



**PENGARUH 2,4-D DAN BAP TERHADAP INDUKSI *IN VITRO* TUNAS AKSILER
ANGGREK HASIL PERSILANGAN *Dendrobium* APEL IRENG DAN *Dendrobium*
Vian.**

Fikri Arnindra Musyaffa^{1*}, Suyitno Aloysius¹

¹Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta

*Corresponding author: fikri2235fmipa.2018@student.uny.ac.id

Abstrak. Permintaan pasar terhadap anggrek semakin naik setiap tahunnya. akan tetapi, tidak diikuti dengan kenaikan produksi anggrek di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh 2,4-D + BAP dan posisi nodus terhadap induksi tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp. secara *In-vitro* sehingga mampu diketahui komposisi medium terbaik dalam anggrek untuk meningkatkan produksi anggrek di Indonesia. Penelitian ini menggunakan dua faktor dalam perlakuannya, yaitu: kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D + BAP dan posisi nodus (atas, tengah, bawah). Pertumbuhan tunas aksiler diukur berdasarkan waktu muncul tunas, pertumbuhan tunas, pertumbuhan daun, dan pertumbuhan akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP pada medium NP + AK merupakan kombinasi konsentrasi ZPT terbaik karena mampu menginduksi waktu muncul tunas paling cepat, jumlah tunas, diameter tunas, berat basah, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah akar, dan panjang akar paling baik. Kombinasi konsentrasi 1,5 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP mampu menghasilkan diameter tunas paling baik. Posisi nodus terbaik yaitu posisi nodus bagian tengah. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara variasi kombinasi ZPT dan posisi nodus terhadap parameter tinggi tunas.

Kata Kunci: *Dendrobium*, Kultur Jaringan, Tunas Aksiler, 2,4-Dichlorophenoxyacetic, Benzyl Amino Purine

***EFFECTS OF 2,4-D AND BAP ON IN VITRO INDUCTION OF AXILLARY SHOOTS
IN HYBRID ORCHIDS DERIVED FROM CROSSES BETWEEN *Dendrobium* ‘APEL
IRENG’ AND *Dendrobium Vian****

Abstract. Market demand for orchids is increasing every year. however, this was not followed by an increase in orchid production in Indonesia. The purpose of this study was to determine the effect of adding various combinations of growth regulator concentrations 2,4-D + BAP and node position on axillary shoot induction of *Dendrobium* sp. *in vitro* so that the composition of the best medium in orchids can be known to increase orchid production in Indonesia. This study used two factors in the treatment, namely: the combination of concentrations of growth regulators (ZPT) 2,4-D + BAP and node position (top, middle, bottom). Axillary shoot growth was measured based on the time of shoot emergence, shoot growth, leaf growth, and root growth. The results showed that the addition of a concentration combination of 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP on NP + AK medium was the best ZPT concentration combination because it was able to induce the fastest shoot emergence time, number of shoots, shoot diameter, wet weight, number of leaves, length leaves, leaf width, number of roots, and root length are the best. The combination of 1.5 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP concentration was able to produce the best shoot diameter. The best node position is the middle node position. The results also showed that there was no interaction between variations in the ZPT combination and node position on the shoot height parameter.

Keywords: *Dendrobium*, Tissue Culture, Axillary Shoots, 2,4-Dichlorophenoxyacetic, Benzyl Amino Purine (

PENDAHULUAN

Anggrek merupakan salah satu tanaman hias yang penting di dunia. Anggrek memiliki peminat sangat banyak dengan permintaan pasar yang sangat besar. Bunga anggrek mempunyai nilai ekonomi yang tinggi karena sebagai tanaman hias, anggrek juga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai tanaman obat serta berpotensi untuk mendongkrak perekonomian banyak orang. Faktor faktor tersebutlah yang membuat budidaya anggrek sangat diminati di bidang pertanian. Sehingga menyebabkan permintaan anggrek yang meningkat setiap tahunnya.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2018), Perkembangan produksi untuk anggrek memiliki tren positif mulai dari 3,43 juta tangkai pada tahun 2000 hingga 24,70 juta tangkai pada tahun 2018. Hal ini membuktikan bahwa permintaan anggrek di pasaran terus meningkat dengan Rata-rata peningkatan sekitar 1-2 juta tiap tahunnya. Namun, tingginya permintaan tersebut tidak bisa diimbangi dengan produksi anggrek yang tidak sebanding. Menurut Badan Pusat Statistik (2020), permintaan anggrek seluruh Indonesia mencapai sekitar 15 juta tangkai namun produksi anggrek keseluruhan hanya mencapai 11,68 juta tangkai pada 2020. Jumlah itu turun 37% dibandingkan pada tahun 2019 yang mencapai 18,61 juta tangkai. Kondisi ini membuat permintaan pasar tidak terpenuhi sehingga menyebabkan sedikit kelangkaan anggrek. Hal ini juga diperparah dengan tidak tersedianya bibit anggrek potensial yang memadai untuk menjawab permintaan konsumen angrek. Lamanya proses perbanyakan dan berbagai permasalahan dalam budidaya anggrek menjadi penghambat produksi.

