



**PENGARUH KOMBINASI KONSENTRASI ZAT PENGATUR TUMBUH
NAA DAN 2-IP TERHADAP PERTUMBUHAN ANGGREK *Dendrobium*
sp. SECARA *IN VITRO***

Suryani^{1*}, Ratnawati¹

¹Dept. Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

*e-mail: suryani.2018@student.uny.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi NAA dan 2-iP dan interaksi kedua faktor terhadap pertumbuhan tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp., mengetahui kombinasi konsentrasi yang optimum dan posisi nodus terbaik, Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial, terdiri dari dua faktor: kombinasi konsentrasi ZPT (NAA (0; 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 ppm), 2-iP (2; 1,5; 1; 0,5; dan 0 ppm) dan posisi nodus (atas, bawah, tengah) sebanyak 6 ulangan. Eksplan menggunakan anggrek silangan *Dendrobium* Apel x *Dendrobium* Vian dari Dede Orchid Malang dan memiliki 4 nodus. Medium dasar menggunakan *New Phalaenopsis* (NP)+Air Kelapa. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Jika terjadi beda nyata, analisis dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP optimum pada pertumbuhan tunas aksiler anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian. Posisi nodus terbaik adalah posisi nodus bagian tengah. Tidak terdapat pengaruh penambahan variasi kombinasi konsentrasi zpt (NAA+2-iP) dalam menginduksi tunas aksiler pada semua parameter serta tidak terdapat interaksi variasi kombinasi konsentrasi zpt (NAA+2-iP) dan posisi nodus terhadap induksi tunas aksiler pada semua parameter.

Kata kunci : NAA, 2-iP, Posisi Nodus, *Dendrobium* sp., Kultur Jaringan, Tunas Aksiler

**THE EFFECT OF COMBINATION OF NAA AND 2-IP PLANT GROWTH
REGULATORS CONCENTRATIONS ON THE GROWTH OF ORCHID
Dendrobium sp. *IN VITRO***

Abstract. The purpose of this study was to determine the effect of the combination of NAA and 2-iP concentrations and the interaction of the two factors on the growth of axillary shoots of *Dendrobium* sp. orchids, to determine the optimum concentration combination and the best node position. The research design used was a Completely Randomized Factorial Design, consisting of two factors: a combination of PGR concentrations (NAA (0; 0.05; 0.1; 0.15; 0.2), 2-iP (2; 1.5; 1; 0.5; 0) and node position (top, bottom, middle) for 6 replications. The explants used the cruciferous orchid *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian from Dede Orchid Malang and had 4 nodes. The basic medium used New Phalaenopsis (NP)+Water Coconut. The data obtained were analyzed using ANOVA. If there was a significant difference, the analysis was continued with the DMRT test with a significance level of 5%. The results showed that the addition of 0.1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP was optimum for the growth of axillary shoots of *Dendrobium* Apel Ireng orchid x *Dendrobium* Vian. The best node position is the middle node position. There was no effect of adding PGR (NAA+2-iP) in inducing axillary budding on all parameters and there was no interaction of axillary bud induction on all parameters.

Keywords : NAA, 2-iP, Nodal Position, *Dendrobium* sp., Tissue Culture, Axillary Segments

PENDAHULUAN

Anggrek sebagai salah satu kelompok bunga-bunga yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Jumlahnya kurang lebih 28.000 jenis yang mencakup 763 marga (Christenhusz & Byng, 2016). Indonesia memiliki sekitar 6.000 jenis anggrek yang tersebar di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara dan Papua (Hariyanto, et al., 2020). Keberadaan anggrek alam mulai terancam punah karena maraknya kerusakan alam. Eksploitasi yang berlebihan juga mengancam keberadaan jenis anggrek di suatu wilayah (Firnando et al., 2017)

Anggrek secara taksonomi masuk dalam famili *Orchidaceae* yang dilindungi oleh Undang-Undang No. 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistem dalam Peraturan Pemerintah No. 8 tahun 1999 tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar. *Orchidaceae* memiliki warna, corak, jenis yang unik dan beragam sehingga tanaman anggrek banyak diminati oleh hampir semua kalangan mulai dari kolektor, *breeder*, maupun pecinta tanaman hias.

Seiring dengan perkembangan zaman, minat masyarakat terhadap tanaman anggrek saat ini tidak hanya sebatas pada hobi dan konservasi saja, namun sudah meluas menjadi sumber bisnis bahkan sampai skala internasional. Tingginya minat masyarakat menjadikan permintaan pasar anggrek baik sebagai bunga pot maupun bunga potong cenderung meningkat setiap tahunnya sehingga menjadikan nilai ekonomi anggrek menjadi tinggi (Ambarwati et al., 2021).

Dendrobium berasal dari bahasa Yunani yaitu *dendros* yang berarti pohon dan *bios* berarti hidup. *Dendrobium* diartikan sebagai tumbuhan yang menempel pada suatu pohon sebagai epifit. Tanaman ini banyak ditemui menempel pada batang, dahan atau ranting pohon yang telah mati. Anggrek juga dapat tumbuh pada pohon yang masih hidup tanpa mengganggu inangnya (Tuhuteru, et al., 2018). Akar *Dendrobium* sp. tidak memiliki bulu- bulu akar tetapi terbungkus jaringan spons longgar dan terdapat beberapa lapis sel yaitu filamen untuk tempat penyimpanan dan penyerapan air maupun unsur hara dari udara dan media (Marpaung, et al., 2019). Memiliki tipe batang simpodial yang mempunyai beberapa batang inti dan berumbi semu (*pseudobulb*) dengan pertumbuhan ujung batang terbatas. *Dendrobium* memiliki sepal atau kelopak bunga berbentuk segitiga. Bagian dasarnya menyatu membentuk taji, memiliki kuntum yang banyak setiap tangkainya dan bunga dapat mekar sekitar dua minggu (Agro, 2008).

Dendrobium banyak dicari oleh pecinta tanaman hias dan mampu memenuhi tuntutan konsumen bunga yang selera selalu berubah. Hal tersebut dapat dilihat dari jenis anggrek

yang ada di pasar yang memiliki bentuk dan warna bunga yang bervariasi, serta hadirnya varietas-varietas baru dengan penampilan yang makin cantik dan menarik. Ekspor anggrek Thailand yang begitu terkenal juga didominasi oleh *Dendrobium* (Harahap, 1996). Akan tetapi, tingginya permintaan anggrek tidak diimbangi dengan ketersediaan bibit anggrek yang memadai. Berbagai upaya dilakukan untuk memenuhi permintaan konsumen anggrek yang menginginkan selalu adanya variasi anggrek baru yang semakin menarik dan unik.

Perbanyakan anggrek secara konvensional memiliki beberapa kekurangan, yaitu membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan anakan baru dalam jumlah yang banyak. Perbanyakan anggrek dengan biji tidak dapat dilakukan secara konvensional karena biji anggrek tidak memiliki endosperm, sehingga untuk perkecambahan hanya dapat dilakukan dengan menumbuhkannya secara *in vitro* (Saputri, 2015). Teknik kultur jaringan dilakukan berdasarkan teori totipotensi sel. Teori totipotensi menyatakan bahwa setiap tanaman yang hidup mempunyai informasi genetik dan perangkat fisiologis yang lengkap untuk dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang utuh jika kondisinya sesuai (Apriliyani & Wahidah, 2021).

