

RESPONS EKSPLAN TUNAS KUNYIT SETELAH SITOKININ SECARA IN VITRO

(RESPONSE OF TURMERIC SHOOT EXPLANT AFTER CYTOKININ WITH IN VITRO)

Marhan Nurullia, Erni Suminar, dan Anne Nurani

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

email: ahanmarhan@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat respons eksplan tunas kunyit terhadap pemberian berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin secara in vitro. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran dari bulan Januari sampai April 2018. Hasil percobaan dianalisis dengan *Sample T-Test*. Metode percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penanaman eksplan dilakukan di dalam *Laminar Air Flow*. Percobaan terdiri dari 7 perlakuan sebanyak 4 ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 4 unit. Pengamatan percobaan ini dilakukan selama 12 MST. Pengamatan utama dilakukan terhadap data-data yang diuji secara statistik yakni persentase eksplan tumbuh tunas, persentase eksplan tumbuh akar, tinggi tunas, jumlah tunas, jumlah akar dan panjang akar. Perlakuan terdiri dari Kontrol; 2,5 mg L⁻¹ BAP; 5 mg L⁻¹ BAP; 0,5 mg L⁻¹ TDZ; 1 mg L⁻¹ TDZ; 0,01 mg L⁻¹ Zeatin; dan 0,1 mg L⁻¹ Zeatin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 1 mg L⁻¹ TDZ menunjukkan respons yang lebih baik terhadap pertumbuhan eksplan kunyit dengan meningkatkan jumlah tunas eksplan tanaman kunyit daripada yang lainnya.

Kata kunci: *kunyit, sitokinin, in vitro*

Abstract

This study was aimed at determining the response of turmeric shoot explants after the provision of various types and concentrations of cytokinins in vitro. This experiment was conducted at the Tissue Culture Laboratory, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University from January to April 2018. The data were analyzed using T-Test. The experimental method used in this research was Completely Randomized Design (CRD). Explant planting was carried out in Laminar Air Flow. The experiment consisted of 7 treatments consisting of 4 replications and each test consisted of 4 units. Observation of this experiment was carried out for 12 MST. The main observations were made on the data that were tested statistically namely the percentage of explant growing shoots, percentage of explant growing roots, shoot height, number of tuns, number of roots and root length. The treatments consisted of Control, 2.5 mg L⁻¹ BAP, 5 mg L⁻¹ BAP, 0.5 mg L⁻¹ TDZ, 1 mg L⁻¹ TDZ, 0.01 mg L⁻¹ Zeatin and 0.1 mg L Zeatin -1. The results show that the treatment of 1 mg L⁻¹ TDZ shows the best response to the growth of turmeric explants by increasing the number of turmeric shoot explants than the others.

Keywords: *turmeric, cytokinins, in vitro*

PENDAHULUAN

Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) adalah tanaman rempah dari family *Zingiberaceae* yang merupakan salah satu tanaman obat potensial penghasil kurkumin (Winarsih, Wientarsih, Handharyani, & Almira, 2010). Kandungan kurkumin ini sangat bermanfaat sebagai antikoagulan, menurunkan tekanan darah, obat cacing, obat asma, penambah darah, mengobati sakit perut, penyakit hati, karminatif, stimulan, gatal-gatal, gigitan serangga, diare, dan rematik (Singh, Chandra, Bose, & Luthra, 2002).

Lima tahun terakhir, produksi dan produktivitas rimpang kunyit di Indonesia mengalami fluktuasi (Badan Pusat Statistik, 2017). Siregar, Siregar, dan Putri (2013) menjelaskan bahwa masalah yang sering dihadapi dalam pengembangan tanaman penghasil obat seperti kunyit pada umumnya adalah merupakan tanaman musiman atau tahunan sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasilnya. Perbanyak tanaman kunyit yang dilakukan oleh petani saat ini yaitu dengan cara vegetatif menggunakan rimpang dan anakan. Perbanyak tanaman dengan cara ini dapat mengakibatkan rimpang yang dihasilkan pada musim-musim selanjutnya terdapat akumulasi virus ataupun bakteri. Upaya penyediaan bahan tanaman secara masal dalam waktu singkat dengan menggunakan lahan yang sempit dan bebas hama serta

penyakit dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan (Kristina & Syahid, 2012).

