

**RESPONS EKSPLAN KUNYIT PADA SITOKININ DAN AUKSIN  
DALAM MEDIA MURASHIGE DAN SKOOG**

**(RESPONSE OF TURMERIC EXPLANT ON CYTOKININ AND AUXIN  
IN MURASHIGE AND SKOOG)**

**Mita Indriani, Erni Suminar, Nolahdi Wicaksana, Denny Sobardini, Sulistyaningsih,  
Anne Nuraini, Nursuhud, dan Syariful Muibarok**  
Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran  
Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor 45363  
email: mitaindriani96@gmail.com

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan salah satu konsentrasi dari beberapa jenis sitokinin dan auksin untuk induksi tunas kunyit secara *in vitro*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada awal bulan Oktober 2017 sampai bulan Februari 2018. Sumber bahan tanam berupa tunas dari rimpang tanaman kunyit. Sumber eksplan atau bahan tanam berasal dari lapangan yang dikoleksi di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Eksplan diambil dari mata tunas rimpang dengan ukuran 0,6-2,0 cm. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang dianalisis menggunakan metode *Student's T-test*. Jumlah kelompok eksperimen dan kontrol dalam penelitian ini adalah tujuh kelompok. Variasi perlakuan dengan penambahan konsentrasi BAP, thidiazuron, zeatin, dan NAA yang berbeda pada setiap kelompok. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Thidiazuron 1 mgL<sup>-1</sup> + NAA 1 mgL<sup>-1</sup> memberikan hasil yang lebih baik pada persentase eksplan hidup dan jumlah tunas pada tanaman kunyit (*Curcuma domestica* Val.) klon 41 pada umur 14 MST (Minggu Setelah Tanam).

**Kata kunci:** *eksplan kunyit, murashige, skoog, in vitro*

**Abstract**

This study was aimed at determining the concentration of several types of cytokinins and auxin for the induction of turmeric shoots *in vitro*. The research was conducted at the Tissue Culture Seed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor. The study was conducted from October 2017 to February 2018. The source of planting material is in the form of shoots from the turmeric rhizome. The source of explants or planting material came from the field collected at the Tissue Culture Seed Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Padjadjaran University. Explants were taken from rhizome buds with a size of 0.6-2.0 cm. The experiment used a Completely Randomized Design which was analyzed using the Student's T-test method. The number of experimental and control groups in this study were seven groups. Variation in treatment with different BAP, thidiazuron, zeatin, and NAA concentrations in each group. The results show that Thidiazuron 1 mgL<sup>-1</sup> + NAA 1 mgL<sup>-1</sup> gives better results on the percentage of live explants and number of shoots on turmeric plants (*Curcuma domestica* Val.) Clones 41 at the age of 14 weeks after planting.

**Keywords:** *turmeric explants, murashige, skoog, in vitro*

## **PENDAHULUAN**

Kunyit merupakan tanaman *herbaceous* dari golongan *Zingiberacea* (jahe-jahean). Kunyit biasanya digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan jamu tradisional dan sebagai bahan tambahan masakan (Hayakawa, Minaniya, Ito, Yamamoto, & Fukuda, 2011). Rimpangnya bermanfaat sebagai anti-inflamasi dan untuk mengobati gangguan empedu, batuk, luka diabetes, gangguan hati, rematik, dan sinusitis (Yadav & Tarun, 2017).

Kandungan utama dari rimpang kunyit yaitu *curcuminoid* yang terdiri dari tiga bahan yaitu *curcumin*, *demethoxycurcumin*, dan *bisdemetthoxycurcumin* (Akram *et al.*, 2010). Karakteristik *curcuminoid* adalah menghasilkan warna kuning pada kunyit (Ravindran, Babu, & Sivaraman, 2007). Warna ini dapat digunakan sebagai pewarna makanan, zat aditif makanan, dan pewarna tekstil (Cousins, Adelberg, Chen, & Rieck, 2007).

Berdasarkan data statistik pertanian (Susanti & Waryanto, 2017), luas panen tanaman kunyit pada tahun 2016 (50.203.009 m<sup>2</sup>) mengalami penurunan 8,47% dibandingkan tahun 2015 (54.848.184 m<sup>2</sup>). Produksi kunyit pada tahun 2016 mengalami penurunan 4,70% dibandingkan dengan tahun 2015. Produksi kunyit di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 107.783.509 dengan produksi tertinggi berada di Provinsi Jawa

Timur dengan total produksi 33.326.049 dan Jawa Tengah dengan total produksi 27.612.177, selain itu ada Provinsi Jawa Barat, Bengkulu, dan Kalimantan Selatan (Susanti & Waryanto, 2017). Penurunan produksi dipengaruhi oleh banyak faktor seperti faktor abiotik dan biotik pada budidaya kunyit secara konvensional.

