

Murgayanti · A.A. Putri · A. Nuraini

Multiplikasi tunas tanaman temu putih pada berbagai jenis karbohidrat dan sitokinin secara *in vitro*

Sari. Permasalahan utama dari perbanyak tanaman temu putih (*Curcuma zedoaria*) secara konvensional adalah penggunaan bahan tanam berupa rimpang yang memiliki masa dormansi 2-3 bulan. Perbanyak *in vitro* menjadi alternatif untuk membuat perbanyak temu putih secara cepat dan dalam jumlah banyak, namun masih belum banyak penelitian rekayasa media *in vitro* berupa penambahan karbohidrat dan sitokinin dalam media. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan dan multiplikasi eksplan *C. zedoria* terhadap 3 jenis karbohidrat, yaitu sukrosa, glukosa dan amilum dengan konsentrasi 2% dan 4% yang dikombinasikan dengan 2 jenis sitokinin, yaitu *Benzyl Amino Purine* (BAP) 2 ppm dan *Thidiazuron* (TDZ) 1,5 ppm. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 36 unit percobaan dan dengan waktu pengamatan selama 12 Minggu Setelah Tanam (MST). Hasil percobaan menunjukkan kombinasi sukrosa dan glukosa dengan sitokinin BAP dan TDZ memberikan pengaruh terhadap proliferasi tunas baru, perkembangan dan pertumbuhan planlet tanaman *C. zedoria*. Penggunaan amilum pada setiap perlakuan menyebabkan kematian fisiologis lebih cepat. Penggunaan TDZ pada setiap perlakuan memberikan hasil yang lebih baik terhadap jumlah tunas baru. Perlakuan dengan media sukrosa 4% + TDZ 1,5 ppm memberikan hasil yang paling tinggi dengan rata-rata jumlah tunas sebanyak 4,67 tunas baru. Perlakuan dengan media sukrosa 2% + BAP 2 ppm memberikan hasil yang paling signifikan pada tinggi tunas dengan rata-rata tinggi tunas sebesar 16,97 cm dan rata-rata jumlah daun sebanyak 8,67 buah.

Kata kunci: Amilum · Glukosa · Karbohidrat · Multiplikasi · Tunas

In vitro shoot multiplication of *Curcuma zedoria* (Christm.) Roscoe on various types of carbohydrates and cytokinins

Abstract. The main problem with conventional propagation of *Curcuma zedoaria* is the use of planting material in form of rhizomes which have a dormancy period of 2-3 months. *In vitro* propagation is an alternative to make the propagation of *Curcuma zedoaria* quickly and in large quantities, but there are still not many researches study the formulation of *in vitro* media such as the addition of carbohydrates and cytokinins. This experiment aims to determine the response of growth and multiplication of explants of *C. zedoria* to 3 types of carbohydrates, i.e., sucrose, glucose and amyllum with concentration of 2% and 4% combined with 2 types of cytokinins, i.e., 2 ppm *Benzyl Amino Purine* (BAP) and 1.5 ppm *Thidiazuron* (TDZ). This experiment used a completely randomized design with 36 experimental units and an observation time of 12 weeks after planting (MST). The results showed that the combination of sucrose and glucose with cytokinins in form of BAP and TDZ affected the proliferation of new shoots, the development and growth of *C. zedoria* plantlets. The use of amyllum in each treatment caused physiological death more quickly occurred. The use of TDZ in each treatment gave better result on the number of new shoots. Treatment with 4% sucrose + 1.5 ppm TDZ showed the highest yield on the number of shoots, as many as 4.67 new shoots. Treatment with 2% sucrose + 2 ppm BAP showed the most significant results on shoot height with an average shoot height of 16.97 cm and an average number of leaves of 8.67 leaves.