Modifikasi media kultur jaringan dengan menambah zat pengatur tumbuh perlu dilakukan untuk menaikkan presentase keberhasilannya. Keberadaan sitokinin dalam media diketahui memberikan pengaruh pada pembentukan dan perkembangan tunas (proliferasi eksplan) pada tumbuhan suku *Zingiberaceae* (Hoesen, 2004). Semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang diberikan, jumlah tunas yang terbentuk akan semakin bertambah, namun pembentukan masing-masing tunas dapat terhambat sehingga penentuan konsentrasi yang tepat sangat perlu diperhatikan untuk menghasilkan multiplikasi tunas yang maksimal (Rainiyati & Kristiana, 2009). Berdasarkan uraian di atas, perlu diaplikasikan zat pengatur tumbuh jenis sitokinin seperti BAP, thidiazuron dan zeatin yang memiliki kemampuan untuk memberikan respon terbaik bagi pertumbuhan eskplan tunas kunyit.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan April 2018 di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran, Jatinangor Kabupaten Sumedang. Metode percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri atas 7

perlakuan sebanyak 4 ulangan dan setiap ulangan terdiri dari empat unit. Berikut ini perlakuan jenis dan konsentrasi sitokinin A: Kontrol; B: 2,5 mg L⁻¹ BAP; C: 5 mg L⁻¹ BAP; D: 0,5 mg L⁻¹ TDZ; E: 1 mg L⁻¹ TDZ; F: 0,01 mg L⁻¹ Zeatin; G: 0,1 mg L⁻¹ Zeatin.

Eksplan kunyit yang digunakan merupakan tanaman kunyit koleksi Bogor. Sterilisasi tunas kunyit dimulai dengan membersihkan tunas sambil dicuci di air mengalir, kemudian direndam dengan detergent 10 menit lalu dicuci kembali dengan air mengalir. Langkah selanjutnya yaitu merendam tunas kunyit menggunakan fungisida dan bakterisida yang dimasukkan ke dalam botol dan ditambahkan 100 ml aquadest dan direndam selama 1 jam, dibilas di air mengalir, dibilas kembali dengan aquadest steril sebanyak 3 kali. Langkah selanjutnya direndam dengan alkohol 70% selama 5 menit lalu direndam dengan Clorox 20% ditambah dengan 3 tetes *tween* selama 15 menit kemudian dibilas dengan aquadest steril. Eksplan direndam kembali dengan Clorox 10% selama 10 menit dan dibilas dengan aquadest steril sebanyak 3- 4 kali sampai baunya hilang, setelah itu direndam dengan larutan HgCl 0,1% selama 5 menit dan dibilas dengan aquadest steril 2 kali.

Penanaman eksplan dilakukan di dalam Laminar Air Flow. Eksplan tunas kunyit yang telah disterilisasi ditanam pada media perlakuan dengan menggunakan pinset.

Pada saat memasukkan eksplan, mulut botol terlebih dahulu disterilisasi dengan memanaskan mulut botol di atas api bunsen, kemudian eksplan siap ditanam pada media. Eksplan yang telah ditanam pada media perlakuan, diinkubasikan di dalam ruang kultur sesuai dengan tata letak percobaan.

Pengamatan percobaan ini dilakukan selama 12 MST, pengamatan terdiri atas pengamatan utama dan pengamatan penunjang. Pengamatan utama dilakukan terhadap data-data yang diuji secara statistik seperti persentase eksplan tumbuh tunas, persentase eksplan tumbuh akar, tinggi tunas, jumlah tunas, jumlah akar dan panjang akar. Pengamat penunjang dilakukan untuk memberikan informasi mengenai keadaan umum lingkungan pertumbuhan dan perkembangan eksplan seperti eksplan terkontaminasi dan eksplan mati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontaminasi mikroba pada kultur jaringan tanaman merupakan masalah yang umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontaminasi terdapat disetiap perlakuan. Persentase kontaminasi tertinggi yaitu pada perlakuan A dan perlakuan C yakni sebesar 18,75% sedangkan kontaminasi terendah terdapat pada perlakuan B, F, dan G (6,25%). Kontaminasi pada eksplan biasanya disebabkan karena manusia, lingkungan laboratorium atau dari