Kendala utama budidaya kunyit secara konvensional adalah adanya penyakit tular tanah yang berdampak pada kualitas dan kuantitas rimpang (Cheethaparambil, Pillai, & Balachandran, 2014). Penyakit tular tanah yang paling berbahaya yaitu busuk rimpang (*Phytium myriotylum*) dan busuk bakteri (*Pseudomonas solanacearum*) (Salvi, George, & Eapen, 2002). Kendala lain dalam budidaya kunyit secara konvensional yaitu membutuhkan rimpang dalam jumlah banyak sebagai bahan tanamannya (Ugochukwu *et al.*, 2013) dan pada saat musim kemarau rimpang kunyit mengalami dormansi, sehingga dinilai kurang efektif (Thohirah, Flora, & Kamalakshi, 2010).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu perbanyak kunyit secara *in vitro* melalui kultur jaringan. Cara ini mempunyai keunggulan, yaitu menyediakan bahan tanam secara terus menerus, steril dan dapat mengekstrak metabolit sekunder dari kunyit dalam jumlah besar (Chaturvedi & Chowdhary, 2014). Pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara *in vitro* sebagian

besar ditentukan dari komposisi media kultur. Komposisi media pada umumnya meliputi unsur hara makro, unsur hara mikro, vitamin, zat pengatur tumbuh, asam amino, sumber karbon, bahan organik, dan bahan pematat (Saad & Elshahed, 2012).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada awal bulan Oktober 2017 sampai bulan Februari 2018.

Sumber bahan tanam berupa tunas dari rimpang tanaman kunyit. Sumber eksplan atau bahan tanam berasal dari lapangan yang dikoleksi di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Eksplan diambil dari mata tunas rimpang dengan ukuran 0,6-2,0 cm. Tunas diambil dari rimpang dengan cara dipotong menggunakan pisau. Langkah awal sterilisasi yaitu tunas yang telah dipotong dibersihkan terlebih dahulu lapisan seludang atau kulit rimpang yang menempel pada tunas menggunakan pisau pada air mengalir. Setelah bersih, tunas direndam pada larutan *detergen* selama 10 menit, kemudian dibilas pada air mengalir. Eksplan direndam pada larutan fungisida dan bakterisida masing-masing 2 sendok spatula + 100 ml aquades steril selama 60 menit. Tunas direndam pada alkohol 70%

*Respons Eksplan Kunyit (Indriani, M. dkk.)*

selama 5 menit, kemudian direndam dalam larutan *clorox* 20% + *tween* 3 tetes selama 15 menit (Faridah, Abdelmageed, Julia, & Hafizah, 2011). Langkah selanjutnya, tunas direndam dalam larutan *clorox* 10% selama 10 menit. Terakhir tunas direndam dengan larutan HgCl 0,1% (Ferdous *et al.*, 2012) selama 5 menit. Setiap perlakuan sterilisasi, dibilas dengan air steril.

Media *Murashige and Skoog (MS)* dicampur dengan kombinasi jenis sitokinin dan auksin dan menambahkan sukrosa dengan konsentrasi 30 gL<sup>-1</sup>. Eksplan disimpan dalam ruang kultur pada temperatur 20-25°C pada intensitas cahaya 1000 lux selama 16 jam setiap hari. Perlakuan terdiri dari A (MS 0); B (MS+ 9 mgL<sup>-1</sup> BAP + 0,01 mgL<sup>-1</sup> NAA); C (MS+ 9 mgL<sup>-1</sup> BAP + 1 mgL<sup>-1</sup> NAA); D (MS+ 1,0 mgL<sup>-1</sup> TDZ + 0,01 mgL<sup>-1</sup> NAA); E (MS+ 1,0 mgL<sup>-1</sup> TDZ + 1 mgL<sup>-1</sup> NAA); F (MS+ 0,1 mgL<sup>-1</sup> Zeatin + 0,01 mgL<sup>-1</sup> NAA); G (MS+ 0,1 mgL<sup>-1</sup> Zeatin + 1 mgL<sup>-1</sup> NAA). Setelah eksplan berumur 14 MST dilakukan pengamatan terhadap jumlah tunas, tinggi eksplan, jumlah daun, jumlah akar, dan panjang akar.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Analisis data menggunakan *Student's T-test* yang terdiri atas tujuh perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali. Setiap ulangan terdiri dari dua unit percobaan yang berisi masing-masing satu buah eksplan. Data

yang telah diamati dianalisis menggunakan software SPSS 16.0.