Peningkatan produksi anggrek dititikberatkan pada produksi bibit bermutu dalam jumlah yang memadai. Upaya yang bisa dilakukan untuk menjawab permintaan variasi anggrek baru di pasaran adalah teknik hibridisasi (persilangan). Upaya tersebut bertujuan untuk menyediakan bibit bermutu prima dengan kondisi fisiologis yang bervariasi dan kondisi biologis yang bagus dalam jumlah memadai. Apabila variasi anggrek dengan kriteria prima sudah ditemukan, langkah selanjutnya adalah perbanyakan tanaman anggrek. Perbanyakan ini akan dilakukan secara *In Vitro* untuk menghasilkan tanaman yang seragam dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif sedikit. Pada teknik *In Vitro*, eksplan tanaman terbaik sesuai kriteria yang diinginkan untuk diperbanyak akan mendapatkan kondisi lingkungan untuk hidup secara maksimal karena medium yang digunakan bisa ditambahkan dengan zat pengatur tumbuh (ZPT). Zat pengatur tumbuh yang bisa ditambahkan dalam kultur *In Vitro* berasal dari kelompok auksin dan sitokinin.

Menurut Pierik (1997), auksin adalah zat hormon yang dapat meningkatkan perpanjangan dan pembelahan sel serta pembentukan akar adventif. Auksin juga memiliki

pengaruh pada pembentukan tunas adventif dan tunas aksiler. Jenis auksin yang dipakai dalam penelitian ini adalah 2,4-D. Senyawa 2,4-D *dichlorophenoxy acetic acid* (2,4-D) merupakan auksin kuat yang banyak digunakan dalam penginduksian embriogenetik. Menurut Wattimena (2001), sitokinin adalah zat hormon tumbuhan yang memiliki fungsi untuk mempercepat pembelahan sel. Sitokinin akan merangsang pertumbuhan tunas lateral, mencegah penuaan dan meningkatkan jumlah klorofil. Jenis sitokinin yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6-Benzyl Amino Purine (BAP). BAP merupakan ZPT golongan sitokinin yang termasuk ZPT sintetis yang mempunyai sifat stabil yakni tidak mudah terurai oleh pemanasan pada proses sterilisasi, dan harganya relatif murah. Hormon BAP memiliki fungsi untuk meningkatkan pembelahan sel, proliferasi pucuk, dan morfogenesis pucuk (Zulkarnain, 2009).

Oleh karena itu, maka diperlukan penelitian mengenai pengaruh kombinasi 2,4-D dan BAP terhadap induksi tunas aksiler anggrek *Dendrobium sp.* secara *In Vitro* untuk mengetahui dosis yang dapat mempengaruhi penginduksian tunas aksiler anggrek *Dendrobium sp.* hasil silangan dari anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x anggrek *Dendrobium Vian*.

METODE

Penelitian merupakan eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2 faktor, yaitu : Variasi kombinasi konsentrasi ZPT 2,4-D + BAP dan posisi nodus anggrek *Dendrobium sp.* Variasi kombinasi konsentrasi ZPT 2,4-D + BAP terdiri atas 5 perlakuan kombinasi konsentrasi. Variasi posisi nodus terdiri atas 3 posisi.

Tabel 1. Rancangan perlakuan

Kode Perlakuan	Posisi Nodus	2,4-D (ppm)	BAP (ppm)
A	Atas	0	4
	Tengah	0	4
	Bawah	0	4
B	Atas	0,5	3
	Tengah	0,5	3
	Bawah	0,5	3
C	Atas	1	2
	Tengah	1	2
	Bawah	1	2
D	Atas	1,5	1
	Tengah	1,5	1
	Bawah	1,5	1
E	Atas	2	0
	Tengah	2	0
	Bawah	2	0

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan menggunakan botol jar. Sehingga total terdapat 25 botol jar. Pada setiap botol jar ditumbuhkan 3 eksplan nodus anggrek *Dendrobium sp.* dari 3 posisi nodus pada tanaman sumber eksplan. Dengan demikian terdapat 75 eksplan anggrek *Dendrobium sp.*

Medium perlakuan yang digunakan berupa New Phalaenopsis (NP) + air kelapa (AK) ditambah dengan variasi kombinasi konsentrasi ZPT 2,4-D + BAP. Medium NP (22,2 g.L⁻¹) ditambahkan air kelapa sebanyak 15 ml, zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP sesuai kombinasi konsentrasi ZPT pada rancangan penelitian, serta norit sebanyak 0,325 gram, setelah itu dilakukan uji derajat keasaman menggunakan kertas pH. Kondisi pH medium dirancang pada rentang diantara 5 dan 6.

Akuades steril selanjutnya ditambahkan hingga 100 ml dan kemudian ditambahkan agarose sebanyak 0,7 gram (7 g.L⁻¹). Medium yang sudah steril kemudian dituang ke dalam botol jar dan cawan petri dengan volume sebanyak 20 ml/botol dan cawan petri. Medium disimpan di dalam ruang penyimpanan selama 1 minggu sebelum digunakan untuk mendeteksi kontaminasi.