Perbanyakan klon unggul umumnya dilakukan menggunakan eksplan jaringan meristem (*mericlone*) yang tekniknya relatif sulit dan membutuhkan keterampilan tinggi. Teknik yang lebih sederhana dapat dilakukan dengan menggunakan eksplan tunas aksiler dari batang tanaman yang ditumbuhkan melalui kultur biji anggrek sebelumnya. Tunas aksiler adalah tunas samping yang tumbuh pada ketiak daun (Rohayati, 2009). Penggunaan tunas aksiler sebagai eksplan kultur *in vitro* telah berhasil dilakukan menggunakan tunas aksiler pada tangkai bunga

Penggunaan zat pengatur tumbuh menjadi salah satu faktor keberhasilan dalam perbanyakan tanaman anggrek secara *in vitro*. Menurut Yuswanti, et al. (2015) hormon yang digunakan dalam perbanyakan anggrek secara *in vitro* antara lain berasal dari sitokinin dan auksin. Sitokinin berperan dalam diferensiasi sel, proliferasi, serta morfogenesis. Auksin sintetis yang banyak digunakan seperti NAA, 2,4-D, IAA dan IBA. Menurut Febriyanti, et al. (2017) NAA merupakan salah satu hormon dari golongan auksin yang dapat merangsang pembelahan dan perbesaran sel yang menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru dan menginduksi akar. Sedangkan auksin berperan dalam meningkatkan pembelahan dan pemanjangan serta pertumbuhan akar adventif. Sitokinin sintetis yang banyak digunakan dalam kultur jaringan antara lain: Zeatin, BAP, kinetin, dan 2-iP. Perbandingan konsentrasi auksin dan sitokinin dalam kultur akan menentukan arah morfogenesis, jika rasio rendah akan

menginisiasi pembentukan kalus maupun akar dan jika rasionya tinggi maka akan menginisiasi pembentukan shoot (Silalahi, 2014).

Beberapa peneliti telah berhasil memacu pembentukan tunas dengan menambahkan zat pengatur tumbuh pada medium kultur *in vitro*. Penelitian yang dilakukan Nurana, dkk. (2017) menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi 2 ppm 2-iP dan 0,00 ppm NAA merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan pertumbuhan plantlet *Dendrobium* yang optimal pada kultur *in vitro*. Restiani, dkk. (2016) menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA 0,15 μ M dan 2-iP 3 μ M merupakan konsentrasi yang optimal untuk menginduksi multiplikasi tunas pada kecambah anggrek hitam. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Widyastuti (2017), penambahan auksin tunggal 0,1 ppm NAA mampu memunculkan tunas aksiler tanaman *Ploygala paniculata* pada 8 hst dan pada konsentrasi 0,05 ppm NAA mampu memunculkan tunas pada 9,33 hst.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian mengenai induksi tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp. dengan penambahan kombinasi konsentrasi NAA dan 2-iP. Penambahan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh NAA dan 2-iP diharapkan mampu menghasilkan pertumbuhan dan multiplikasi tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp. dengan baik. Pada penelitian ini penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh NAA dan 2-iP dibuat beragam konsentrasi bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi konsentrasi NAA dan 2-iP menginduksi tunas aksiler anggrek *Dendrobium* sp.

METODE

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor, yaitu konsentrasi ZPT dan posisi nodus. Variasi kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh (NAA dan 2-IP) dengan taraf sebagai berikut: P1 = 0 ppm NAA + 0,2 ppm 2-iP; P2 = 0,05 ppm NAA + 0,15 ppm 2-iP; P3 = 1 ppm NAA + 0,1 ppm 2-iP; P4 = 1,5 ppm NAA + 0,05 ppm 2-iP; P5 = 2 ppm NAA + 0 ppm 2-iP. Posisi nodus anggrek *Dendrobium* sp. dengan taraf sebagai berikut: atas, tengah, bawah. Penelitian dilakukan dengan 6 ulangan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Pada bulan Mei 2022 sampai Agustus 2022

C. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *petridish*, gelas ukur, *beaker glass*, botol jar, cawan petri, pinset, scalpel, erlenmeyer, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *Laminar Air Flow* (LAF), otoklaf, pembakar spritus (bunsen), mikropipet, *blue tip*, timbangan analitik, batang magnetik, plastik wrab, jangka sorong, alat tulis, kertas label, dan kertas saring.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: bibit anggrek silangan *Dendrobium* Apel Ireng (D.S.Santoso 2019) x *Dendrobium* Vian (D.S.Santoso 2018) dari Dede Orchid Malang, medium NP, NAA, 2-iP, air kelapa, norit atau arang aktif komersil, akuades, agarose, pH indikator, alkohol 70%, dan alkohol 96%.

D. Cara Kerja

Medium yang digunakan adalah New Phalaenopsis (NP) + air kelapa + NAA dan 2-IP (dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan). Pertama timbang bahan yang akan digunakan. Untuk membuat 125 ml medium dibutuhkan NP sebanyak 2,775 gr, norit 325 gr, dan agarose 0,875 gr. Akuades steril 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan medium NP yang telah ditimbang. *Magnetic stirrer* dinyalakan untuk menghomogenkan larutan. Larutan ditambahkan air kelapa sebanyak 18,75 ml dan ditambahkan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh sesuai rancangan penelitian. Norit dihaluskan kemudian ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Medium diuji derajat keasamannya dengan pH indikator, yaitu antara 5 sampai 6. Akuades (56,25 ml) ditambahkan ke dalam erlenmeyer diikuti dengan agarose sebanyak 0,875 gr. Medium dihomogenkan dan dipanaskan hingga mendidih. Medium dituang ke dalam botol jar kemudian disterilisasi dengan otoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Medium disimpan dalam ruang penyimpanan selama 1 minggu sebelum digunakan untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi pada medium.

Penanaman dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* dimana eksplan bibit anggrek dari botol kultur dipotong dan diambil nodus bagian atas (A), tengah (T), bawah (B).

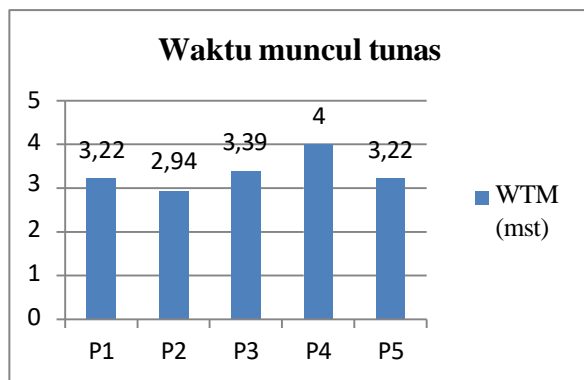
Nodus dari individu yang sama tersebut di tanam dalam 1 botol yang sama. Botol ditutup kemudian di wrap pada bagian leher botol untuk mencegah udara luar masuk ke dalam botol.