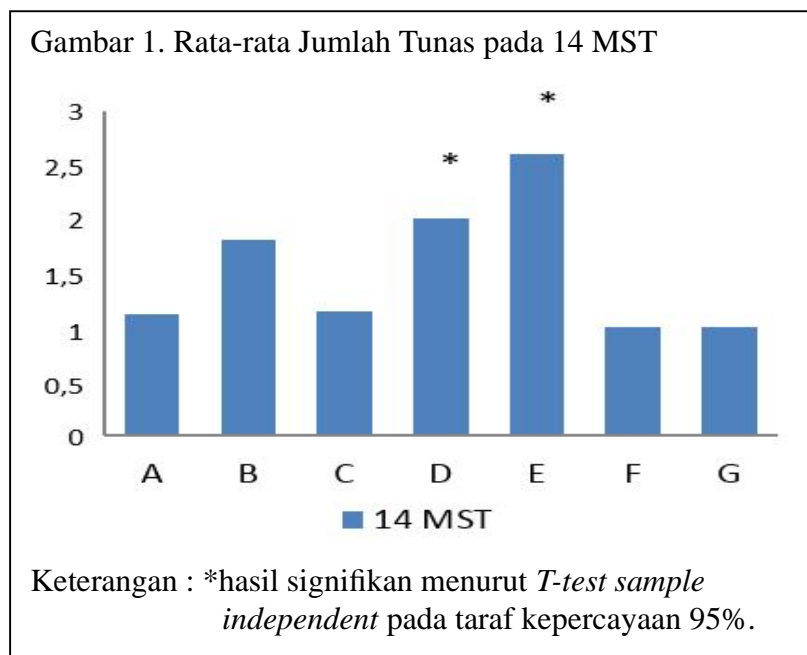
## HASIL DAN PEMBAHASAN

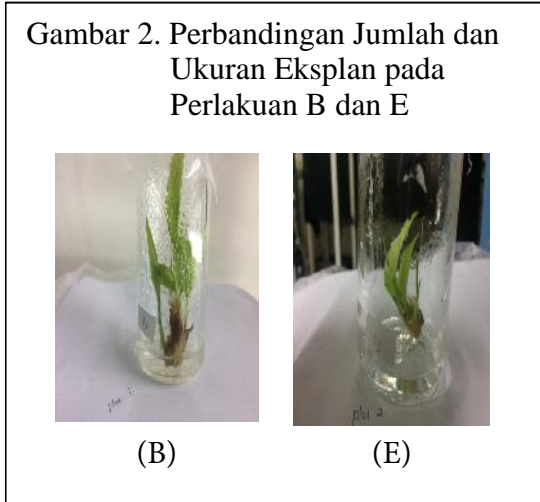
Berdasarkan uji T, perlakuan D (MS + 1 mgL<sup>-1</sup> TDZ + 1 mgL<sup>-1</sup> NAA) dan E (MS + 1 mgL<sup>-1</sup> TDZ + 1 mgL<sup>-1</sup> NAA) pada umur 14 MST menghasilkan jumlah tunas yang tinggi dengan rata-rata 2 dan 2,6. Gambar 1 menyajikan rata-rata jumlah tunas pada 14 MST. Eri en, Atalay, dan Yorgancilar (2011) menjelaskan bahwa pada tanaman *Astragalus cariensis* yang diberikan TDZ + NAA, regenerasinya lebih tinggi dibandingkan dengan eksplan yang diberikan perlakuan BAP +NAA. Konsentrasi tinggi TDZ berhubungan dengan enzim isopentenil (ip) yang menyebabkan pembelahan sel menjadi

lebih cepat dan merangsang organogenesis tunas (Guo, Abbasi, Zeb, Xu, & Wei, 2011).

Pertumbuhan eksplan pada perlakuan B lebih seragam dibandingkan dengan perlakuan E (Gambar 2). Perlakuan TDZ menghasilkan jumlah tunas yang lebih tinggi dibandingkan dengan BAP, tetapi perlakuan TDZ menghasilkan eksplan yang abnormal. Lu (1993) menyatakan perlakuan TDZ memiliki kelemahan di antaranya menghasilkan daun yang abnormal dan tunas berukuran pendek. Diduga TDZ dapat menyebabkan tingkat sitokinin endogen menjadi meningkat sehingga oksidase sitokinin menjadi terhambat (Hare & Van Staden, 1994).

Perlakuan zeatin yang dikombinasikan dengan 0,01 mgL<sup>-1</sup> NAA maupun dengan 1 mgL<sup>-1</sup> NAA memberikan hasil yang tidak





