

Potensi 2-iP dan TDZ Menginduksi Kalus Embriogenik Cabai *Katokkon* (*Capsicum annuum* var. *Chinense*) secara *In Vitro*

Potency of 2-iP and TDZ in Inducing Katokkon Chilli (Capsicum annuum var. Chinense) Embryogenic Callus In Vitro

Ramlan¹, Rinaldi Sjahril^{*1, 2}, Katriani Mantja¹

*) Email korespondensi: rinaldi.sjahril@gmail.com

¹) Program Studi Agroteknologi, Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar 90245, Sulawesi Selatan

²) Laboratorium Biosains dan Bioteknologi Reproduksi Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Sulawesi Selatan

ABSTRAK

Cabai katokkon merupakan flora spesifik dataran tinggi Toraja, Sulawesi selatan yang memiliki keunikan dibanding dengan cabai paprika jenis lainnya. Cabai katokkon memiliki aroma khas yang sangat kuat dan tajam dengan tingkat kepedasan yang sangat tinggi. Teknik kultur jaringan sangat menjanjikan untuk pemuliaan katokkon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan zat pengatur tumbuh alami jenis 2-iP dan jenis sintetis TDZ pada berbagai konsentrasi terhadap inisiasi tunas-tunas dari eksplan kalus. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biosains dan Bioteknologi Reproduksi Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar pada Juli-November 2022. Penelitian disusun menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan, masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Kalus dikulturkan pada media MS dengan konsentrasi 2-iP (1,0 mg L⁻¹, 1,5 mg L⁻¹ dan 2,0 mg L⁻¹) dan TDZ (0,25 mg L⁻¹, 0,5 mg L⁻¹ dan 1,0 mg L⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 2-iP dan TDZ hanya membentuk akar tidak membentuk tunas. Pemberian 2-iP 1,0 mg L⁻¹ membentuk akar pada hari 79 HST dengan rata-rata panjang akar 0,55 cm. Pemberian TDZ 0,25 mg L⁻¹ akar muncul pada hari ke 84 HST dengan rata-rata panjang akar 0,3 cm. Perlakuan TDZ (1,0 mg L⁻¹) dan 2-iP (2,0 mg L⁻¹) memberikan pengaruh terbaik terhadap berat kalus. Kalus Katokkon rata-rata bertekstur kompak baik pada pemberian 2-iP maupun TDZ. Kalus mengalami perubahan warna dari putih menjadi hijau (embriogenik) namun sebagian mengalami pencoklatan.

Kata kunci: 2-iP; cabai; katokkon; kultur jaringan; thidiazuron.

ABSTRACT

Katokkon chili is a specific flora location in Toraja, South Sulawesi highlands that is unique compared to other types of chili peppers. Katokkon chili has a powerful and sharp distinctive aroma with a very high level of spiciness. Tissue culture could be a technique that is promising for breeding Katokkon. This study aims to determine the effect of using natural at a dose of potent 2-iP and synthetic TDZ growth regulators at various concentrations on the initiation of embryonic callus from callus explant. This research was conducted at the Laboratory of Plant Bioscience and Reproduction Biotechnology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Makassar, in July-November 2022. This study was designed as an experiment it using a Completely Randomized Design (CRD) pattern with six treatments, each with three plicates. Callus was cultured on MS media with concentrations of 2-iP (1.0 mg L⁻¹, 1.5 mg L⁻¹, and 2.0 mg L⁻¹) and TDZ (0.25 mg L⁻¹, 0.5 mg L⁻¹, and 1.0 mg L⁻¹). The results showed that the administration of 2-iP and TDZ only formed roots and did not form buds. It gave 2-iP 1.0 mg L⁻¹ formed roots on day 79 after plant culture with an average root length of 0.55 cm. The administration of TDZ 0.25 mg L⁻¹ roots appeared on day 84 after pant culture with an average root length of 0.3 cm. A treatment of TDZ (1.0 mg L⁻¹) and 2-iP (2.0 mg L⁻¹) gave the best effect on callus weight Katokkon callus were compact in texture on

administering 2-iP and TDZ. Callus changes color from white to green (embryogenic), and some experience browning.