tanaman kunyit itu sendiri (Mei, 2012). Salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kontaminasi pada saat eksplan kunyit di kulturkan, yaitu rimpang kunyit berada di dalam tanah dan bersentuhan langsung dengan mikroorganisme tanah, termasuk bakteri, dan jamur (de Souza Ferrari *et al.*, 2016). Oratmangun, Pandiangan, & Kandou (2017) menyatakan bahwa mikroorganisme akan menyerang eksplan melalui luka-luka akibat pemotongan dan penanganan waktu sterilisasi. Jaringan eksplan yang terkontaminasi oleh jamur ditunjukkan dengan adanya hifa seperti benang berwarna putih samapi kelabu hitam (Susilowati & Listyawati, 2001). Kontaminasi yang disebabkan oleh bakteri, menunjukkan ciri-ciri terbentuknya lapisan lendir berwarna putih dan lendir berwarna putih kecoklatan di bagian permukaan media yang terkontaminasi (Shofiyani & Damajanti, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kematian eksplan terjadi pada setiap perlakuan, persentase eksplan mati tertinggi terdapat pada perlakuan A (kontrol) dan F (0,01 mg L⁻¹ Zeatin) yaitu sebesar 25%, sedangkan eksplan mati terendah ada pada perlakuan C (5 mg L⁻¹ BAP) sebesar 6%. Kematian eksplan tidak hanya dipengaruhi oleh mikroorganisme saja, dapat juga dipengaruhi oleh adanya senyawa fenol yang dikeluarkan oleh eksplan dan menyebabkan eksplan menjadi coklat (*browning*). Liza-

wati (2012) mengatakan bahwa peristiwa pencoklatan pada eksplan terjadi akibat adanya metabolisme senyawa fenol yang bersifat toksik dan dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan menyebabkan kematian jaringan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir keseluruhan perlakuan pada penelitian ini menghasilkan tunas, terkecuali perlakuan A (kontrol) sama sekali tidak menghasilkan tunas baru. Sementara itu, perlakuan D (0,5 mg L⁻¹ TDZ) menghasilkan eksplan tumbuh tunas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penambahan sitokinin pada media mampu merangsang pembentukan tunas eksplan kunyit. Hamirah, Sani, Boyce, & Sim (2010) yang menyatakan bahwa di antara jenis sitokinin lain seperti BAP dan 2-iP, TDZ mampu mendorong pembentukan tunas jahe merah lebih tinggi bahkan pada konsentrasi yang jauh lebih rendah sekalipun. TDZ dikenal lebih aktif daripada zeatin untuk menstimulasi pertumbuhan eksplan ketika ditambahkan pada media pada konsentrasi yang rendah (Sajid & Aftab, 2009).

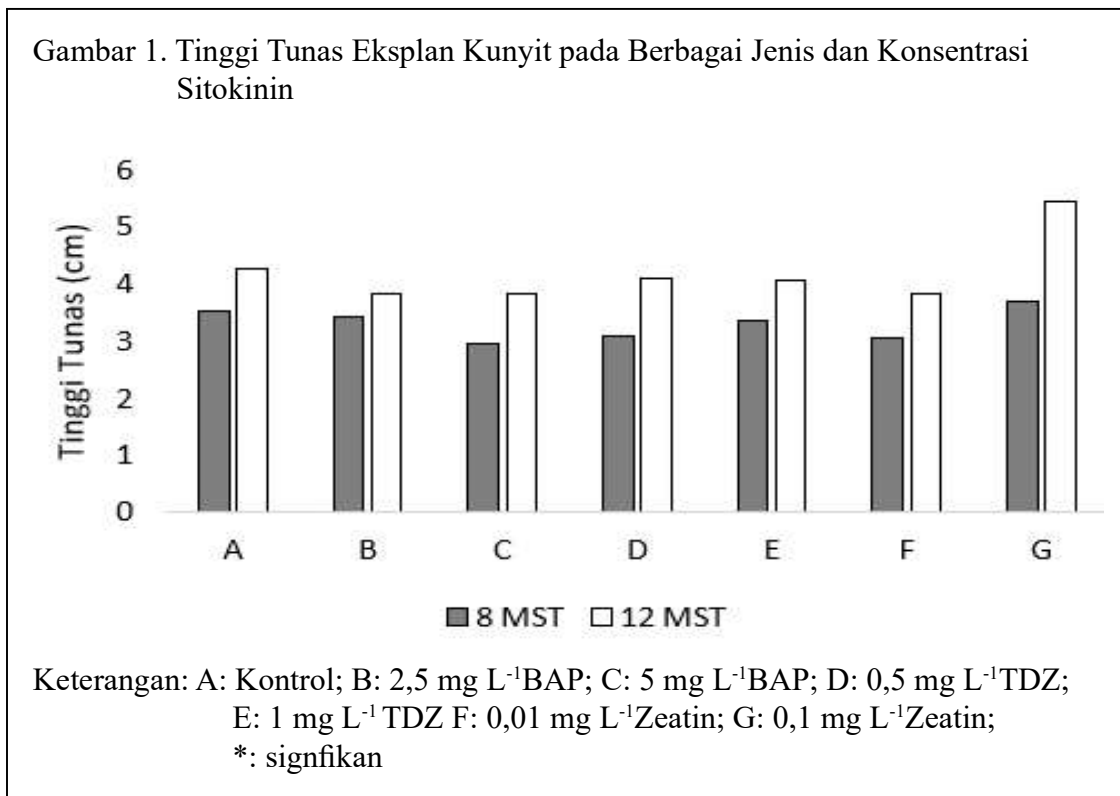
Perlakuan kontrol memberikan persentase eksplan tumbuh akar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 55,6% dan persentase eksplan terendah ada pada perlakuan E (TDZ 1 mg L⁻¹) sebesar 9,09%. Efektivitas zat