E. Teknik Analisis Data

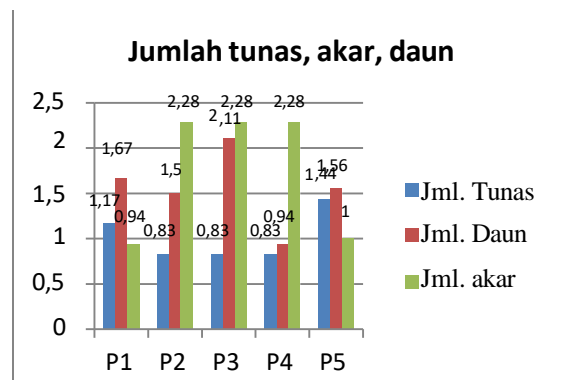
Analisis data untuk hasil induksi tunas aksiler (pertumbuhan tanaman) menggunakan Analysis of Varians (ANOVA) satu faktor atau One Way ANOVA. Analisis lanjutan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) jika ada perbedaan antar perlakuan dengan taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing kelompok perlakuan (Suhandoyo, 2010:6)

HASIL DAN PEMBAHASAN

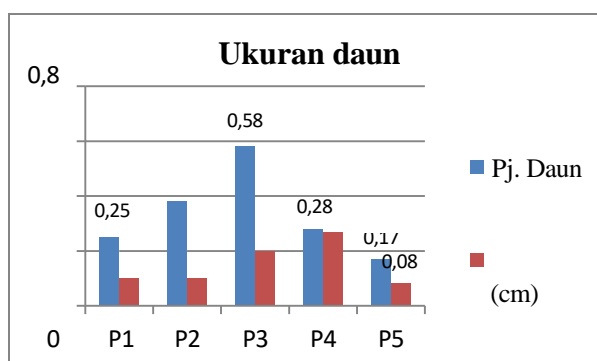
Hasil



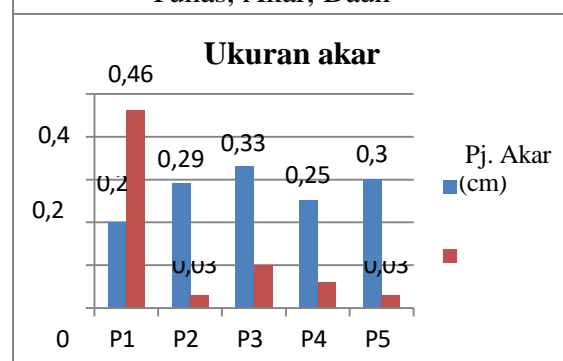
Gambar 1. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Waktu Muncul tunas



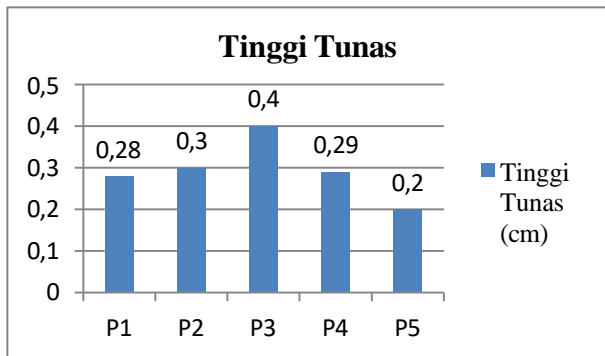
Gambar 2. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Jumlah Tunas, Akar, Daun



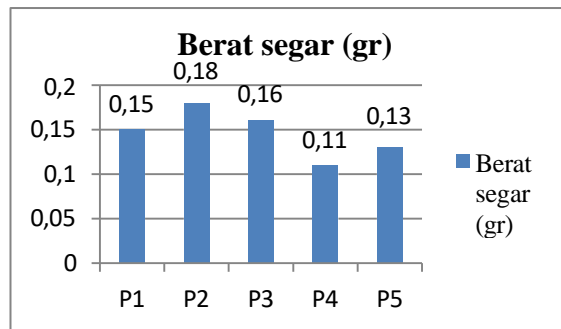
Gambar 3. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Ukuran Daun



Gambar 4. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Ukuran Akar



Gambar 5. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Tinggi Tunas



Gambar 6. Diagram Perlakuan Penambahan Kombinasi Konsentrasi Terhadap Berat segar Tunas

Tabel 1: Hasil analisis statistik perlakuan posisi nodus terhadap parameter kuantitatif eksplan anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian

Nodus	WTM (mst)	Jml. Tunas	Jml. Daun (helai)	Pj. Daun (cm)	Lb. Daun (cm)	Jml. akar	Pj. Akar (cm)	d.akar (cm)	Tinggi tunas (cm)	Berat segar (gr)
Atas	3,80	1,13	2,33b	0,51b	0,29	2,40b	0,39b	0,10	0,30a	0,17b
Tengah	3,47	0,90	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,00	0,20ab	0,03a
Bawah	2,80	1,03	2,33b	0,49b	0,16	2,87b	0,42b	0,06	0,38b	0,24b

A. Pembahasan

1. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (NAA dan 2-iP) dan Posisi Nodus Terhadap Pertumbuhan Tunas Anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian

Keberhasilan dalam kultur jaringan ditandai dengan munculnya tunas pada eksplan. Waktu muncul tunas merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang menunjukkan sejauh mana eksplan memberikan respon terhadap perlakuan yang diberikan pada eksplan anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian. Semakin cepat tingkat kemunculan tunas maka tingkat multiplikasi tanaman akan semakin cepat pula. Kecepatan munculnya tunas ditentukan oleh lingkungan, kondisi eksplan, dan penggunaan zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang sesuai.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor konsentrasi kombinasi zat pengatur tumbuh (NAA dan 2-iP) dan interaksi antar keduanya tidak berpengaruh nyata pada semua parameter pengamatan, faktor posisi nodus berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah akar, panjang akar,

diameter akar, dan berat segar serta tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas, jumlah tunas, dan tinggi tunas.

Waktu muncul tunas

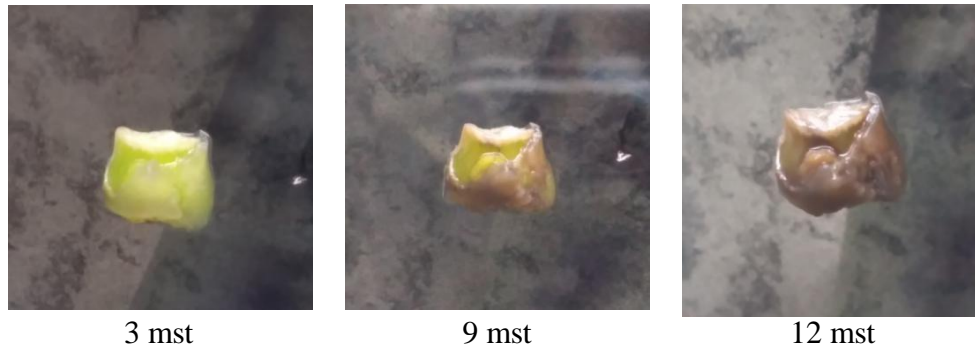
Berdasarkan faktor kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh, penambahan 0,05 ppm NAA + 1,5 ppm 2-iP paling optimum dalam menginduksi pembentukan tunas, yaitu pada umur 2,94 mst (Gambar 1). Hal tersebut diduga karena pemberian konsentrasi sitokinin yang relatif lebih tinggi dibandingkan auksin memacu pertumbuhan tunas anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian. Auksin (NAA) dan sitokinin (2-iP) mampu memacu pertumbuhan tunas karena adanya sinergisme pada zat pengatur tumbuh tersebut. Menurut Wardatutthoyibah dkk. (2015), penambahan auksin dengan konsentrasi relatif rendah dibandingkan sitokinin dapat memacu pertumbuhan tunas.