Keywords: 2-iP; chili; katokkon; tissue culture; thidiazuron.

I. PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang dibudidayakan secara komersial di negara tropis termasuk Indonesia. Cabai di Indonesia terdiri dari beragam jenis, salah satunya yaitu cabai katokkon. Cabai katokkon merupakan flora spesifik dataran tinggi Toraja yang memiliki bentuk buah seperti cabai paprika tetapi dalam ukuran mini, gemuk dan bulat pendek (Tandiola, 2018). Cabai katokkon memiliki aroma khas yang sangat kuat dan tajam dengan tingkat kepedasan yang sangat tinggi sekitar 400.000–691.000 SHU 6 (*Scoville Heat Unit*) (Amalia, 2018). Harga cabai katokkon di pasar lokal Tanah Toraja dapat mencapai dua kali lipat dari harga cabai jenis lain (Vebriansyah, 2018).

Katokkon perlu mendapat perhatian serius karena tanaman ini cukup sulit dibudidayakan dan memiliki adaptasi lingkungan yang sempit. Potensi tersebut dapat dikembangkan dengan perbanyakan tanaman secara *in vitro* melalui metode kultur jaringan. Metode perbanyakan ini dengan mengambil jaringan atau organ tumbuhan yang dilakukan secara aseptik sehingga diperoleh tumbuhan atau individu baru (Dwiyani & Rindang, 2015). Kultur jaringan dapat menjadi dasar pengembangan katokkon dengan metode yang lebih modern. Pengembangan ini akan mengarah pada pemuliaan tanaman seperti mutasi (Lestari, 2016), variasi somaklonal (Dharmayanti, 2013), ataupun untuk keperluan penggandaan kromosom (Lestari, 2011).

Informasi mengenai kultur jaringan katokkon dari penelitian terdahulu masih sangat terbatas. Namun, pengembangan tanaman secara kultur jaringan mengharuskan media regenerasi yang tepat dalam hal ini zat pengatur tumbuh untuk mendukung pertumbuhan. Secara kultur jaringan pertumbuhan dan morfogenesis tanaman dikendalikan oleh keseimbangan dan interaksi dari zat pengatur tumbuh yang berada dalam eksplan (Widyastuti & Deviyanti, 2018). Jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam media kultur jaringan akan mempengaruhi arah pertumbuhan tanaman (Hapsoro & Yusnita, 2018).

Tanaman dalam kultur dapat menghasilkan ZPT sendiri (endogen) tapi dalam jumlah sedikit sehingga perlu penambahan dari luar (eksogen). Pada tahapan regenerasi tunas, jenis ZPT yang dibutuhkan dalam konsentrasi tinggi adalah sitokinin (George & Sherrington, 1984). Zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin alami yang digunakan adalah 2-*Isopentenyl Adenine* (2-iP) dan sitokinin sintetis yaitu *Thidiazuron* (TDZ). Sitokinin alami jenis 2-*Isopentenyl Adenine* (2-iP) berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan dan mempunyai aktivitas tinggi dalam memacu pembelahan sel. Penambahan ZPT 2-iP sebanyak 1,5 mg L⁻¹ memberikan pengaruh terbaik terhadap multiplikasi tunas meriklon kentang (Munggarani, *et al.* 2018). Kentang dan cabai katokkon berasal dari famili yang sama yaitu *Solanaceae*, sehingga jenis sitokinin alami 2-iP dapat digunakan dalam mendukung pertumbuhan cabai katokkon secara *in vitro* (Munggarani, *et al.* 2018).

Jenis sitokinin sintetis Thidiazuron (TDZ) dapat digunakan untuk mendukung multiplikasi tunas karena memiliki efektivitas tinggi. TDZ dapat menginduksi tunas cabai merah pada berbagai sumber eksplan dengan konsentrasi $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ dan $3,0 \text{ mg L}^{-1}$ (Venkataiah, *et al.* 2003). Penambahan TDZ $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ pada media MS dengan kombinasi BA 3 mg L^{-1} merupakan komposisi media yang sesuai untuk regenerasi tunas cabai (Menzila, *et al.* 2010).

