

## **AKLIMATISASI PLANLET JAHE PUTIH BESAR (*Zingiber officinale*) HASIL PERBANYAKAN MELALUI KULTUR *IN VITRO***

**Ismanto<sup>1</sup>, Prasetyorini Djarot<sup>1\*</sup>, Anindita Aulya Pertiwi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi: Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan, Tegallega, Bogor, Indonesia, 16144

\*e-mail: [prasetyorini@unpak.ac.id](mailto:prasetyorini@unpak.ac.id)

diterima: 12 Agustus 2024; direvisi: 2 September 2024; disetujui: 2 Oktober 2024

### **ABSTRAK**

Jahe putih besar merupakan tanaman rimpang yang dikenal sebagai rempah dan obat herbal, yang memiliki kandungan gingerol, efektif mencegah dan mengobati berbagai penyakit. Dalam meningkatkan produksi bibit tanaman jahe putih besar dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknik kultur *in vitro* lalu dilanjutkan dengan proses aklimatisasi. Tujuan dan kebaharuan penelitian mendapatkan media baru aklimatisasi yang cocok dan memproduksi bibit tanaman jahe dengan kualitas baik dan seragam. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-April 2023. Planlet yang digunakan merupakan hasil eksplan biakan jahe putih besar *in vitro* Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian yang ditumbuhkan pada media MS yang dengan penambahan perlakuan kombinasi zat pengatur tumbuh BAP dengan konsentrasi (0, 1, dan 5 mg L<sup>-1</sup>) dan TDZ dengan konsentrasi (0,0,0,1 dan 0,2mg L<sup>-1</sup>). Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada aklimatisasi jahe putih besar kombinasi perlakuan BAP 1.0 + TDZ 0,1, BAP 1.0 mg L<sup>-1</sup> tanpa penambahan TDZ dan kontrol dipilih menjadi taraf perlakuan konsentrasi ZPT karena menghasilkan respons yang terbaik terhadap pertumbuhan planlet jahe putih besar.

**Kata Kunci:** Aklimatisasi, BAP, Jahe Putih Besar, TDZ

### **ACCLIMATIZATION OF GIANT GINGER PLANLET (*Zingiber officinale*) RESULTS OF PROPAGATION IN VITRO CULTURE**

#### **ABSTRACT**

Giant ginger is a rhizome plant known as a spice and herbal medicine. It contains gingerol, which is effective in preventing and treating various diseases. Increasing the production of giant ginger seeds can be done by utilizing *in vitro* culture techniques then continued with the acclimatization process. The aim and novelty of the research is to obtain a new acclimatization media that is suitable and produces ginger plant seeds with good and uniform quality. The research was carried out in January-April 2023. The plantlets used were the results of *in-vitro* large white ginger explants from the Tissue Culture Laboratory, Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources which were grown on MS media with the addition of a combination of BAP growth regulator with a concentration of (0, 1, and 5 mg L<sup>-1</sup>) and TDZ with concentrations (0.0, 0.1 and 0.2mg L<sup>-1</sup>). The experimental design used was a completely randomized factorial design. The results of the research showed that in acclimatization of giant ginger the treatment combination of BAP 1.0 + TDZ 0.1, BAP 1.0 mg L<sup>-1</sup> without the addition of TDZ and control was chosen as the ZPT concentration treatment level because it produced the best response to the growth of giant ginger plantlets.

**Keywords:** Acclimatization, BAP, Giant Ginger, TDZ

## PENDAHULUAN

Jahe putih besar adalah tanaman rimpang yang berasal dari Asia Selatan, memiliki kandungan *gingerol*, yang berfungsi sebagai antiinflamasi dan antimual, serta oleoresin merupakan produk hasil ekstraksi jahe menggunakan pelarut organik yang memiliki manfaat sebagai sumber antioksidan, antimikroba, anti-inflamasi dan antikanker. (Aryanta, 2019; Abdul, *et al.*, 2020; Macalad *et al.*, 2016; Jayanudin, *et al.*, 2019).

