

**Induksi Proliferasi Tunas Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.) melalui Organogenesis dengan Penambahan IAA dan BAP**

***Proliferation Induction of Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.) Proliferation through Organogenesis with Addition of IAA and BAP***

**Ratna Trisnawati<sup>1</sup>, Ni Made Armini Wiendi<sup>2\*</sup>, Agus Purwito<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB University)

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University) Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: nmarmini@gmail.com

Disetujui: 12 Desember 2022 / *Published Online* Januari 2023

**ABSTRACT**

*Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.) is an endemic plant of Central Borneo that used as a traditional medicine for Dayak ethnic. Tissue culture is one of techniques of rapid plant propagation in aseptic environmental condition to produce high quality and quantities seedling for Bawang Dayak. The aim of this research was to study the proliferation response of Bawang Dayak by adding IAA and BAP. From this research, we expected to obtain an optimal composition of IAA and BAP for the propagation of Bawang Dayak in vitro. This research was conducted at Tissue Culture Laboratory II, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University from October 2018 to June 2019. This study consisted of 3 separate experiments, each of which used different types of explants and treatments. Experiment I, shoot proliferation from aseptic Bawang Dayak shoots. Experiment II, induction of shoot proliferation by added IAA and BAP. Experiment III, shoots induction from ex vitro tuber as an explant. Experiment I were planted at media propagation  $KC_2$  and MS13K. Experiments II and III.a were carried out using factorial treatment designs arranged in a Randomized Complete Block Design, consisting of 2 factors, were IAA with 4 levels of concentration (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg L<sup>-1</sup>), and BAP with 4 concentration levels (0.0, 1.0, 2.0, 3.0 mg L<sup>-1</sup>). Experiments III.b consisting of 3 factors, were IAA with 4 levels (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg L<sup>-1</sup>), BAP with 4 levels (0.0, 1.0, 2.0, 3.0 mg L<sup>-1</sup>), and GA3 with 5 levels (0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 mg L<sup>-1</sup>). Media of  $KC_2$  produced higher number of shoots per explant (1.93) than in MS13K (1.42). Media with IAA 1.0 mg L<sup>-1</sup> and BAP 3.0 mg L<sup>-1</sup> produce significantly more shoots per explant (6.5) compared to other treatments. The second subculture, produce significantly more shoots per explant (3.3) in media with IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Media with IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> + BAP 3.0 mg L<sup>-1</sup> produced significantly higher number of leaves (5.7) per explant compared to other treatments.*

*Keywords: Benzil Amino Purin, explant, Indole Acetic Acid, in vitro*

**ABSTRAK**

Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.) merupakan tumbuhan khas Kalimantan Tengah yang digunakan sebagai obat tradisional oleh suku Dayak. Teknologi kultur jaringan dapat digunakan untuk keperluan budidaya Bawang Dayak dalam menghasilkan kualitas benih yang baik dan ketersediaan benih yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mempelajari respon eksplan mata tunas vegetatif dari umbi Bawang Dayak dengan penambahan IAA dan BAP. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh komposisi zat pengatur tumbuh IAA dan BAP yang optimal untuk perbanyak tanaman Bawang Dayak secara in vitro. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan II, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Oktober 2018 sampai Juni 2019. Penelitian ini terdiri dari 3 percobaan terpisah yang masing-masing menggunakan jenis eksplan dan perlakuan berbeda setiap percobaan. Percobaan I, proliferasi tunas aseptik umbi Bawang Dayak. Percobaan II, induksi proliferasi tunas dengan penambahan IAA dan BAP. Percobaan III, induksi tunas dari umbi ex vitro Bawang Dayak. Percobaan

I, eksplan ditanam pada media perbanyakkan KC2 dan MS13K. Percobaan II dan III.a disusun menggunakan rancangan perlakuan faktorial disusun dalam Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK), terdiri dari 2 faktor, yaitu IAA (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg L<sup>-1</sup>) dan BAP (0.0, 1.0, 2.0, 3.0 mg L<sup>-1</sup>). Percobaan III.b terdiri atas 3 faktor, yaitu IAA (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 mg L<sup>-1</sup>), BAP (0.0, 1.0, 2.0, 3.0 mg L<sup>-1</sup>), dan GA3 (0.0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 mg L<sup>-1</sup>). Media perlakuan KC2 memiliki rata-rata jumlah tunas lebih tinggi sebesar 1.93 tunas per eksplan dibandingkan dengan media MS13K sebesar 1.42 tunas per eksplan. Media perlakuan IAA 1.0 mg L<sup>-1</sup> dan media perlakuan BAP 3.0 mg L<sup>-1</sup> berpengaruh sangat nyata dalam pembentukan tunas sebesar 6.5 tunas per eksplan. Subkultur kedua, media perlakuan IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> berpengaruh sangat nyata dalam pembentukan tunas sebesar 3.3 tunas per eksplan. Media perlakuan IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> + BAP 3.0 mg L<sup>-1</sup> berpengaruh sangat nyata dalam pembentukan daun sebesar 5.7 daun per eksplan dibandingkan dengan media perlakuan yang lain.

Kata kunci: *Benzil Amino Purin*, eksplan, *Indole Acetic Acid*, *in vitro*

## PENDAHULUAN

Bawang Dayak (*Eleutherine americana* Merr.) merupakan tanaman endemik Kalimantan, dan Tumbuhan ini secara turun temurun telah dipergunakan oleh masyarakat Dayak sebagai bahan obat untuk berbagai jenis penyakit seperti kanker payudara dan kolon, hipertensi, diabetes mellitus, hiperkolesterol dan stroke, tetapi teknik budidaya masih terbatas. Berdasarkan informasi tersebut penelitian dalam budidaya tanaman ini perlu dikembangkan.