Hal tersebut juga dipertegas oleh pendapat Nurana, dkk. (2017) yang menyatakan bahwa konsentrasi sitokinin yang lebih tinggi dibandingkan dengan auksin akan menstimulasi pertumbuhan tunas dan daun. Konsentrasi auksin lebih tinggi dibandingkan konsentrasi sitokinin akan menstimulasi pertumbuhan akar dan kalus. 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 ini menunjukkan bahwa dalam pembentukan tunas zat pengatur tumbuh auksin (termasuk NAA) dan sitokinin (termasuk 2-iP) memiliki peran penting.

Berdasarkan posisi nodus, nodus tengah memiliki rerata waktu muncul tunas tercepat, yaitu 2,8 mst. Sedangkan nodus bagian atas memiliki rerata waktu muncul tunas paling lama, yaitu 3,80 mst (Tabel 1). Hal tersebut diduga karena pengaruh fisik dan biokimia. Eksplan yang digunakan memiliki ukuran yang kecil dan untuk mendapatkan nodus bagian atas, bawah, dan tengah, seludang anggrek harus dibuka terlebih dahulu. Selain itu, jarak antar nodus sangat pendek sehingga dalam proses pemotongan nodus terjadi pelukaan pada eksplan dan sel-sel jaringan meristem rusak sehingga eksplan mengalami perubahan warna menjadi cokelat.

Veltman, *et al.* (2003) yang menyatakan pencokelatan atau browning terjadi karena adanya interaksi dari enzim *polyphenol oxidase* (PPO) dengan senyawa fenolik yang terakumulasi ketika terjadi pelukaan pada eksplan. Oksidasi senyawa fenol oleh enzim *polyphenol oxidase* tersebut dapat menyebabkan perubahan warna eksplan

menjadi coklat kehitaman dan jika tidak diatasi dapat menyebabkan eksplan tidak dapat beregenerasi bahkan menyebabkan kematian. Anggrek *Dendrobium* hibrida termasuk tanaman tropika yang memiliki kandungan senyawa fenolik tinggi (Nurana, dkk., 2017).



Gambar 7. Eksplan Anggrek *Dendrobium* sp Mengalami Pencokelatan (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Kultur anggrek hibrid *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian dikatakan hidup apabila menunjukkan ciri-ciri seperti berwarna hijau, tidak mengalami *browning* atau pencokelatan, serta mengalami pertumbuhan. Hal tersebut dipertegas oleh pendapat Saepudin (2020) menyatakan bahwa gejala hidup ekplan anggrek *Dendrobium* sp adalah berwarna hijau, tegar, dan tidak mengalami pencokelatan. Pada penelitian ini banyak eksplan yang mengalami *browning* dan mati. Kondisi awal masa setelah tanam semua eksplan berwarna hijau, namun dalam jangka beberapa hari eksplan terlihat mengalami perubahan warna (Gambar 7). Eksplan yang mengalami perubahan warna tidak lagi dapat tumbuh dan berkembang. Sedangkan eksplan yang masih hijau mata tunasnya masih dapat tumbuh dan berkembang

Jumlah tunas

Berdasarkan penambahan zat pengatur tumbuh, rerata jumlah tunas paling optimum terdapat pada perlakuan 0,2 ppm NAA + 0 ppm 2-iP sebanyak 1,44 tunas. Sedangkan rerata jumlah tunas paling sedikit ditunjukkan pada perlakuan penambahan 0,05 ppm NAA + 1,5 ppm 2-iP, 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP, dan 0,15 ppm NAA + 0,5 ppm 2-iP, dimana ketiga perlakuan tersebut memiliki rerata yang sama, yaitu 0,83 tunas (Gambar 2). Hal ini diduga karena zat pengatur tumbuh endogen khususnya sitokinin pada eksplan anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian sudah mencukupi untuk merangsang pembentukan tunas aksiler

Menurut Nurana, et al (2017) sinergitas dari penambahan NAA dan 2-iP dengan auksin dan sitokinin endogen diperlukan untuk pertumbuhan eksplan. Interaksi

tersebut memunculkan respon yang berbeda-beda, bisa respon positif atau sebaliknya. Hal tersebut disebabkan karena kandungan zat pengatur tumbuh endogen pada setiap tanaman berbeda-beda, sehingga respon pertumbuhan eksplan juga berbeda-beda pula.

Berdasarkan posisi nodus, nodus bagian atas memiliki rerata jumlah tunas paling optimum, yaitu 1,13 tunas. Sedangkan nodus bagian bawah memiliki rerata jumlah tunas terkecil, yaitu 0,90. Hal tersebut diduga karena eksplan yang berasal dari nodus atas atau dekat dengan apikal dibandingkan eksplan dari nodus bagian bawah, dimana nodus bagian atas berasal dari jaringan yang masih muda (juvenil) yang lebih mudah tumbuh dan beregenerasi dibandingkan jaringan yang telah terdiferensiasi lebih lanjut. Menurut Hasan Basri (2016) juvenil atau jaringan muda umumnya memiliki sel-sel yang aktif membelah dengan dinding sel yang belum kompleks sehingga lebih mudah dimodifikasi dalam kultur dibandingkan jaringan tua.

Tinggi tunas

Berdasarkan faktor konsentrasi zat pengatur tumbuh, rerata tinggi tunas terbesar terdapat pada perlakuan penambahan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP, yaitu 0,40 cm. Sedangkan rerata tinggi tunas terkecil ditunjukkan pada perlakuan penambahan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP (Gambar 5). Meskipun hasil pengamatan waktu muncul tunas (Gambar 1) menunjukkan muncul tunas pada setiap perlakuan, tetapi tidak semua eksplan mampu membentuk tunas secara optimum. Hal ini diduga respon yang terjadi pada setiap eksplan berbeda-beda, seperti penyerapan zat pengatur tumbuh pada setiap perlakuan sehingga persentase tumbuh tunas berbeda.

Tunas aksiler merupakan hasil pemanjangan mata tunas pada ketiak daun dan terbentuk karena adanya aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel meristematik yang berdiferensiasi menjadi tunas aksiler. Tunas dinyatakan sebagai tonjolan berbentuk kerucut berwarna hijau atau ujungnya lebih hijau dengan panjang 1 mm yang selanjutnya memanjang dan mengeluarkan daun.

Pada penelitian ini penambahan 0,2 ppm NAA + 0 ppm 2-iP menunjukkan rerata tinggi tunas terkecil, yaitu 0,20 cm. Hal tersebut tidak sejalan dengan teori sebagaimana dijelaskan oleh Indriani (2013) yang menyatakan bahwa pemanjangan tunas akan semakin tinggi dengan semakin rendahnya konsentrasi sitokinin.

Pada perlakuan ini, konsentrasi auksin lebih tinggi dibandingkan sitokinin tetapi menghasilkan rerata tinggi tunas yang kecil. Hal ini diduga setiap eksplan memiliki

kemampuan regenerasi yang berbeda-beda dan hormon endogen yang dihasilkan masing-masing tanaman anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian berbeda-beda pula. Hal tersebut didukung oleh pendapat Akbar et al (2017) yang menyatakan bahwa setiap eksplan serapan hara dan kemampuan regenerasi eksplan yang berbeda sehingga pertumbuhan panjang tunas juga berbeda-beda. Dikuatkan juga dengan pendapat Widyastuti (2017) yang menyatakan bahwa tingginya pertumbuhan tunas terjadi adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen eksplan dengan hormon eksogen yang ditambahkan.