Ada beberapa jenis jahe, tapi jahe putih besar (JPB) mempunyai peranan lebih tinggi dibandingkan jahe merah dan jahe putih kecil karena diversifikasi produk yang dihasilkan (Melati *et al.*, 2016). Dalam praktik budidaya jahe secara konvensional perbanyak tanaman jahe biasanya dilakukan dengan rimpang. Ukuran benih JPB yang voluminous sekitar 40-60 g dengan 2-3 tunas menyebabkan kebutuhan benih sangat tinggi yaitu 2-3 ton ha<sup>-1</sup> sehingga mengurangi produksi. Selain menyebabkan berkurangnya produksi benih yang berasal dari rimpang juga dapat menurunkan kualitas benih karena dapat membawa bibit penyakit.

Perbanyak tanaman jahe saat ini masih menggunakan reproduksi vegetative dengan fragmentasi rimpang. Namun, melalui proses tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit yang mudah tertular seperti bakteri mengerut (*Pseudomonas solanacearum*), pembusukan halus (*Pythium aphanidematum*), dan menguningnya daun (*Fusarium oxysporum*) (Abed *et al.*, 2016; Zahid *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, dalam usaha meningkatkan produksi bibit tanaman jahe yang berkualitas dapat dilakukan melalui teknologi kultur *in-vitro* yang dilanjutkan dengan proses aklimatisasi. Setelah dilakukan perbanyak dengan teknik *in vitro*, tahapan selanjutnya adalah aklimatisasi. Aklimatisasi merupakan fase penting tanaman dalam melakukan adaptasi pada lingkungan *in vitro* lalu ke *ex vitro* dan merupakan periode kritis mengingat perbedaan lingkungan yang sangat drastis.

Aklimatisasi tanaman yang ditumbuhkan secara *in-vitro* merupakan tahapan terakhir dari mikropropagasi tanaman dan sekaligus merupakan tahapan yang sangat penting dalam menentukan ketahanan dan kestabilan planlet di lingkungan terbuka. Dengan kata lain, persentase ketahanan tanaman ditentukan oleh penguatan tanaman. Kondisi selama kultur *in-vitro* menyebabkan abnormalitas morfologi, anatomi, dan fisiologi plantlet yang terbentuk. Setelah transfer *ex-vitro*, plantlet mengalami *shock* akibat perubahan mendadak kondisi lingkungannya.

Oleh sebab itulah plantlet membutuhkan periode aklimatisasi untuk memulihkannya dari abnormalitas (Dewi, *et al.* 2021). Ciri-ciri bibit yang berkualitas baik yaitu plantlet tampak sehat dan tidak berjamur, ukuran planlet seragam, berdaun hijau segar, dan tidak ada yang menguning. Selain itu plantlet tumbuh normal, tidak kerdil, komposisi daun dan akar seimbang (Dewi, *et al.* 2021). Kematian plantlet akibat terjadinya perubahan kondisi lingkungan dari *in vitro* ke *ex vitro* sering terjadi pada periode tersebut, sehingga perlu dilakukan upaya memanipulasi kondisi lingkungan untuk memperoleh kondisi yang optimum. Prinsip dari tahapan ini adalah menjaga tanaman agar tidak dehidrasi atau kekeringan (Prasetyorini, 2019; Oktavia, 2020).

Beberapa jenis media yang dapat digunakan untuk aklimatisasi antara lain arang sekam, sekam padi, sabut kelapa, pakis, atau moss. Media tanam penting karena sebagai penopang tanaman, mempertahankan kelembaban, menyediakan nutrisi dan aerasi akar (Erfa, *et al.*, 2019).

Pada dasarnya media harus bersifat menyimpan air dan tidak mudah memadat. Media padat menyebabkan air tergenang sehingga aerasi udara rendah. Gejala yang tampak, daun dan batang menjadi layu. Akar sehat biasanya berwarna putih dan memiliki rambut-rambut halus. Jika aerasi rendah, akar yang putih berubah jadi coklat lalu menghitam. Jumlah rambut akar berkurang bahkan tak ada. Padahal akar berfungsi untuk menyerap hara. Selain masalah aerasi, media

padat juga mengundang bakteri dan cendawan penyebab busuk (Dewi, *et.al.* 2021). Menurut Widiastoety (2001), media tumbuh yang baik untuk aklimatisasi harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu tidak lekas melapuk, tidak menjadi sumber penyakit, mempunyai aerasi baik, mampu mengikat air dan zat-zat hara secara baik, mudah didapat dalam jumlah yang diinginkan dan relatif murah harganya.