Menurut Gunawan (1998) salah satu metode perbanyakkan tanaman berkualitas tinggi adalah secara kultur jaringan (*in vitro*). Teknik ini sangat menguntungkan petani dalam menyediakan bibit yang bebas patogen (jamur dan bakteri) atau virus setiap saat jika diperlukan. Faktor yang memberikan pengaruh terhadap keberhasilan perbanyakkan tanaman secara *in vitro* adalah zat pengatur tumbuh (ZPT). ZPT pada tanaman merupakan senyawa organik bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, mengambat dan merubah proses fisiologi tanaman. ZPT yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu IAA, BAP dan GA3.

IAA merupakan auksin yang disintesis secara alamiah di dalam tubuh tanaman. Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel menunjukkan bahwa auksin dapat meningkatkan sintesa protein. BAP merupakan salah satu golongan sitokinin yang dapat memacu dan menginduksi tunas namun jenis dan konsentrasi tergantung jenis tanaman (George dan Sherrington, 1984).

Suharsi dan Andiani (2009) menyatakan bahwa Giberelin adalah suatu golongan ZPT yang berfungsi merangsang pembelahan sel, pemanjangan sel, dan fungsi pengaturan lain. Menurut Yasmin (2014), aplikasi konsentrasi GA3 yang diberikan mampu memacu pertumbuhan tanaman melalui peningkatan tinggi tanaman dan luas daun. Pemberian GA3 ternyata dipengaruhi oleh konsentrasi yang diberikan, konsentrasi GA3

yang dibutuhkan oleh setiap jenis tanaman berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan mempelajari respon eksplan mata tunas vegetatif dari umbi Bawang Dayak terhadap penambahan IAA dan BAP untuk menginduksi proliferasi tunas dan pembentukan eksplan secara *in vitro*. Penelitian ini diharapkan diperoleh komposisi zat pengatur tumbuh IAA dan BAP yang optimal untuk perbanyakkan tanaman Bawang Dayak secara *in vitro*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan II, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Oktober 2018 sampai Juni 2019. Bahan tanam yang digunakan adalah umbi Bawang Dayak berasal dari Kalimantan dan berasal dari hasil percobaan budidaya Bawang Dayak dari kebun percobaan Cikabayan IPB Bogor. Pembuatan media dilakukan dengan memipet larutan stok MS ke dalam labu takar dengan di tambahkan IAA dan BAP sesuai perlakuan serta larutan gula 30 g L<sup>-1</sup> dan agar 7 g L<sup>-1</sup> ditambahkan 1 g L<sup>-1</sup> arang aktif, dengan pH larutan media diatur menjadi 6 dengan menambahkan KOH 1N dan HCl 1N. Larutan media yang telah diukur pH nya kemudian dimasukan ke dalam botol kultur sebanyak 35 ml kemudian disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 60 menit dan tekanan 11.5 psi selama 20 menit.

### Percobaan I. Proliferasi Tunas untuk Perbanyakkan Bahan Tanam

Bahan tanam berasal dari eksplan kultur *in vitro* yang di tanam pada media KC<sub>2</sub> dengan komposisi KC + IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> + BA 1.5 mg L<sup>-1</sup> + 1 g L<sup>-1</sup> + 1 g L<sup>-1</sup> Arang Aktif + 100 ml L<sup>-1</sup> Air Kelapa + 30 g L<sup>-1</sup> Gula + 7 g L<sup>-1</sup> Agar sebanyak 15 botol, setiap botol terdiri dari 2 eksplan, jumlah eksplan awal sebanyak 30 dan mengalami proliferasi selama 56 minggu, selanjutnya tunas di

subkultur pada media MS13K dengan komposisi MS0 + 4 mg L<sup>-1</sup> CaP + 0.1 mg L<sup>-1</sup> IAA + 1.5 mg L<sup>-1</sup> 2iP + 100 ml L<sup>-1</sup> air kelapa, sebanyak 29 botol setiap botol terdiri dari 2 eksplan, dan di inkubasi selama 8 MST.

## **Percobaan II. Induksi Proliferasi Tunas Bawang Dayak dengan Penambahan IAA dan BAP**

*Subkultur I. Proliferasi tunas untuk perbanyakkan bahan tanam dengan penambahan IAA dan BAP*

Percobaan ini menggunakan media dasar yaitu MS0 + IAA + BAP + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar. Bahan tanam yang digunakan berasal dari eksplan yang sudah di kulturkan pada media MS13K selama 8 Minggu. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan rancangan perlakuan disusun secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu 4 taraf konsentrasi IAA masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Faktor yang kedua adalah 4 taraf konsentrasi BAP masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>. Penelitian ini terdiri dari 16 kombinasi perlakuan, diulang sebanyak 2 ulangan sehingga terdapat 32 satuan percobaan dengan satuan amatan 1 eksplan per satuan percobaan sehingga terdapat 32 eksplan sebagai satuan amatan.

*Subkultur II. Proliferasi tunas dengan penambahan IAA dan BAP*

Percobaan ini menggunakan media dasar yaitu MS0 + IAA + BAP + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar. Bahan tanam yang digunakan berasal dari eksplan yang sudah di kulturkan (subkultur I) pada media dasar MS0 + IAA + BAP + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar selama 8 Minggu (subkultur I). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan rancangan perlakuan disusun secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu 4 taraf konsentrasi IAA masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Faktor yang kedua adalah 4 taraf konsentrasi BAP masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>. Penelitian ini terdiri dari 16 kombinasi perlakuan, diulang sebanyak 10 ulangan sehingga terdapat 160 satuan percobaan dengan 1 eksplan per satuan percobaan sehingga terdapat 160 eksplan sebagai satuan amatan.