Prosedur kerja penanaman eksplan anggrek *Dendrobium sp.* dilakukan secara aseptik dan steril di meja *Laminar Air Flow*. Eksplan dikeluarkan dari botol kultur dan di letakkan pada cawan petri kemudian dipisahkan dengan eksplan yang lain, juga medium yang masih melekat pada eksplan. Eksplan dipotong pada posisi nodus bagian atas (a), tengah (b), dan bawah (c), masing-masing potongan eksplan sebanyak 1 nodus. Nodus dari eksplan yang sama tersebut ditanam pada medium dalam botol jar.

Setelah itu dilakukan inkubasi dengan cara meletakkan botol kultur pada rak inkubasi yang telah dibersihkan dan diberi kode sesuai dengan rancangan acak lengkap yang telah dibuat sebelumnya. Suhu ruangan diatur 18°C. Terakhir adalah pengamatan yaitu dilakukan setiap satu minggu sekali pada hari yang sama selama 90 hari. Pengamatan meliputi waktu munculnya tunas, jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Pada hari ke 90 dilakukan pengukuran pertumbuhan jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang, jumlah akar, panjang akar dan diameter akar.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji non parametrik karena data tidak terdistribusi normal setelah dilakukan uji pendahuluan (normalitas). Setelah itu dilanjutkan dengan uji *Kruskall-Wallis H* dengan dasar keputusan apabila nilai $Asymp.Sig > 0.05$ maka tidak ada perbedaan antara hasil parameter penelitian terhadap variabel penelitian dan apabila nilai $Asymp.Sig < 0.05$ maka ada perbedaan antara hasil parameter penelitian

terhadap variabel penelitian. Uji deskriptif ditambahkan untuk mengetahui data deskriptif detail dari setiap parameter penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP pada medium NP + AK merupakan kombinasi konsentrasi ZPT terbaik karena mampu menginduksi waktu muncul tunas paling cepat, jumlah tunas, diameter tunas, berat basah, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah akar, dan panjang akar paling baik. Kombinasi konsentrasi 1,5 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP menghasilkan diameter tunas paling baik. Posisi nodus terbaik yaitu posisi nodus bagian tengah.



0 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP
nodus bawah



0 ppm 2,4-D + 4 ppm
BAP nodus tengah



0 ppm 2,4-D + 4 ppm
BAP nodus atas



0,5 ppm 2,4-D + 3 ppm
BAP nodus bawah



0,5 ppm 2,4-D+3 ppm
BAP nodus tengah



0, 5 ppm 2,4-D + 3 ppm
BAP nodus atas



Gambar 1. Hasil panen pertumbuhan tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp. dengan skala pengukuran 4 cm

Tabel 2. Data lama waktu muncul tunas anggrek *Dendrobium* sp.

Posisi Nodus	Rata-rata Lama Waktu Muncul Tunas (hari)						Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)						
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0		
Bawah	5,6	5,6	15,4	9,8	7	1,24	
Tengah	11,2	19,6	19,6	-	7	1,64	
Atas	5,6	-	23,8	4,2	5,6	1,12	
Rata-rata	7.4	8.4	19.6 ^s	4.6	6.5		

Tabel 3. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Waktu Muncul Tunas

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	9,333
Modus (tanpa 0)	21
Variansi	173,928
Standar Deviasi	13,188174
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,018
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,595

Tabel 4. Data jumlah tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Jumlah Tunas (tunas)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	0,60	0,20	0,80	0,80	0,40	0,56
Tengah	1,00	1,40	1,40	0	0,20	0,80
Atas	0,40	0	1,00	0,40	0,20	0,40
Rata-rata	0,67	0,63	1,06 ^s	0,40	0,26	

Tabel 5. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Jumlah Tunas

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,58667
Modus (tanpa 0)	1
Variansi	0,840
Standar Deviasi	0,916712
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,040
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,367

Tabel 6. Data tinggi tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Tinggi Tunas (cm)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	0,05	0,09	0,23	0,20	0,11	0,13
Tengah	0,18	0,05	0,36	0	0,22	0,34
Atas	0,09	0	0,31	0,16	0,11	0,13
Rata-rata	0,11	0,34	0,30	0,12	0,15	

Tabel 7. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Tinggi Tunas

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,207
Modus (tanpa 0)	0,4 – 0,6
Variansi	0,141
Standar Deviasi	0,375608
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^{ns}	0,069
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,295

Tabel 8. Data diameter tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Diameter Tunas (cm)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	0,04	0,06	0,23	0,13	0,07	0,11
Tengah	0,16	0,23	0,31	0	0,08	0,15
Atas	0,04	0	0,27	0,07	0,05	0,09
Rata-rata	0,08	0,09	0,27	0,07	0,07	

Tabel 9. Hasil Uji Deskriptif dan Uji Kruskal-Wallis H Diameter Tunas

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,12113
Modus (tanpa 0)	0,3
Variansi	0,033
Standar Deviasi	0,180314
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,006
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,392

Tabel 10. Data berat basah tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Tabel 16: Data berat basah tunas anggur <i>Dendrocinus</i> sp.						
Posisi Nodus	Rata-rata Berat Basah Tunas (gram)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	0,07	0,07	0,44	0,43	0,14	0,23
Tengah	0,25	0,22	0,46	0,12	0,34	0,28
Atas	0,06	0,03	0,26	0,40	0,24	0,20
Rata-rata	0,13	0,11	0,39*	0,32	0,24	