Keywords: Amyllum · Glucose · Carbohydrates · Multiplication · Shoots

Diterima : 7 Mei 2021, Disetujui : 8 Desember 2021, Dipublikasikan : 15 Desember 2021

DOI: [10.24198/kultivasi.v20i3.33296](https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i3.33296)

Murgayanti¹ · A.A. Putri² · A. Nuraini¹

¹ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UNPAD, Jalan Raya Bandung Sumedang Km. 21 Sumedang 45363

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNPAD, Jalan Raya Bandung Sumedang Km. 21 Sumedang 45363

Korespondensi: murgayanti@unpad.ac.id

Pendahuluan

Temu putih (*Curcuma zedoaria*) merupakan golongan tanaman *herbaceous* dari famili *Zingiberaceae* yang kaya akan metabolit sekunder, khususnya senyawa *curcumin* yang diketahui sebagai obat dari salah satu penyakit paling berbahaya di dunia, yaitu kanker rahim (Jena *et al.*, 2020). Khasiat temu putih di bidang medis tentu berdampak pada tingginya permintaan akan ketersediaan tanaman temu putih dari industri farmasi. Menurut Salim dan Munadi (2017), kebutuhan rimpang temu putih untuk industri obat saja mencapai 3.000 ton/tahun.

Menurut data Badan Pusat Statistik (2017) luas panen tanaman temu putih dari tahun 2016-2017 mengalami penurunan sebesar 5,45%. Perbanyak tanaman temu putih (*C. zedoria*) umumnya diperbanyak secara vegetatif melalui penanaman rimpang induk dan rimpang cabang. Hal ini menjadi kendala dalam upaya pemenuhan permintaan ketersediaan temu putih sebab rimpang merupakan modifikasi dari batang tanaman yang diketahui memiliki masa dormansi yang cukup lama sekitar 2 sampai 3 bulan (Trisnawan *et al.*, 2017). Hal tersebut menyebabkan sulit dan lamanya memperoleh bahan tanam yang seragam.

Perbanyak secara mikro melalui metode kultur jaringan (*in vitro*) saat ini menjadi alternatif yang paling dipilih dalam usaha pemenuhan kebutuhan ketersediaan tanaman yang sehat dan seragam. Hal ini karena keunggulannya dalam memanfaatkan sifat totipotensi sel tanaman untuk membentuk individu baru, sehingga dari bahan tanam yang terbatas dapat diperoleh banyak tanaman baru dengan waktu yang relatif cepat (Hapsoro *et al.*, 2018). Pemanfaatan teknik kultur jaringan dalam perbanyak tanaman temu putih dirasa sangat tepat mengingat tanaman temu-temuan termasuk ke dalam tanaman obat golongan kedua (Jena *et al.*, 2020), yaitu tanaman obat yang masih memungkinkan untuk dikembangkan areal budidayanya dan saat ini memerlukan arah penelitian yang bertujuan untuk memperoleh varietas unggul dan teknologi budidaya yang dapat meningkatkan produksi dan bahan aktif.

Prinsip dari perbanyak secara *in vitro* adalah kesesuaian antara kondisi eksplan, lingkungan tumbuh, dan media tanam (Hapsoro *et al.*, 2018). Media tanam pada perbanyak *in*

vitro tanaman famili *Zingiberaceae* umumnya menggunakan komposisi Murashige and Skoog yang mana setiap zat penyusunnya tentu memiliki fungsi dan peran yang penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Karbohidrat adalah salah satu dari nutrisi yang besar perannya, hal ini disebabkan karbohidrat merupakan sumber karbon yang berperan dalam penyediaan energi bagi tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Kherasani *et al.*, 2017). Penambahan karbohidrat yang umumnya berupa gula ke dalam media kultur jaringan berfungsi sebagai pengganti karbon yang biasanya diperoleh dari atmosfer pada penanaman secara *in vivo*. Sukrosa adalah sumber karbohidrat yang paling sering digunakan dalam kultur jaringan. Penggunaan glukosa dan fruktosa juga seringkali dilakukan sebagai substitusi dari sukrosa (Wahyurini, 2010). Beberapa penelitian dikatakan bahwa glukosa memiliki tingkat keefektifan yang hampir sama dengan sukrosa. Penggunaan sumber karbohidrat lainnya, seperti laktosa, galaktosa, rafinosa, maltosa dan pati dianggap kurang memberikan respons yang baik terhadap perbanyak dan pertumbuhan tanaman secara *in vitro* (Kherasani *et al.*, 2017).

Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) juga termasuk ke dalam kunci kesuksesan dari perbanyak tanaman secara *in vitro*, sebab hormon tumbuh yang dihasilkan tanaman tidak sebesar pada budidaya secara *in vivo* (Almeida *et al.*, 2020). Zat pengatur tumbuh golongan sitokinin umumnya digunakan pada multiplikasi tunas tanaman temu putih (*C. zedoria*) karena berperan dalam proses pembelahan sel dan pertumbuhan tunas. Jenis sitokinin sintetik yang umumnya digunakan adalah *6-Benzyl amino purine* (BAP) yang berasal dari golongan purin dan *Thidiazuron* (TDZ) yang berasal dari golongan urea. Kedua jenis sitokinin ini tentu memiliki karakteristik yang berbeda (Grzegorzczuk *et al.*, 2016). Menurut Aulia *et al.* (2020), BAP merupakan salah satu zat pengatur tumbuh golongan sitokinin yang biasa digunakan untuk induksi kalus, tetapi penting juga untuk proses induksi tunas dan kecambah. Keunggulan dari BAP yang sering kali membuatnya dipilih sebagai ZPT dalam kultur *in vitro* adalah sifatnya yang stabil, mudah diperoleh, dapat disterilisasi, lebih efektif dibanding kinetin dan memiliki harga jual yang relatif murah. Menurut Dinani *et al.* (2018), TDZ (*Thidiazuron*) adalah zat pengatur tumbuh

golongan sitokinin yang keberadaannya dapat mempengaruhi kinerja hormon sitokinin lainnya, baik hormon sitokinin endogen ataupun eksogen. Zat pengatur tumbuh TDZ memiliki kemampuan lebih baik dalam menginduksi tunas dibanding sitokinin lainnya.

Menurut Yulizar *et al.* (2014) hubungan antara jenis karbohidrat dengan jenis sitokinin terhadap pertumbuhan eksplan temu putih secara *in vitro* adalah sinergis. Karbohidrat merupakan sumber karbon yang memiliki peranan penting dalam penyediaan energi bagi sel, sehingga dengan adanya karbohidrat dan sitokinin yang tepat maka pembelahan sel, pembesaran sel, dan diferensiasi sel dapat berlangsung dengan baik. Anisuzzaman (2008) menyebutkan bahwa umumnya penelitian pada multiplikasi *in vitro* berfokus pada penggunaan ZPT, sehingga penelitian mengenai sumber karbon pada multiplikasi *in vitro* masih jarang dilakukan. Hal ini yang mendorong untuk melakukan penelitian mengenai keefektifan hubungan antara jenis sumber karbon dengan jenis sitokinin terhadap jumlah tunas temu putih (*C. zedoria*) secara *in vitro*.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, dari bulan Februari 2020 sampai dengan Februari 2021. Bahan utama yang digunakan adalah tunas rimpang temu putih yang diperoleh dari Kebun Biofarmaka IPB; 3 jenis karbohidrat, yaitu sukrosa, glukosa dan amilum; serta sitokinin jenis BAP dan TDZ. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor perlakuan. Faktor pertama berupa jenis karbohidrat dengan 6 taraf perlakuan, yaitu sukrosa 2%, sukrosa 4%, glukosa 2%, gulosa 4%, amilum 2%, dan amilum 4%. Faktor kedua berupa jenis sitokinin yang terdiri dari 2 taraf percobaan, yaitu BAP 2 ppm dan TDZ 1,5 ppm. Percobaan terdiri dari 12 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan dan dengan waktu pengamatan selama 12 Minggu Setelah Tanam (MST).

Penelitian dimulai dengan tahap pendahuluan, berupa pencucian rimpang yang diperoleh dari lapang, pemeraman di ruang tertutup, dan penyemprotan larutan GA3

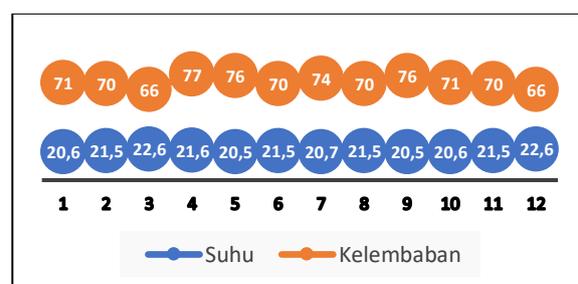
dengan interval waktu 2 kali sehari untuk menginduksi pertumbuhan tunas. Tahap sterilisasi media dan ruang kultur. Tahap sterilisasi eksplan yang terdiri dari 2 tahapan, yaitu sterilisasi di luar *Laminar Air Flow (LAF)* dan sterilisasi di dalam *Laminar Air Flow (LAF)*, kemudian dilanjutkan dengan tahap penanaman dan pemeliharaan.