Berdasarkan faktor posisi nodus, nodus bagian tengah menunjukkan rerata tinggi nodus paling besar, yaitu 0,38 cm, sedangkan nodus bagian bawah memiliki rerata tinggi tunas terkecil. Hal tersebut dikarenakan eksplan dari nodus bawah mengalami gangguan pertumbuhan dengan ditandai eksplan mengalami pencokelatan atau *browning* sehingga pertumbuhannya terhenti hingga akhirnya mati.

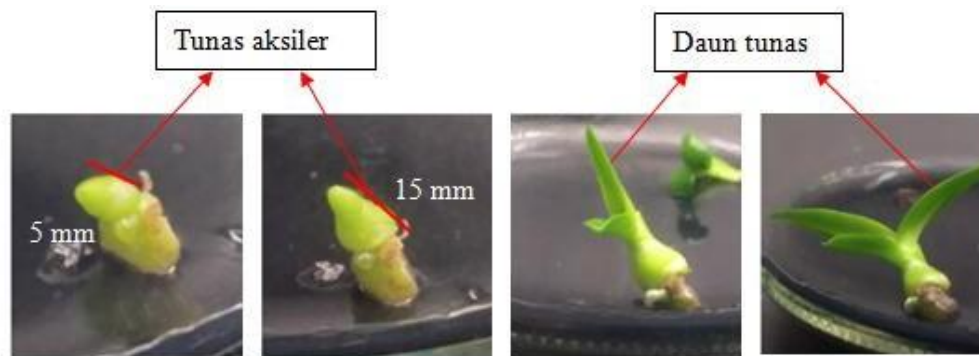
Jumlah daun

Banyaknya daun per eksplan pada tunas merupakan suatu indikator pertumbuhan tunas yang baik. Hal tersebut karena daun merupakan organ utama tumbuhan dalam melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan energi. Semakin banyak jumlah daun maka aktivitas fotosintesis semakin baik dan fotosintat yang dihasilkan semakin banyak sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik (Beck, 2010)

Konsentrasi yang optimum adalah 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP, karena kombinasi konsentrasi tersebut mampu memunculkan daun paling banyak dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 2,11 helai. Sedangkan penambahan auksin (NAA) saja atau sitokinin (2-iP) saja juga mampu memunculkan daun (Gambar 2). Hal tersebut diduga karena keberadaan hormon auksin dan sitokinin endogen di dalam anggrek sudah mampu meningkatkan pertumbuhan jumlah daun pada eksplan, sehingga penambahan hormon eksogen tidak memberikan peningkatan yang signifikan bagi pertumbuhan jumlah daun.

Pertumbuhan eksplan yang baik ditandai dengan banyaknya jumlah daun per eksplan. Penggunaan NAA lebih rendah dapat menghasilkan daun terbanyak (Widyastuti, 2017)

. Kemunculan daun diawali dengan kemunculan tunas. Tunas tumbuh dan berkembang kemudian muncul daun.



Gambar 8. Pertumbuhan Daun Anggrek *Dendrobium* sp (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022)

Menurut Widyastuti(2017) terbentuknya daun dipengaruhi oleh sitokinin yang memacu pembelahan sel. Tingginya pertumbuhan yang terjadi pada eksplan disebabkan adanya interaksi yang tepat antara hormon endogen pada eksplan dengan eksogen. Keseimbangan konsentrasi hormon eksogen pada media mengakibatkan proses fisiologis dalam eksplan dapat berlangsung efektif dalam memacu pertumbuhan daun.

Posisi nodus atas dan tengah menunjukkan respon yang lebih baik dibandingkan nodus bawah. Pada seluruh perlakuan penambahan konsentrasi kombinasi zat pengatur tumbuh dipotongan nodus bawah mengalami *browning* hingga akhirnya mati. Hal tersebut diduga karena beberapa hal seperti kondisi eksplan yang digunakan, alat yang digunakan pada proses pemotongan masih terlalu panas, ukuran eksplan yang terlalu kecil.

Menurut Saepudin (2020) pertumbuhan jaringan meristem, jaringan *browning* hingga akhirnya mati biasanya dikarenakan beberapa faktor seperti ukuran eksplan yang terlalu kecil sehingga kemampuan tumbuhnya menjadi terganggu atau bahkan terhenti. Selain itu, bisa juga disebabkan oleh sel-sel jaringan meristem rusak karena dalam proses pengambilan eksplan atau pemotongan eksplan yang kurang hati-hati atau pada saat proses pemotongan atau penanaman eksplan alat yang yang digunakan masih terlalu panas. *Browning* pada eksplan ditandai dengan kecokelatan pada tepi eksplan hingga akhirnya kecokelatan pada seluruh potongan eksplan.

Panjang daun dan lebar daun

Berdasarkan faktor konsentrasi zat pengatur tumbuh, perlakuan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki rerata panjang daun paling optimum, yaitu 0,58 cm dengan rerata lebar daun 0,20 cm (Gambar 3). Hal tersebut diduga terjadi keseimbangan antara hormon auksin dan sitokinin yang lebih baik, meskipun rerata lebar daun bukan yang tertinggi, sehingga penambahan kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh tersebut dapat memacu pertumbuhan panjang daun dan lebar daun. Pertumbuhan panjang daun disebabkan oleh pemanjangan sel yang membuat organ daun memanjang. Pemanjangan sel terjadi akibat kerja hormon auksin. Lestari et al (2017) menyatakan bahwa pemanjangan sel disebabkan oleh kerja hormon auksin yang menyebabkan dinding sel merenggang sehingga menyebabkan pemanjangan sel. Hormon auksin pada dosis yang optimum akan mempengaruhi pertumbuhan panjang daun. Penambahan hormon auksin eksogen yang tidak seimbang dengan hormon endogen justru dapat menghambat proses dan pemanjangan sel (Kartiman et al., 2017).

Hasil penelitian tersebut tidak sejalan dengan penelitian Nurana, et al (2017) yang menyatakan bahwa penambahan NAA dan 2-iP memberikan pengaruh nyata terhadap panjang daun anggrek *Dendrobium* hibrida Wong Ling. Penambahan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP menunjukkan rerata panjang daun tertinggi, yaitu 1,95 cm helai dan penambahan 0,25 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki rerata panjang daun 1,48 helai. Sedangkan pada penelitian ini, penambahan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP memiliki rerata panjang daun yang rendah, yaitu 0,25 helai.

Berdasarkan posisi nodus, rerata panjang daun tertinggi terdapat pada nodus atas, yaitu 0,51 cm (Gamabr3), demikian pula rerata lebar daun tertinggi terdapat pada nodus atas, yaitu 0,29 cm (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa nodus bagian atas terdapat keseimbangan hormon yang dapat memacu pertumbuhan daun. Selain itu, nodus atas mengalami pertumbuhan yang lebih aktif. Nodus tengah masih terjadi pertumbuhan panjang dan lebar daun tetapi tidak lebih optimum dibandingkan nodus atas, sedangkan nodus bawah tidak mengalami pertumbuhan panjang dan lebar daun. Hal tersebut ditunjukkan dengan tidak adanya eksplan yang hidup, eksplan mengalami browning hingga akhirnya mati.