Penelitian ini mencakup studi tentang menemukan medium regenerasi yang sesuai dan merupakan hal penting yang perlu dipelajari dalam rangka pengembangan kultur katokkon. Penelitian ini membahas tentang pengaruh penggunaan zat pengatur tumbuh alami jenis 2-iP dan sintetis jenis TDZ baik dari segi konsentrasi dan jenisnya terhadap inisiasi tunas-tunas dari eksplan kalus embriogenik katokkon.

II. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biosains dan Bioteknologi Reproduksi Tanaman, Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar pada bulan Juli-Oktober 2022.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah autoklaf, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), botol kultur, erlenmeyer, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, pH meter, alat *dissecting* (skalpel, gunting, pinset), kompor, bunsen, timbangan digital ($\pm 0,00 \text{ g}$ dan $0,000 \text{ g}$), batang pengaduk, lemari es, cawan petri, *hand sprayer*, oven, rak kultur, pensil, buku, kamera, dan *colour chart*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih cabai katokkon sebagai sumber eksplan, gula pasir (30 g L^{-1}), agar-agar putih (7 g L^{-1}), zat pengatur tumbuh 2-iP dan TDZ, alkohol 70%, alkohol 96%, media MS (*Murashige and Skoog*), plastik wrap, *aluminium foil*, *tissue*, spritus, sabun cuci, kertas pH, masker, sarung tangan, kertas label, korek api, *aquades*, larutan NaOH, dan larutan HCl.

3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan percobaan faktorial dua faktor. Faktor pertama konsentrasi 2-iP yang terdiri dari 3 taraf yaitu $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $1,5 \text{ mg L}^{-1}$, $2,0 \text{ mg L}^{-1}$. Faktor kedua konsentrasi TDZ yaitu $0,25 \text{ mg L}^{-1}$, $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$. Masing-masing faktor diulang sebanyak 3 kali sehingga total unit percobaan sebanyak 75 unit. Setiap unit akan berisi kalus katokkon seberat 100 mg.

4. Prosedur Penelitian

a. Perkecambahan Benih

Benih cabai terlebih dahulu dibilas menggunakan *aquades* steril selama 2 menit untuk menghilangkan partikel debu di permukaan biji. Benih disterilkan menggunakan NaOCl 10% selama 5 menit dan homogenkan secara perlahan. Benih dibilas menggunakan *aquades* steril sebanyak 3 kali. Setelah itu benih ditempatkan pada kertas saring steril dan dibiarkan kering. Setelah sterilisasi, benih cabai dikecambahkan dalam botol kultur yang berisi media

dasar MS yang mengandung sukrosa tanpa zat pengatur tumbuh, dan pH media sebelum sterilisasi 5,8. Benih mulai berkecambah setelah satu minggu.

b. Induksi Pembentukan Kalus

Induksi pembentukan kalus dilakukan pada media dasar MS yang mengandung 2,4-D (2,4-*Dichlorophenoxyacetic acid*). Benih cabai yang telah dikecambahkan digunakan sebagai bahan eksplan. Bagian yang digunakan adalah hipokotil dengan ukuran 1 cm. Setiap botol berisi 3 potongan eksplan.

c. Induksi Pembentukan Tunas

Induksi Pembentukan tunas dilakukan dengan menggunakan kalus steril yang diperoleh sebelumnya. Kalus ditumbuhkan pada media dasar MS yang ditambah 2-iP (1, 0 mg L⁻¹, 1,5 mg L⁻¹, 2, 0 mg L⁻¹) dan TDZ (0, 25 mg L⁻¹, 0,5 mg L⁻¹, 1,0 mg L⁻¹). Kalus ditimbang seberat 100 mg menggunakan timbangan analitik lalu dipindahkan ke botol kultur. Setiap botol berisi 3 kalus katokkon. Kalus yang telah ditanam disubkultur setiap 2 minggu sekali hingga kalus mengalami organogenesis.