Parameter pengamatan terdiri dari 1 parameter penunjang, yaitu suhu dan kelembaban yang diamati setiap minggunya menggunakan alat *Thermohigrometer* dan 3 parameter utama, yaitu jumlah tunas, tinggi tunas dan jumlah daun yang diamati setelah planlet didestruksi.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk parameter suhu dan jumlah tunas, serta pendekatan kuantitatif untuk parameter tinggi tunas dan jumlah daun. Analisis data kuantitatif diuji menggunakan Two Way ANOVA pada taraf nyata 5% dan apabila ada perbedaan yang signifikan dilakukan uji lanjut dengan analisis *Duncan* pada taraf yang sama untuk mengetahui pengaruh dari setiap perlakuan berdasarkan analisis dari *software SPSS versi 26*.

Hasil dan Pembahasan

Suhu dan Kelembaban. Suhu dan kelembaban ruang kultur adalah salah satu faktor eksternal yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan multiplikasi planlet (Basri, 2016). Grafik suhu pada Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu di ruang inkubasi berkisar antara 20,5-22,7°C dengan kelembaban relatif berkisar antara 66-77%.



Gambar 1. Grafik Suhu (°C) dan Kelembaban (%) Ruang Kultur

Data ini menunjukkan kisaran suhu dan kelembaban ruang kultur yang digunakan

termasuk ke dalam suhu dan kelembaban yang cocok untuk perkembangan dan pertumbuhan eksplan tanaman *C. zedoria* karena kisaran suhu ruang inkubasi yang optimal untuk perbanyak tanaman secara *in vitro* adalah 20 – 25 °C dengan kelembaban relatif 70 – 90% (Velickovic *et al.*, 2018).

Menurut Velickovic *et al.* (2018), suhu di bawah optimal dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan eksplan sehingga pertumbuhan menjadi lebih lambat, sedangkan apabila suhu ruang inkubasi diatas suhu optimal akan menyebabkan tingginya laju respirasi eksplan yang juga dapat menghambat pertumbuhan eksplan. Kelembaban ruang inkubasi di bawah 70% dapat berakibat pada penguapan media tanam yang cepat sehingga eksplan cepat kehabisan media, terjadi kontaminasi dari tetesan air, dan mengeringnya planlet (Basri, 2016; Jasmine, 2017). Kelembaban yang terlalu tinggi salah satunya dapat menyebabkan pertumbuhan abnormal seperti vitrifikasi (Velickovic *et al.* 2018).

Jumlah Tunas. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa Jumlah tunas tertinggi dimiliki oleh perlakuan Sukrosa 4% + TDZ 1,5 ppm dengan rata-rata jumlah tunas sebesar 4,67.

Tabel 1. Jumlah Tunas *C. zedoria* pada Usia 12 MST.

Sitokinin \ Gula	Sukrosa		Glukosa		Amilum	
	2%	4%	2%	4%	2%	4%
BAP 2 ppm	2,33	1,3 3	1,33	1,33	0	0
Keterangan	HS	HS	HS	HS	Mati	Mati
TDZ 1,5 ppm	4,33	4,6 7	4	4	0	0
Keterangan	HS	HS	HS	HS	Mati	Mati

Keterangan:

HS : Hijau Sehat

Perlakuan dengan sitokinin jenis BAP menunjukkan penggunaan media sukrosa 2% + BAP 2 ppm menghasilkan jumlah tunas yang lebih tinggi dibanding perlakuan dengan BAP lainnya, yaitu senilai 2,3. Perlakuan dengan BAP lainnya diperoleh data rata-rata jumlah tunas yang seragam, yaitu 1,3. Perlakuan sukrosa 4% dengan TDZ 1,5 ppm menghasilkan jumlah tunas tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Sifat sukrosa yang merupakan golongan disakarida memiliki tingkat kelarutan yang