pengatur tumbuh auksin maupun sitoknin eksogen bergantung pada konsentrasi hormon endogen dalam jaringan tanaman. Kebanyakan hormon endogen di tanaman berada pada jaringan meristem yaitu jaringan yang aktif tumbuh seperti ujung-ujung tunas dan akar (Indah & Ermavitalini, 2013), diduga hormon endogen eskplan yang digunakan pada penelitian ini tidak mencukupi untuk pembentukan akar.

Pengamatan tinggi tunas eksplan kunyit dilakukan dengan mengukur tinggi eksplan dari pangkal batang sampai tunas tertinggi. Gambar 1 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada tiap perlakuan terhadap tinggi tunas eksplan kunyit. Perlakuan G ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$

zeatin) pada 12 MST menunjukkan tinggi tunas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Konsentrasi sitokinin yang tinggi pada media dapat menekan pemanjangan tunas pada eksplan kunyit (Das, Kesari, & Rangan, 2010). Rahimi, Naderi, Ghaemaghani, Kalatejari, & Farham (2013) penurunan konsentrasi zeatin dari $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ke $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ secara signifikan menurunkan jumlah proliferasi tunas, meskipun demikian kehadiran zeatin dalam media mampu meningkatkan pemanjangan tunas Sutsuki Azalea.

Media yang tidak diberikan zat pengatur tumbuh sitokinin diketahui menghasilkan panjang tunas yang maksimum pada kultur *in vitro peach* (Arab, Yadollahi, Shojaeiyan,