Pertumbuhan daun erat kaitannya dengan pertumbuhan tunas. Pertumbuhan tunas pada nodus bagian bawah tidak optimum. Meskipun awal pengamatan terjadi perkembangan mata tunas yang ditandai dengan pembengkakan mata tunas tetapi

seiring berjalannya waktu eksplan mengalami pertumbuhan yang lambat, eksplan mengalami perubahan pencokelatan hingga akhirnya eksplan mengalami kematian sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Menurut Purnamasari (2020) menyatakan bahwa adanya pembelahan sel pada meristem daun akan menambah panjang dan lebar daun. Jumlah sel daun yang meningkat akan meningkatkan jumlah kloroplas pada jaringan daun. Dengan demikian ketersediaan klorofil pada daun meningkat, sehingga aktivitas fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan juga akan meningkat. Meningkatnya fotosintat yang tinggi menyebabkan terjadinya pembelahan sel yang berakibat pada peningkatan tinggi tanaman, luas daun, diameter batang, dan jumlah akar.

Jumlah akar

Berdasarkan faktor konsentrasi zat pengatur tumbuh, rerata jumlah akar tertinggi, yaitu 2,28 akar, pada penambahan 0,05 ppm NAA + 1,5 ppm 2-iP, 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP, dan 0,15 ppm NAA + 0,5 ppm 2-iP. Hal tersebut diduga karena ketepatan penggunaan auksin dan sitokinin menentukan pembentukan organ tanaman. Hal tersebut didukung oleh pendapat Kurniati et al (2012) yang menyatakan bahwa penambahan auksin dapat merangsang proses pemanjangan sel pada tanaman. Pemberian jenis dan konsentrasi auksin mampu menginduksi perakaran pada tunas, panjang akar dan jumlah akar pada *Dendrobium* sp. Diperjelas oleh Febriyanti et al (2017) yang menyatakan bahwa NAA merupakan salah satu hormon dari golongan auksin yang dapat merangsang pembelahan dan perbesaran sel yang menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru dan menginduksi akar.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurana, et al (2017), penambahan NAA dan 2-iP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah akar dan panjang akar. Pada penambahan 0,25 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki rerata jumlah akar tertinggi, yaitu 4,88 akar. Adanya penambahan auksin dan sitokinin berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Menurut Sulichantin, et al (2021) penambahan auksin dan sitokinin dalam sel (endogen) akan mengubah kadar auksin dan sitokinin dalam sel (endogen).

Berdasarkan faktor posisi nodus, nodus tengah memiliki rerata jumlah tunas tertinggi, yaitu 2,87 akar. Hal ini diduga karena nodus bagian tengah berada pada fase pertumbuhan yang lebih aktif. Hal tersebut didukung oleh pendapat Fitriawati, et al (2020) yang menyatakan bahwa nodus ketiga dari pucuk atau nodus tengah memiliki

pertumbuhan aktif sehingga sel-selnya memiliki responsivitas yang lebih tinggi.

Jaringan yang masih muda memiliki kemampuan untuk melakukan perpanjangan sel (fase juvenile) yang pesat dibanding jaringan tua. Jaringan fase dewasa dapat digunakan untuk reproduksi, akan tetapi untuk perbanyak vegetatif kurang optimal. Pucuk (jaringan muda) menghasilkan hormon auksin yang akan diangkut ke bagian basal stek melalui jaringan floem. Hormon yang terakumulasi menyebabkan sel kambium lebih cepat membelah dan membentuk kalus kemudian berkembang menjadi akar (Mansur, 2019)

Panjang akar dan diameter akar

Berdasarkan faktor konsentrasi zat pengatur tumbuh, perlakuan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki rerata panjang akar paling optimal, yaitu 0,33 cm (Gambar 4). Hal tersebut diduga karena adanya sinergitas antara auksin (NAA) dan sitokinin (2-iP) eksogen yang ditambahkan dengan auksin dan sitokinin endogen sehingga pada kombinasi konsentrasi tersebut mampu memacu pertumbuhan panjang akar. Sedangkan penambahan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP memiliki rerata panjang akar terkecil, yaitu, 0,20 cm. Penambahan panjang akar mempengaruhi tinggi tunas (Gambar 5), jumlah daun (Gambar 2), dan panjang daun (Gambar 3).

Hal tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurana, et al (2017) yang menyatakan bahwa penambahan NAA dan 2-iP menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap penambahan panjang akar *Dendrobium* sp. Pada penelitian tersebut, penambahan 0,25 ppm NAA + 1 ppm 2-iP menunjukkan rerata penambahan panjang akar paling optimal, yaitu 1,03 cm.

Akar memiliki peran utama yaitu menyerap unsur hara, jika jumlah akar semakin banyak dan panjang maka unsur hara dapat terserap dengan baik, unsur hara tersebut berperan dalam proses asimilasi yang menghasilkan selulosa dan pati yang digunakan sebagai cadangan makanan untuk plantlet. Cadangan makanan dapat membantu untuk pertumbuhan tinggi plantlet (Nurana, et al., 2017).

Berdasarkan posisi nodus, nodus tengah menghasilkan rerata panjang akar tertinggi, yaitu 0,49 cm dan nodus bagian bawah memiliki rerata panjang akar terkecil (Gambar 4). Rendahnya rerata panjang akar dan diameter akar pada nodus bagian bawah ini berkaitan dengan pertumbuhan tunas pada eksplan tersebut. Dimana nodus bagian bawah tidak menunjukkan pertumbuhan akar dikarenakan eksplan mengalami gangguan pertumbuhan yang ditandai dengan pencokelatan pada eksplan hingga akhirnya mati.

Perlakuan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP memiliki rerata diameter akar paling optimum yaitu 0,46 cm. Sedangkan rerata diameter akar terkecil terdapat pada perlakuan 0,05 ppm NAA + 1,5 ppm 2-iP dan 0 ppm NAA + 2 ppm 2-iP, yaitu 0,03 cm. Pada pertumbuhan diameter akar, rerata diameter akar terbesar terdapat pada nodus bagian atas, kemudian diikuti nodus bagian tengah dan bawah (Tabel 1).

Diameter akar menunjukkan kemampuan akar dalam menyerap nutrisi dan unsur hara. Semakin besar diameter akar maka penyerapan nutrisi semakin bagus. Menurut Berlinasari & Muryono (2019) menyatakan bahwa diameter akar mempengaruhi volume akar yang mampu mempresentasikan massa dan luas permukaan akar, apabila diameter akar semakin tinggi menunjukkan penyerapan nutrisi dan unsur hara semakin tinggi.

Semakin besar rerata jumlah akar, panjang akar, diameter akar maka pertumbuhan anggrek semakin baik. Menurut Amir (2016) menyatakan bahwa akar merupakan organ vegetatif utama untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin banyak akar, panjang dan besar diameternya maka semakin luas daerah penyerapan unsur hara untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman.