5. Parameter Pengamatan

Pengamatan kualitatif dilakukan terhadap warna kalus, warna batang dan warna daun tunas menggunakan *colour chart* dan tekstur kalus. Pengamatan Kuantitatif meliputi berat kalus, waktu munculnya tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, waktu muncul akar, jumlah akar dan panjang akar. Parameter waktu muncul tunas dan akar diamati setiap hari sementara parameter warna diamati secara berkala dan parameter lain diamati diakhir penelitian.

6. Analisis Data

Pengamatan dari hasil penelitian meliputi pengamatan pada parameter kualitatif dan kuantitatif, sehingga diperoleh data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif akan dianalisis secara deskriptif. Sementara itu data kuantitatif yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisa sidik ragam ANOVA. Data yang berbeda nyata selanjutnya diuji lanjut dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Waktu Muncul Akar

Pada perlakuan 2-iP eksplan baru membentuk akar setelah kultur berumur 79 HST. Akar tidak terbentuk pada eksplan yang diberi perlakuan I₂ (1,5 mg L⁻¹) dan I₃ (2,0 mg L⁻¹) sampai kultur berumur 79 HST. Akar hanya terbentuk pada eksplan yang diberi perlakuan I₁ (1 mg L⁻¹). Pada pemberian TDZ akar mulai terbentuk ketika eksplan berumur 84 HST. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan konsentrasi 2-iP (1,0 mg L⁻¹) dan TDZ (0,25 mg L⁻¹) sudah mencukupi untuk menstimulus sintesis auksin endogen yang berperan pada akar. Hasil penelitian disajikan pada Tabel 1.

Sitokinin berinteraksi dengan auksin endogen dalam membentuk akar. Namun konsentrasi 2-iP (1,0 mg L⁻¹) dan TDZ (0,25 mg L⁻¹) diduga masih rendah dibandingkan

dengan auksin endogen. Hal ini menyebabkan hormon auksin endogen dalam eksplan mampu menumbuhkan akar. Sesuai pendapat Wiraatmaja (2017), jika konsentrasi sitokinin lebih rendah dari auksin maka akan menstimulasi pertumbuhan akar. Selama pengamatan, kalus hanya membentuk akar namun tidak membentuk tunas. Pemberian TDZ ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ dan 2-iP ($1,5 \text{ mg L}^{-1}$, $2,0 \text{ mg L}^{-1}$) diduga belum cukup untuk menstimulasi pembentukan tunas. Menurut Kahei, *et al.* (2013) bahwa penambahan sitokinin mampu merangsang pembentukan struktur seperti tunas pada kultur cabai.

Tabel 1. Pertumbuhan akar pada pemberian 2-iP dan TDZ.

Zat Pengatur Tumbuh	Parameter Pengamatan			
	Waktu Muncul Akar (Hari)	Jumlah Akar	Panjang Akar (cm)	Persentase Berakar (%)
2-IP ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$)	79	1	0,55	22, 2
TDZ ($0,25 \text{ mg L}^{-1}$)	84	1	0,3	11,1

2. Jumlah dan Panjang Akar

Hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi ZPT mampu menstimulus jumlah dan panjang akar. Akar hanya terbentuk pada pemberian 2-iP ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$) sebanyak 1 buah dan konsentrasi $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ sebanyak 1 buah. Rata-rata panjang akar yang dihasilkan pada pemberian 2-iP adalah $0,55 \text{ cm}$. Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi sitokinin dapat menghambat pertumbuhan akar. Sitokinin dapat menghambat auksin endogen dalam eksplan untuk pembentukan akar adventif. Menurut Silalahi & Marina (2013), penggunaan konsentrasi sitokinin yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan akar.