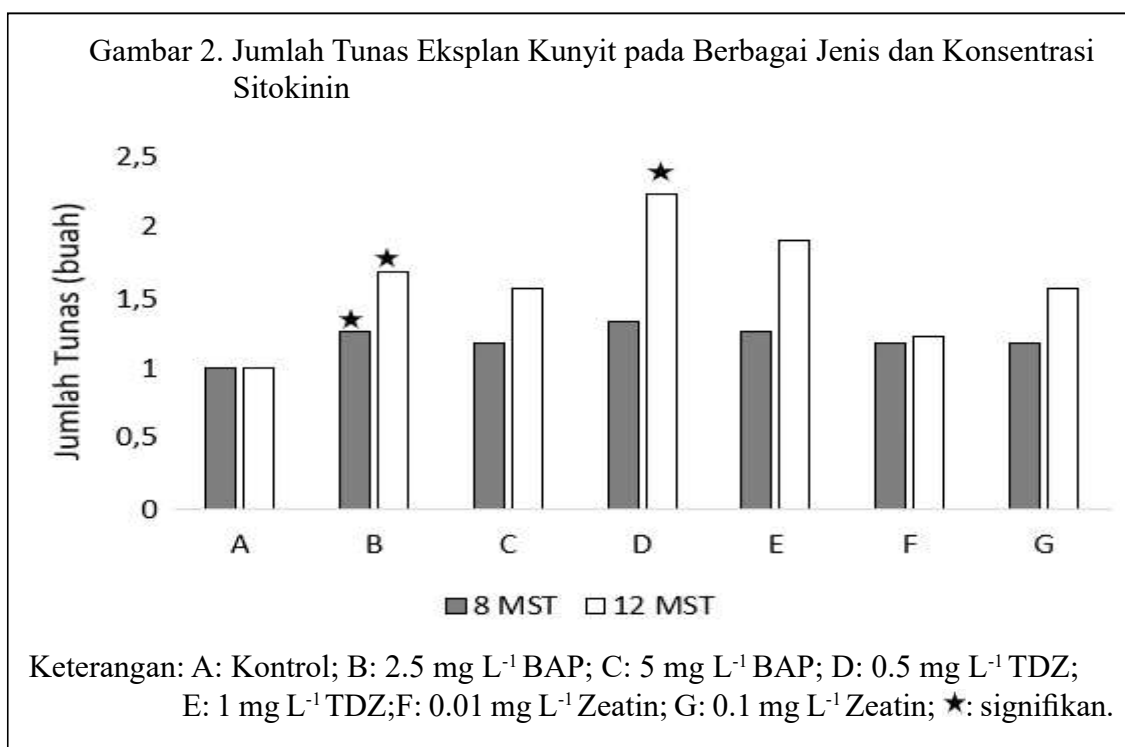


Shokri, & Ghojah, 2014). Hal ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa media yang mengandung sitokinin menghasilkan lebih banyak tunas, nutrisi yang ada dalam media lebih banyak digunakan sebagai *sink* dan sumber nutrisi untuk pemanjangan tunas menjadi berkurang. Media yang mengandung TDZ menghambat pemanjangan tunas pada eksplan. TDZ biasanya digunakan untuk menstimulasi proliferasi tunas dan menghambat pemanjangan tunas. Selain itu, pemanjangan tunas yang terhambat oleh TDZ karena tingginya aktivitas sitokinin (Rahimi *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2, jumlah tunas yang dihasilkan tiap perlakuan memberikan respon yang berbeda-beda. Perlakuan B (2,5

mg L⁻¹ BAP) pada minggu ke-4, 8, dan D (0,5 mg L⁻¹ TDZ) pada minggu ke-12 setelah tanam mampu menaikan jumlah tunas eksplan kunyit dibandingkan kontrol. Rata-rata jumlah tunas pada akhir pengamatan perlakuan B (2,5 mgL⁻¹ BAP) yaitu 1,6 cm dan perlakuan D (0,5 mg L⁻¹ TDZ) yaitu 2,22 cm. Dapat dilihat juga bahwa jumlah tunas eksplan kunyit pada perlakuan A (Kontrol) tidak mengalami peningkatan dibandingkan perlakuan lainnya pada 4, 8, dan 12 MST.

Beberapa peneliti menjelaskan bahwa thidiazuron merupakan sitokinin yang baik untuk menginduksi regenerasi tunas, bahkan diketahui aktivitas biologinya lebih tinggi daripada sitokinin jenis lain (Rahayu & Adil, 2012). Casanova, Valdés, Fernández, Moysset, dan Trillas (2004) menjelaskan