## **Percobaan III. Induksi Tunas Bawang Dayak dengan Eksplan Umbi dari Penelitian di Screen House**

*Percobaan IIIa. Induksi tunas Bawang Dayak dengan IAA dan BAP*

Percobaan ini menggunakan media dasar yaitu MS0 + IAA + BAP + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar. Bahan tanam yang digunakan berasal dari hasil percobaan budidaya Bawang Dayak yang dikulturkan selama 6 bulan yaitu Maret- September 2018 di kebun percobaan Cikabayan IPB Bogor. Umbi Bawang Dayak sebanyak 320 eksplan di sterilisasi terlebih dahulu dengan cara dikupas dan dicuci bersih dengan deterjen, lalu direndam dalam larutan *Agrephth-dithane* dengan konsentrasi 4 g L<sup>-1</sup> selama 3 jam. Umbi dibilas menggunakan Air Steril sebanyak 3x, kemudian umbi dipotong 1/3 bagian kemudian direndam dalam natrium hipoklorit 2.625% selama 30 menit, lalu dipotong lapisan terluar sebanyak 2-3 lapis sampai dengan lapisan terdalam. Selanjutnya umbi direndam kedalam larutan sodium hipoklorit 1.05% selama 15 menit. Umbi yang telah disterilkan siap ditanam dalam media perbanyakkan yaitu media MS0 selama satu minggu dan tumbuh sehat dan aseptik lalu dipindahkan ke media perlakuan. Rancangan percobaan yang digunakan pada percobaan III adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan rancangan perlakuan disusun secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu 4 taraf konsentrasi IAA masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Faktor yang kedua adalah 4 taraf konsentrasi BAP masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>. Penelitian ini terdiri dari 16 kombinasi perlakuan diulang sebanyak 10 ulangan sehingga terdapat 160 satuan percobaan dengan 2 eksplan per satuan percobaan sehingga terdapat 320 eksplan sebagai satuan amatan.

*Percobaan IIIb. Induksi tunas Bawang Dayak dengan IAA, BAP dan GA3*

Percobaan ini menggunakan media dasar MS0 yang ditambahkan dengan GA3. Bahan tanam yang digunakan eksplan umbi asal percobaan IIIa. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) dengan rancangan perlakuan disusun secara faktorial dengan 3 faktor. Faktor pertama yaitu 4 taraf konsentrasi IAA masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Faktor kedua adalah 4 taraf konsentrasi BAP masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>. Faktor ketiga yaitu 5 taraf konsentrasi GA3 masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>, 4 mg L<sup>-1</sup> penelitian ini terdiri dari 80 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 4 ulangan sehingga terdapat 320 satuan percobaan dengan satuan amatan 1 eksplan per satuan percobaan sehingga terdapat 320 eksplan sebagai satuan amatan.

Pengamatan pada setiap percobaan

dilakukan dengan mengamati pertumbuhan dan perkembangan eksplan setiap minggu genap sejak 2 MSK sampai 8 MSK (Minggu Setelah Kultur). Peubah pada setiap percobaan yang diamati adalah: waktu tumbuh tunas, waktu terbentuk akar, persentase eksplan hidup, persentase eksplan terkontaminasi, persentase eksplan berproliferasi, persentase eksplan *senescence*, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan tinggi tunas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Percobaan I. Proliferasi Tunas untuk Perbanyak Bahan Tanam

Bahan tanam Bawang Dayak yang digunakan pada penelitian ini merupakan Bawang Dayak aksesori Pontianak, Kalimantan Barat. Bahan tanaman perbanyak eksplan Bawang Dayak yang di kulturkan pada media KC<sub>2</sub> sebanyak 15 botol, setiap botol sebanyak 2 eksplan sehingga terdapat eksplan awal sebanyak 30. Eksplan tersebut mengalami proliferasi selama 56 minggu setelah kultur (MSK) sehingga menghasilkan eksplan sebanyak 58.

Data dari Tabel 1 menunjukkan rata-rata jumlah tunas yang dihasilkan pada media KC<sub>2</sub> setelah 56 MSK sebanyak 1.93, jumlah daun sebanyak 3.33 dan jumlah akar 7.16, serta tinggi tunas yaitu 10.5 cm. Bahan tanam Bawang Dayak yang di kulturkan pada media MS13K berasal dari tunas yang dikulturkan pada media KC<sub>2</sub> sebanyak 58 tunas. Tunas tersebut mengalami proliferasi selama 8 MSK dan menghasilkan total tunas sebanyak 71, jumlah tunas rata-rata sebesar 1.42, jumlah daun sebesar 3.36, jumlah akar sebesar 6.34 dan tinggi tunas sebesar 9.11 cm di media MS13K.

### Percobaan II. Induksi Proliferasi Tunas dengan Penambahan IAA dan BAP

Bahan tanam yang digunakan pada percobaan ini berasal dari eksplan yang dikulturkan pada media MS13K selama 8 MSK. Bahan tanam yang dikulturkan pada subkultur I menggunakan media dasar MS0 + IAA + BAP + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar. Bahan tanam yang berasal dari subkultur I di subkultur kembali pada subkultur II

menggunakan media yang sama seperti subkultur I.

#### *Subkultur I. Proliferasi tunas untuk perbanyak bahan tanam dengan penambahan IAA dan BAP*

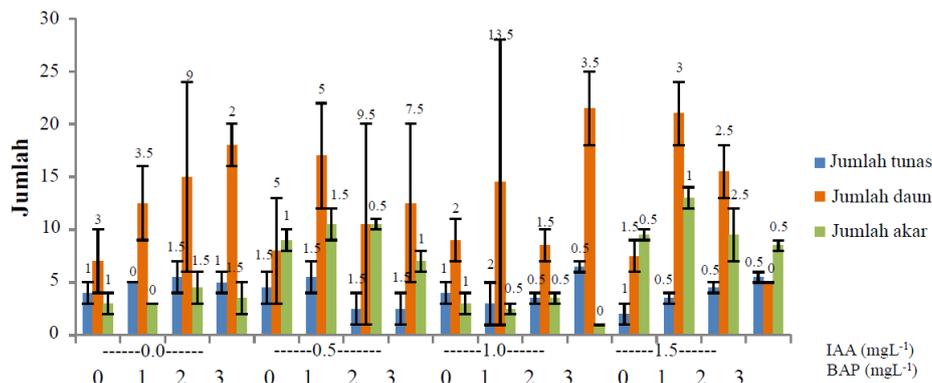
Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa rata-rata proliferasi tunas Bawang Dayak pada 16 perlakuan selama 8 MSK menghasilkan data yang berbeda-beda. Jumlah tunas tertinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi IAA 1 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebanyak 6.5 tunas, sedangkan jumlah tunas terendah terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 0 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 2 tunas. Hal ini sesuai dengan George dan Sherrington (1984) BAP merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan untuk memacu pembentukan tunas dengan daya aktivitas yang kuat dan mendorong proses pembelahan sel.

Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tunas Bawang Dayak dengan pertumbuhan yang maksimal terdapat pada dua perlakuan yaitu pada konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 0 mg L<sup>-1</sup> serta pada konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 2 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebesar 8.75 cm. Hal ini diduga karena inisiasi tunas dapat dirangsang dengan penambahan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin seperti BAP dalam media tumbuh *in vitro* (Rufaida *et al.*, 2013). Pertambahan tinggi dapat dipengaruhi dengan adanya penambahan zat pengatur tumbuh, khususnya pemberian zat pengatur tumbuh berupa sitokinin BAP yang dapat merangsang pertumbuhan tinggi tunas Bawang Dayak dengan cepat.

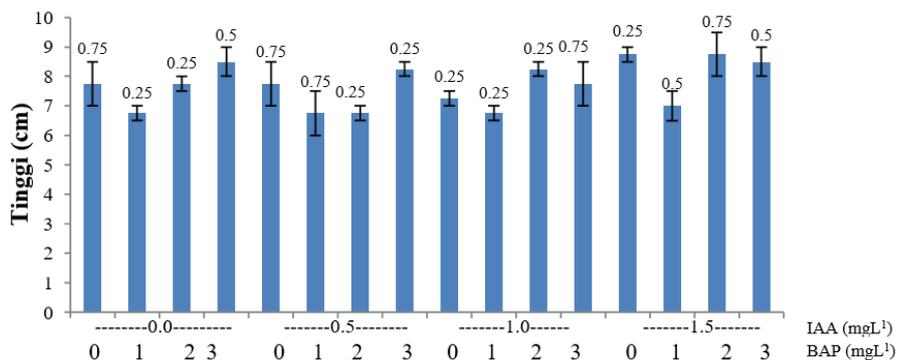
*Senescence* pada eksplan Bawang Dayak terjadi setelah 8 MSK, ciri - ciri eksplan Bawang Dayak mengalami *senescence* yaitu dengan berubahnya warna daun menjadi kecoklatan pada ujung daun dan dimulai dari bagian luar daun, eksplan yang telah mengalami *senescence* harus segera di subkultur agar eksplan tersebut tidak mengalami kematian. Peningkatan suhu, keadaan gelap, kekurangan air dapat mempercepat terjadinya *senescence* daun. Berdasarkan hasil subkultur I menunjukkan bahwa *senescence* terbesar yaitu pada perlakuan auksin IAA 0 mg L<sup>-1</sup> dan sitokinin BAP 3 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebesar 19%.

Tabel 1. Rata-rata jumlah tunas, jumlah daun, eksplan berakar dan tinggi tunas di media KC<sub>2</sub> (56 MSK) dan MS13K (8 MSK) eksplan Bawang Dayak

Jenis Media	Jumlah Tunas	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Akar	Tinggi Tunas (cm)
KC <sub>2</sub> (56 MSK)	1.93	3.33	7.16	10.50
MS13K (8 MSK)	1.42	3.36	6.34	9.11



Gambar 1. Rata-rata jumlah tunas, daun dan akar pada 16 kombinasi perlakuan media dengan penambahan IAA dan BAP saat 8 MSK



Gambar 2. Rata-rata tinggi tunas per eksplan Bawang Dayak pada media perlakuan dengan penambahan IAA dan BAP saat 8 MSK

*Subkultur II. Proliferasi tunas dengan penambahan IAA dan BAP*

Bahan tanam yang digunakan pada percobaan subkultur II berasal dari eksplan Bawang Dayak yang sudah di kulturkan pada media subkultur I. Persentase eksplan hidup adalah 100% pada semua perlakuan dan persentase eksplan terkontaminasi terdapat pada dua perlakuan yaitu perlakuan IAA 1 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebesar 20% terkontaminasi oleh cendawan, perlakuan IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 1 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebesar 10% terkontaminasi bakteri saat 8 MSK. Data pada Tabel 2 menunjukkan perlakuan IAA dengan BAP serta interaksi antara IAA dengan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap proliferasi tunas Bawang Dayak. Penambahan IAA berpengaruh sangat nyata terhadap waktu tumbuh tunas dan waktu tumbuh akar. Pengamatan waktu tumbuh tunas dan waktu tumbuh akar dilakukan setiap hari. Waktu tercepat pembentukan tunas perlakuan IAA yaitu pada konsentrasi 1 mg L<sup>-1</sup> selama 1.3 MSK dan waktu pembentukan akar tercepat yaitu konsentrasi IAA 3 mg L<sup>-1</sup> selama 1.8 MSK, namun tidak berbeda dengan konsentrasi 1 mg L<sup>-1</sup>. Penambahan BAP

nyata berpengaruh terhadap waktu pembentukan tunas. Waktu tercepat yaitu pada konsentrasi 0 mg L<sup>-1</sup> selama 1.7 MSK namun tidak berbeda dengan konsentrasi BAP 2 mg L<sup>-1</sup> dan 3 mg L<sup>-1</sup>.

Perlakuan IAA dengan BAP serta interaksi antara IAA dengan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap waktu pembentukan umbi. Hal ini diduga karena konsentrasi auksin dan sitokinin yang digunakan tidak tepat pada inisiasi umbi. Hidayat (2007) menyatakan bahwa auksin dan sitokinin merupakan ZPT yang di butuhkan dalam media dan diberikan dalam konsentrasi yang sesuai dengan pertumbuhan yang diinginkan.