Tabel 11. Hasil Uji Deskriptif dan Uji Kruskal-Wallis H Berat Basah Tunas

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,24049
Modus (tanpa 0)	0,014 – 0,082
Variansi	0,080
Standar Deviasi	0,282000
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,027
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,637

Tabel 12. Data jumlah daun tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Tabel 12. Data jumlah daun tunas anakan <i>Dendrobium</i> sp.						
Posisi Nodus	Rata-rata Jumlah Daun (daun)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	1,80	1	3,80	2,20	0,80	1,92
Tengah	3,40	4,80	4,80	0	0,40	2,68
Atas	1	0	2,80	1,20	0,60	1,12
Rata-rata	2,06	1,93	3,80*	1,13	0,60	

Tabel 13. Hasil Uji Deskriptif dan Uji Kruskal-Wallis H Jumlah Daun

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	1,90667
Modus (tanpa 0)	5-6
Variansi	9,761
Standar Deviasi	3,124331
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,002
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,366

Tabel 14. Data panjang daun tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Rata-rata Panjang Daun (cm)							Rata-rata
Posisi Nodus	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)						
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0		
Bawah	0,29	0,23	1,35	1,11	0,32	0,66	
Tengah	0,72	1,64	1,80	0	0,89	1,60	
Atas	0,34	0	1,05	0,76	0,36	0,50	
Rata-rata	0,45	0,62	1,43*	0,62	0,50		

Tabel 15. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Panjang Daun

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,73327
Modus (tanpa 0)	1-2
Variansi	1,265
Standar Deviasi	1,124599
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,025
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,274

Tabel 16. Data lebar daun tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Lebar Daun (cm)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	0,07	0,09	0,36	0,32	0,08	0,18
Tengah	0,26	0,46	0,51	0	0,17	0,28
Atas	0,11	0	0,42	0,17	0,08	0,15
Rata-rata	0,14	0,18	0,43*	0,16	0,11	

Tabel 17. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Lebar Daun

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,21053
Modus (tanpa 0)	0,5 – 0,6
Variansi	0,092
Standar Deviasi	0,302801
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,018
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,322

Tabel 18. Data jumlah akar tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Jumlah Akar (akar)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	1,60	1,80	5,40	4,40	2	3,08
Tengah	2,80	5	6	0	2	3,16
Atas	0,60	0	1,80	3,60	1	1,40
Rata-rata	1,67	2,26	4.40	2,73	1,67	

Tabel 19. Hasil Uji Deskriptif dan Uji *Kruskall-Wallis H* Jumlah Akar

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	2,54667
Modus (tanpa 0)	8
Variansi	18,440
Standar Deviasi	4,294224
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi	0,043
Asymp.Sig Posisi Nodus	0,186

Tabel 20. Data panjang akar tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Panjang Akar (cm)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	2,20	1,44	15,70	7,16	2,54	5,81
Tengah	3,91	6,05	11,78	0	3,84	5,12
Atas	0,62	0	4,88	3,01	1,71	2,04
Rata-rata	2.24	2.50	10.79 ^s	3.39	2.70	

Tabel 21. Hasil Uji Deskriptif dan Uji Kruskal-Wallis H Panjang Akar

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	4,32695
Modus (tanpa 0)	10-15
Variansi	62,514
Standar Deviasi	7,906570
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^s	0,025
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,298

Tabel 22. Data diameter akar tunas anggrek *Dendrobium sp.*

Posisi Nodus	Rata-rata Diameter Akar (akar)					Rata-rata
	Kombinasi 2,4-D + BAP (ppm)					
	0 — 4	0,5 — 3	1 — 2	1,5 — 1	2 — 0	
Bawah	1,60	1,80	5,40	4,40	2	0,10
Tengah	2,80	5	6	0	2	0,07
Atas	0,60	0	1,80	3,60	1	0,03
Rata-rata	1,67	2,26	4,40	2,73	1,67	

Tabel 23. Hasil Uji Deskriptif dan Uji Kruskal-Wallis H Diameter Akar

Sumber Simpangan	Nilai
Rata-rata	0,07107
Modus (tanpa 0)	1,6 – 1,8
Variansi	0,025
Standar Deviasi	0,158733
Asymp.Sig Kombinasi Konsentrasi ^{ns}	0,361
Asymp.Sig Posisi Nodus ^{ns}	0,303

Pembahasan

Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D + BAP dan Posisi Nodus Terhadap Waktu Muncul Tunas Anggrek *Dendrobium sp.*

Waktu muncul tunas untuk seluruh perlakuan yang dicobakan terjadi hampir bersamaan, yaitu antara hari ke 21 hingga hari ke 28 setelah penanaman dengan total jumlah eksplan yang tidak tumbuh mencapai 49 eksplan. Penambahan kombinasi konsentasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP mampu menginduksi tunas anggrek paling cepat dan maksimal yaitu 21 hari setelah tanam sehingga menyebabkan percepatan pembentukan tunas sekaligus mampu memaksimalkan pertumbuhan tunas terbukti dengan banyaknya tunas yang tumbuh pada konsentrasi ini yaitu 9 tunas. Sedangkan pada kombinasi konsentrasi lain, meskipun waktu muncul tunasnya lebih cepat, akan tetapi jumlah tunas yang tumbuh hanya 4,5 tunas. Tidak sebanyak pada variasi kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP. Menurut Mahadi (2016), tunas terbentuk karena adanya pemanjangan sel, pembelahan sel, morfogenesis dan pengaturan pertumbuhan merupakan proses yang penting yang selanjutnya diikuti pembentukan tunas. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembentukan tunas membutuhkan ZPT auksin (termasuk 2,4-D) dan sitokinin (termasuk BAP).

