kalus. Kalus adalah kumpulan sel hasil pembelahan yang terjadi secara terus menerus dan tidak mengalami deferensiasi. Kalus menjadi sumber bahan tanam yang penting sebab sifat selnya yang dapat beregenerasi menjadi tanaman baru (Anwar & Isda, 2021). Induksi kalus banyak digunakan untuk perbanyakan bibit karena setiap sel tanaman berpotensi untuk menjadi tanaman baru, sehingga cocok digunakan sebagai metode untuk perbanyakan tanaman yang menghasilkan banyak tanaman baru dengan waktu singkat (Rasud & Bustaman, 2020).

Beberapa hal berikut mempengaruhi tingkat keberhasilan kultur jaringan yaitu: eksplan, media tanam, serta kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Eksplan daun banyak dipakai sebagai eksplan untuk induksi kalus sebab memiliki daya regenerasi yang tinggi dan mudah didapatkan (Millenia *et al.*, 2022). *Murashige & Skoog* (MS) adalah media tanam yang umum digunakan sebagai media kultur jaringan sebab mengandung nitrat, kalium, dan ammonium yang tinggi, sehingga dapat mendorong pertumbuhan eksplan (Lengkong *et al.*, 2023). Pemberian ZPT juga menjadi perhatian dalam melakukan perbanyakan melalui kultur jaringan.



Jenis hormon yang umum dipakai pada kebanyakan in-vitro yaitu golongan hormone auksin dan sitokinin. *Naphtalen Acetic Acid* (NAA) adalah salah satu jenis ZPT golongan auksin. NAA bersifat lebih stabil dibanding *Indole Acetic Acid* (IAA). ZPT jenis sitokinin yang biasa dipakai pada kebanyakan in-vitro adalah kinetin, sebab mudah ditemukan dan memiliki aksi yang lebih tinggi dibanding sitokinin alami (Krestiani & Rukmi, 2013; Sudrajad & Wijaya, 2019). Interaksi antara auksin dan sitokinin akan mempengaruhi arah pertumbuhan, sebab Hormon yang umum ditemukan pada tanaman umumnya berupa auksin dan sitokinin, yang perannya sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sosnowski *et al.*, 2023).

Kombinasi NAA dan kinetin banyak dilakukan untuk menginduksi pembentukan kalus. Penelitian oleh Dakah *et al.*, (2014) menggunakan eksplan daun *Ziziphora tenuior* dengan pemberian 1,5 mg/l NAA dan 0,5 mg/l kinetin merangsang pembentukan kalus pada 45 HST. Penelitian oleh Sudrajad & Wijaya, (2019) menggunakan eksplan daun pule pandak dengan 2 mg/l kinetin dan 1 mg/l NAA menghasilkan kalus dengan tekstur remah serta berwarna hijau kecoklatan. Mengacu pada uraian diatas maka diperlukan penelitian terkait kombinasi yang tepat untuk menginduksi kalus daun krisan dengan pemberian kombinasi NAA dan kinetin. Dengan demikian, diperlukan penelitian untuk mengeksplorasi kombinasi yang optimal untuk menginduksi kalus daun krisan dan pengaruhnya terhadap morfologi kalus krisan.

METODE

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua factorial yang terdiri dari 12 perlakuan dan 4 ulangan, dengan kombinasi perlakuan sebagai berikut:

- N0K0 : konsentrasi NAA 0 mg/l + kinetin 0 mg/l
- N0K1 : konsentrasi NAA 0 mg/l + kinetin 1 mg/l
- N0K2 : konsentrasi NAA 0 mg/l + kinetin 2 mg/l
- N0K3 : konsentrasi NAA 0 mg/l + kinetin 3 mg/l
- N1K0 : konsentrasi NAA 0,5 mg/l + kinetin 0 mg/l
- N1K1 : konsentrasi NAA 0,5 mg/l + kinetin 1 mg/l
- N1K2 : konsentrasi NAA 0,5 mg/l + kinetin 2 mg/l
- N1K3 : konsentrasi NAA 0,5 mg/l + kinetin 3 mg/l
- N2K0 : konsentrasi NAA 1 mg/l + kinetin 0 mg/l
- N2K1 : konsentrasi NAA 1 mg/l + kinetin 1 mg/l
- N2K2 : konsentrasi NAA 1 mg/l + kinetin 2 mg/l
- N2K3 : konsentrasi NAA 1 mg/l + kinetin 3 mg/l