Tahapan aklimatisasi dilakukan dengan memindahkan tanaman dari kondisi semi autotroph (dalam botol kultur) ke kondisi autotroph (lapangan atau rumah kaca). Dimana terjadi perubahan lingkungan yang sangat signifikan. Pada saat di dalam botol memiliki kelembaban 90% dan saat dipindahkan ke lapangan atau rumah kaca kelembaban sekitar 70%. Oleh karena itu biasanya proses aklimatisasi dilakukan secara bertahap (Prasetyorini, 2019) serta diperlukan manipulasi lingkungan agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal, salah satunya dengan menggunakan sungkup pada 2 minggu pertama aklimatisasi, untuk menjaga kelembaban dan menghindari patogen pada media tanam (Oktavia, *et.al* 2020).

Kondisi lingkungan *in-vivo* yang berbeda dengan kondisi *in-vitro* dapat menyebabkan rendahnya presentase viabilitas tanaman pada tahap aklimatisasi. Perlakuan yang tepat dan terkontrol pada planlet akan menentukan tingkat keberhasilan saat aklimatisasi. Tingkat viabilitas tanaman dipengaruhi oleh perbedaan sifat tumbuh perakaran dan media tanam (Karti, *et.al* 2020). Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan media baru aklimatisasi yang cocok untuk memproduksi bibit dengan kualitas baik dan seragam.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari-April 2023 di Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), Cimanggu dan Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika

dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah planlet jahe putih besar *in vitro* koleksi Laboratorium Kultur Jaringan, BB-Biogen yang ditumbuhkan pada media MS yang diperkaya dengan BAP yang dikombinasi dengan TDZ, media tanam yang terdiri dari tanah, arang sekam dan pupuk kandang serta polybag sebagai tempat aklimatisasi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial ,dengan faktor pertama BAP dengan konsentrasi 0.0 mg L<sup>-1</sup>, 1.0 mg L<sup>-1</sup>, dan 5.0 dan faktor kedua TDZ dengan konsentrasi 0.0 mg L<sup>-1</sup>, 0.1 mg L<sup>-1</sup>, dan 0.2 mg L<sup>-1</sup> dengan ulangan 5 kali. Pengamatan dilakukan setiap bulan selama 4 bulan dengan peubah yang diamati tinggi tanaman dan jumlah daun.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (uji-F) pada taraf  $\alpha= 0.05$ . Uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dan *Least Significant Different* (LSD) pada taraf  $\alpha= 0.05$  dilakukan untuk data yang memberikan respon nyata berdasarkan uji-F. Uji LSD dibandingkan terhadap kontrol untuk semua variabel uji a umur 16 MST. Uji korelasi Pearson pada taraf  $\alpha= 0.05$  dianalisis untuk semua variabel uji umur 12 MST. Analisis data menggunakan *software Microsoft Excel* 2010, SAS ver. 9.0, STAR-IRRI, dan *Minitab* 18.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Daun

Hasil analisis menunjukkan bahwa pada 4 MST semua perlakuan tidak berbeda nyata. Pada 8 MST perlakuan BAP 1,0 berbeda nyata diantara perlakuan yang lain. Pada 12 MST dan 16 MST kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan BAP 1,0 dan BAP 1,0 + TDZ 0,1. Namun, secara kuantitas yang menghasilkan jumlah daun terbanyak adalah kontrol dan BAP 1,0. Pengaruh interaksi konsentrasi kombinasi BAP dan TDZ terhadap jumlah daun dapat dilihat pada Tabel 1 .