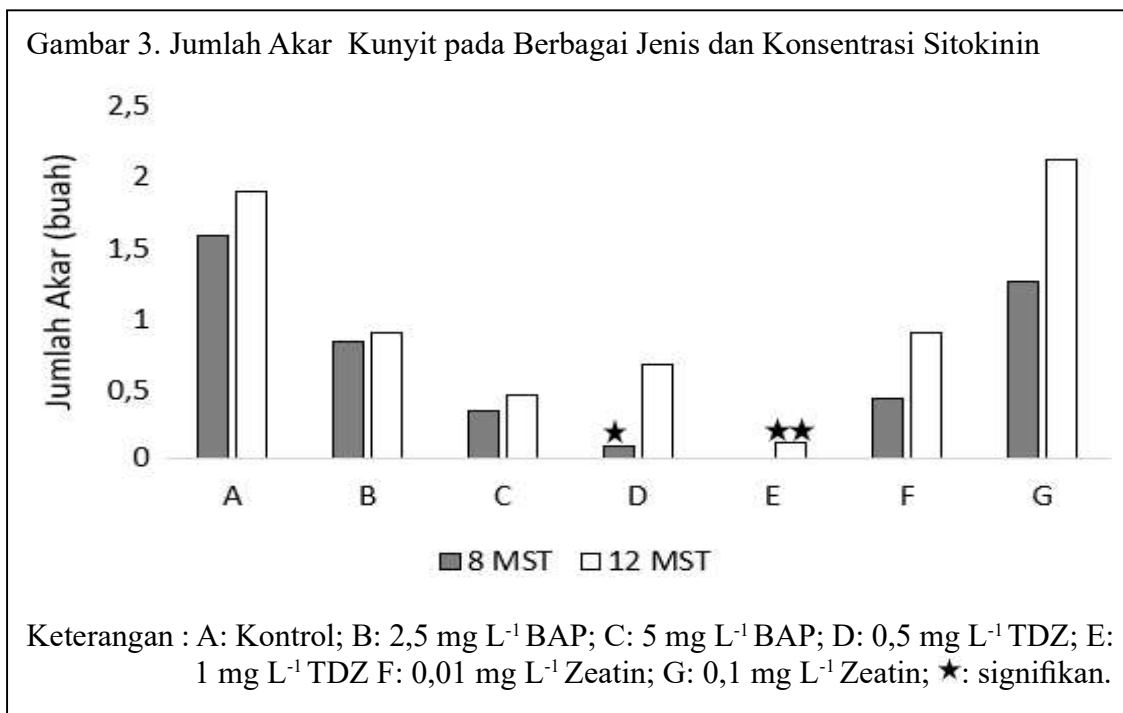


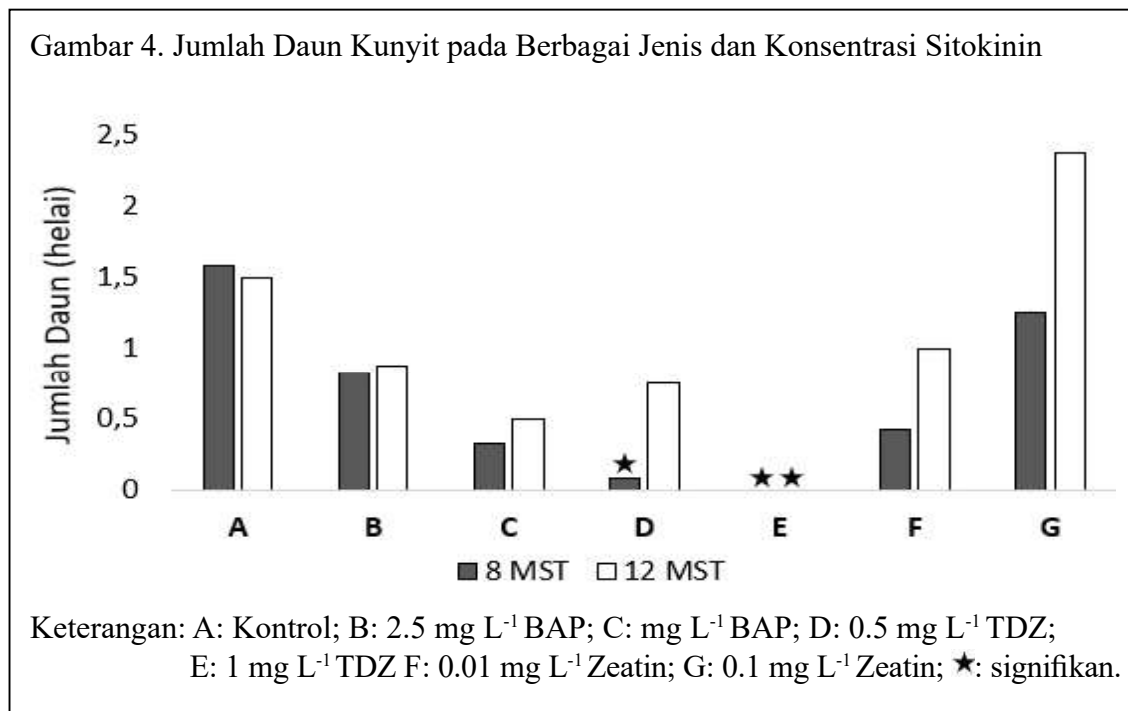
bahwa konsentrasi TDZ pada hormon endogen yang rendah ($0,0-0,005 \text{ mgL}^{-1}$) dapat menginduksi zeatin ribosa, sementara konsentrasi TDZ yang tinggi ($0,5 \text{ mgL}^{-1}$) berhubungan dengan isopentenil adenine (iP) yang mengakibatkan pembelahan sel yang cepat dan menstimulasi organogenesis tunas (Guo, Abbasi, Zeb, Xu, & Wei, 2011).

Pembentukan akar pada media MS dan penambahan zeatin pada media lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Gambar 3 menunjukkan keseluruhan perlakuan tidak memberikan hasil yang signifikan terkecuali perlakuan D dan E signifikan menurunkan jumlah akar bila dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan E (1 mg L^{-1} TDZ) pada saat 8 dan 12 MST menunjukkan hasil terendah yaitu 0 dan $0,11$ buah.

Penambahan zeatin pada eksplan diduga dapat mensintesis auksin pada jaringan tanaman. Jones *et al.* (2012) menjelaskan bahwa peran sitokinin dalam pembentukan akar yaitu sitokinin mampu menginduksi biosintesis auksin dan meningkatkan kadar auksin pada jaringan muda yang sedang berkembang seperti pada akar dan tunas (Jones *et al.*, 2010). Pembentukan akar pada media yang mengandung thidiazuron tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan akar. Hal tersebut dikarenakan selain mempengaruhi jumlah dan panjang akar, TDZ juga menghambat pembentukan akar (Mutui, Mibus, & Serek, 2005).