Berat segar tunas

Berdasarkan penambahan zat pengatur tumbuh pada semua perlakuan tidak berpengaruh secara nyata terhadap berat segar tunas, tetapi penambahan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki rerata berat segar tertinggi, yaitu 0,19 gr. Sedangkan pada perlakuan penambahan zat pengatur tumbuh 0,15 ppm NAA + 0,5 ppm 2-iP memiliki rerata berat segar terkecil, yaitu 0,11 gr. Berat segar pada tanaman dipengaruhi oleh naiknya kadar dan jumlah sel pada tanaman tersebut (Latrianto, 2022). Hal tersebut diduga karena terjadi pembesaran sel pada organ tanaman sehingga bagian tanaman seperti tunas, akar, batang, dan daun mengalami pertumbuhan karena adanya air dan penambahan zat pengatur tumbuh. Menurut Frebian (2017) pembengkakan atau pembesaran sel merupakan respon fisiologis eksplan karena adanya air dan zat pengatur tumbuh, akibatnya mendorong pembelahan sel, morfogenesis, pertunasan, diferensiasi sel, dan pembentukan kloroplas.

Perlakuan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP memiliki jumlah daun dan jumlah akar terbanyak sehingga memungkinkan untuk menyimpan kadar air lebih banyak. Hal tersebut dikuatkan oleh pendapat Markal et al (2015) yang menyatakan bahwa respon pertumbuhan selalu dikaitkan dengan pengaruh dari hormon. Interaksi antara sitokinin eksogen yang diberikan pada media perlakuan dengan auksin endogen menyebabkan pembelahan sel meristem yang berdampak pada peningkatan massa tanaman.

Berdasarkan faktor posisi nodus, nodus tengah memiliki rerata berat segar tertinggi paling optimal, yaitu 0,24 gr. Sedangkan nodus bawah memiliki rerata berat segar terkecil, yaitu 0,03 gr (Gambar 6). Nodus bagian tengah memiliki rerata tinggi tunas yang paling optimal (Gambar 5), rerata jumlah daun dan jumlah akar tertinggi (Gambar 2), serta memiliki akar yang panjang (Gambar 4). Kondisi tersebut membuat nodus bagian tengah memungkinkan memiliki rerata berat segar tertinggi. Sedangkan pada nodus bagian bawah memiliki rerata berat segar yang rendah karena pada nodus bagian bawah tidak mengalami pertumbuhan tunas, sehingga untuk pertumbuhan daun dan akar juga tidak terjadi. Tidak adanya pertumbuhan tunas tersebut dikarenakan eksplan mengalami pencokelatan hingga akhirnya mati.

Berat segar menunjukkan kandungan air yang terdapat pada planlet anggrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian. Apabila planlet memiliki berat segar yang tinggi maka berpengaruh juga terhadap organ tanaman seperti akar, batang, dan daun. Jumlah dan ukuran tanaman mempengaruhi berat segar pada suatu tanaman. Semakin banyak jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah akar, panjang akar, diameter akar, dan tinggi tunas, maka berat segar planlet akan semakin besar. Berat segar pada planlet juga dipengaruhi adanya penyerapan air dalam media yang diambil oleh tanaman (Istiqomah, 2019).

Hara yang berada dalam media diangkut melalui air yang terserap oleh tanaman melalui proses difusi osmosis yang terjadi. Semakin baik hara yang diserap oleh tanaman, maka ketersediaan bahan dasar bagi proses fotosintesis akan semakin baik pula. Proses fotosintesis yang berlangsung dengan baik, akan memacu penimbunan karbohidrat dan protein pada organ tubuh tanaman buah. Penimbunan karbohidrat dan protein sebagai akumulasi hasil proses fotosintesis akan berpengaruh pada berat segar tanaman (Suwandi, 2016).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pada medium NP+AK, penambahan 0,1 ppm NAA + 1 ppm 2-iP optimum pada untuk menginduksi tunas aksiler angrek *Dendrobium* Apel Ireng x *Dendrobium* Vian. Posisi nodus terbaik adalah posisi nodus bagian tengah. Tidak terdapat pengaruh penambahan variasi kombinasi konsentrasi zpt (NAA+2-iP) dalam menginduksi tunas aksiler pada semua parameter serta tidak terdapat interaksi variasi kombinasi konsentrasi zpt (NAA+2-iP) dan posisi nodus terhadap induksi tunas aksiler pada semua parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- AgroMedia Redaksi. 2008. *Ensiklopedia Tanaman Hias*. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka
- Akbar, M. A., Eny F., Sapto I., & Toni H. 2017. Induksi Tunas, Multiplikasi dan Perakaran *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke Secara *in Vitro*. *Jurnal Pemulihan Tanaman Hutan*. Vol. 11 No. 1.
- Ambarwati, I.D. Alfian, F.N., dan Dewanti, P. 2021. Respon Anggrek *Dendrobium* sp., *Oncidium* sp., dan *Phalaenopsis* sp. terhadap Pemberian Empat Jenis Nutrisi Organik yang Berbeda pada Tahap Regenerasi Planlet. *Jurnal Agrikultura*. Vol 32 (1): 27-36
- Amir, B. 2016. Pengaruh Perakaran terhadap Penyerapan: Nutrisi dan Sifat Fisiologis pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*). *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. Vol 4(1).
- Apriliyani, R & Wahidah, B.F. 2021. Perbanyak Anggrek *Dendrobium* sp. Secara *in Vitro*: Faktor-faktor Keberhasilannya. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*. Volume 1(2): 33-46
- Beck, C.B. 2010. *An Introduction to Plants Structure and Development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Berlinasari, T dan Muryono, M. 2019. Teknologi Padi Inovatif Mendukung Pertanian Presisi dan Berkelanjutan Identifikasi Morfologi Akar terhadap Toleransi Salin pada Fase Vegetatif di Beberapa Kultivar Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Artikel*. Fakultas Sains ITS.
- Christenhusz, M.J.M. & Byng, J.W. 2016. The Number of Known Plants Species In The World and Its Annual Increase. *Phytotaxa*. Vol. 261(3): 201-217.
- Febriyanti, N. L. P., Defiani, M. R., dan Astarini, I. A. 2017. Induksi Pertumbuhan Tunas dari Eksplan Anggrek *Dendrobium heterocarpum* Lindl. dengan Pemberian Hormone Zeatin dan NAA. *J. Metamorfosa*. 4 (1) : 41-47.
- Firmando, M., Suryanitini, R., Husni, H. 2017. Identifikasi Famili *Orchidaceae* di Kawasan Hutan Lindung Desa Sekandal Kecamatan Air Besar Kabupaten Landak. *Jurnal Hutan Lestari*. Vol. 5(2): 183-191.
- Fitriawati, F., Anwar, A., Zainal, A. 2020. Pengaruh Beberapa Konsentrasi BAP dan Sumber Eksplan terhadap Induksi Tunas Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter) Roxb). *Seminar Nasional Virtual*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Frebian. 2017. Pengaruh Pemberian IAA (indole Acetic Acid) dan 2-iP (dimethyl allyl amino purin) Terhadap Multiplikasi Eksplan Pisang Barangan Merah (*Musa paradisiaca* L) Pada Media Ms secara *In Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- George, E.F., & Sherrington, P.D. 1984. *Plant Propagation by Tissue Culture. Hand book and directory of comercial laboratories*. England : Eastern Press.