tinggi, kemampuan dalam netralitas kelistrikan, kurangnya efek penghambatan terhadap sebagian besar proses biokimia dan sifatnya yang tidak mudah terurai membuat sukrosa lebih mudah digunakan oleh planlet sebagai sumber karbonnya (Kherasani *et al.*, 2017). Menurut Antoniazzi *et al.* (2016) TDZ memiliki sifat paling aktif dan mampu menginduksi tunas *in vitro* lebih besar dibanding sitokinin lainnya pada beberapa jenis tanaman. Dinani *et al.* (2018) menyebutkan TDZ dapat memacu pertumbuhan tunas lebih banyak karena TDZ memiliki struktur kimia lebih stabil. TDZ juga dapat mengaktifkan dan mempengaruhi biosintesis sitokinin endogen tipe purin, yang mengakibatkan terbentuknya respon ganda terhadap eksplan, sehingga jumlah tunas baru yang dihasilkan akan lebih banyak dibandingkan di dalam media yang diperkaya dengan BAP (Dinani *et al.*, 2018).

Perlakuan dengan sumber karbohidrat jenis glukosa yang dikombinasikan dengan TDZ 1.5 ppm menghasilkan rata-rata jumlah 14% lebih rendah dibanding penggunaan karbohidrat jenis sukrosa. Hal ini didukung oleh Salvi *et al.* (2001) yang menyebutkan bahwa glukosa adalah karbohidrat yang efektifitasnya hampir mendekati sukrosa dan paling efisien pada multiplikasi tunas tanaman *C. longa*. Penggunaan karbohidrat amilum tidak menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan, yang kemudian mengakibatkan tanaman mati pada usia 5 MST sehingga tidak menghasilkan tunas baru.

Tinggi Tunas. Data pada Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan memberikan tinggi tunas yang berbeda nyata, dengan perlakuan sukrosa 2% + BAP 2 ppm dan Glukosa 4% + BAP 2 ppm memberikan tinggi yang paling baik.. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Rustikawati *et al.* (2020) bahwa penambahan sitokinin jenis BAP ke dalam media kultur dapat menstimulasi sintesis protein di dalam jaringan tanaman, sehingga mampu mendorong organogenesis kultur tunas *in vitro*.

Penggunaan jenis dan konsentrasi karbohidrat yang digunakan juga memberi pengaruh signifikan terhadap tinggi tunas. Penggunaan karbohidrat jenis sukrosa dengan konsentrasi 2% dan glukosa 4% memiliki panjang tunas yang paling signifikan dibanding perlakuan lainnya, yaitu dengan rata-rata nilai tinggi tunas sebesar 16,97 pada perlakuan

sukrosa 2% + BAP 2 ppm dan rata-rata panjang tunas sebesar 16,2 pada perlakuan glukosa 4% + BAP 2 ppm.

Tabel 2. Tinggi Tunas *C. zedoaria* pada usia 12 MST.

Sitokinin	Sukrosa		Glukosa		Amilum	
	2%	4%	2%	4%	2%	4%
BAP 2 ppm	16,97d	9,2a	10,47b	16,2d	na	na
TDZ 1,5 ppm	12,77c	10,77b	11,47b	10,8b	na	Na

Keterangan: na adalah tidak dianalisis karena tunas mati. Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Waryastuti *et al.* (2017) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tunas yang tumbuh dapat menyebabkan pertumbuhan masing-masing tunas terhambat. Hal ini selaras dengan data pada Tabel 2 yang memperlihatkan penggunaan sitokinin jenis TDZ yang menghasilkan jumlah tunas lebih banyak, tetapi memiliki tinggi tunas di bawah nilai perlakuan sukrosa 2% + BAP 2 ppm dan Glukosa 4% + BAP 2 ppm. Antoniazzi *et al.* (2016) juga menyebutkan bahwa penambahan TDZ dapat memacu produksi etilen endogen yang dapat menghambat pemanjangan batang, terutama pada tanaman dikotil.



Kontrol (A), Sukrosa 2% + BAP 2 ppm (B), Sukrosa 4% + BAP 2 ppm (C), Glukosa 2% + BAP 2 ppm (D), Glukosa 4% + BAP 2 ppm (E), Amilum 2% + BAP 2 ppm (F).



Amilum 4% + BAP 2 ppm (G), Sukrosa 2% + TDZ 1,5 ppm (H), Sukrosa 4% + TDZ 1,5 ppm (I), Glukosa 2% + TDZ 1,5 ppm (J), Glukosa 4% + TDZ 1,5 ppm (K), Amilum 2% + TDZ 1,5 ppm (L), Amilum 4% + TDZ 1,5 ppm (M).