3. Berat Segar Kalus

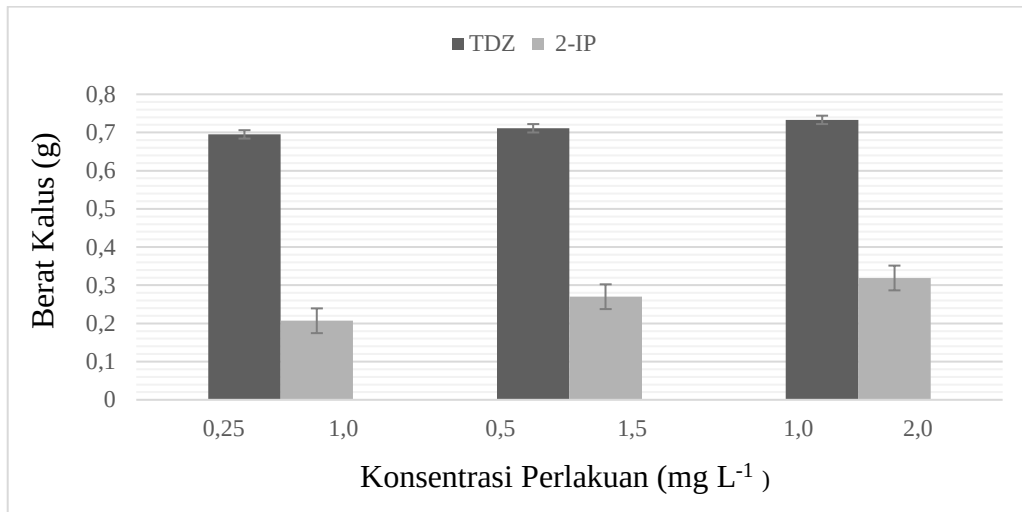
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kalus mengalami penambahan berat. Semakin tinggi pemberian sitokinin, semakin bertambah berat basah kalus. Pemberian 2-iP dengan konsentrasi I_0 ($2,0 \text{ mg L}^{-1}$) memberikan berat basah tertinggi yaitu $0,319 \text{ g}$. Pada pemberian TDZ, kalus mengalami penambahan berat segar yang cukup signifikan. Pemberian TDZ dengan konsentrasi T_0 ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) menghasilkan berat basah tertinggi yaitu $0,733 \text{ g}$ (Gambar 1). Pemberian TDZ memberikan berat segar yang lebih tinggi dibandingkan dengan 2-iP. Hal ini disebabkan oleh sifat TDZ yang menstimulasi sel untuk aktif membelah. Hal ini sesuai pendapat Hutchinson, *et al.* (2014) bahwa Thidiazuron memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan sitokinin yang lainnya.

Berat segar yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan sel-sel tersebut membelah, memperbanyak dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus. Sitokinin berfungsi untuk mengatur pembelahan sel. Menurut Wiraatmaja (2017), sitokinin bekerja bersama-sama dengan auksin, sitokinin menstimulasi pembelahan sel dan mempengaruhi lintasan differensiasi.

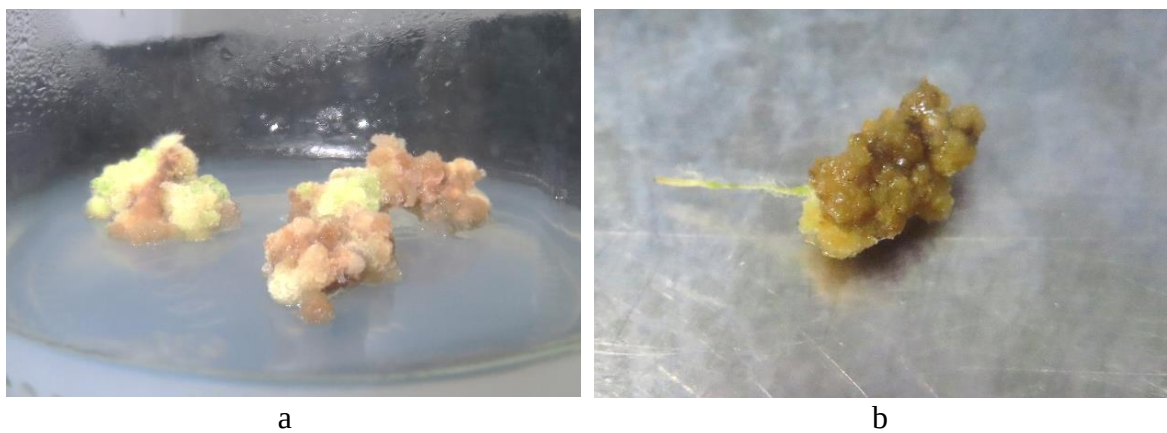
4. Warna dan Tekstur Kalus

Kalus katokkon rata-rata bertekstur kompak, baik pada pemberian 2-iP maupun TDZ.