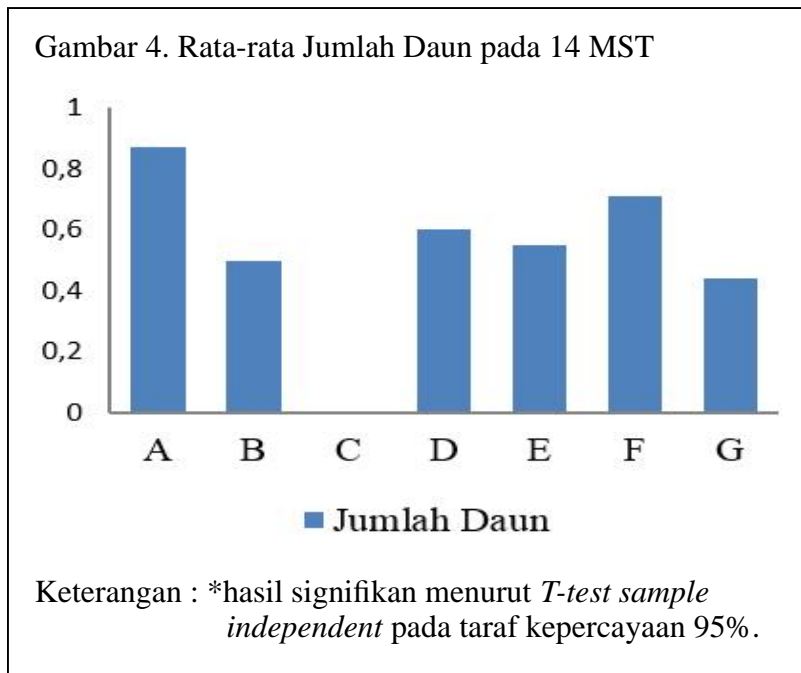
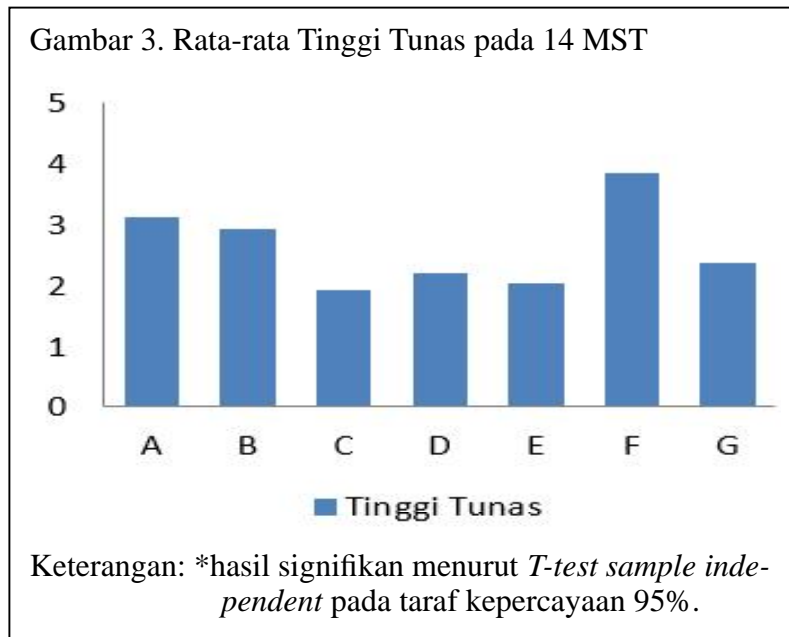
signifikan pada 14 MST. Hal ini diduga konsentrasi zeatin  $0,1 \text{ mgL}^{-1}$  kurang efektif dalam merangsang multiplikasi tunas pada tanaman kunyit. Hasil penelitian Suminar dkk. (2016) zeatin dengan konsentrasi  $0,01 \text{ mgL}^{-1}$  kurang efektif dalam pertumbuhan tunas tanaman nilam klon Sidikalang.

Tinggi tunas pada 14 MST memberikan hasil yang tidak signifikan pada setiap perlakuan. Hal ini diduga pada eksplan kunyit klon 41 auksin dan sitokinin endogen sudah cukup tinggi untuk melakukan pembelahan dan pemanjangan sel sehingga menstimulasi pertumbuhan tinggi tunas (Pamungkas, Damranti, & Raharjo 2009). Sitokinin berperan dalam meningkatkan poliferasi tunas, tetapi menghambat perpanjangan tunas (Prathanturarug, Angsumalee, Pongsiri, Suwacharangoon, & Jenjittikul, 2004). Perlakuan zeatin pada tanaman kunyit atau jahe-jahean belum banyak dilaporkan. Abu-Romman, Al-Hadid,

dan Arabiyyat (2015) melaporkan bahwa eksplan mentimun yang diberikan zeatin menghasilkan tunas yang lebih tinggi dibandingkan dengan eksplan yang diberikan perlakuan BAP. Hal ini dikarenakan zeatin membantu dalam proses pembelahan sel, menghambat degradasi klorofil, dan penuaan sehingga mampu meningkatkan tinggi tunas (Febryanti, Defiani, & Astarini, 2017).

BAP dengan konsentrasi tinggi dapat mengurangi panjang tunas (Naz, Ilyas, Javad, & Ali, 2009). BAP tidak berfungsi untuk memacu pertumbuhan tinggi tunas tetapi lebih berperan dalam pembelahan sel dengan merangsang pembentukan tunas dan memacu pertumbuhan tunas lateral sehingga akan menghambat terjadinya dormansi apikal dan pemanjangan sel yang menghasilkan tinggi tunas yang seragam (Yulizar, Noli, & Idris, 2014). TDZ memberikan poliferasi tunas dan panjang tunas yang lebih baik dibandingkan dengan BAP (Gübbük & Pekmezci, 2004).