Perlakuan BAP dengan konsentrasi 3 mg L<sup>-1</sup> terjadi kecenderungan peningkatan jumlah daun pada setiap kenaikan konsentrasi IAA (Gambar 3). Perlakuan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> dengan konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> memberikan jumlah daun tertinggi, pada perlakuan sitokinin terdapat penurunan jumlah daun yang maksimum pada konsentrasi IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> namun tidak berbeda dengan konsentrasi IAA 1 mg L<sup>-1</sup>. Pada perlakuan BAP 2 mg L<sup>-1</sup> terdapat jumlah daun yang maksimum pada konsentrasi IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> namun tidak berbeda dengan konsentrasi IAA 1 mg L<sup>-1</sup>. Kieber (2002) mengungkapkan bahwa dengan adanya auksin dan

sitokinin dapat menstimulasi sel-sel jaringan untuk membelah. Sitokinin telah diketahui memainkan peranan penting dalam hampir semua aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk di dalamnya pembelahan sel, inisiasi dan pertumbuhan tunas dan daun, serta perkembangan fotomorfogenesis. Fotomorfogenesis adalah dimana perubahan morfologi terutama dalam hal kultur jaringan karena adanya pengaruh cahaya. Jumlah tunas dapat diamati setelah kultur berumur 2 MSK. Hasil pemberian BAP dan Interaksi IAA dan BAP nyata tidak berpengaruh terhadap pembentukan tunas. Penambahan IAA dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata pada 2 MSK dan sangat nyata pada 3 sampai 8 MSK. Jumlah tunas terbanyak dihasilkan dari perlakuan IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> mencapai 3.3 tunas

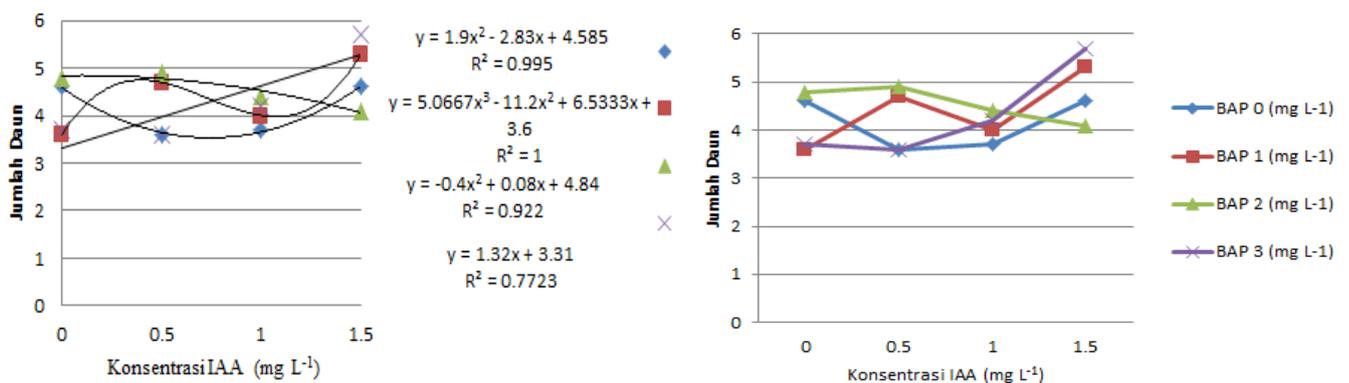
pada 7 MSK dan 8 MSK tetapi tidak berbeda dengan konsentrasi 0 mg L<sup>-1</sup> IAA (Tabel 3).

Jumlah daun diamati pada 2 MSK, selama pengamatan terjadi peningkatan jumlah daun setiap minggunya. Interaksi IAA dengan BAP nyata mempengaruhi pembentukan daun saat 1 MSK. Berdasarkan Tabel 4 konsentrasi IAA nyata mempengaruhi pembentukan daun saat 2 MSK dan sangat nyata pada 3 MSK sampai 8 MSK. Jumlah daun tertinggi yaitu saat 8 MSK dengan jumlah 13.4 helai dengan konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup>. Konsentrasi BAP nyata mempengaruhi pembentukan daun saat 4 MSK sampai 8 MSK. Penambahan BAP sebanyak 2.0 mg L<sup>-1</sup> memberikan pengaruh terbaik pertumbuhan daun yaitu sebesar 11.9 helai akan tetapi tidak berbeda pada penambahan 1 mg L<sup>-1</sup> dengan 3 mg L<sup>-1</sup> BAP.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan IAA dan BAP terhadap waktu muncul tunas dan akar eksplan Bawang Dayak sampai 8 MSK

Perlakuan	Jumlah eksplan awal	waktu tumbuh tunas (MSK)	waktu tumbuh akar (MSK)	% Eksplan berproliferasi
<b>IAA</b>				
0	10	2.4a	2.6a	97.5
0.5	10	2.0ab	2.3b	95.0
1	10	1.3c	2.2bc	85.0
1.5	10	1.9b	1.8c	97.5
Uji F		**	**	tn
<b>BAP</b>				
0	10	1.7b	2.3	87.5
1	10	2.3a	2.0	95.0
2	10	1.8b	2.5	95.0
3	10	1.8b	2.2	87.5
Uji F		*	tn	tn
<b>Interaksi IAA x BAP</b>		tn	tn	tn
<b>KK (%)</b>		27.48 <sup>T1</sup>	17.37 <sup>T1</sup>	25.47 <sup>T1</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$ , tn: tidak berbeda nyata, \*: berbeda nyata, \*\*: sangat berbeda nyata, KK: Koefisien Keragaman, <sup>T1</sup>: dilakukan transformasi data dengan rumus  $\sqrt{x + 0.25}$