Berdasarkan posisi nodus, waktu muncul tunas tercepat cenderung terdapat pada posisi nodus bagian atas yaitu 5,6 hari setelah tanam. Akan tetapi hal tersebut kurang sesuai dengan

hasil penelitian Dwiyani (2016) yang menunjukkan bahwa pada anggrek *Vanda tricolor* Lind. eksplan irisan pangkal batang memberikan hasil terbaik untuk waktu muncul tunas dibanding dengan pangkal daun, ujung daun dan ujung batang.

Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D + BAP dan Posisi Nodus Terhadap Pertumbuhan Tunas Anggrek *Dendrobium sp.*

Pengaruh variasi konsentrasi 2,4-D + BAP dan posisi nodus terhadap pertumbuhan tunas anggrek *Dendrobium sp.* memiliki beberapa parameter meliputi jumlah tunas, tinggi tunas, diameter tunas, dan berat basah. Hasil uji non parametrik *Kruskal-Wallis H* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara beberapa parameter pertumbuhan tunas anggrek *Dendrobium sp* terhadap penambahan variasi konsentrasi 2,4-D + BAP yaitu jumlah tunas, diameter tunas dan berat basah. Sedangkan satu parameter lainnya yaitu tinggi tunas tidak menunjukkan perbedaan terhadap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP dan posisi nodus.

Jumlah Tunas

Berdasarkan data yang didapatkan, dua kombinasi konsentrasi yang mampu menghasilkan jumlah tunas tertinggi adalah kombinasi auksin yang lebih rendah dan sitokinin yang lebih tinggi yaitu penambahan kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP rata-rata total jumlah tunas yang tumbuh sebanyak 1,06 tunas dan 0,5 ppm 2,4-D + 3 ppm BAP dengan rata-rata total jumlah tunas 0,53 tunas. Hal ini sudah sesuai dengan pendapat dari Wattimena (2002) yang menyatakan bahwa pemberian auksin yang rendah dan sitokinin yang lebih tinggi cenderung mendorong pembentukan tunas adventif dan proliferasi tunas aksiler.

Berdasarkan posisi nodus, jumlah tunas aksiler anggrek *Dendrobium sp.* tertinggi cenderung terdapat pada posisi nodus bagian tengah yaitu sebesar 0,80 tunas. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa jumlah tunas sangat dipengaruhi oleh posisi eksplan. Semakin tua umur jaringan eksplan semakin banyak tunas yang dihasilkan. Jumlah tunas juga dipengaruhi oleh fase awal pertumbuhan. Tunas pucuk akan mengalami fase pembentukan kalus terlebih dahulu sedangkan *internodes* dan tunas aksiler langsung membentuk tunas (Saputri, 2019).

Tinggi Tunas

Tinggi tunas anggrek yang tumbuh pada penelitian ini cukup beragam antar setiap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP. Akan tetapi berdasarkan penelitian ini, penambahan variasi konsentrasi 2,4-D + BAP tidak berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tinggi tunas. Sebaliknya posisi nodus dan interaksi antar hormon dengan nodus berpengaruh secara nyata

dan signifikan. Penambahan kombinasi konsentrasi 0,5 ppm 2,4-D + 3 ppm BAP menunjukkan hasil yang cenderung lebih tinggi dibandingkan kombinasi lain dengan rata-rata tinggi tunas yang tumbuh yaitu 0,34 cm. Sedangkan penambahan kombinasi konsentrasi 0 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP menunjukkan hasil paling rendah dengan rata-rata tinggi tunas yang tumbuh hanya 0,11 cm.

Berdasarkan posisi nodus, pertumbuhan tunas paling baik cenderung terdapat pada posisi nodus bagian tengah dengan pertumbuhan tinggi sebesar 0.34 cm. Tingginya laju pertumbuhan tinggi tunas pada nodus bagian tengah dikarenakan nodus bagian tengah lebih responsif terhadap sinyal pertumbuhan dibanding nodus bagian atas dan bawah. Pada nodus bagian atas pertumbuhan tinggi tunas kurang optimal dikarenakan umur nodus yang masih muda sehingga penyerapan nutrisi digunakan untuk mematangkan sel-sel didalam nodus dulu sebelum digunakan untuk menumbuhkan tunas.

Diameter Tunas

Diameter tunas yang tumbuh pada penelitian ini cukup beragam antar setiap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP. Akan tetapi berdasarkan penelitian ini, penambahan variasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tunas dengan hasil paling bagus yaitu 0,27 cm. Sedangkan empat kombinasi konsentrasi lain terlihat menghasilkan diameter tunas anggrek yang cukup rendah dengan konsentrasi 1,5 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP dan 2 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP menjadi konsentrasi dengan hasil diameter tunas paling rendah karena hanya menghasilkan pertumbuhan rata-rata serupa yaitu 0,07 cm. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Darmanti (2008), peningkatan kadar sitokinin dapat memacu penyempurnaan berkas pembuluh antara tunas lateral dan batang tanaman. Pada saat inisial fusiform kambium membentuk xylem dan floem sekunder maka diameter batang tanaman akan bertambah. Terbentuknya jaringan pembuluh sekunder ini yang menambah diameter tanaman.