**Tabel 1.** Pengaruh Interaksi Konsentrasi Kombinasi BAP Dan TDZ Terhadap Jumlah Daun

Kombinasi Perlakuan (mg L <sup>-1</sup> )	Jumlah Daun (helai)			
	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST
Kontrol	-	4.2ab	6.4b	7.4b
TDZ 0.1	-	3.8ab	4.6a	5.4a
TDZ 0.2	-	4.0ab	5.2a	6.2a
BAP 1.0	-	<b>4.6b</b>	6.4b	7.4b
BAP 1.0 + TDZ 0.1	-	4.2ab	6.2b	7.2b
BAP 1.0 + TDZ 0.2	-	3.6a	4.8a	5.8a
BAP 5.0	-	3.6a	4.6a	5.6a
BAP 5.0 + TDZ 0.1	-	3.4a	4.8a	6.2a
BAP 5.0 + TDZ 0.2	-	3.8ab	4.8a	6.2a
Rata-rata total	-	3.91	5.31	6.38
Uji-F (BAP*TDZ)	tn	**	**	**

Keterangan: tn) Tidak berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha=0.05$ ; \*\*) Berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha=0.01$ ; Data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf  $\alpha = 0.05$  (MST) Minggu setelah tanam.

Jumlah daun pada tanaman berkaitan erat dengan kemampuan proses fotosintesis yang berbeda pada setiap tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zulastris (2020) yang menyatakan bahwa daun merupakan salah satu organ tanaman tempat terjadinya proses fotosintesis.

Menurut Slamet (2011), tanaman hasil kultur jaringan memerlukan kelembaban udara yang tinggi karena lapisan kutikula pada daun masih tipis, stomata belum berfungsi secara normal, dan hubungan jaringan pembuluh batang dan akar belum sempurna. Keadaan ini mengharuskan aklimatisasi untuk menciptakan kondisi kelembaban yang tinggi bagi planlet yang baru ditanam.

Selain nutrisi, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara juga mempengaruhi daun. Apabila kelembaban udara terlalu rendah dan suhu udara yang tinggi maka tanaman akan kehilangan air dalam jumlah yang banyak, sehingga tanaman akan mulai layu dan tidak dapat menyerap air dan unsur hara secara optimal akibatnya proses penambahan daun juga terhambat (Suarsana, *et.al.*, 2019).

Kerontokan daun setelah aklimatisasi menyebabkan proses penyembuhan tanaman

sulit dan akhirnya mati. Menurut Tini *et.al.*, (2019), upaya tanaman mengurangi penguapan bertujuan mengurangi jumlah kehilangan air, sehingga tanaman mampu bertahan hidup di kondisi lingkungan yang baru.

Jumlah daun menjadi penentu utama kecepatan laju pertumbuhan tanaman. Semakin banyak jumlah daun pada tanaman maka hasil fotosintesis semakin tinggi sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Dewanti, *et.al.*, 2023).

### Tinggi Tanaman

Hasil analisis menunjukkan bahwa kontrol tidak berbeda nyata dengan BAP 1,0 pada 4 MST dan 8 MST. Pada 12 MST perlakuan BAP 1,0 + TDZ 0,1 menghasilkan tinggi tanaman paling tinggi dan berbeda nyata diantara perlakuan lainnya. pada 16 MST perlakuan BAP 1,0 + TDZ 0,1 tidak berbeda nyata dengan BAP 5,0 + TDZ 0,1. Namun, secara kuantitas tinggi tanaman paling tinggi pada perlakuan BAP 5 + TDZ 0,1. Pengaruh interaksi konsentrasi kombinasi BAP dan TDZ terhadap tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengaruh Interaksi Konsentrasi Kombinasi BAP Dan TDZ Terhadap Tinggi Tanaman