Gambar 4 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan menurunkan jumlah daun pada perlakuan D ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$ TDZ)





pada minggu ke-8, dan perlakuan E (1 mg L⁻¹ TDZ) pada minggu ke-8 dan 12. Jumlah daun tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan G (0,1 mg L⁻¹ Zeatin), sedangkan jumlah daun terendah ada pada perlakuan E (1 mg L⁻¹ TDZ). Hal tersebut diduga karena rendahnya persentase eksplan berakar pada perlakuan E. Sebaliknya, persentase berakar tertinggi pada perlakuan G mempengaruhi terbentuknya daun pada tanaman kunyit.

Akar dapat mensintesis sitokinin sehingga kandungan sitokinin endogen menjadi meningkat. Variasi jumlah daun dalam penelitian ini dimungkinkan karena adanya hormon endogen yang kadarnya tidak persis sama pada setiap eksplan sehingga responnya terhadap penambahan zat pengatur tumbuh juga bervariasi.

Komposisi zat pengatur tumbuh dalam suatu media pertumbuhan sangat mempengaruhi fisiologi, bentuk, metabolisme dan sintesis hormon endogen tanaman jahe (Zheng, Liu, Ma, & Xu, 2008). Hoesen (2004) menjelaskan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan TDZ > 0,1 mg L⁻¹ dapat meningkatkan jumlah rata-rata tunas jahe yang banyak, tetapi menurunkan pembentukan daun. Penambahan zeatin pada media dapat mendorong meningkatnya jumlah daun pisang pada eksplan (Kasutjiani, Khumaida, & Efendi, 2010). Selain itu, adanya perbedaan fase pertumbuhan, kondisi fisiologis, kemampuan tanaman dalam mengabsorpsi hormon berpengaruh terhadap respon pertumbuhan tanaman terutama daun (Untari & Puspaningtyas, 2006).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat pengaruh yang berbeda-beda pada berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin terhadap pertumbuhan eksplan tunas kunyit. Perlakuan D (1mg L⁻¹ TDZ) menunjukkan respon yang lebih baik terhadap pertumbuhan eksplan kunyit dengan meningkatkan jumlah tunas eksplan tanaman kunyit.

Saran

Pemberian zat pengatur tumbuh berupa TDZ sebanyak 1 mg L⁻¹ baik digunakan jika dimaksudkan untuk multiplikasi tunas kunyit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arab, M. M., Yadollahi, A., Shojaeiyan, A., Shokri, S., & Ghoghah, S. M. (2014). Effects of nutrient media, different cytokinin types and their concentrations on in vitro multiplication of G× N15 (hybrid of almond× peach) vegetative rootstock. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 12(2), 81-87.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral. (2017). *Produksi kunyit menurut provinsi, tahun 2012-2016*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Casanova, E., Valdés, A. E., Fernández, B., Moysset, L., & Trillas, M. I. (2004). Levels and immunolocalization of endogenous cytokinins in thidiazuron-induced shoot organogenesis in carnation. *Journal of plant physiology*, 161(1), 95-104.
- Das, A., Kesari, V., & Rangan, L. (2010). Plant regeneration in curcuma species and assessment of genetic stability of regenerated plants. *Biologia Plantarum*, 54(3), 423-429.
- de Souza Ferrari, M. P., Antoniazzi, D., Nascimento, A. B., Franz, L. F., Bezerra, C. S., & Magalhães, H. E. M. (2016). Evaluation of new protocols to *Curcuma longa* micropropagation: a medicinal and ornamental specie. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(25), 367-376.
- Guo, B., Abbasi, B. H., Zeb, A., Xu, L. L., & Wei, Y. H. (2011). Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. *African Journal of Biotechnology*, 10(45), 8984-9000.
- Hamirah, M. N., H. B. Sani., P. C. Boyce and S.L Sim. (2010). Micropropagation of red ginger (*Zingiber montanum* Koenig), a medicinal plant. *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol*, 18(1), 127-130.
- Hoesen, D. S. H. (2004). Kultur in vitro eksplan rimpang zingiber zerumbet van aromaticum val. *Berita Biologi*, 7(3), 117-125.
- Indah, P. N., & Ermavitalini, D. (2013). Induksi kalus daun nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada beberapa kombinasi konsentrasi 6-benzylaminopurine (BAP) dan 2, 4-bichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(1), E1-E6.
- Jones, B., Gunnerås, S. A., Petersson, S. V., Tarkowski, P., Graham, N., May, S., ... & Ljung, K. (2010). Cytokinin regulation of auxin synthesis in *Arabidopsis* involves a homeostatic feedback loop regulated via auxin and cytokinin signal transduction. *The Plant Cell*, 22(9), 2956-2969.
- Kasutjjaningati, R. P., Khumaida, N., & Efendi, D. (2010). Kemampuan pecah tunas dan kemampuan berbiak mother plant pisang Rajabulu (AAB) dan pisang Tanduk (AAB) dalam medium inisiasi in vitro. *Agriplus*, 20, 39-46.