Penelitian Hutagalung (1993) menemukan bahwa pertumbuhan tinggi tunas berpengaruh terhadap jumlah daun. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan C memberikan hasil tunas yang lebih pendek dibandingkan dengan perlakuan lain. Perlakuan C juga memberikan hasil jumlah daun terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 4). Semakin tinggi tunas peluang terbentuknya daun



akan semakin besar (Sutarto & Supriatna, 2003). Artinya, semakin pendek tunas akan menghasilkan jumlah daun yang lebih sedikit

Zat pengatur tumbuh auksin juga berperan penting dalam memacu tinggi tunas. NAA

dengan konsentrasi rendah ( $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ ) sudah cukup untuk meningkatkan tinggi tunas (Febryanti dkk., 2017). Jika konsentrasi auksin eksogen tinggi akan menyebabkan persaingan dengan auksin endogen untuk

mendapatkan tempat sinyal membran sel sehingga akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan sel tanaman (Paramartha, Ermavitalini, & Nurfadilah, 2012).

Berdasarkan hasil percobaan ini, daun mulai terbentuk sempurna ketika eksplan berumur 10 MST. Pada Gambar 4 berdasarkan uji T menunjukkan bahwa setiap perlakuan tidak signifikan terhadap kontrol dalam menghasilkan jumlah daun per eksplan. Perlakuan A (kontrol) menghasilkan jumlah daun dengan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan yang ditambahkan BAP menghasilkan jumlah daun terendah (perlakuan B dan C). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sastra dan Neliyati (2004), BAP pada tanaman jahe cenderung tidak menghasilkan peningkatan jumlah daun. Zat pengatur tumbuh BAP merupakan salah satu jenis sitokinin yang aktif dalam merangsang pembentukan tunas, tetapi menghambat pertumbuhan daun (Pierik, 1987).

Kombinasi sitokinin dengan konsentrasi tinggi dan auksin konsentrasi rendah penting dalam pembentukan tunas dan daun (Féréol, Chovelon, Causse, Michaux-Ferriere, & Kahane, 2002). Dalam percobaan ini, TDZ dan zeatin kurang efektif dalam pembentukan daun dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga bahwa eksplan kunyit sudah mengandung sitokinin endogen yang cukup untuk membentuk daun.

### *Respons Eksplan Kunyit (Indriani, M. dkk.)*

Zeatin memberikan jumlah daun dengan rata-rata 0,71 (perlakuan F) dan 0,39 (perlakuan G). Dari percobaan ini perlakuan zeatin  $0,1 \text{ mgL}^{-1}$  kurang efektif dalam meningkatkan jumlah daun tanaman kunyit klon 41. Hal ini berbeda dengan pernyataan Kasutjjaningati, Khumaida, dan Efendi (2010) menyatakan bahwa menambahkan zeatin pada media pertumbuhan membantu meningkatkan pertumbuhan daun pada eksplan anggrek.

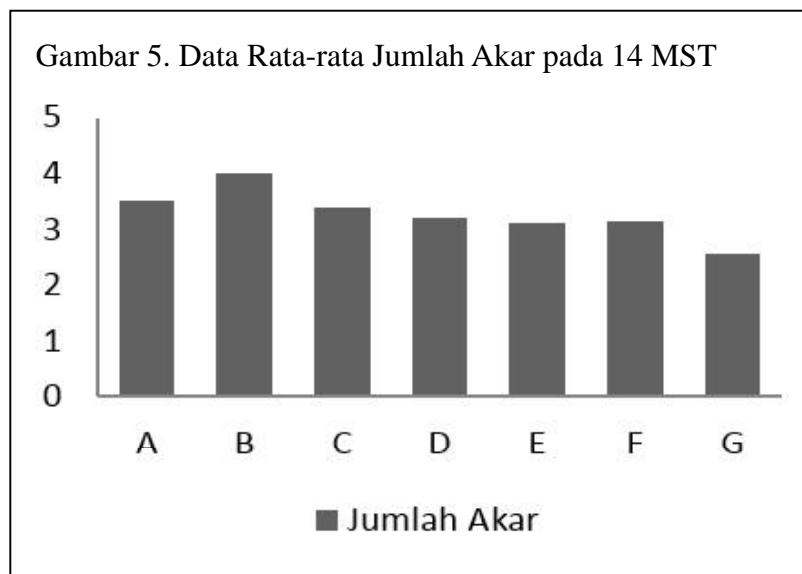
Pertumbuhan akar pada eksplan menandakan keberhasilan dalam kultur jaringan. Pembentukan akar berhubungan dengan kandungan auksin dan sitokinin endogen dalam jaringan tanaman, selanjutnya diikuti oleh proses pemanjangan dan pembesaran sel (Widiastoety, 2014). Berdasarkan hasil percobaan, akar mulai muncul pada saat eksplan berumur 2 MST. Berdasarkan hasil percobaan pada 14 MST semua perlakuan tidak signifikan dibandingkan kontrol. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa kunyit klon 41 tanpa penambahan auksin eksogen sudah mampu membentuk akar. Pernyataan ini diperkuat oleh Marlin (2009) yang menyatakan bahwa untuk pembentukan akar tunas jahe tidak mutlak membutuhkan auksin eksogen. Selain itu, konsentrasi BAP yang tinggi ternyata menghambat pertumbuhan akar pada tanaman kunyit. Sitokinin mengganggu inisiasi akar lateral secara langsung dalam jaringan xilem sel

perisikel dalam tanaman (Laplaze *et al.*, 2007).