Gambar 3. Interaksi antara IAA dengan BAP terhadap jumlah daun tunas Bawang Dayak pada 1 MSK

Tabel 3. Pengaruh perlakuan IAA dan BAP terhadap jumlah tunas per eksplan Bawang Dayak sampai 8 MSK

Perlakuan	Jumlah tunas per eksplan minggu ke - (MST)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>IAA (mg L<sup>-1</sup>)</b>								
0	1.5	2.1ab	2.3a	2.7a	3a	3a	3.1ab	3.1ab
0.5	1.4	2.1ab	2.3a	2.6a	2.8a	2.8a	2.8b	2.8b
1	1.3	1.8a	1.8b	2.2b	2.2b	2.2b	2.2c	2.2c
1.5	1.6	2.3b	2.4a	2.95a	3.2a	3.2a	3.3a	3.3a
Uji F	tn	*	**	**	**	**	**	**
<b>BAP (mg L<sup>-1</sup>)</b>								
0	1.4	2.0	2.1	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
1	1.4	2.1	2.2	2.5	2.9	2.9	3.0	2.9
2	1.4	2.3	2.4	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0
3	1.6	2.2	2.4	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0
Uji F	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
<b>Interaksi IAA x BAP</b>								
KK (%)	17.98 <sup>T1</sup>	17.27 <sup>T1</sup>	14.89 <sup>T1</sup>	15.68 <sup>T1</sup>	15.98 <sup>T1</sup>	15.98 <sup>T1</sup>	15.96 <sup>T1</sup>	15.96 <sup>T1</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$ , tn: tidak berbeda nyata, \*: berbeda nyata, \*\*: sangat berbeda nyata, KK: Koefisien Keragaman, <sup>T1</sup>: dilakukan transformasi data dengan rumus  $\sqrt{x + 0.25}$

Tabel 4. Pengaruh perlakuan IAA dan BAP terhadap jumlah daun eksplan Bawang Dayak sampai 8 MSK

Perlakuan	Jumlah daun per eksplan minggu ke - (MST)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>IAA (mg L<sup>-1</sup>)</b>								
0	4.2	5.4b	5.9b	7.1bc	7.8bc	8.6bc	9.8a	10.9b
0.5	4.2	5.7ab	6.2b	7.7b	8.6b	9.2b	10.3a	11.2b
1	4.1	5.1b	5.4b	6.0c	6.9c	7.3c	7.9ab	8.8c
1.5	4.9	6.5a	7.4a	9.2a	10.3a	11.1a	12.2a	13.4a
Uji F	tn	*	**	**	**	**	**	**
<b>BAP (mg L<sup>-1</sup>)</b>								
0	4.1	5.4	5.6	6.4b	7.2b	7.8b	8.3b	9.1b
1	4.4	5.8	6.4	7.7a	8.5ba	9.2ab	10.5a	11.6a
2	4.6	5.9	6.5	8.1a	9.1a	9.8a	10.8a	11.9a
3	4.3	5.8	6.4	7.9a	8.7a	9.8a	10.5a	11.7a
Uji F	tn	tn	tn	*	*	*	*	*
<b>Interaksi IAA x BAP</b>								
KK (%)	17.36 <sup>T1</sup>	17.54 <sup>T1</sup>	17.12 <sup>T1</sup>	18.19 <sup>T1</sup>	17.60 <sup>T1</sup>	18.08 <sup>T1</sup>	18.82 <sup>T1</sup>	19.25 <sup>T1</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$ , tn: tidak berbeda nyata, \*: berbeda nyata, \*\*: sangat berbeda nyata, KK: Koefisien Keragaman, <sup>T1</sup>: dilakukan transformasi data dengan rumus  $\sqrt{x + 0.25}$

Berdasarkan data tersebut, konsentrasi dari auksin dan sitokinin pada media kultur menunjukkan bahwa hormon-hormon tersebut memiliki peranan penting dalam pembentukan organ. Secara umum dapat dikatakan bahwa perbandingan sitokinin-auksin yang tinggi baik untuk membentuk daun (Wetherell, 1982).

Perlakuan tunggal IAA berpengaruh sangat nyata terhadap pembentukan akar. Penambahan IAA dengan konsentrasi 1.5 mg L<sup>-1</sup> merupakan hasil terbaik dengan jumlah akar sebanyak 12.9 namun tidak berbeda dengan konsentrasi 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup> dan 1 mg L<sup>-1</sup> (Tabel 5). Auksin memiliki peranan yang penting dalam inisiasi akar pada

kultur in vitro, hal ini dijelaskan oleh (Woodward *et al.*, 2005) bahwa auksin berperan dalam memacu pembentukan akar lateral dari kalus yang belum terdiferensiasi. Perlakuan IAA dan BAP serta interaksi antara IAA dan BAP berpengaruh tidak nyata terhadap senescence. Kekurangan nitrogen dapat mempercepat senescence pada daun, tetapi peranan hormon juga menentukan perkembangan proses senescence pada daun. Senescence dapat pula terjadi akibat berkurangnya kandungan sitokinin dalam media, karena sitokinin berperan dalam pembentukan kloroplas dan menghambat penuaan (Wattimena *et al.*, 1992).

Interaksi IAA dan BAP tidak berpengaruh

nyata terhadap pembentukan akar, senescence dan tinggi tunas eksplan Bawang Dayak. Penambahan IAA sangat nyata berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tunas eksplan Bawang Dayak. Tinggi tunas terbaik yaitu pada konsentrasi IAA sebanyak 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan tinggi tunas 9.2 namun tidak berbeda dengan konsentrasi 0.5 mg L<sup>-1</sup> (Tabel 5). Auksin menyebabkan perpanjangan batang, internode, tropism, apikal dominan, absisi dan perakaran. keberhasilan kultur jaringan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sterilisasi, pemilihan bahan eksplan, faktor lingkungan seperti pH, cahaya dan temperatur (Hendaryono, 1994).