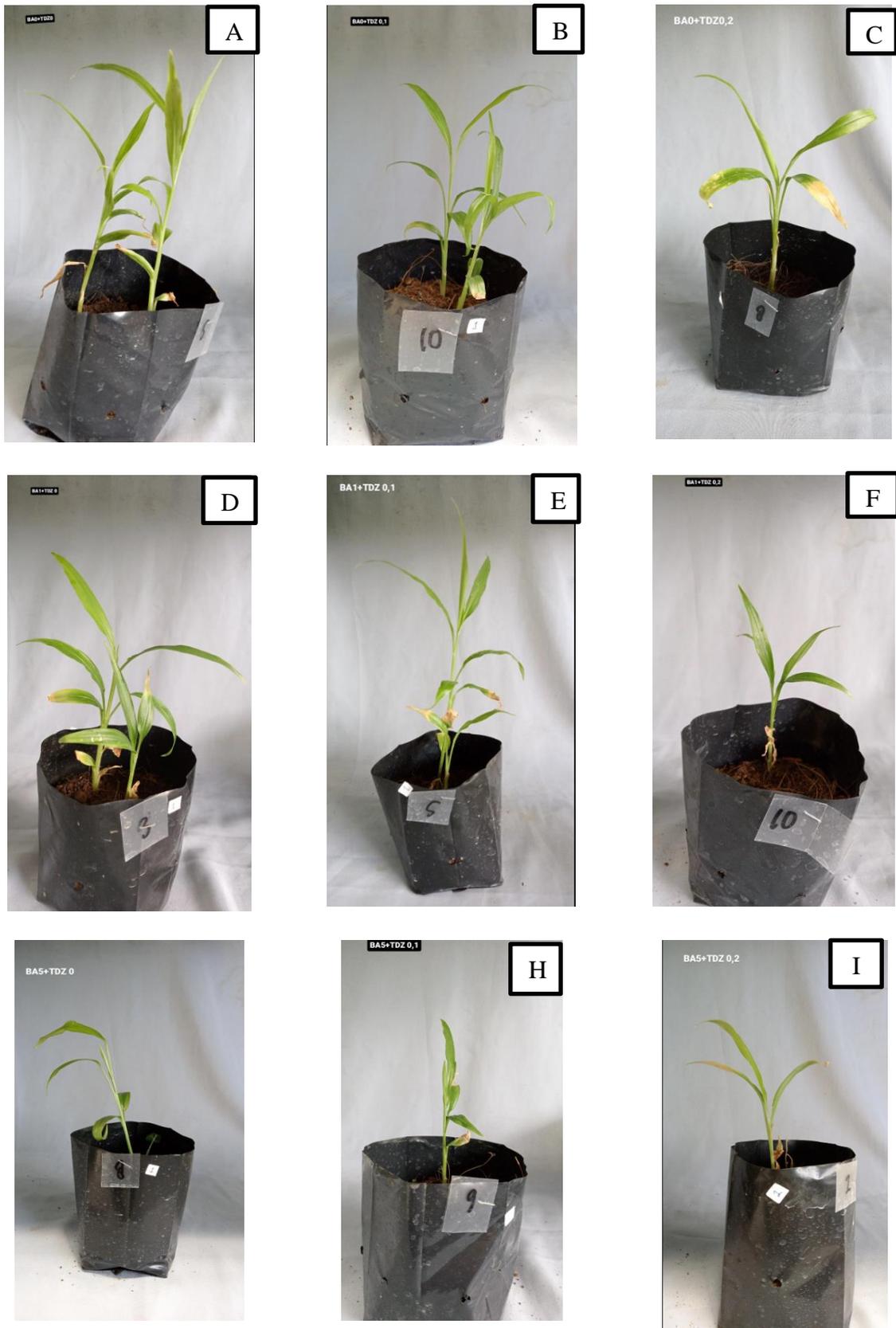
Kombinasi Perlakuan (mg L <sup>-1</sup> )	Tinggi tanaman (cm)			
	4 MST	8 MST	12 MST	16 MST
Kontrol	6.20c	8.36b	11.06bc	12.82bc
TDZ 0.1	4.04ab	5.76a	10.36bc	11.20bc
TDZ 0.2	2.70a	5.08a	8.92b	11.52bc
BAP 1.0	5.82c	9.02b	10.36bc	12.18bc
BAP 1.0 + TDZ 0.1	4.32b	7.96b	<b>11.98c</b>	13.88c
BAP 1.0 + TDZ 0.2	3.52ab	4.62a	9.38b	10.20b
BAP 5.0	4.00ab	5.16a	5.50a	5.94a
BAP 5.0 + TDZ 0.1	3.64ab	5.48a	10.12bc	14.20c
BAP 5.0 + TDZ 0.2	4.2b	5.88a	8.94b	11.96bc
Rata-rata total	4.27	6.36	9.62	11.54
Uji-F (BAP*TDZ)	**	**	**	**

Keterangan: \*\*) Berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha=0.01$ ; Data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf  $\alpha = 0.05$  MST (Minggu setelah tanam).

Tinggi tanaman merupakan variabel dalam pertumbuhan tanaman yang mudah diamati sebagai parameter untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap suatu tanaman. Pemberian nutrisi pada tanaman dapat memengaruhi laju pertumbuhan tanaman. Tanaman dengan jumlah daun yang lebih banyak akan mempercepat laju pertumbuhan (Dewanti, *et.al.*, 2023).

Menurut Zulkarnain (2009), Sistem perakaran tanaman pada masa aklimatisasi sangat penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman, karena jika sistem perakaran lemah akan membuat tanaman tertekan saat di lapang. Selain itu, kondisi anatomi tanaman yang belum sempurna menyebabkan rendahnya tingkat tumbuh tanaman dan keberhasilan aklimatisasi.

Tinggi tanaman akan optimal jika kebutuhan unsur hara tanaman dapat terpenuhi dengan baik. Salah satu faktor adalah dengan penggunaan media tanam yang tepat akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Media tanam yang sesuai dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga tanaman tumbuh dengan baik. Menurut Mutryarny, *et.al* (2014) ketersediaan unsur hara pada media tanam dalam jumlah yang cukup dan seimbang untuk proses pertumbuhan tanaman, dapat memacu proses pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel, sehingga beberapa organ tanaman tumbuh dengan cepat seiring dengan cepatnya proses pertumbuhan sel tersebut.



**Gambar 1.** Aklimatisasi 16 MST (A. BAP 0 + TDZ 0,1, B. BAP 0 + TDZ 1, C. BAP 0 + TDZ 0,2, D. BAP 1 + TDZ 0, E. BAP 1 + TDZ 0,1, F. BAP 1 + TDZ 0,2, G. BAP 5 + TDZ 0, H. BAP 5 + TDZ 0,1, I. BAP 5 + TDZ 0,2)