Tekstur kompak ditandai dengan struktur yang padat sehingga sulit untuk dipisah-pisahkan. Kenampakan kalus dapat dilihat pada Gambar 2. Kalus kompak memiliki ikatan partikel sel yang kuat dan membentuk tonjolan padat. Tekstur kompak yang dihasilkan merupakan efek dari pemberian sitokinin yang mempengaruhi potensi dalam sel. Hal ini sesuai dengan pendapat Rodinah & Rahmayanti (2012) bahwa sitokinin menyebabkan air dari medium masuk ke dalam sel sehingga sel menjadi lebih vigor.



Gambar 1. Berat segar kalus perlakuan TDZ dan 2-iP.



Gambar 2. Warna dan tekstur kalus pada perlakuan (a) TDZ dan (b) 2-iP.

Selama masa pengamatan, kalus mengalami perubahan warna dari putih menjadi hijau. Warna hijau menandakan kalus aktif membelah dan mulai menghasilkan klorofil. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan zat pengatur tumbuh terutama sitokinin dan stimulus cahaya, sesuai dengan pendapat Armini (1991) bahwa Sitokinin yang ditambahkan dalam media mampu menghambat perombakan butir-butir klorofil karena sitokinin mampu mengaktifkan proses metabolisme dan sintesis protein. Namun Sebagian kalus mengalami pencoklatan. Warna kecoklatan pada kalus (*browning*) ini akibat adanya aktivitas enzim oksidase dan tirosinase yang dilepaskan atau disintesis dan tersedia pada kondisi oksidatif ketika jaringan dilukai (Fatmawati, 2010).

IV. KESIMPULAN

Pemberian kedua jenis sitokinin pada taraf yang diuji memiliki potensi positif bergantung konsentrasinya. Pemberian zat pengatur tumbuh 2-iP dan TDZ secara tunggal mampu menstimulus pembentukan akar. Pemberian 2-iP ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) menghasilkan pembentukan akar yang relatif lebih cepat dibandingkan TDZ ($0,25 \text{ mg L}^{-1}$). Potensi 2-iP dalam konsentrasi tinggi relatif lebih kuat dalam menstimulus pemanjangan akar. Namun, berpengaruh pada hasil berat kalus yang relatif lebih ringan dibandingkan TDZ.

Potensi TDZ pada konsentrasi yang lebih tinggi ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) membentuk kalus dua kali lipat dibanding 2-iP ($2,0 \text{ mg L}^{-1}$), Namun dengan tekstur kalus kompak dengan kalus kehijaun. Penelitian lebih lanjutan perlu dilakukan untuk mengurai tekstur kompak menjadi remah embrionik agar mudah bertunas.