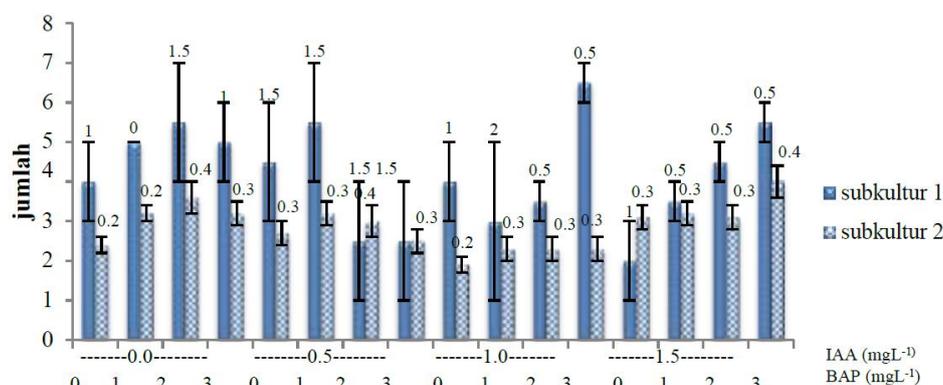
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah tunas subkultur 1 dan subkultur 2 menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap perlakuan. Perlakuan tertinggi pada subkultur 1 terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi IAA

1 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 6.5 tunas dan pada subkultur 2 terdapat pada perlakuan IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 4 tunas. Dalam kultur jaringan auksin digunakan untuk pembelahan sel dan diferensiasi akar. Jumlah tunas terendah pada subkultur 1 terdapat pada konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 0 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 2 tunas sedangkan pada subkultur 2 terdapat pada konsentrasi IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 2 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 3 tunas. Menurut Miryam *et al.* (2008) pemberian beberapa konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah tunas, hal ini diduga karena interval konsentrasi BAP secara eksogen terlalu tinggi sehingga pertumbuhan tunas menjadi terhambat. Pemberian sitokinin menyebabkan jaringan batang menjadi lebih tebal karena terjadi pemelaran sel ke arah samping.

Tabel 5. Pengaruh IAA dan BAP terhadap jumlah akar, senescence, tinggi tunas eksplan Bawang Dayak pada 8 MSK

Perlakuan	Jumlah akar	Senescence (%)	Tinggi tunas (cm)
<b>IAA</b>			
0	7.4b	0.8	8.5bc
0.5	8.3b	0.8	8.9ab
1	7.2b	0.7	8c
1.5	12.9a	0.5	9.2a
Uji F	**	tn	**
<b>BAP</b>			
0	7.6b	0.9	8.4
1	9.7a	0.5	8.7
2	9.8a	0.6	9.0
3	8.9ab	0.7	8.6
Uji F	**	tn	tn
<b>Interaksi IAA x BAP</b>			
	tn	tn	tn
KK (%)	16.80 <sup>T1</sup>	29.20 <sup>T1</sup>	13.40 <sup>T2</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada perlakuan dan peubah yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf  $\alpha = 5\%$ , tn: tidak berbeda nyata, \*\*: sangat berbeda nyata, KK: Koefisien Keragaman, <sup>T1</sup>: dilakukan transformasi data dengan rumus  $\sqrt{x + 0.25}$ ; <sup>T2</sup>: dilakukan transformasi data dengan rumus  $\sqrt{x + 0.5}$



Gambar 4. Rata-rata jumlah tunas per eksplan Bawang Dayak pada kombinasi perlakuan media dengan penambahan IAA dan BAP saat 8 MSK

### Percobaan III. Induksi Tunas pada Umbi dari Perbanyakannya *In vivo*

#### Percobaan III a. Induksi tunas Bawang Dayak dengan IAA dan BAP

Umbi Bawang Dayak yang merupakan hasil penelitian selama 3 bulan di lahan digunakan sebagai sumber eksplan. Umbi yang telah dipanen selama 2 bulan lalu di kulturkan secara *in vitro* sebanyak 320 eksplan pada berbagai perlakuan dengan penambahan zat pengatur tumbuh IAA dan BAP. Umbi Bawang Dayak yang berasal dari tanah disterilkan terlebih dahulu untuk mencegah kontaminasi eksplan saat dikulturkan. Umbi yang dikulturkan secara *in vitro* tidak mengalami kontaminasi (steril) 100% selama 8 MSK. Umbi Bawang Dayak yang dikecambahkan pada media MS yang di tambahkan IAA dengan konsentrasi 0 mg L<sup>-1</sup>, 0.5 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 1.5 mg L<sup>-1</sup> dan konsentrasi BAP sebesar 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebesar 1.57% dari total eksplan yang ditanam.

Perlakuan IAA dan BAP serta interaksi IAA dan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap perkecambahan eksplan Bawang Dayak pada peubah jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, tinggi tunas, waktu muncul tunas dan waktu muncul akar. Pemberian BAP dan interaksi antara IAA dengan BAP tidak memberikan pengaruh terhadap inisiasi tunas, hal ini kemungkinan disebabkan konsentrasi BAP dan perbandingan konsentrasi antara IAA dengan BAP yang diberikan belum tepat sehingga tidak memberikan pengaruh yang nyata pada semua peubah pengamatan. Menurut Gunawan (1988) interaksi antara auksin dan sitokinin yang diberikan dalam media dan yang diproduksi secara endogen oleh tanaman menentukan arah perkembangan suatu kultur yang ditanam. Percobaan ini menunjukkan bahwa umbi yang dikulturkan sebagai bahan tanam eksplan Bawang Dayak hanya mampu tumbuh pada 5 kombinasi perlakuan sampai 8 MSK yaitu pada perlakuan IAA 0 mg L<sup>-1</sup> BAP 0 mg L<sup>-1</sup>, IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP 0 mg L<sup>-1</sup>, IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> BAP 1 mg L<sup>-1</sup>, IAA 0.5 mg L<sup>-1</sup> BAP 2 mg L<sup>-1</sup> dan IAA 1 mg L<sup>-1</sup> BAP 2 mg L<sup>-1</sup>. Jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan tinggi tunas terbaik terdapat pada perlakuan IAA 0 mg L<sup>-1</sup> dan BAP 0 mg L<sup>-1</sup> jumlah tunas sebanyak 0.4 tunas per eksplan, Jumlah daun 1.1 helai, jumlah akar 0.9 dan tinggi tunas 0.85 cm.