Berdasarkan posisi nodus, pertumbuhan diameter paling baik terdapat pada posisi nodus bagian tengah dengan pertumbuhan tinggi sebesar 0.15 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa eksplan nodus bagian tengah memiliki kandungan hormon endogen yang sesuai sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan diameter tunas aksiler anggrek *Dendrobium sp.* Campbell and Reece (2012) menyatakan bahwa posisi eksplan, komposisi medium dan lingkungan mempengaruhi pembengkakan batang eksplan. Hormon auksin dan sitokinin endogen dapat mempengaruhi pembelahan sel.

Berat Basah

Berat basah anggrek yang tumbuh pada penelitian ini cukup beragam antar setiap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP. Akan tetapi berdasarkan penelitian ini, penambahan variasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP memberikan hasil paling baik dengan rata-rata berat basah 0,39 gram. Sedangkan dua kombinasi konsentrasi terlihat menghasilkan berat basah anggrek yang cukup rendah dengan konsentrasi 0,5 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP dan 0 ppm 2,4-D + 3 ppm BAP menjadi konsentrasi dengan hasil berat basah paling rendah karena hanya menghasilkan rata-rata berat basah cukup serupa yaitu 0,11 gram dan 0,13 gram. Berdasarkan data yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan 2,4-D maka semakin baik berat basah anggrek yang dihasilkan. Mencapai titik optimalnya pada kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP dan mulai kembali menunjukkan penurunan saat dosis 2,4-D ditingkatkan. Hal ini sesuai dengan pendapat dalam penelitian Mastuti. (2018) yang menyatakan bahwa pemberian 2,4-D sebagai sumber auksin eksogen dapat menginisiasi pembentukan kalus dan sel dalam tumbuhan. Pemberian Auksin pada konsentrasi yang tepat dapat memberikan efek terbaik, namun konsentrasi auksin yang terlalu tinggi tidak akan memberikan efek bagi berat tumbuhan.

Berdasarkan posisi nodus, berat basah paling baik cenderung terdapat pada posisi nodus bagian tengah dengan rata-rata berat basah 0,28 gram. Lalu diikuti oleh nodus bagian bawah dengan rata-rata berat basah 0,23 gram dan terakhir nodus bagian atas dengan rata-rata berat basah 0,20 cm.

Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D + BAP dan Posisi Nodus Terhadap Pertumbuhan Daun Tunas Anggrek *Dendrobium sp.*

Pengaruh variasi konsentrasi 2,4-D + BAP dan posisi nodus terhadap pertumbuhan daun tunas anggrek *Dendrobium sp.* memiliki beberapa parameter meliputi jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun. Hasil uji non parametrik *Kruskal-Wallis H* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara semua parameter pertumbuhan tunas anggrek *Dendrobium sp* terhadap penambahan variasi konsentrasi 2,4-D + BAP yaitu jumlah daun, panjang daun dan lebar daun.

Jumlah Daun

Berdasarkan hasil dari uji deskriptif, penambahan variasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP memberikan hasil paling baik dengan rata-rata jumlah daun sebanyak 3,80 daun. Setelah itu jumlah daun pada kombinasi konsentrasi cenderung menurun seiring penambahan konsentrasi 2,4-D. hal ini sesuai dengan pendapat dari Wattimena (2001) yang menyatakan

Volume 11, No 2, 2025, pp. 159-176

bahwa 2,4-D secara eksogen akan mempengaruhi kadar auksin endogen, pemberian ZPT pada konsentrasi 0,5 ppm hingga 1 ppm akan menstimulasi pertumbuhan, karena merubah level hormon endogen (Wattimena, 2001).

Berdasarkan posisi nodus, jumlah daun paling banyak cenderung terdapat pada posisi nodus bagian tengah dengan rata-rata jumlah daun sebanyak 2,68 daun. Lalu diikuti oleh nodus bagian bawah dengan rata-rata jumlah daun sebanyak 1,92 daun dan terakhir nodus bagian atas dengan rata-rata jumlah daun sebanyak 1,12 daun.

Panjang Daun

Pengaruh pemberian konsentrasi ZPT terhadap pertumbuhan panjang daun anggrek *Dendrobium sp.* meningkat mulai dari awal penambahan variasi konsentrasi 0 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP hingga mencapai titik optimumnya pada kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP dengan panjang daun 1,43 cm dan mulai mengalami penurunan pada variasi konsentrasi setelahnya. Pada konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP terdapat keseimbangan antara hormon endogen dan hormon eksogen yang ditambahkan pada medium serta keseimbangan antara auksin dan sitokinin yang ditambahkan. Hal tersebut membuat hasil rata-rata panjang daun pada kombinasi konsentrasi tersebut menjadi paling bagus dibandingkan dengan kombinasi konsentrasi lain. Hasil penelitian Alitalia (2008) menyatakan bahwa pemberian BAP pada konsentrasi 0,5 ppm dan 1 ppm menghasilkan panjang daun paling maksimal yaitu 19,8 mm dibandingkan dengan penggunaan BAP 2 ppm yang hanya menghasilkan panjang daun 9,1 mm pada tunas *Nepentes mirabilis*.