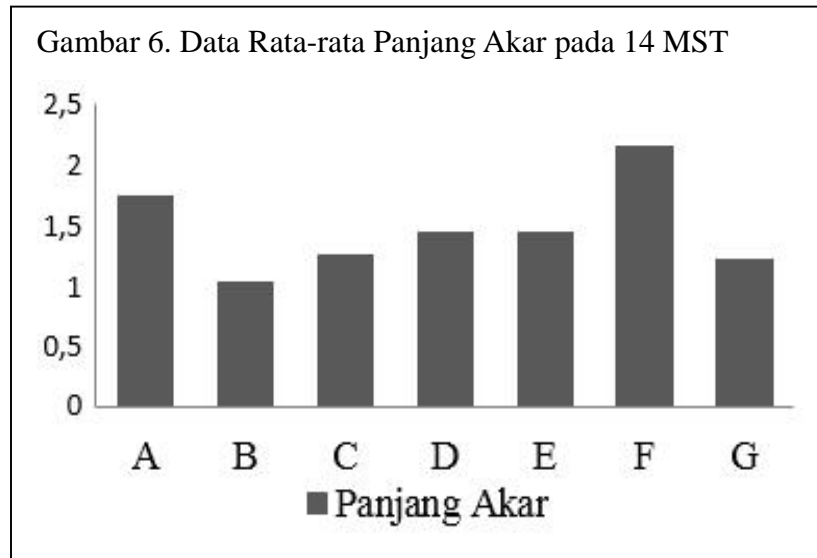
Zat pengatur tumbuh auksin sangat berperan penting dalam pembentukan akar tanaman. Gambar 5 menunjukkan bahwa perlakuan NAA 0,01 mgL<sup>-1</sup> pada 14 MST memberikan jumlah akar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan NAA 1 mgL<sup>-1</sup>. Auksin dengan konsentrasi tinggi akan menghambat pertumbuhan akar, karena menghambat kontrol auksin endogen dalam tanaman (Pamungkas dkk., 2009). NAA berperan sebagai auksin eksogen yang membantu meningkatkan kinerja auksin endogen. Pamungkas dkk. (2009) menjelaskan bahwa auksin eksogen memacu pertumbuhan tunas terlebih dahulu, kemudian tunas baru memacu auksin endogen untuk pertumbuhan akar. Selain itu, dari hasil percobaan menunjukkan perlakuan kontrol ternyata dapat membentuk

akar dengan rata-rata 3,25 pada 14 MST. Hal ini diduga, karena kunyit klon 41 memiliki auksin endogen yang cukup untuk membentuk akar.

Data panjang akar pada 14 MST yang diuji T menunjukkan bahwa pada semua perlakuan tidak signifikan dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga karena tanpa menambahkan auksin eksogen, eksplan kunyit klon 41 sudah mampu membentuk akar. Perlakuan F (Zeatin 0,1 mgL<sup>-1</sup> + NAA 0,01 mgL<sup>-1</sup>) menghasilkan panjang akar dengan rata-rata 2,14 pada 14 MST. Konsentrasi sitokin dan auksin yang rendah pada perlakuan F menghasilkan akar yang panjang. Sejalan dengan pernyataan Suratniasih, Astarini, dan Wahyuni (2017) untuk pembentukan akar diperlukan sitokin dan auksin dengan konsentrasi rendah. Zeatin merangsang sitokin endogen yang selanjutnya meningkatkan pembelahan sel







sehingga menghasilkan akar yang panjang (Tuhuteru, Hehanussa, & Raharjo, 2012).

Pada percobaan ini pula menunjukkan bahwa perlakuan BAP  $9 \text{ mgL}^{-1}$  menghasilkan akar yang pendek dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa sitokinin dengan konsentrasi tinggi menghambat proses pemanjangan akar. Pernyataan tersebut didukung oleh Karjadi dan Buchory (2007), pertumbuhan akar dihambat oleh sitokinin dengan konsentrasi tinggi ( $10 \text{ mgL}^{-1}$ ). Sejalan dengan pernyataan Naz *et al.* (2009) bahwa BAP dengan konsentrasi tinggi akan menurunkan tinggi tunas dan panjang akar. Sama halnya dengan BAP perlakuan TDZ juga menghasilkan akar yang pendek. Perlakuan TDZ yang diberikan pada tanaman pisang menunjukkan kondisi yang tidak mendukung bagi pertumbuhan panjang akar (Sari, Dwiati, & Budisantosa, 2015). Konsentrasi auksin  $1,0 \text{ mgL}^{-1}$  yang

dikombinasikan dengan BAP, TDZ, dan zeatin memberikan hasil panjang akar yang lebih pendek dibandingkan dengan auksin dengan konsentrasi  $0,01 \text{ mgL}^{-1}$ . Rismanto (2005) menyatakan bahwa auksin dengan konsentrasi tinggi akan menambah jumlah akar tetapi menghambat pemanjangan akar.