Gambar 2 . Perbedaan Tinggi Tunas dan Jumlah Daun Planlet dari Setiap Perlakuan pada Usia 12 MST.

Jumlah Daun. Hasil pada Tabel 3 menunjukkan perlakuan dengan sitokinin jenis TDZ menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih banyak dibanding perlakuan dengan sitokinin jenis BAP. Jumlah daun terlihat

berbanding lurus dengan jumlah tunas yang dihasilkan.

Tabel 3. Jumlah Daun dari Setiap Perlakuan pada Usia 12 MST.

Sitokinin	Gula		Glukosa		Amilum	
	2%	4%	2%	4%	2%	4%
BAP 2 ppm	8,67f	4,33a	5,67c	6,33d	na	na
TDZ 1,5 ppm	6,67d	7,67e	8e	5b	na	na

Keterangan: na adalah tidak dianalisis karena tunas mati. Nilai rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil pengamatan pada jumlah daun menunjukkan bahwa hampir semua kombinasi perlakuan menumbuhkan daun, kecuali perlakuan dengan amilum. Perlakuan dengan nilai signifikansi tertinggi diperoleh pada media Sukrosa 2% + BAP 2 ppm dan media Glukosa 2% + TDZ 1,5 ppm, sedangkan hasil terendah ditunjukkan oleh perlakuan media Sukrosa 4% + BAP 2 ppm. Jumlah tunas dan jumlah daun pada eksplan yang ditanam di dalam media yang ditambahkan TDZ masih menunjukkan kecenderungan untuk tumbuh dan bertambah (data tidak ditampilkan).

Perlakuan sukrosa 4% + BAP 2 ppm menunjukkan hasil terhadap jumlah daun yang paling rendah dibanding perlakuan dengan penambahan sitokinin dan karbohidrat jenis sukrosa dan glukosa lainnya. Hal ini dapat terjadi karena penurunan potensi air. Menurut Kherasani *et al.* (2017), tingkat sukrosa yang tinggi dapat mengurangi pertumbuhan tunas, hal ini mungkin terjadi karena potensi air yang menurun. Peningkatan hidrolisis sukrosa terlibat dalam proses enzimatik selama penyerapan dan pelepasan molekul glukosa dan fruktosa, selanjutnya ke sitosol yang mana siklus ini dapat mengurangi akumulasi materi kering pada tanaman *in vitro* (Kherasani *et al.*, 2017).

Kesimpulan

Interaksi antara jenis karbohidrat dan jenis sitokinin beserta dosisnya memberikan pengaruh terhadap variabel pengamatan jumlah tunas, tinggi tunas, dan jumlah daun, khususnya pada penggunaan sukrosa dan glukosa sebagai

sumber karbonnya, sedangkan penggunaan amilum menyebabkan eksplan mengalami kematian fisiologis. Penggunaan media TDZ 1.5 ppm yang dikombinasikan dengan sukrosa 4% memberikan hasil terbaik terhadap jumlah tunas dengan rata-rata 4,67 tunas baru. Penggunaan media BAP 2 ppm yang dikombinasikan dengan sukrosa 2% memberikan nilai yang signifikan terhadap Tinggi tunas dan jumlah daun.