Berdasarkan posisi nodus, bagian tengah menjadi posisi nodus yang cenderung paling baik pertumbuhan panjang daunnya dengan rata-rata panjang daun 1,02 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa nodus bagian tengah memiliki keseimbangan hormon sehingga dapat memacu pertumbuhan daun secara optimal. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Taiz dan Zeiger (2002) yang menyatakan bahwa panjang daun yang dihasilkan setiap eksplan bisa berbeda tergantung posisinya. Semakin jauh daun dari pucuk maka panjang daun akan semakin besar, karena daun yang mendekati pucuk merupakan daun muda yang akan terus tumbuh hingga panjang daun tertentu sedangkan daun yang jauh dari pucuk merupakan daun dewasa sehingga pertumbuhannya sudah maksimal tidak bisa tumbuh lebih panjang lagi.

Lebar Daun

Penambahan 2,4-D + BAP pada seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap lebar daun. Pengaruh pemberian konsentrasi ZPT terhadap pertumbuhan lebar daun anggrek *Dendrobium sp.* meningkat mulai dari awal penambahan variasi konsentrasi 0 ppm

2,4-D + 4 ppm BAP hingga mencapai titik optimumnya pada kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP dengan panjang daun 0,43 cm dan mulai mengalami penurunan pada variasi konsentrasi setelahnya. Pada konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP terdapat keseimbangan antara auksin dan sitokinin yang ditambahkan. Hal tersebut membuat hasil rata-rata panjang daun pada kombinasi konsentrasi tersebut menjadi paling bagus dibandingkan dengan kombinasi konsentrasi lain.

Berdasarkan posisi nodus, lebar daun paling bagus cenderung terdapat pada posisi nodus bagian tengah dengan rata-rata lebar daun 0,28 cm. Lalu diikuti oleh nodus bagian atas dengan rata-rata lebar daun 0,18 cm dan terakhir nodus bagian bawah dengan rata-rata lebar daun 0,15 cm.

Pengaruh Variasi Konsentrasi 2,4-D + BAP dan Posisi Nodus Terhadap Pertumbuhan Akar Tunas Anggrek *Dendrobium sp.*

Pengaruh variasi konsentrasi 2,4-D + BAP dan posisi nodus terhadap pertumbuhan akar tunas anggrek *Dendrobium sp.* memiliki beberapa parameter meliputi jumlah akar, panjang akar, dan diameter akar. Hasil uji non parametrik *Kruskal-Wallis H* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara beberapa parameter pertumbuhan akar tunas anggrek *Dendrobium sp* terhadap penambahan variasi konsentrasi 2,4-D + BAP yaitu jumlah dan panjang akar. Sedangkan diameter akar tidak menunjukkan perbedaan terhadap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP dan nodus.

Jumlah Akar

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, penambahan variasi konsentasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP memberikan hasil paling baik dengan rata-rata jumlah akar sebanyak 4,40 akar. Sedangkan kombinasi konsentrasi yang menghasilkan rata-rata paling sedikit jumlah akar tunas anggrek adalah konsentrasi 2 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP dan 0 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP dengan hanya menghasilkan rata-rata jumlah akar tunas anggrek sama yaitu sebanyak 1,67 akar. Hal ini juga bersesuaian dengan penelitian pada eksplan anggrek Mokara, jumlah akar terbanyak terdapat pada kombinasi perlakuan 1 ppm BAP + 1 ppm NAA + 0,1 ppm 2,4-D dengan rata-rata jumlah akar 6,25 akar (Widiastoety, 2014).

Berdasarkan posisi nodus, rata-rata jumlah akar terbanyak cenderung berada pada nodus bagian tengah rata-rata jumlah akar terbanyak yaitu 3,16 akar, kemudian diikuti nodus bawah dengan rata-rata jumlah 3,08 akar dan nodus bawah dengan rata-rata jumlah 1,40 akar. Menurut mansur (2019) bahwa auksin yang diberikan pada stek jaringan tanaman yang masih muda

dapat merangsang keluarnya akar, namun pada jaringan yang sudah tua hanya merangsang terjadinya pembelahan sel.

Panjang Akar

Panjang akar tunas anggrek yang tumbuh pada penelitian ini cukup beragam antar setiap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, penambahan variasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP memberikan hasil paling baik dengan rata-rata panjang akar 10,39 cm. Sedangkan kombinasi konsentrasi yang menghasilkan rata-rata panjang akar paling pendek adalah konsentrasi 0 ppm 2,4-D + 4 ppm BAP dengan hanya menghasilkan rata-rata panjang akar tunas anggrek 2,24 cm. Penambahan 2,4-D memberikan pengaruh yang beragam terhadap panjang akar. Perlakuan 1 ppm 2,4-D cenderung memberikan hasil terbaik untuk panjang akar yaitu 11,92 cm. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian (Yusnita et al., 2014) bahwa 1 ppm 2,4-D yang ditambahkan pada medium dapat meningkatkan pertumbuhan planlet anggrek *Cattleya* sp. ditunjukkan dengan hasil tertinggi pada variabel tinggi plantlet 5,67 cm, panjang akar 2,07 cm, dan berat basah 0,36 g.