#### Percobaan III b. Induksi tunas Bawang Dayak dengan IAA, BAP dan GA3

Hasil perkecambahan Bawang Dayak yang tidak optimum menggunakan zat pengatur tumbuh IAA dan BAP disubkultur ke media menggunakan penambahan zat pengatur tumbuh GA3 dengan

konsentrasi masing-masing 0 mg L<sup>-1</sup>, 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>, 4 mg L<sup>-1</sup> GA3. Percobaan menggunakan GA3 dilakukan selama 8 MSK. Bahan tanam yang digunakan yaitu eksplan Bawang Dayak yang sudah dikulturkan selama 8 MSK dari percobaan III a sebanyak 320 eksplan. Eksplan tersebut kemudian disubkultur ke media MS0 + GA3 + 30 g L<sup>-1</sup> gula + 7 g L<sup>-1</sup> agar, sebanyak 4 eksplan per botol. Percobaan ini menggunakan GA3 bertujuan untuk menginduksi tunas eksplan Bawang Dayak yang di duga mengalami dormansi. Eksplan Bawang Dayak yang sudah di kulturkan selama 8 MSK belum dapat menginduksi perkecambahan umbi.

### KESIMPULAN

Induksi proliferasi tunas dengan penambahan IAA dan BAP, pada subkultur pertama jumlah tunas terbaik terdapat pada konsentrasi IAA 1 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 6.5 tunas per eksplan. Jumlah daun terbaik pada konsentrasi IAA 1 mg L<sup>-1</sup> dengan BAP mg L<sup>-1</sup> sebanyak 21.5 helai. Subkultur kedua, penambahan IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas yaitu pada konsentrasi 1.5 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 3.3 tunas per eksplan (8 MSK), penambahan IAA berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dengan konsentrasi terbaik 1.5 mg L<sup>-1</sup> menghasilkan daun sebanyak 13.4 helai (8 MSK), penambahan IAA berpengaruh sangat nyata terhadap peubah jumlah akar dengan konsentrasi terbaik 1.5 mg L<sup>-1</sup> menghasilkan akar sebanyak 12.9 (8 MSK), IAA berpengaruh sangat nyata terhadap peubah tinggi tunas, pada konsentrasi 1.5 mg L<sup>-1</sup> sebesar 9.2 cm (8 MSK). Penambahan BAP berpengaruh nyata terhadap peubah jumlah daun pada konsentrasi 1 mg L<sup>-1</sup> sebanyak 11.9 helai (8 MSK), BAP berpengaruh sangat nyata terhadap peubah jumlah akar pada konsentrasi 2 mg L<sup>-1</sup> yaitu sebanyak 9.8 (8 MSK). Interaksi IAA dengan BAP berpengaruh nyata pada peubah jumlah daun, perlakuan BAP 3 mg L<sup>-1</sup> dengan konsentrasi IAA 1.5 mg L<sup>-1</sup> memberikan jumlah daun tertinggi pada 1 MSK. Percobaan III menunjukkan bahwa perlakuan IAA dengan BAP serta penambahan GA3 belum mampu menginduksi perkecambahan umbi Bawang Dayak hingga 8 MSK.

### DAFTAR PUSTAKA

George, E.F., P.O. Sherrington. 1984. Plant propagation by Tissue Culture. London: Exegetics Ltd.

- Gunawan, L.W. 1988. Teknik Kultur Jaringan. Laboratorium Kultur Jaringan. Bogor (ID): Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas (PAU).
- Hendaryono, D. 1994. Teknik Kultur Jaringan Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif- Modern. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Hidayat. 2007. Induksi pertumbuhan eksplan endosperm ulin dengan IAA dan Kinetin. Agritop. Indonesia 26(4):147-152.
- Kieber, J. Joseph. 2002. The Arabidopsis Book: Cytokinins. American Society of Plant Biologists. Carolina: University of North Carolina, Biology Department.
- Miryam, A., I. Suliansyah, A. Djamaran. 2008. Multiplikasi jeruk kacang (*Citrus nobilis* L.) pada beberapa konsentrasi NAA dan BAP pada media wpmm secara in vitro. Jerami. Indonesia 1(2):1-8.
- Rufaida, A., Waeniaty, Muslimin, I.N. Suwastika. 2013. Organogenesis tanaman bawang merah (*Alium ascalonicum* L) lokal Palu secara *in vitro* pada medium MS dengan penambahan IAA dan BAP. Online J. of Natural Science. Indonesia 2(2):1-7.
- Suharsi, T.K., N. Andini. 2013. Pertumbuhan tunas *sansevieria trifasciata* prain 'Laurenti' pada beberapa komposisi media tanam dan konsentrasi GA3. Bulletin Agrohortikultura. Indonesia. 1(1):89-93.
- Wattimena, G.A., L.W. Gunawan, N.A. Mattjik, E. Syamsuddin, N.M.A. Wiendi, A. Ernawati. 1992. Bioteknologi Tanaman. Bogor (ID): Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas (PAU).
- Wetherell, D.F. 1982. Pengantar Propagasi Tanaman Secara In vitro. IKIP. Semarang: Semarang Press.
- Woodward, W. Andrew, Bartel, Bonnie. 2005. Auxin: regulation, action, and interaction. Annals of Botany. 95:707-735.
- Yasmin. 2014. Pengaruh perbedaan waktu aplikasi dan konsentrasi GA3 terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.). J. Produksi Tanaman Indonesia. 2(5): 395-403.