- Gu, J., Zhou, Z., Li., Chen, Z., Wang, Z.Y., Zhang, H. 2017. Rice (*Oryza sativa* L.) with Reduced Chlorophyll Content Exhibit Higher Photosynthetic Rate and Efficiency, Improved Canopy Light Distribution, and Greater Yields Than Normally Pigmented. *Plants Field Crop Res.* Vol. 200: 58–70.
- Hariyanto, S., Pratiwi, I.A., & Utami, E.S.W. 2020. Seed Morphometry of Native Indonesian Orchids In The Genus *Dendrobium*. *Hindawi Scientifica*. Vol 2020: 1-14.
- Hasan, Basri, A.H. 2016. Kajian Pemanfaatan Kultur Jaringan dalam Perbanyak Tanaman Bebas Virus. *Agrica Ekstensi*. Vol. 10 No. 1: 64-73
- Indriani, F. 2013. Pengaruh *Indole Acetic Acid* (IAA) dan *Benzyl Amino Purin* (BAP) terhadap Multiplikasi Tunas Nanas Bogor (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. Queen pada Media *Murashige Skoog* (MS). *Skripsi*. Universitas Riau. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.
- Istiqomah, S. 2019. Pengaruh Kepadatan Medium MS0 terhadap Perkecambahan Biji Jagung (*Zea mays* L. var. “Lokal”) secara *In Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- Kartiman, R., Sukma, D., Aisyah, S. I., dan Purwito, A. 2018. Multiplikasi *in Vitro* Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl.) pada Perlakuan Kombinasi NAA dan BAP. *J. Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. Vol. 5(1): 75-87.
- Khurajam, J.S., Sharma, S.C., and Roy, R.K. 2017. Orchids: Potential Ornamental Crop in North India. *International Journal of Horticultural & Crop Science Research*. Vol.7:1-8.
- Kurniati, R., Purwito, A., Wattimena, GA., Marwoto, B., dan Supenti. 2012. Induksi Kalus Tiga Kultivar Lili dari Petal Bunga pada Beberapa Jenis Media. *J. Hort. Indonesia*. Vol. 3(1):17-23
- Latrianto, A., Solichatun, Pitoyo, A., Maylendra, C.T. 2022. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Salisilat dan *Benzyl Amino Purine* (BAP) terhadap Pertumbuhan Protocorm Anggrek *Dendrobium stocklebuschii* x *Dendrobium calophyllum*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indo*. Vol. 8(1): 87-95
- Lestari, A.T., Islami, T., dan Nihayati, E. 2017. Pengaruh Konsentrasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) dan BAP (6- Benzyl Amino Purine) pada Pembentukan Planlet *Anthurium* Gelombang Cinta (*Anthurium plowmanii*) secara *in Vitro*. *J. Produksi Tanaman*. 5 (12) : 2047 – 2052.
- Mahadi, Imam, 2016. Multifikasi Tunas Anggrek Larat (*Dendrobium phalaenopsis* fitzg) dengan Pemberian Hormon IAA dan BAP terhadap Pertumbuhan secara *In Vitro*. *Jurnal Eksakta*. Vol. 2
- Mansur, I., & Indarwan, M.K. 2019. Teknik Pembibitan Kayu Putih (*Melaluca Cajuputi*) secara Vegetatif di Persemaian Perusahaan Batubara PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol.10(01): 21-28.
- Markal, A., Isda M.N., dan Fatonah, S. 2015. Perbanyak Anggrek *Grammatophyllum scriptum* (Lindl.) BL. Melalui Induksi Tunas Secara *In Vitro* dengan Penambahan BAP dan NAA. *JOM FMIPA*. Vol. 2 (1) : 100 – 114.
- Marpaung, R.G., Pasaribu, D., & Gulo, Y. S. K. 2019. Pengaruh Ekstrak Kentang dan Air Kelapa Muda terhadap Pertumbuhan Planlet (*Dendrobium* sp.) pada media *Vacin dan Went*. *Jurnal Agrotekda*. Vol. 3(2): 84-92.
- Nurana A. R., Wijana, G. dan Dwiyani, R. 2017. Pengaruh 2-iP dan NAA terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium* hibrida pada Tahap Subkultur. *Agrotrop*. Vo. 7(2): 139-146.
- Purnamasari, A., Ratnawati, R., Suyitno, A., Sugiyarto, L., & Mercuriani, I.S. 2020. Optimasi Media Kultur *In Vitro* Anggrek *Dendrobium nobile* Berbasis Pupuk dengan Penambahan Air Kelapa dan Vitamin B1. *Jurnal Penelitian Saintek*. Vol: 25 (2): 157- 172.
- Restiani, R, Semiarti, E, dan Indrianto, A. 2016. Konservasi Anggrek Hitam (*Coelogyne*

- pandurata* Lindl.) Melalui Mikropropagasi Pada Berbagai Medium Kultur. *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)*. FKIP UAD
- Riodevriza, R. 2010. Pengaruh Pohon Induk Terhadap Keberhasilan Stek Dan Sambungan *Shorea selanica* BL. *Skripsi*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Rochiman, K. dan Harjadi, S.S. 1973. *Pembiakan Vegetatif*. Bogor (ID): Departemen Agronomi Fakultas Pertanian IPB.
- Rohayati, E. 2009. Teknik Perbanyak Cepat Anthurium dengan Induksi Tunas Aksilar secara *In Vitro*. *Buletin Teknik Pertanian*. Vol.14 (1): 1-5
- Saepudin, A., Yulianto, Y., dan Aeni, R.N. 2020. Pertumbuhan Eksplan *In Vitro* Anggrek Hibrida *Dendrobium* pada Beberapa Media Dasar dan Konsentrasi Air Kelapa. *Media Peranian*. Vol. 5(2): 97-115.
- Saputri, W. 2015. Respon Pertumbuhan Anggrek Hitam (*Coelogyne pandurata* Lindl.) secara *In Vitro* dengan Penambahan Ekstrak Taoge dan *Benzyl Amino Purine* (BAP). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak
- Sarmah, D.S., Kolukunde, M., Sutradhar, B.K.S., Mandal, T., & Mandal, N. 2017. A review on: *In vitro* cloning of orchids. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. Vol. 6: 1909-1927.
- Silalahi, M. 2014. *Bahan Ajar Kultur Jaringan*. Jakarta: UKI Press
- Sulichantin, E.D., Eliyani, E., Saputra, A., Dewi N, A.P., dan Susylowati, S. 2021. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Anggrek Tebu *Grammatophyllum speciosum* Blume secara Kultur Jaringan. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. Volume 4 (1) : 13-19
- Suwandi, T., dan Hasnunindah, N. 2016. *Fisiologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Innosain
- Tuhuteru, S., Hehanussa, M.L., & Raharjo, S.H. 2018. Pertumbuhan dan Perkembangan Anggrek *Dendrobium anosmum* pada Media Kultur *In Vitro* dengan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa. *Agrologia*. Vol. 1(1): 1-12.
- Wardatutthoyibah, W., wulandari, R.S., dan Darwati, H. 2015. Penambahan Auksin dan Sitokinin terhadap Pertumbuhan Tunas dan Akar Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) secara *In Vitro*. *Jurnal Hutan Lestari*. Vol. 3(1): 43-50
- Widyastuti, K. 2017. Pengaruh Kombinasi NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzil Amino Purine*) terhadap Induksi Tunas Aksiler Tanaman Balsam (*Polygala paniculata* L.) Secara *In Vitro*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim
- Yusnita, Y. 2003. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka
- Yuswanti, H., Dharma, I. P., Utami, U., dan Wiraatmaja, I.W. 2015. Mikropropagasi Anggrek *Phalaenopsis* dengan Menggunakan Eksplan Tangkai Bunga. *Agrotrop*. Vol. 5(2): 161-166.