## SIMPULAN

Pada penelitian ini, kunyit klon 41 responsif terhadap perlakuan MS+TDZ  $1,0 \text{ mgL}^{-1}$  NAA  $1,0 \text{ mgL}^{-1}$  dalam meningkatkan jumlah tunas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Romman, S. M., Al-Hadid, K. A., & Arabiyyat, A. R. (2015). Kinetin is the most effective cytokinin on shoot multiplication from cucumber. *Journal of Agricultural Science*, 7(10), 159.
- Akram, M., Shahab-Uddin, A. A., Usmanghani, K., Hannan, A., Mohiuddin, E., & Asif, M. (2010). *Curcuma longa* and curcumin: A review

- article. *Rom J Biol Plant Biol*, 55(2), 65-70.
- Chaturvedi, P., & Chowdhary, A. (2014). A novel method for bio-enhancement of anti cancerous compound curcumin in vitro tissue culture of *Curcuma longa* (Apiaceae). *The Journal of Bioprocess Technology*, 99, 389-395.
- Cheethaparambil, A., Pillai, G. S., & Balachandran, I. (2014). In vitro micro-rhizome and mini-rhizome production in turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivar Alleppey supreme and its comparative anatomical and histochemical analysis. *International Journal of Current Micro-biology and Applied Sciences*, 3(3), 535-542.
- Cousins, M., Adelberg, J., Chen, F., & Rieck, J. (2007). Antioxidant capacity of fresh and dried rhizomes from four clones of turmeric (*Curcuma longa* L.) grown in vitro. *Industrial Crops and Products*, 25(2), 129-135.
- Eri en, S., Atalay, E., & Yorgancilar, M. (2011). The effect of thidiazuron on the in vitro shoot development of endemic *Astragalus cariensis* in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 35(5), 521-526.
- Faridah, Q. Z., Abdelmageed, A. H. A., Julia, A. A., & Hafizah, R. N. (2011). Efficient in vitro regeneration of *Zingiber zerumbet* Smith (a valuable medicinal plant) plantlets from rhizome bud explants. *African Journal of Biotechnology*, 10(46), 9303-9308.
- Febryanti, N. L. P. K., Defiani, M. R., & Astarini, I. A. (2017). Induksi pertumbuhan tunas dari eksplan anggrek *Dendrobium heterocarpum* Lindl. dengan pemberian hormon zeatin dan NAA. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 4(1), 41-47.
- Ferdous, M. M., Shahinozzaman, M., Faruq, M. O., Paul, S. P., Azad, M. A. K., & Amin, M. N. (2012). In vitro propagation of a medicinal plant-mango ginger (*Curcuma amada* Roxb.). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 2(11), 166-172.
- Féréol, L., Chovelon, V., Causse, S., Michaux-Ferriere, N., & Kahane, R. (2002). Evidence of a somatic embryogenesis process for plant regeneration in garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Cell Reports*, 21(3), 197-203.
- Gübbük, H., & Pekmezci, M. (2004). In vitro propagation of some new banana types (*Musa* spp.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(5), 355-361.
- Guo, B., Abbasi, B. H., Zeb, A., Xu, L. L., & Wei, Y. H. (2011). Thidiazuron: A multidimensional plant growth regulator. *African Journal of Biotechnology*, 10(45), 8984-9000.
- Hare, P. D., & Van Staden, J. (1994). Inhibitory effect of thidiazuron on the activity of cytokinin oxidase isolated from soybean callus. *Plant and cell physiology*, 35(8), 1121-1125.
- Hayakawa, H., Minaniya, Y., Ito, K., Yamamoto, Y., & Fukuda, T. (2011). Difference of curcumin content in *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) caused by hybridization with other *Curcuma* species. *American Journal of Plant Sciences*, 2(02), 111-119.
- Hutagalung, D. P. (1993). *Pengaruh tingkat pemberian air, frekuensi dan saat perlakuan terhadap pertumbuhan dan produksi jahe (Zingiber officinale Rosc.) muda* (Tesis tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Karjadi, A. K., & Buchory, A. (2007). Pengaruh NAA dan BAP terhadap pertumbuhan jaringan meristem bawang putih pada media B5. *Jurnal Hortikultura*, 17(3).
- Kasutjaningati, 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.
- Laplaze, L., Benkova, E., Casimiro, I., Maes, L., Vanneste, S., Swarup, R., ... & Bennett, M. (2007). Cytokinins act directly on lateral root founder cells to inhibit root initiation. *The Plant Cell*, 19(12), 3889-3900.
- Lu, C. Y. (1993). The use of thidiazuron in tissue culture. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 29(2), 92-96.
- Marlin. (2009, November). Mikropropagasi jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) sebagai bahan fitofarmaka potensial. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Tanaman Obat Indonesia. Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Naz, S., Ilyas, S., Javad, S., & Ali, A. (2009). In vitro clonal multiplication and acclimatization of different varieties of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Pak. J. Bot*, 41(6), 2807-2816.
- Pamungkas, F. T., Damranti, S., & Raharjo, B. (2009). Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman dalam supernatan kultur *Bacillus* sp. 2 DUCC-BR-KI. 3 terhadap pertumbuhan stek horisontal batang jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Sains dan Matematika*, 17(3), 131-140.
- Paramartha, A. I., Ermavitalini, D., & Nurfadilah, S. (2012). Pengaruh penambahan kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP terhadap pertumbuhan dan perkembangan biji *Dendrobium taurulinum* JJ Smith secara in vitro. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), 40-43.
- Pierik, R. I. M. (1987). *In vitro culture of higher plants*. Netherlands: Springer.
- Prathanturarug, S., Angsumalee, D., Pongsiri, N., Suwacharagoon, S., & Jenjittikul, T. (2004). In vitro propagation of *Zingiber petiolatum* (Holttum). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 40(3), 317-320.
- Ravindran, P. N., Babu, K. N., & Sivaraman, K. (2007). *Turmeric: The genus Curcuma*. CRC press.
- Rismanto, E. (2005). *Pengaruh macam sitokinin dan konsentrasi IAA terhadap perkembangan eksplan pisang cavendish (Musa paradisiacal L.)* (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Pertanian, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Yogyakarta.
- Saad, A. I. M., & Elshahed, A. M. (2012). Plant tissue culture media. Dalam A. Leva & L. M. R. Rinaldi (Eds.), *Recent advances in plant in vitro culture* (p. 219). London: IntechOpen Limited.
- Salvi, N. D., George, L., & Eapen, S. (2002). Micropropagation and field evaluation of micropropagated plants of turmeric. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 68(2), 143-151.
- Sari, H. S., Dwiati, M., & Budisantosa, I. (2017). Efek NAA dan BAP terhadap pembentukan tunas, daun, dan tinggi tunas stek mikro *Nepenthes ampullaria* Jack. *Biosfera*, 32(3), 195-201.
- Sastra, D. R., & Neliyati. (2004). Pengaruh BAP terhadap pertumbuhan jahe emprit (*Zingiber officinale* Rosc. var. *Amarun*) dalam kultur in vitro. *Jurnal Agronomi*, 8(2):81-85.
- Suminar, E., Sobarna, D. S., Nuraini, A., Mubarak, S., Suryatmana, P., Sihombing, Y., & Angel, C. (2016). Regenerasi berbagai jenis eksplan nilam klon Sidikalang dan aplikasi azotobacter pada tahap aklimatisasi. *Jurnal Agrikultura*, 27(2), 72-82.
- Suratniasih, N. K. M., Astarini, I. A., & Wahyuni, I. G. A. S. (2017). Panjang batang dan konsentrasi zat pengatur tumbuh zeatin berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif anggrek *Dendrobium sonia*. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 4(2), 271-278.

- Susanti, A. A., Waryanto, B. (Eds.). (2017). *Statistik Pertanian 2017*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Sutarto, I., & Supriatna, N. (2003). Penggunaan media alternatif pada kultur in vitro jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) varietas gajah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 31(1), 1-7.
- Thohirah, L. A., Flora, C. L. S., & Kamalakshi, N. (2010). Breaking bud dormancy and different shade levels for production of pot and cut *Cucurmalismatifolia*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5(3), 285-388.
- Tuhuteru, S., Hehanussa, M. L., & Raharjo, S. H. (2012). Pertumbuhan dan perkembangan anggrek *Dendrobium anosmum* pada media kultur in vitro dengan beberapa konsentrasi air kelapa. *Agrologia*, 1(1), 1-12.
- Ugochukwu, S. C., Bob, S. E., Ozioma, O., Odi, E. B., Ijeoma, I. C., & Olanike, O. (2013). Shoot proliferation of in vitro turmeric (*Curcuma longa* L.) affected by different concentrations of benzylaminopurine (BAP). *World Journal of Agricultural Sciences*, 9(3), 227-230.
- Widiastoety, D. (2014). Pengaruh auksin dan sitokin terhadap pertumbuhan planlet anggrek Mokara. *Jurnal Hortikultura*, 24(3), 230-238.
- Yadav, R. P., & Tarun, G. (2017). Versatility of turmeric: A review the golden spice of life. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 41-46.
- Yulizar, D. R., Noli, Z. A., & Idris, M. (2014). Induksi tunas kunyit putih (*Curcuma zeodaria* Roscoe) pada media ms dengan penambahan berbagai konsentrasi BAP dan sukrosa secara in vitro. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(4), 310-316.