- Kristina, N. N., & Syahid, S. F. (2012). Pengaruh air kelapa terhadap multiplikasi tunas in vitro, produksi rimpang, dan kandungan xanthorrhizol temulawak di lapangan. *Jurnal Littri*, 18(3), 125-134.
- Lizawati. (2012). Induksi kalus embriogenik dari eksplan tunas apikal tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan penggunaan 2,4-D dan TDZ. *Menara Perkebunan*, 1(2), 75-87.
- Mei, F. Y. (2012). *In vitro regeneration of kunyit hitam (curcuma caesia roxb.)* (Tesis tidak diterbitkan). Faculty of Resource Science & Technology, Malaysia.
- Mutui, T., Mibus, H., & Serek, M. (2005). Effects of thidiazuron, ethylene, abscisic acid and dark storage on leaf yellowing and rooting of Pelargonium cuttings. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(5), 543-550.
- Oratmangun, K. M., Pandiangan, D., & Kandou, F. E. (2017). Deskripsi Jenis-Jenis Kontaminan Dari Kultur Kalus *Catharanthus roseus* (L.) G. Donnaman. *Jurnal MIPA*, 6(1), 47-52.
- Rahayu, S., & Adil, W. H. (2012). The effect of BAP and Thidiazuron on in vitro growth of java turmeric (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Plant Science*, 7(10), 820-824.
- Rahimi, S., Naderi, R., Ghaemaghani, S. A., Kalatejari, S., & Farham, B. (2013). Study on effects of different Plant Growth Regulators types in shoot regeneration and node formation of Sutsuki Azalea (*Rhododendron indicum*): A commercially important bonsai. *Procedia Engineering*, 59, 240-246.
- Rainiyati, L., & Kristiana, M. (2009). Peranan IAA dan BAP terhadap perkembangan nodul pisang (*Musa AAB*) raja nangka secara in vitro. *Jurnal Agronomi*, 13(1), 51-57.
- Sajid, Z. A., & Aftab, F. (2009). Effect of thidiazuron (TDZ) on in vitro micro-propagation of solanum tuberosum L. cvx desire and cardinal. *Pak. J. Bot.*, 41(4), 1811-1815.
- Shofiyani, A., & Damajanti, N. (2017). Pengembangan metode sterilisasi pada berbagai eksplan guna meningkatkan keberhasilan kultur kalus kencur (*Kaemferia galangal* L). *Agritech*, 17(1), 55-64.
- Singh, R., Chandra, R., Bose, M., & Luthra, P. M. (2002). Antibacterial activity of curcuma longa rhizome extract on pathogenic bacteria. *Current Science*, 83(6), 737-740.
- Siregar, L. H., Siregar, L. A. M., & Putri, L. A. P. (2013). Pengaruh α -benzil amino purina dan α -asam asetat naftalena terhadap pertumbuhan akar boesenbergia flava secara in-vitro. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 511-522.
- Susilowati, A., & Listyawati, S. (2001). Keanekaragaman jenis mikroorganisme sumber kontaminasi kultur in vitro di Sub Lab Biologi Laboratorium MIPA Pusat UNS. *Biodiversitas*, 2(1), 110-114.
- Untari, R., & Puspitaningtyas, D. M. (2006). The effect of some organic compounds and NAA application on the in vitro growth of the black orchid (*Coelogyne pandurata* Lindl.). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(4), 344-348.
- Winarsih, W., Wientarsih, I., Handharyani, E., & Almira, R. M. (2010). Evaluasi aktivitas fraksi hexan rimpang kunyit (*Curcuma longa*) dalam persembuhan luka pada mencit. *Jurnal Hemera Zoa*, 1(2), 37-44.
- Zheng, Y., Liu, Y., Ma, M., & Xu, K. (2008). Increasing in vitro microrhizome production of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Acta physiologiae plantarum*, 30(4), 513-519.