## KESIMPULAN

Pada proses aklimatisasi kombinasi perlakuan BAP 1.0 + TDZ 0,1, BAP 1.0 mg L<sup>-1</sup> tanpa penambahan TDZ dan kontrol dipilih menjadi taraf perlakuan konsentrasi ZPT karena menghasilkan respons yang terbaik terhadap pertumbuhan planlet jahe putih besar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPPM Universitas Pakuan atas bantuan dana yang diberikan dan Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumber daya Genetik Pertanian (BB-Biogen) dan Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional selaku lembaga tempat melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, J. A., Posangi, J., Womor, P. M., dan Bara, R. R. (2020). Uji Efek Daya Hambat Jamur Endofit Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Rosc) Terhadap Bakteri *Stapylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *J. Biomedik*, 12(2): 88-93.
- Abed-Ashtiani, F., Kadir, J., Nasehi, A., Hashemian-Rahaghi, S.-R., Golkhandan, E. (2016). Occurrence of leaf spot or blast on ginger (*Zingiber officinale*) caused by *Pyricularia zingiberi* in Malaysia. *Plant Dis.* 100, 1505. [CrossRef].
- Aryanta, I. W. R. (2019). Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 1(2): 40.
- Dewanti, P., Dhaniswari, E. S., Handoyo, T., dan Okviandari, P. (2023). Aklimatisasi Planlet Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dari Benih Sintetik Pada Beberapa Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi. *Jurnal Agroqua*, 21(1): 46-55. DOI:<https://doi.org/10.32663/ja.v%vi%i.3279>.
- Dewi, B. M., Nurhaliza, D., Aprilia, N., Handayani, P., Sari, W. (2021). Pengaruh Media Tanam Terhadap Aklimatisasi Planlet Anggrek *Dendrobium sp* di UPTD Balai Perbanyakan Benih Tanaman Pangan Hortikultura Provinsi Sumatera Selatan. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(1): 539-548.
- Erfa, L., Maulida, D., Sesanti, R. N., Yuriansyah. (2019). Keberhasilan aklimatisasi dan pembesaran bibit kompot anggrek Bulan (*Phalaenopsis*) pada beberapa kombinasi media tanam. *Jurnal Pertanian Terapan*, 19(2), 121-126. doi: 10.25181/jppt.v19i2.1420.
- Karti, P. D. M. H., Wijayanti, I., dan Pramadi, S. D. (2020). Teknik Aklimatisasi Pada Tanaman Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Dengan Perbedaan Media Tanam dan Sifat Tumbuh. *Pastura*, 10(1): 46-52.
- Jayanudin, J., Rochmadi, R., Fahrurrozi, M., Wirawan, S. K. (2019). Peluang Oleoresin Jahe sebagai Sumber Bahan Baku Berkelanjutan untuk Obat-Obatan. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(2), 82-90.
- Macalalad, E.A., Robidillo, C. J. T., Marfori, E.C. (2016). Research Article: Influence of Different Cytokinins on the Growth, [6]-Gingerol Production and Antioxidant Activity of in vitro Multiple Shoot Culture of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Research J. of Medicinal Plant*, 10(2): 194-200. DOI: 10.3923/rjmp.2016.194.200.
- Melati, Ilyas, Satriyas, Palupi, Endah Retno, Susila, Anas Dinurrohman, (2016), Pengembangan bahan tanam jahe putih besar (*Zingiber officinale* Rosc.) melalui biji, rimpang tunggal, dan rimpang tunggal kecil bermutu tinggi, IPB Repository IPB. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/119313>.
- Mutryarny, E., Endriani., Lestari, US. (2014). Pemanfaatan Urine Kelinci untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) Varietas Tosakan. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2): 23-34.

- Oktavia, F., Stevanus, C. T., dan Dessailly, F. (2020). Optimasi Kondisi Suhu dan Kelembaban serta Pengaruh Media Tanam Terhadap Keberhasilan Aklimatisasi Tanaman Karet Asal Embriogenesis Somatik. *Jurnal Penelitian Karet*, 38 (1): 1-16.
- Prasetyorini, MS. (2019). Buku Ajar Kultur Jaringan. Bogor: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pakuan.
- Romodhon, S. (2017). Pengaruh Berbagai Media Tanam Terhadap Aklimatisasi Anggrek *Dendrobium sp.*
- Slamet. (2011). Perkembangan Teknik Aklimatisasi Kedelai Hasil Regenerasi Kultur In Vitro. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30 (2): 48-54.
- Suarsana, M., Parmila, I. P., Gunawan, K.A. (2019). Pengaruh konsentrasi nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan dan hasil sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan hidroponik sistem sumbu (wick system). *Jurnal Agro Bali*, 2(2), 98-105.
- Tini, E. W., Sulistyanto, P., dan Sumartono, G. H. (2019). Aklimatisasi Anggrek (*Phalaenopsis amabilis*) dengan Media Tanam yang Berbeda dan Pemberian Pupuk Daun. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jendral Soedirman. *J. Hort. Indonesia* 10(2): 119-127.
- Widiastoety, D. (2001). Perbaikan Genetik dan Perbanyak Bibit Secara *In Vitro* dalam Mendukung Perkembangan Anggrek di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 20 (4).
- Zahid, N.A., Jaafar, H. Z.E., and Hakimian, M. (2021). Micropropagation of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) 'Bentong' and Evaluation of Its Secondary Metabolites and Antioxidant Activities Compared with the Conventionally Propagated Plant, 10, 630: Doi: <https://doi.org/10.3390/plants10040630>.
- Zulastrri R, Karti PDMH, Mutia R. (2020). Aklimatisasi pada tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*) cv. Tarramba /pasca irradiasi sinar gamma dan sifat tumbuh yang berbeda. Bogor (ID) : IPB University.
- Zulkarnain. (2009). Kultur Jaringan Tanaman Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya. Bumi Aksara: Jakarta.