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah botol kultur jaringan, *scalpel*, pinset, serta gunting, *autoclave*, *microwave oven*, *wareglasses* (cawan petri, *beaker glass*, pipet kaca, gelas ukur), neraca analitik, pH meter, *Laminar Air Flow* (LAF), pipet volume, mikropipet, pipet ukur, korek api, rak kultur, lampu penyorotan, *hotplate stirrer*, *magnetic stirrer bar*, bunsen, kertas miliblock, penggaris, *hand sprayer* serta *surgical blade*. Sedangkan bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah daun muda krisan, larutan stok media MS, Konsentrasi NAA yang dipakai



adalah; 0 mg/L, 0,5 mg/L, dan 1 mg/L. Sedangkan konsentrasi kinetin yang dipakai adalah; 0 mg/L, 1 mg/L, 2 mg/L, dan 3 mg/L, sukrosa (gula pasir), agar, spirtus, kertas label, tissue, plastik, karet gelang, aluminium foil, aquadest, betadine, alkohol 70% dan 96%.

Persiapan Media Tanam

Media tanam dibuat dengan mencampurkan 15 g sukrosa dengan larutan stok MS yang terdiri dari 25 ml unsur makro, 5 ml unsur mikro, 5 ml Myo-Inositol, 5 ml NaFeEDTA, dan 0,5 ml vitamin yang kemudian dihomogenkan dalam 500 ml aquades menggunakan hot plate. Kemudian ditambahkan kombinasi NAA dan kinetin sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Cek pH dilakukan untuk menentukan pH yang sesuai pada media tanam yaitu sekitar 5,8-6,0. Setelah itu pH media sesuai, media ditambahkan dengan 5,5 g agar. Media dimasak dengan microwave selama 5 menit dan langsung dimasukkan pada botol balsam dengan ketebalan 12,5 ml. Sterilisasi basah dilakukan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C.

Persiapan Bahan Tanam

Daun krisan muda hasil kultur jaringan yang merupakan koleksi dari Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Program Studi Biologi digunakan sebagai bahan tanam pada penelitian ini. Daun krisan yang dipakai adalah memiliki ciri bentuk daun sempurna dan terletak pada urutan 2-4 dari pucuk tanaman.

Inisiasi Daun Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*)

Eksplan yang telah dipilih selanjutnya ditanam pada media tanam selama 40 HST dan diamati parameter kuantitas dan kualitasnya. Parameter kuantitas terdiri dari hari muncul kalus, persentase eksplan berkalus, dan berat basah kalus. Parameter kualitas terdiri dari warna dan tekstur kalus.

Hari Muncul Kalus

Pengamatan hari muncul kalus dilakukan setiap hari untuk mengetahui pertama kali muncul kalus pada eksplan daun krisan.

Persentase Eksplan Kalus

Persentase eksplan kalus diketahui melalui penghitungan eksplan berkalus setelah 40 HST, didapatkan melalui rumus:

$$\% \text{ Eksplan berkalus} = \frac{\text{Jumlah eksplan berkalus}}{\text{Jumlah total eksplan}}$$

Berat Basah Kalus (gr)

Pengamatan berat basah kalus dilakukan pada eksplan yang telah berumur 40 HST dengan menimbang berat kalus memakai timbangan dengan satuan gram.

Warna Kalus

Pengamatan warna kalus dilakukan pada eksplan yang telah berumur 40 HST dengan memakai aplikasi *Color Grab*.

Tekstur Kalus

Pengamatan dilakukan secara visual pada eksplan berumur 40 HST untuk mengetahui tektur kompak, intermediet, atau remah pada kalus.



Analisis Data

Data kuantitas yang diperoleh meliputi hari munculnya kalus, persentase eksplan berkalus, dan berat basah kalus, yang dianalisis menggunakan SPSS 21. Pada tahap awal analisis, dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Jika nilai signifikansi $> 0,05$, data dianggap normal dan homogen. Jika nilai signifikansi $< 0,05$, dilakukan analisis variansi (ANOVA) dan uji DMRT pada signifikansi 5%. Sedangkan untuk data kualitas, diamati hasil akhir pada kalus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek Kombinasi Konsentrasi NAA dan Kinetin Terhadap Parameter Kuantitas Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*)

Pemberian kombinasi NAA dan kinetin, berdasarkan analisis variansi (ANOVA), menunjukkan adanya pengaruh signifikan terhadap induksi kalus krisan. Selanjutnya, hasil ANOVA dianalisis lebih lanjut dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada signifikansi 5% untuk menentukan kombinasi paling efektif dalam induksi kalus krisan. Hasil uji lanjut DMRT disajikan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil uji DMRT 5% Pengaruh Kombinasi NAA dan Kinetin Terhadap Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*.)

Perlakuan	Parameter		
	Hari Muncul Kalus	Persentase Eksplan Berkalus	Berat Basah Kalus (gr)
N0K0	0.00 ⁻	0.00 ⁻	0.00 ⁻
N0K1	14.00 ^c	14.65 ^a	0.05 ^a
N0K2	12.38 ^{abc}	58.00 ^a	0.06 ^a
N0K3	11.91^a	50.00 ^a	0.07 ^a
N1K0	12.91 ^{abc}	14.65 ^a	0.04 ^a
N1K1	12.83 ^{abc}	50.00 ^a	0.05 ^a
N1K2	13.16 ^{bc}	66.70 ^a	0.14 ^b
N1K3	13.16 ^{bc}	58.35 ^a	0.12 ^b
N2K0	13.25 ^{bc}	14.65 ^a	0.14 ^b
N2K1	12.41 ^{ab}	100.0^b	0.12 ^b
N2K2	13.33 ^{bc}	100.0 ^b	0.2^c
N2K3	11.75 ^a	100.0 ^b	0.12 ^b

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa perlakuan kombinasi NAA dan kinetin menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap parameter hari muncul kalus. Kalus tercepat terbentuk pada 11 HST dengan pemberian perlakuan N0K3 (0 mg/l NAA + 3 mg/l kinetin). Adanya interaksi antara hormone endogen pada eksplan dengan hormone eksogen yang terdapat dalam media. Hormon auksin berperan dalam pembentukan kalus dan morfogenesis, tetapi ketika dikombinasikan dengan hormon sitokinin yang berfungsi dalam pembelahan sel dan proliferasi, pembentukan kalus lebih cepat terjadi. (Sudrajat & Wijaya, 2019). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi kinetin yang lebih tinggi mampu menginduksi kalus lebih cepat. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan



oleh Sudrajad & Wijaya (2019) menggunakan eksplan daun pule pandak yang diberikan 3 mg/l kinetin secara tunggal ataupun dikombinasikan dengan 1 mg/l NAA dapat merangsang pembentukan kalus lebih cepat yaitu 35 HST.

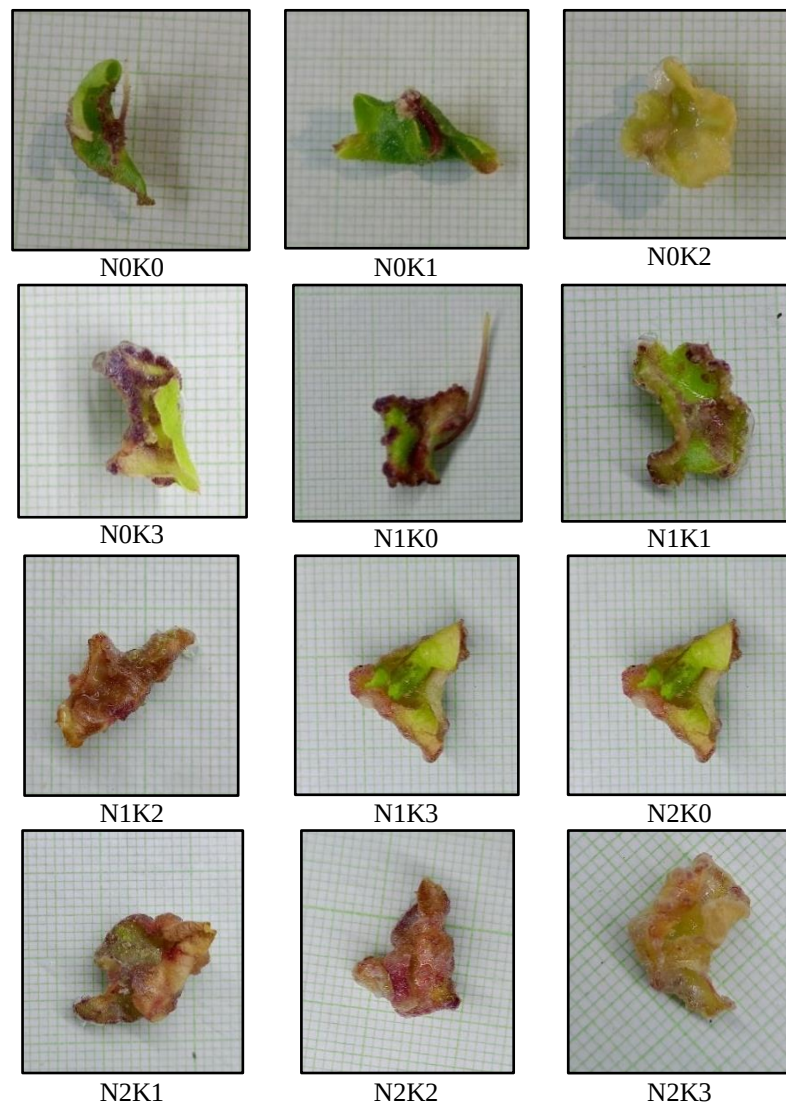
Perlakuan N0K1 (0 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin) merupakan perlakuan yang memunculkan kalus paling akhir pada penelitian ini. Tidak adanya penambahan auksin eksogen menyebabkan terhambatnya proses pembentukan kalus. Penelitian oleh Sudrajad & Wijaya, (2019) dengan pemberian 0 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin menggunakan daun pule pandak menunjukkan hasil berupa tidak terbentuknya kalus pada eksplan daun pule pandak sebab tidak terdapat hormone auksin pada media pertumbuhan. Kombinasi NAA dan kinetin menunjukkan pengaruh signifikan pada parameter persentase eksplan berkalus (tabel 1). Persentase eksplan berkalus berkisar antara 14.65% - 100%. Perlakuan optimal pada parameter ini diperoleh pada perlakuan N2K1 (1 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin) dengan persentase eksplan berkalus sebesar 100%. Kaviani et al., (2013) melakukan penelitian pada eksplan *Mattiola icana* yang diberikan 0,5 mg/l NAA + 0,5 mg/l kinetin dapat merangsang pertumbuhan kalus dengan persentase sebesar 100%. Interaksi antara auksin dan sitokinin pada konsentrasi rendah mampu mendorong pertumbuhan dan pemanjangan sel setelah pembelahan sel berlangsung sehingga dapat menginduksi kalus (Sari & Isda, 2021).

Perlakuan N0K1 (0 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin) adalah perlakuan yang memperoleh persentase pembentukan kalus paling kecil yaitu sekitar 14.65%. Ini terjadi sebab hormone auksin endogen pada eksplan tidak mampu merangsang pembentukan kalus lebih banyak dan tidak adanya tambahan auksin eksogen menyebabkan pembentukan kalus kurang optimal. Kaviani et al., (2013) melakukan penelitian pada eksplan *Mattiola icana* yang diberikan 0 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin hanya berhasil menginduksi kalus dengan persentase sebesar 8%. Media yang mengandung hormone auksin dan sitokinin eksogen dapat meningkatkan fitohormon dalam sel tanaman sebab ZPT berperan sebagai stimulator saat pertumbuhan dan perkembangan jaringan sedang berlangsung (Asra *et al.*, 2020). Jika salah satu ZPT tidak ada atau konsentrasinya kurang maka akan menyebabkan kurang optimalnya pertumbuhan.

Kombinasi NAA dan kinetin juga memberikan pengaruh signifikan terhadap berat basah kalus berdasarkan hasil uji DMRT 5% (tabel 1). Perlakuan N2K2 (1 mg/l NAA + 2 mg/l kinetin) menghasilkan berat basah kalus paling optimal yaitu 0.2 gr. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nuha (2022) yang menunjukkan bahwa eksplan porang yang diberi 3 mg/l NAA dapat menghasilkan berat basah kalus sebesar 0,356 g. Hal ini disebabkan oleh hormone auksin yang mempengaruhi kecepatan pembelahan sel, ploriferasi, dan pertumbuhan sel. Mekanisme pembesaran sel oleh auksin dimulai ketika auksin eksogen dalam media tanam memicu sekresi ion H^+ keluar melalui dinding sel. Peningkatan keasaman pada dinding sel menyebabkan penyerapan ion K^+ , yang mengurangi potensial air di dalam sel, sehingga air dapat lebih mudah masuk dan menyebabkan sel membesar (Rahayu *et al.*, 2003). Interaksi dengan sitokinin juga berfungsi untuk mengimbangi kerja dari hormone auksin.

Efek Kombinasi Konsentrasi NAA dan Kinetin Terhadap Parameter Kualitas Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*)

Salah satu indikator pertumbuhan pada eksplan in-vitro terlihat dari warna dan tekstur kalus yang memberikan gambaran visual mengenai status kalus sehingga bisa diketahui kalus yang memiliki sel-sel yang aktif membelah atau telah mati. Kombinasi NAA dan kinetin menghasilkan kalus dengan berbagai warna dan tekstur dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Kalus Krisan a) N0K0, b) N0K1, c) N0K2, d) N0K3, e) N1K0, f) N1K1, g) N1K2, h) N1K3, i) N2K0, j) N2K1, k) N2K2, l) N2K3

Kalus yang berkualitas dapat dinilai berdasarkan karakteristik kalus yang terbentuk. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan warna dan tekstur secara visual. Hasil pengamatan mengenai pengaruh kombinasi NAA dan kinetin terhadap warna dan tekstur kalus dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Hasil Pengamatan Parameter Warna dan Tekstur Kalus 40 HST

Perlakuan	Parameter	
	Warna Kalus	Tekstur Kalus
N0K0	-	-
N0K1	Dark brown, orange Hex: #785323	Remah
N0K2	Dark yellow, orange Hex: #7F6B27	Remah
N0K3	Dark brown, orange Hex: #7F6B27	Remah
N1K0	Dark brown, red Hex: #4B2f2A	Remah
N1K1	Dark brown, orange Hex: #735436	Remah
N1K2	Dark yellow, green Hex: #595229	Remah
N1K3	Dark faded, yellow Hex: #6c6745	Remah
N2K0	Dark yellow, orange Hex: #7852323	Kompak
N2K1	Brown yellow Hex: #AA9766	Remah
N2K2	Brown orange Hex: #865d45	Remah
N2K3	Brown yellow Hex: #BBB72	Remah

Perbedaan warna pada kalus menunjukkan tingkat perkembangan kalus yang dipengaruhi oleh konsentrasi ZPT yang terdapat pada media tanam. Hasil penelitian (tabel 2) menunjukkan bahwa hampir seluruh kalus yang dihasilkan memiliki warna yang cenderung kekuningan. Kalus berwarna kekuningan menunjukkan sel di dalam kalus masih aktif membelah dan sel parenkimnya mengandung pigmen flavonoid (Ekawati *et al.*, 2022). Kalus berwarna kekuningan juga menunjukkan bahwa kalus mengandung klorofil dan aktif berdiferensiasi (Purnamaningsih & Ashrina, 2011). Kalus berwarna kekuningan dihasilkan dari eksplan yang diberikan perlakuan kombinasi kinetin. Sejalan dengan penelitian Tarigan *et al.*, (2023) dengan eksplan bangle yang diberikan 1 ppm kinetin menghasilkan kalus berwarna kekuningan. Hal ini terjadi sebab hormon sitokinin yang cukup tinggi mampu mempertahankan warna cerah (hijau) pada kalus. Mekanisme sitokinin dalam mencegah penuaan dilakukan dengan memperlambat pembongkaran butiran klorofil dan protein di dalam sel (Lizawati, 2012).

Kombinasi NAA dan kinetin juga menghasilkan warna kecoklatan pada kalus. Warna kecoklatan pada kalus menandakan bahwa kalus telah memasuki fase stasioner (penuaan) sehingga pertumbuhan dan perkembangan kalus mengalami penurunan (Purnamaningsih & Ashrina, 2011). Kalus berwarna kecoklatan juga menandakan kandungan senyawa fenol di dalam kalus (Sudrajad & Wijaya, 2019).



Tekstur kalus yang terbentuk akibat kombinasi NAA dan kinetin menghasilkan kalus dengan tekstur remah. Kalus bertekstur remah dihasilkan akibat adanya hormon NAA dalam media. NAA mampu mendorong perpanjangan sel dengan meningkatkan plastisitas dinding sel, menjadikannya lebih longgar, sehingga air dapat masuk ke dalam sel melalui osmosis dan membentuk kalus yang memiliki tekstur remah. Hal ini selaras dengan penelitian Muliati & Nurhidayah, (2017) menggunakan eksplan *Sansivieria macrophylla* yang diberikan 1 mg/l NAA mampu membentuk kalus dengan tekstur remah.

Kombinasi NAA dan kinetin juga dapat menghasilkan kalus bertekstur kompak. Pembentukan kalus kompak terjadi sebab lignifikasi pada kalus, sehingga menjadikannya keras. Terjadinya kalus kompak ini disebabkan oleh konsentrasi auksin dan sitokinin yang terlalu tinggi, yang memengaruhi potensi air dalam sel. Potensial air yang meningkat menyebabkan penyerapan air terjadi dengan cepat dan mengakibatkan kekakuan pada sel. Sama halnya dengan penelitian Muliati, dan Tengku Nurhidayah, (2017) menggunakan eksplan *Sansivieria macrophylla* yang diberikan 2 mg/l NAA dapat membentuk kalus yang tekstur kompak.

Respon lain akibat pemberian kombinasi NAA dan kinetin pada eksplan daun krisan adalah munculnya akar pada perlakuan kontrol, 0,5 mg/l NAA + 0 mg/l kinetin, dan 1 mg/l NAA + 0 mg/l kinetin. Pembentukan akar pada eksplan dapat terjadi akibat perbandingan antara auksin yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi sitokininnya (Sudrajad & Wijaya, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh (Angelina *et al.*, 2017) pada eksplan daun bangun-bangun yang diberikan kombinasi 3 mg/l NAA + 0,1 mg/l kinetin dapat merangsang terbentuknya akar. Ketika perbandingan auksin lebih tinggi daripada sitokinin, hal ini akan merangsang pembentukan akar sebaliknya, jika konsentrasi sitokinin lebih tinggi, maka akan menginduksi pembentukan tunas. Untuk menghasilkan kalus maka dibutuhkan konsentrasi auksin dan sitokinin yang seimbang (Sudrajad & Wijaya, 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa (1) pemberian kombinasi NAA dan kinetin berpengaruh signifikan terhadap parameter penelitian yang meliputi hari muncul kalus, persentase eksplan berkalus, berat basah kalus, warna kalus, serta tekstur kalus; (2) kalus tercepat terbentuk pada 11 HST dengan pemberian perlakuan 0 mg/l NAA + 3 mg/l kinetin; (3) perlakuan optimal untuk persentase eksplan berkalus diperoleh dengan pemberian 1 mg/l NAA + 1 mg/l kinetin; (4) perlakuan optimal berat basah kalus didapatkan dengan pemberian 1 mg/l NAA + 2 mg/l kinetin, (4) kualitas kalus terbaik diperoleh dengan pemberian kombinasi NAA 1 mg/l dan kinetin 1 mg/l, dengan kalus bertekstur remah dan berwarna kuning kecoklatan.

SARAN

Penelitian selanjutnya dengan tema serupa diharapkan dapat menemukan kombinasi dan menginformasikan lebih lengkap terkait perlakuan zat pengatur tumbuh yang efektif untuk menginduksi terbentuknya kalus embriogenik pada kalus krisan (*Chrysanthemum morifolium* var. *reagen pink*).



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada asisten laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan UIN Malang atas bantuan dan arahan yang diberikan, yang memungkinkan penelitian ini berjalan dengan lancar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen yang telah memberikan kritik dan saran, yang menjadi masukan berharga bagi penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina, N., Siregar, L. A. M., & Putri, L. A. P. (2017). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Induksi Akar (Rhizogenesis) Pada Tanaman Bangun-Bangun (*Plectranthus Amboinicus* (Lour.) Spreng) secara In Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(3), 644–649.
- Anwar, N., & Isda, M. N. (2021). Respons Pembentukan Kalus Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.) dengan Penambahan Naphtalene Acetic Acid dan Benzyl Amino Purin Secara In Vitro. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 5(2), 136–142. <https://doi.org/10.24002/biota.v5i3.3232>
- Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. (2020). Hormon Tumbuhan. In *UKI Press* 53(9). [http://repository.uki.ac.id/1579/1/Hormon Tumbuhan.pdf](http://repository.uki.ac.id/1579/1/Hormon%20Tumbuhan.pdf)
- Dakah, A., Zaid, S., Suleiman, M., Abbas, S., & Wink, M. (2014). In vitro propagation of the medicinal plant *Ziziphora tenuior* L. and evaluation of its antioxidant activity. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 21(4), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.12.002>
- Desy Puspitasari. (2023). Krisan Nasional Siap Menggantikan Krisan Introduksi. Diakses 4 September 2024, <https://hortikultura.pertanian.go.id/krisan-nasional-siap-menggantikan-krisan-introduksi/>
- Ekawati, Y., Anggraeni, A., Dyah Prawestri, A., & Nurtjahya, E. (2022). Induksi Kalus Sisik Umbi Lili *longiflorum* Thunb. oleh Auksin dan Sitokinin, serta Respons Pertumbuhannya Secara In Vitro. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 6(2), 28–37. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.316>
- Indrajati, S., Saputro, L., & Yuniar, A. (2023). *Panduan Teknik Budidaya Krisan Potong*.
- Kaviani, B., Hesar, A. A., Tarang, A., & Zanjani, S. B. (2013). Effect of kinetin (Kn) and naphthalene acetic acid (NAA) on the micropropagation of *Matthiola incana* using shoot tips, and callus induction and root formation on the leaf explants. *African Journal of Agricultural Research*, 8(30), 4134–4139. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.921>
- Krestiani, V., & Rukmi. (2013). Kajian konsentrasi NAA dan kinetin terhadap pertumbuhan kalus dari kotiledon sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness.) secara in vitro. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 6(1), 16–20.
- Lengkong, E. F., Mantiri, H., & Pinaria, A. G. (2023). Growth Of Potato Seeds (*Solanum tuberosum* L.) On Ms Media Substituted With Coconut Water. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 4(2), 361–369. <https://doi.org/10.35791/jat.v4i2.50675>
- Lizawati. (2012). Induksi Kalus Embriogenik Dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman



- Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Dengan Penggunaan 2,4 D Dan Tdz. *Journal Bioplantae*, 1(2), 75–87.
- Millenia, F. K., Suminar, E., Nuraini, A., & Pitaloka, G. G. (2022). Induksi Kalus Eksplan Daun Stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch) dengan Pemberian NAA dan CaP Secara In Vitro Callus. *Jurnal Galung Tropika*, 11(3), 317–329. <https://doi.org/10.31850/jgt.v11i3.1023>
- Mufarrikha, L., Herlina, N., & Widaryanto, E. (2014). Respon Dua Kultivar Tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) Pada Berbagai Lama Penambahan Cahaya Buatan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), 10–16.
- Muliati, Tengku Nurhidayah, N. (2017). Media On The In Vitro Development Of *Sansevieria macrophylla*. *Jom Faperta*, 4(1), 1–13.
- Nuha. A. A. (2022). Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (*Amorphopallus muelleri* Blume) Secara In-Vitro. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Purnamaningsih, R., & Ashrina, M. (2011). Pengaruh Bap Dan Naa Terhadap Induksi Kalus Dan Kandungan Artemisinin Dari *Artemisia annua* L. 1 [The Effect of BAP and NAA on Callus Induction and Artemisinin Content of *Artemisia annua* L.]. *Berita Biologi*, 10(4), 481–489.
- Rahayu, B., Solichatun, & Anggarwulan, E. (2003). Pengaruh Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L. The effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) on callus growth and production flavonoid content on c. *Biofarmasi*, 1(1), 11.
- Rasud, Y., & Bustaman, B. (2020). In Vitro Callus Induction from Clove (*Syzygium aromaticum* L.) Leaves on Medium Containing Various Auxin Concentrations. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 67–72. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>
- Restu Dinika, A., Widyodaru Saputro, N., Sulandjari, K., & Rahmi, H. (2021). Organogenesis Kalus Tanaman Krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) Dengan Penggunaan Kinetin Dan NAA (Naphthalene Acetic Acid). *Jurnal Agrium*, 18(1), 72–79. <https://doi.org/10.29103/agrium.v18i1.3845>
- Sari, M., & Isda, M. N. (2021). The Response of Callus Formation from *Tacca Chantrieri* Leaves with Various Concentrations of 2,4-D and BAP by In Vitro. *Jurnal Biologi UNAND*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.25077/jbioua.9.1.8-17.2021>
- Sari, P. K., Rosanti, D., & Putri, Y. P. (2022). Karakteristik Tanaman Hias Pekarangan Rumah di Kelurahan Plaju Ulu Kota Palembang. *Indobiosains*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v4i1.6199>
- Siregar, A. Z., & Lesnida, S. (2021). Pemanfaatan Tanaman Refugia Mengendalikan Hama Padi (*Oryza nivara* L) Di Soporaru Tapanuli Utara. *Agrifor*, 20(2), 299. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v20i2.5744>
- Sosnowski, J., Truba, M., & Vasileva, V. (2023). The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops. *Agriculture (Switzerland)*, 13(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030724>
- Sudrajad, H., & Wijaya, N. R. (2019). Pengaruh Kinetin Dan Naa Terhadap Induksi



-
- Kalus Pule Pandak (*Rauvolfia serpentina* (L.) Benth. ex Kurz). *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 12(2), 68–74.
<https://doi.org/10.22435/jtoi.v12i2.1691>
- Tarigan, S. D. S., Astarini, I. A., & Astiti, N. P. A. (2023). Inisiasi Kalus Bangle (*Zingiber purpureum* Roscoe) pada Beberapa Kombinasi 2.4-D dan Kinetin. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 14(2), 93–99.
<https://doi.org/10.29244/jhi.14.2.93-99>
- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. (2017). Pengaruh pH, Dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Ethanol Dari *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Biology Science & Education*, 6(2), 13–25.