Berdasarkan posisi nodus, panjang akar tunas anggrek paling baik cenderung terdapat pada posisi nodus bagian bawah dengan rata-rata panjang akar 5,81 cm. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Djumali (2012) yang menyatakan bahwa hormon auksin berperan dalam pemanjangan sel, auksin terdapat pada titik tumbuh tanaman yaitu ujung akar dan ujung batang (Djumali, 2012).

Diameter Akar

Diameter akar tunas anggrek yang tumbuh pada penelitian ini cukup beragam antar setiap variasi konsentrasi 2,4-D + BAP. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, diameter akar tunas anggrek paling baik cenderung didapatkan dari kombinasi konsentrasi 1,5 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP dengan rata-rata diameter 0,10 cm setelah itu dilanjutkan oleh kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP dengan rata-rata diameter akar tunas anggrek mencapai 0,09 cm. Hal ini membuktikan bahwa dibutuhkan keseimbangan antara auksin dan sitokinin untuk memaksimalkan pertumbuhan diameter akar karena saat salah satu diantara auksin atau sitokinin tidak ditambahkan yang akhirnya membuat salah satu diantaranya dominan, hasil diameter akar tidak bisa maksimal.

Berdasarkan posisi nodus, diameter akar tunas anggrek paling baik cenderung terdapat pada posisi nodus bagian bawah dengan rata-rata diameter akar 0,10 cm. Lalu diikuti oleh nodus bagian tengah dengan rata-rata diameter akar 0,07 cm dan terakhir nodus bagian atas dengan rata-rata diameter akar 0,03 cm. Jaringan muda memiliki kandungan auksin yang lebih besar dibanding jaringan muda dimana auksin memicu pertumbuhan akar. Hormon

auksin berperan dalam pemanjangan sel, auksin terdapat pada titik tumbuh tanaman yaitu ujung akar dan ujung batang (Djumali, 2012).

SIMPULAN

Penambahan kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP pada medium NP + AK merupakan kombinasi konsentrasi terbaik karena mampu menginduksi waktu muncul tunas paling cepat, jumlah tunas paling, tinggi tunas diameter tunas, berat basah, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah akar, dan panjang akar paling baik. Posisi nodus terbaik untuk digunakan dalam induksi tunas aksiler anggrek *Dendrobium sp.* secara *In Vitro* yaitu posisi nodus bagian tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alitalia, Y. (2008). *Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar (Nepenthes mirabilis)*. Skripsi. Program Studi Hortikultura, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Campbell, N. A., dan Reece, J. B. (2012). *Biologi Edisi 8 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Darmanti, Sri. (2009). Struktur dan Perkembangan Daun *Acalypha indica* L. yang Diperlakukan dengan Kombinasi IAA dan GA Pada Konsentrasi yang Berbeda. *Bioma*. 11(1):17-22.
- Dwiyani, Rindang. (2016). *Induksi Organogenesis pada Mikropropagasi Anggrek Vanda tricolor Lindl. Serta Deteksi Variasi Genetik Hasil Perbanyakan dengan RAPD*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Mahadi, Imam. (2016). *Multifikasi Tunas Anggrek Larat (Dendrobium phalaenopsis Fitzg) Dengan Pemberian Hormon BAP dan 2,4-D Terhadap Pertumbuhan Secara In Vitro*. Riau: Universitas Riau.
- Mansur, Irdika & Muhd Indarwan K. (2019). Teknik Pembibitan Kayu Putih (Melaluca Cajuputi) Secara Vegetatif di Persemaian Perusahaan Batubara PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol.10 No.01: 21-28.
- Mastuti, L., Rosita P. S., & Sepdian L. A. (2018). Multiplikasi Tunas Tanaman Kapas (*Gossypium sp.*) Varietas Kanesia 15 Menggunakan Kombinasi BAP dan NAA Secara In Vitro. *Journal Of Applied Agricultural Sciences*. Vol.2 No.2 :171-181.
- Nurnasari E, Djumali. (2012). Respon Tanaman Jarak Pagar (*Tatropa curcas* L) Terhadap Lima Dosis Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Asam Naftalen Asetat (NAA). *Agrovigor* 5 (1) : 26 – 33.
- Pierik. (1997). *In Vitro Culture of Higher Plants*. The Netherland: Kluwer Academic Publisher.
- Saputri, Mulia. (2019). *Akibat Pemberian Benzyl Amino Purin (BAP) dan Arang Aktif Secara In Vitro*. Aceh: Unsyiah.
- Taiz, L. & E. Zeiger. (2002). *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., Plublisher.
- Wattimena, G. A. (2001). *Bioteknologi Tanaman I*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Widiastoety, D., Nina S., & Muchdar S. (2010). Potensi Anggrek Dendrobium Dalam Meningkatkan Variasi dan Kualitas Anggrek Bunga Potong. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol.29 (3): 101-106.
- Yusnita. (2003). *Kultur Jaringan Cara Perbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Zulkarnain. (2009). *Kultur Jaringan Tanaman. Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya*. Jambi: Bumi Aksara.