Daftar Pustaka

- Almeida, M., R.R. Eryanti, F.M. Dwivany. 2020. Optimasi dan evaluasi secara fisik kondisi biji tomat (*Lycopersicon esculentum*) yang telah dibawa ke luar angkasa dengan kultur Jaringan. *J. Sains Kes*, 2(4): 438-443. p-ISSN: 2303-0267, e-ISSN: 2407-6082
- Anisuzzaman, M., S.A. Sharmin, S.C. Mondal, R. Sultana, M. Khalekuzzaman, I. Alam, and M.F. Alam. 2008. In vitro microrhizome Induction in *Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe-a conservation prioritized medicinal plant. *Journal of Biological Science* 8 (7): 1216-1220.
- Antoniazzi, D., M.P. de-Souza-Ferrari, A.B. Nascimento, F.A. Silveira, L.A.S. Pio, M. Pasqual, and H.M. Magalhães. 2016. Growth regulators, DNA content and anatomy in vitro-cultivated *Curcuma longa* seedlings. *Afric. J. Biotech.*, 15(32), 1711-1725.
- Aulia, M.I., Rustikawati, & E. Inorihah. 2020. Respon temu putih dan temu mangga dengan pemberian BA dan 2,4-D secara in vitro. *Gema Agro*, 25(2): 92-102.
- Basri, A.H.H. 2016. Kajian pemanfaatan kultur jaringan dalam perbanyakan tanaman bebas virus. *Agrica Ekstensi*, 10 (1), 64-73.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Tanaman Biofarmaka. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- Dinani, E.T., M.R. Shukla, C.E. Turi, J.A. Sullivan, and P.K. Saxena. 2018. Thidiazuron: Modulator of Morphogenesis In Vitro. In: Ahmad N., Faisal M. (eds) Thidiazuron: From Urea Derivative to Plant Growth Regulator. Singapore: Springer.
- Grzegorzcyk-Karolak, I., L. Kuzma, and H. Wysokinska. 2016. In vitro cultures of *Scutellaria alpina* as a source of pharmacologically active metabolites. *Acta Physiol Plant* 38:7
- Hapsoro, D., T. Inayah, and Yusnita. 2018. Plant regeneration of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Calli in vitro and its response to gamma irradiation. *J. ISSAAS*, 24(1): 58-66. ISSN 0859-3132
- Jasmine, S. 2017. Pengaruh Berbagai Teknik Sterilisasi dalam Induksi Tunas (*Etilingera elatior* Jack) Asal Sukabumi Dengan Penambahan Sukrosa dan Berbagai Konsentrasi BAP [Skripsi]. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Jena, S., A. Ray, A. Sahoo, et al. 2020. Rapid plant regeneration in industrially important *Curcuma zedoaria* revealing genetic and biochemical fidelity of the regenerants. *J. 3 Biotech* 10(17): 1-13.
- Kherasani, I., E. Prihatani, dan S. Haryanti. 2017. Pertumbuhan kalus eksplan rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.) pada berbagai konsentrasi sukrosa secara in vitro. *Buletin Natomi dan Fisiologi*, 2 (1), 43-49.
- Rustikawati, C. Herison, E. Inorihah, and V. Dwisari. 2021. Effect of BAP (6-Benzyl Aminopurine) on In Vitro Shoot Growth of Curcumas. *Agritropica: Journal of Agricultural Science*. 4 (1): 82-92. DOI: <https://doi.org/10.31186/Jagritropica.4.1.82-92>
- Salim, Z. dan E. Munadi. 2017. Info Komoditi Tanaman Obat. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Indonesia.
- Salvi, N.D., L. George, and S. Eapen. 2001. Plant regeneration from leaf base callus of turmeric and random amplified polymorphic DNA analysis of regenerated plants. *Plants Cell, Tissue and Organ Culture* (66): 113-119.
- Jena, S. Ray, A. Sahoo, A., et al. 2020. Rapid plant regeneration in industrially important *Curcuma zedoaria* revealing genetic and biochemical fidelity of the regenerants. *J. 3 Biotech* 10(17): 1-13.
- Trisnawan, A.S., A. Sugiyatno, S. Fajrini, dan L. Setyobudi. 2017. Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh pada pematangan dormansi mata tunas tanaman jeruk (*Citrus* sp.) hasil okulasi. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(5), 742-747.
- Velickovic, K., H.A.L. Leija, I. Bloor, et al. 2018. Low temperature exposure induces browning of bone marrow stem cell derived adipocytes in vitro. *Sci Rep* 8, 4974.

- Wahyurini, E. 2010. Pengaruh sukrosa terhadap pertumbuhan eksplan tanaman kedelai hitam (*Glycine soja*) secara *in vitro*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta: 29 Jun 2020. Hlm. 157-163
- Waryastuti, D.E., L. Setyobudi, dan T. Wardiyati. 2017. Pengaruh tingkat konsentrasi 2,4-D dan BAP pada media MS terhadap induksi kalus embriogenik temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(1), 140 - 149.
- Yulizar, D.R., Z.A. Noli, & M. Idris. 2014. Induksi tunas kunyit putih (*Curcuma zedoaria* Roscoe) pada media MS dengan penambahan berbagai konsentrasi BAP dan sukrosa secara *in vitro*. *J. Bio. UA* 3 (4): 310-316.