V. REFERENSI

- Amalia, N. (2018). Penentuan Kadar Capsaicin menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tapis (Klt) pada Cabai Katokkon *Jurnal Sains Terpadu*. 4(1), 49-56.
- Armini, N. M., Wattimena, G. A., & Gunawan, L. W. (1991). Bioteknologi Tanaman. *Pusat Antar Universitas*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dharmayanti, K. (2013). *Pengaruh Kadar BA dan 2.4-D Terhadap Variasi Somaklonal Kultur Tunas Bawang Merah (Allium cepa L. Kelompok Agregatum) dan Bawang Wakegi (Allium X Wakegi Araki)* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Dunwell, J.M. (1996). *Microspore Culture*. in Mohan Jain, S., S.K. Sopory and R.E. Veileux (Eds.). *in Vitro Haploid Production in Higher Plants*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London. P. 1, 177-245.
- Dwiyani & Rindang. (2015). Kultur Jaringan Tanaman. *Pelawa Sari Percetakan dan Penerbit*, Bali.
- Fatmawati, T. A., T. Nurhidayati, & N. Jadid. (2010). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh IAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau *Nicotiana tabacum L. VAR. Prancak 95*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- George, E.F & Sherrington, P.D. (1984). Plant Propagation by Culture: Handbook and Directory of Commercial Laboratories. *Exegenetics Limited*, England.
- Hapsoro, D. Yusnita. (2018). Kultur Jaringan: Teori dan Praktik. *Penerbit ANDI*: Jogjakarta.
- Hutchinson, M. J., Onamu, R., Kipkosgei, L., & Obukosia, S. D. (2014). Effect of Thidiazuron, NAA and BAP on in vitro Propagation of *Alstroemeria aurantiaca* Cv 'Rosita' from shoot tip explants. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 16(2), 58-72.
- Kehie, M., Kumaria, S., & Tandon, P. (2013). In Vitro Plantlet Regeneration from Cotyledon Segments of *Capsicum Chinense* Jacq. Cv. Naga King Chili, and Determination of Capsaicin Content in Fruits of In Vitro Propagated Plants by High Performance Liquid Chromatography. *Scientia Horticulturae*, 164, 1-8.
- Lestari, Endang G. (2011). Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*, 7(1), 63-68.

- Mahonen, A.P., A. Bishopp, M. Higuchi, K.M. Nieminen, K. Kinoshita, K. Tormakangas, Y. Ikeda, A. Oka, T. Kakimoto, & Y. Helariutta. (2006). Cytokinin Signaling and Its Inhibitor Ahp6 Regulate Cell Fate During Vascular Development. *Science* 311: 94–98.
- Menzila, I., Hidayat, S.H., Mariskal, I. & Sriani, S. (2010). Induksi Kalus serta Regenerasi Tunas dan Akar Cabai melalui Kultur *In Vitro*. *Jurnal AgroBiogen*, 6(2), 65-74.
- Munggarani, M., Suminar, E., Nuraini, A. & Mubarok, S. (2018). Multiplikasi Tunas Meriklon Kentang pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Sitokinin. *J. Agroglogia*, 7(2): 80-89.
- Putri, A. B. S., Hajrah, H., Armita, D., & Tambunan, I. R. (2021). Teknik Kultur Jaringan Untuk Perbanyak dan Konservasi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Secara *In Vitro*. *Filogeni, Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), 69-76.
- Rodinah, C. Nina, & E. Rohmayanti. (2012). Inisiasi Pisang Talas (*Musa Paradisiacal* Var *Sapientum* L.) dengan Pemberian Sitokinin Secara *In Vitro*. *Agroscientiae* 19(2), 107-111.
- Rohmah. N. N. (2007) *Penggunaan Bap dan 2,4-D dalam Kultur In Vitro Ilesiles (Amorphophallus muelleri Blume.)* (Tugas Akhir, Institut Pertanian Bogor).
- Silalahi & Marina. (2015). Bahan Ajar: Kultur Jaringan. *UKI Press*, Jakarta.
- Tandiola, M., Driyunita & Kannapadang, S. (2018). Hibridisasi dan Karakterisasi Hasil Persilangan Cabai Katokkon (*Capsicum annum* L.) Dengan Cabai Rawit Putih (*Capsicum frutescens* L). *Jurnal Ilmiah Agrosaint*, 9(2), 87-91.
- Venkataiah, P., Christopher, T., & Subhash, K. (2003). Thidiazuron Induced High Frequency Adventitious Shoot Formation and Plant Regeneration in *Capsicum annum* L. *Journal of Plant Biotechnology*, 5(4), 245-250.
- Vebriansyah, Riefza. (2018). Tingkatkan Produktivitas Cabai. *Penebar Swadaya*, Jakarta.
- Widyastuti, N., & Deviyanti, J. (2018). Kultur Jaringan–Teori dan Praktik Perbanyak Tanaman Secara *In-Vitro*. *ANDI Yogyakarta*, Yogyakarta, 61.
- Wiraatmaja, I. W. (2017). Bahan Ajar: Zat Pengatur Tumbuh Giberelin dan Sitokinin. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana.