

PENGARUH KONSENTRASI ASAM 2,4-DIKLOROFENOKSIASETAT TERHADAP PERTUMBUHAN DUA KLON TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) SECARA *IN VITRO*

THE EFFECT OF 2,4-DICHLOROPHENOXYACETIC ACID TO THE GROWTH OF TWO CLONES JAVANESE TURMERIC (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) *IN VITRO*

Yonita Cahya Ratri^{*)}, Mochammad Roviq, dan Ellis Nihayati

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Brawijaya University
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia
^{*)}Email: yonitacr@gmail.com

ABSTRAK

Temulawak adalah tanaman obat berimpang asli Indonesia yang memiliki khasiat sebagai obat terutama terhadap penyakit liver karena temulawak memiliki kandungan kurkumin dan xanthorrhizol. Temulawak klon Jember (UB₂) dan Temulawak klon Pasuruan (UB₃) merupakan dua klon unggul yang memiliki keunggulan dari segi bobot rimpang. Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) merupakan golongan auksin sintetik yang dapat digunakan dalam perbanyakan *in vitro* namun juga memiliki fungsi sebagai herbisida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh berbagai taraf konsentrasi 2,4-D terhadap pertumbuhan dua klon temulawak. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2015 hingga Desember 2016 di Laboratorium Kultur Jaringan Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2,4-D dengan konsentrasi yang tinggi terbukti memberikan pengaruh dalam menghambat pertumbuhan kedua klon temulawak.

Kata kunci: Temulawak, ZPT, 2,4-D, Browning, *In Vitro*

ABSTRACT

Javanese turmeric was Indonesian native medicinal plant which had efficacy as a

drug, especially against liver disease because its contain which were curcumin and xanthorrhizol. Javanese turmeric Jember clones (UB₂) and Javanese turmeric Pasuruan clones (UB₃) were two superior clones that had superiority on rhizome weight. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) is synthetic auxin that can be used on *in vitro* propagation but also had function as herbicide. The purpose of this research was to study the effect of various concentration of 2,4-D to the growth on both clones Javanese turmeric. This study was conducted in November 2015 until May 2016 at Tissue Culture Laboratory Department of Plant Cultivation, Brawijaya University, Malang. The results showed that 2,4-D with high concentration gave the effect by inhibiting the growth on both clones Javanese turmeric.

Keywords: Javanese Turmeric, PGR, 2,4-D, Browning, *in vitro*

PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) adalah tanaman obat berimpang asli Indonesia yang memiliki khasiat sebagai obat terutama terhadap penyakit liver karena temulawak memiliki kandungan kurkumin dan xanthorrhizol (Said, 2007). Temulawak klon Jember dan temulawak klon Pasuruan termasuk 2 klon unggul yang memiliki keunggulan dari segi bobot rimpang (Wardiyati *et al.*, 2010), namun dari

segi kandungan kurkumin kedua klon temulawak tersebut tergolong rendah (Depkes RI, 2008). Temulawak mengalami dormansi pada musim kemarau dan pecah dormansi pada musim penghujan (Adi *et al.*, 2015). Dormansi yang dialami temulawak mengakibatkan temulawak tidak dapat ditanam sepanjang musim, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan ketersediaan bahan tanam. Salah satu upaya untuk mengatasi kendala tersebut adalah dengan perbanyak melalui kultur *in vitro* (Syahid, 2007; Seswita, 2010; Kristina dan Syahid, 2012).

Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat merupakan zat pengatur tumbuh (ZPT) dari golongan auksin sintetik yang dapat digunakan sebagai pengatur pertumbuhan tanaman dalam medium *in vitro* (Alabadi *et al.*, 2008), namun umumnya digunakan sebagai herbisida (Gardner *et al.*, 2008). Berdasarkan hasil penelitian mikropropagasi tanaman dari genus zingiberaceae yang berasal dengan tujuan membentuk planlet, konsentrasi 2,4-D yang digunakan tergolong rendah yaitu berkisar antara $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ – $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ (Parthasarathy dan Sasikumar, 2006; Saensouk, 2011; Zuraida *et al.*, 2014). Belum diketahui pengaruh konsentrasi 2,4-D yang tinggi terhadap pertumbuhan tunas temulawak. Oleh karena itu, untuk mengetahui pengaruh 2,4-D pada konsentrasi tinggi dalam mempengaruhi pertumbuhan tunas temulawak, maka dilakukan penelitian menggunakan perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D terhadap dua klon temulawak secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2015 hingga Mei 2016 berlokasi di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan 3 kali ulangan dan 2 eksplan untuk setiap perlakuan. Perlakuan yang digunakan yaitu perlakuan klon temulawak sebagai faktor pertama dan taraf konsentrasi 2,4-D sebagai faktor ke dua.

Klon temulawak yang digunakan sebagai faktor pertama yaitu temulawak klon Jember (UB₂) dan temulawak klon Pasuruan (UB₃), sedangkan taraf konsentrasi 2,4-D (D) yang digunakan sebagai faktor kedua yaitu D₀= 2,4-D 0 ppm (kontrol), D₁= 2,4-D 1 ppm, D₂=

Tabel 1 Kombinasi Perlakuan antara Klon Temulawak dengan 2,4-D

| Perlakuan | UB ₂ | UB ₃ |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| D ₀ | UB ₂ D ₀ | UB ₃ D ₀ |
| D ₁ | UB ₂ D ₁ | UB ₃ D ₁ |
| D ₂ | UB ₂ D ₂ | UB ₃ D ₂ |
| D ₃ | UB ₂ D ₃ | UB ₃ D ₃ |
| D ₄ | UB ₂ D ₄ | UB ₃ D ₄ |

2,4-D 2 ppm, D₃= 2,4-D 4 ppm, dan D₄= 2,4-D 5 ppm. Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh sepuluh kombinasi perlakuan yang dijabarkan pada Tabel 1. Selain diperkaya dengan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D, media MS juga diperkaya dengan Benzil Adenin (BA) secara homogen yaitu dengan konsentrasi 3 ppm.

Pengamatan yang dilakukan yaitu pengamatan non destruktif yang diamati setiap minggu selama inkubasi (1-4 MSI) meliputi tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, dan warna eksplan. Pengamatan warna eksplan menggunakan alat *color chart Royal Horticultural Society* (RHS). Analisis data melalui transformasi akar ($\sqrt{x+0,5}$) khusus digunakan untuk data jumlah tunas, jumlah daun, dan jumlah akar. Analisis data menggunakan tabel analisis ragam/*anova*. Data yang menunjukkan pengaruh nyata kemudian akan dilakukan uji lanjut BNT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian berbagai taraf konsentrasi asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) pada media Murashige dan Skoog (MS) bertujuan untuk memberikan ZPT yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan eksplan tunas temulawak secara *in vitro*. 2,4-D merupakan golongan auksin sintetik yang biasa digunakan sebagai herbisida namun dalam konsentrasi tertentu mampu digunakan untuk membantu pertumbuhan

Tabel 2 Rerata Panjang Tunas Eksplan Temulawak

| Perlakuan | Rerata Panjang Tunas Temulawak (cm) pada berbagai umur (MSI) | | | |
|-----------------------------|--|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Klon temulawak | | | | |
| Jember (UB ₂) | 1,89 b | 2,13 b | 2,32 b | 2,93 |
| Pasuruan (UB ₃) | 1,62 a | 1,84 a | 1,93 a | 2,10 |
| BNT 5% | 0,23 | 0,26 | 0,34 | tn |
| Konsentrasi 2,4-D | | | | |
| 0 ppm (D ₀) | 2,81 b | 3,63 b | 4,02 b | 4,43 b |
| 1 ppm (D ₁) | 1,36 a | 1,44 a | 1,52 a | 1,58 a |
| 2 ppm (D ₂) | 1,63 a | 1,72 a | 1,79 a | 1,83 a |
| 4 ppm (D ₃) | 1,55 a | 1,61 a | 1,66 a | 1,75 a |
| 5 ppm (D ₄) | 1,42 a | 1,52 a | 1,59 a | 1,63 a |
| BNT 5% | 0,36 | 0,42 | 0,53 | 0,49 |

Keterangan: Bilangan yang didampingi notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNT 5%; tn= tidak berbeda nyata; MSI = Minggu Setelah Induksi.

Tabel 3 Rerata Jumlah Tunas Eksplan Temulawak

| Perlakuan | Rerata Jumlah Tunas Eksplan Temulawak (MSI) | | | |
|-----------------------------|---|------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Klon temulawak | | | | |
| Jember (UB ₂) | 0,03 | 0,07 | 0,10 a | 0,13 a |
| Pasuruan (UB ₃) | 0,13 | 0,20 | 0,33 b | 0,47 b |
| BNT 5% | tn | tn | 0,11 | 0,13 |
| Konsentrasi 2,4-D | | | | |
| 0 ppm (D ₀) | 0,17 | 0,33 | 0,75 b | 1,00 b |
| 1 ppm (D ₁) | 0,08 | 0,08 | 0,08 a | 0,17 a |
| 2 ppm (D ₂) | 0,17 | 0,17 | 0,17 a | 0,25 a |
| 4 ppm (D ₃) | 0,00 | 0,08 | 0,08 a | 0,08 a |
| 5 ppm (D ₄) | 0,00 | 0,00 | 0,00 a | 0,00 a |
| BNT 5% | tn | tn | 0,17 | 0,20 |

Keterangan: Bilangan yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNT 5%; MSI = Minggu Setelah Induksi; tn = tidak berbeda nyata; Data ditransformasi menggunakan transformasi akar ($\sqrt{x+0,5}$) untuk keperluan analisis statistik; Data yang tersaji berikut merupakan data asli.

eksplan pada medium kultur, Fungsi auksin secara umum yaitu untuk merangsang pemanjangan sel terutama di pucuk, merangsang pembelahan sel, memicu pembentukan tunas dan akar, serta penentuan pola tropisme dan secara khusus meningkatkan embriogenesis somatik pada kultur *in vitro* (Alabadi *et al.*, 2009; Zulkarnain, 2011). Pengaruh 2,4-D sebagai auksin sintetik terhadap pertumbuhan kedua klon temulawak dalam berbagai parameter pengamatan dijabarkan pada Tabel 2 – Tabel 7.

Tidak terjadi interaksi antara klon temulawak dengan konsentrasi 2,4-D dalam

mempengaruhi panjang tunas eksplan temulawak berdasarkan hasil analisa ragam. Hasil pengamatan pada Tabel 2 secara terpisah menunjukkan bahwa hasil analisis ragam klon temulawak terhadap panjang tunas pada umur 1-3 MSI (Minggu Setelah Induksi) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan hasil panjang tunas tertinggi pada perlakuan temulawak klon Jember (UB₂). Secara terpisah juga diketahui bahwa perlakuan D₀ (2,4-D 0 ppm) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam mempengaruhi panjang tunas temulawak dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 2,4-D lainnya.

Tabel 4 Rerata Jumlah Daun Eksplan Temulawak

| Perlakuan | Rerata Jumlah Daun Eksplan Temulawak (MSI) | |
|-----------------------------|--|--------|
| | 2 | 3 |
| Klon temulawak | | |
| Jember (UB ₂) | 0,07 | 0,20 |
| Pasuruan (UB ₃) | 0,03 | 0,17 |
| BNT 5% | tn | tn |
| Konsentrasi 2,4-D | | |
| 0 ppm (D ₀) | 0,25 | 0,92 b |
| 1 ppm (D ₁) | 0,00 | 0,00 a |
| 2 ppm (D ₂) | 0,00 | 0,00 a |
| 4 ppm (D ₃) | 0,00 | 0,00 a |
| 5 ppm (D ₄) | 0,00 | 0,00 a |
| BNT 5% | tn | 0,10 |

Keterangan: Bilangan yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNT 5%; MSI = Minggu Setelah Induksi; tn = tidak berbeda nyata; Data ditransformasi menggunakan transformasi akar ($\sqrt{x+0,5}$) untuk keperluan analisis statistik; Data yang tersaji berikut merupakan data asli.

Tabel 5 Rerata Jumlah Daun Eksplan Temulawak pada Umur 4 MSI

| Perlakuan | Konsentrasi 2,4-D | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | D ₀ | D ₁ | D ₂ | D ₃ | D ₄ |
| Klon temulawak | | | | | |
| Jember (UB ₂) | 1,50 b | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| Pasuruan (UB ₃) | 0,83 b | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| BNT 5% | | | 0,13 | | |

Keterangan: Bilangan yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNT 5%; MSI = Minggu Setelah Induksi; Data ditransformasi menggunakan transformasi akar ($\sqrt{x+0,5}$) untuk keperluan analisis statistik; Data yang tersaji berikut merupakan data asli

Hasil pengamatan pada Tabel 3 secara terpisah menunjukkan bahwa jumlah tunas tertinggi berdasarkan uji lanjut diperoleh pada perlakuan temulawak klon Pasuruan (UB₃) dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan temulawak klon Jember (UB₂). Sedangkan hasil uji lanjut perlakuan konsentrasi 2,4-D secara terpisah menunjukkan bahwa perlakuan D₀ (2,4-D 0 ppm) berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lain dan menunjukkan hasil penambahan jumlah tunas tertinggi pada umur 3-4 MSI.

Hasil pengamatan pada Tabel 4 secara terpisah menunjukkan hasil yang berbeda nyata hanya pada pada umur 3 MSI untuk faktor konsentrasi 2,4-D. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5% diketahui bahwa penambahan jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan D₀ (2,4-D 0 ppm/ kontrol) dan berbeda nyata

dibandingkan dengan perlakuan lain pada umur 3 MSI. Sedangkan pada umur 4 MSI terjadi interaksi antara klon temulawak dengan perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D (Tabel 5). Berdasarkan data pada Tabel 5 diketahui bahwa terjadi interaksi dan pengaruh nyata pada perlakuan klon temulawak dengan perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D, dimana baik pada temulawak klon Jember (UB₂) maupun temulawak klon Pasuruan(UB₃) jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan D₀ (2,4-D 0 ppm/kontrol).

Berdasarkan hasil pengamatan selama fase induksi poliploid, diketahui bahwa tidak terjadi interaksi antara klon temulawak dengan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D dalam mempengaruhi jumlah akar eksplan temulawak.

Tabel 6 Rerata Jumlah Akar Eksplan Temulawak

| Perlakuan | Rerata Jumlah Akar Eksplan Temulawak pada Fase Induksi Poliploid (MSI) | | |
|-----------------------------|--|--------|--------|
| | 2 | 3 | 4 |
| Klon temulawak | | | |
| Jember (UB ₂) | 0,03 | 0,20 | 0,33 |
| Pasuruan (UB ₃) | 0,10 | 0,27 | 0,50 |
| BNT 5% | tn | tn | tn |
| Konsentrasi 2,4-D | | | |
| 0 ppm (D ₀) | 0,33 b | 1,17 b | 2,08 b |
| 1 ppm (D ₁) | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| 2 ppm (D ₂) | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| 4 ppm (D ₃) | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| 5 ppm (D ₄) | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |
| BNT 5% | 0,11 | 0,24 | 0,26 |

Keterangan: Bilangan yang didampingi dengan notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNT 5%; MSI = Minggu Setelah Induksi; tn = tidak berbeda nyata; Data ditransformasi menggunakan transformasi akar ($\sqrt{x+0,5}$) untuk keperluan analisis statistik; Data yang tersaji berikut merupakan data asli.

Hasil pengamatan pada Tabel 6 secara terpisah menunjukkan bahwa perlakuan klon temulawak tidak berbeda nyata dalam mempengaruhi jumlah akar berdasarkan analisis ragam. Sedangkan Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5% diketahui bahwa penambahan jumlah akar eksplan temulawak tertinggi diperoleh pada perlakuan D₀ (2,4-D 0 ppm/ kontrol) dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lain pada umur 2-4 MSI.

Berdasarkan hasil pengamatan warna tunas temulawak selama induksi poliploid (Tabel 7) diketahui bahwa terjadi perubahan warna tunas pada eksplan yang diberi perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D. Respon perubahan warna eksplan untuk setiap perlakuan berbeda-beda setiap minggunya. Pada perlakuan kontrol (UB₂D₀ dan UB₃D₀) warna eksplan cenderung stabil dari awal inkubasi hingga akhir inkubasi. Sedangkan pada perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D terlihat perubahan warna eksplan hampir setiap minggunya. Warna eksplan awal sebelum diberi perlakuan berwarna hijau kekuningan terang (*brilliant yellowish green*) namun pada umur 1 MSI terdapat perlakuan yang menunjukkan perbedaan warna yaitu pada perlakuan UB₂D₁ (klon Jember dengan 2,4-D 1 ppm + BA 3 ppm), UB₂D₃ (klon Jember 4 ppm + BA 3 ppm), dan UB₃D₁ (klon Pasuruan dengan 2,4-D 1 ppm + BA 3

ppm). Kemudian pada umur 2 MSI hingga 4 MSI diketahui bahwa warna eksplan pada seluruh perlakuan berbagai taraf konsentrasi 2,4-D menghasilkan respon warna eksplan yang berbeda dari warna eksplan diberi perlakuan 2,4-D.

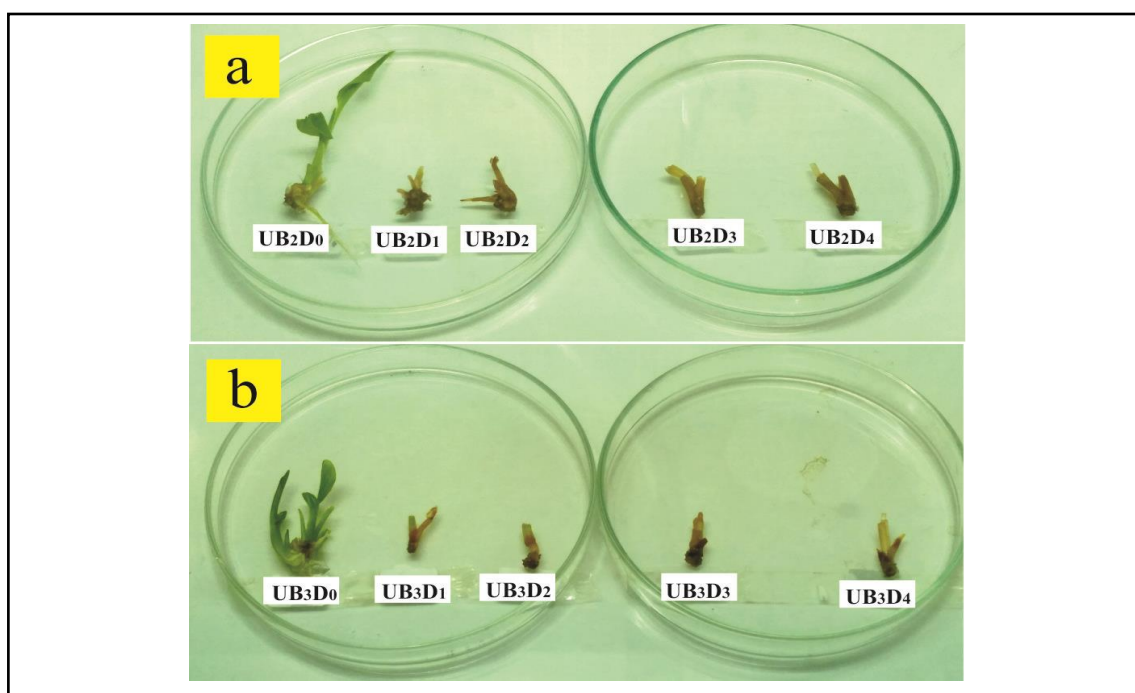
Konsentrasi 2,4-D terbukti tidak mampu meningkatkan pertumbuhan eksplan tunas temulawak baik dalam konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi. Fakta tersebut diduga dikarenakan auksin endogen dalam tunas temulawak cukup tinggi sehingga saat diberikan penambahan auksin eksogen justru menghambat pertumbuhan tunas tersebut (Gardner *et al.*, 2008). 2,4-D yang diaplikasikan pada media juga mempengaruhi perubahan warna eksplan temulawak (Gambar 1). Terlihat pada Gambar 1 warna eksplan berbeda-beda pada masing-masing perlakuan baik pada klon Jember maupun klon Pasuruan.

Perbedaan warna eksplan diduga merupakan respon eksplan terhadap pemberian 2,4-D dalam konsentrasi yang tinggi didukung dengan hasil penelitian sebelumnya terhadap kalus pada tanaman *Tetrastigma rafflesiae*, jarak pagar, dan pohon kurma yang juga menunjukkan warna kuning kecoklatan setelah lama diinkubasi didalam media MS dengan konsentrasi 2,4-D yang tinggi (Surya dan Idris, 2011; Lizawati, 2012; Al-Samir *et al.*, 2015).

Tabel 7 Warna Eksplan Tunas Temulawak selama Inkubasi

| Perlakuan | Warna Eksplan dan Eksplan Temulawak pada Fase Induksi Poliploid (MSI) | | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| UB ₂ D ₀ | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green |
| UB ₂ D ₁ | Light yellowish green | Brilliant greenish yellow | Strong greenish yellow | Strong greenish yellow |
| UB ₂ D ₂ | Brilliant greenish yellow | Strong greenish yellow | Deep greenish yellow | Deep greenish yellow |
| UB ₂ D ₃ | Light yellowish green | Deep greenish yellow | Deep greenish yellow | Deep greenish yellow |
| UB ₂ D ₄ | Brilliant yellowish green | Light yellowish green | Strong greenish yellow | Dark greenish yellow |
| UB ₃ D ₀ | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green | Brilliant yellowish green |
| UB ₃ D ₁ | Strong greenish yellow | Strong greenish yellow | Strong greenish yellow | Deep greenish yellow |
| UB ₃ D ₂ | Brilliant greenish yellow | Strong greenish yellow | Strong greenish yellow | Dark greenish yellow |
| UB ₃ D ₃ | Brilliant yellowish green | Deep greenish yellow | Deep greenish yellow | Deep greenish yellow |
| UB ₃ D ₄ | Brilliant yellowish green | Strong greenish yellow | Moderate yellow | Moderate yellow |

Keterangan: MSI = Minggu Setelah Induksi

**Gambar 1.** Perbandingan Warna Eksplan Tunas Temulawak

(Keterangan: a) Perbandingan warna eksplan masing-masing perlakuan temulawak klon jember (UB₂); b) Perbandingan warna eksplan masing-masing perlakuan temulawak klon pasuruan (UB₃).

Perubahan warna eksplan menjadi kecoklatan kemungkinan juga dikarenakan oleh adanya produksi etilen yang berlebih akibat respon pemberian 2,4-D karena 2,4-D yang diberikan pada tanaman dapat meningkatkan kandungan etilen dalam jaringan sampai 50 kali lipat sehingga memberikan dampak diantaranya seperti terhambatnya pertumbuhan akar (Gardner *et al.*, 2008). Gardner *et al.* (2008) menambahkan produksi etien yang tinggi akan memacu terjadinya *senescence* yang dicirikan dengan terjadinya penurunan kemampuan tumbuh tanaman dan perubahan warna tanaman yang semula hijau menjadi kekuningan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terjadi interaksi yang nyata antara perlakuan klon temulawak dan konsentrasi 2,4-D terhadap pertumbuhan temulawak. Masing-masing klon temulawak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan eksplan. Temulawak klon Jember berpengaruh nyata terhadap panjang tunas, sedangkan temulawak klon Pasuruan berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas. Masing-masing konsentrasi 2,4-D memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan temulawak. Konsentrasi 2,4-D yang semakin tinggi berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan eksplan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, E. B. M, S. Indrayani, dan E. S. Mulyaningssih. 2015. Pemecahan Dormansi Temulawak dengan Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(1): 105-108.
- Alabadi, D., M.A. Blazquez, J. Carbonel, C. Ferrandi, and M.A. Perez-Amador. 2008. Instructive Roles for Hormones in Plant Development. *Internationa Journal Development Biology* 53(8): 1-13.
- Al-samir, E. A. R. H., S. D. Al-Utbi, M. H. Abass. 2015. Phytotoxic Effect of 2,4-D and Dicamba on Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Tissue Cultures at Initiation Stage. *Advances in Agricultures and Botanic-International Journal of Bioflux Society* 7(2): 96-108.
- Basri, Z. 2008. Multiplikasi Empat Varietas Krisan melalui Teknik Kultur Jaringan. *Jurnal Agroland* 15(4): 271-277.
- Depkes RI. 2008. Farmakope Herbal Indonesia Edisi 1. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, dan R.L. Mitchell. 2008. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI-Press. Jakarta.
- Herawati, M.M., Pudjihartati, E., Pramono, Lizawati. 2012. Induksi Kalus Embriogenik dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan Penggunaan 2,4-D dan TDZ. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Jambi* 1(2): 75-87.
- Kristina, N.N. dan S.F. Syahid. 2012. Pengaruh Air Kelapa terhadap Multiplikasi Tunas *In Vitro*, Produksi Rimpang, dan Kandungan Xanthorrhizol Temulawak di Lapangan. *Jurnal Littri* 18(3): 125-134.
- Parthasarathy, V.A. and B. Sasikumar. 2006. Biotechnology of Curcuma. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 1(20): 1-9.
- Purnamaningsih, R. 2006. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi melalui Kultur *In Vitro*. *Jurnal Agrobiogen* 2(2): 74-80.
- Saensouk, P. 2011. Callus Induction and Plant Regeneration from Leaf Explant of *Cornukaempferia aurantiflora* Mood & Larsen. *Journal Botany* 43(5): 2415-2418.
- Said, A. 2007. Khasiat dan Manfaat Temulawak. PT. Sinar Wadja Lestari. Jakarta.
- Seswita, D. 2010. Penggunaan Air Kelapa sebagai Zat Pengatur Tumbuh pada

- Multiplikasi Tunas Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) In Vitro. *Jurnal Littri* 16(4): 135-140.
- Surya, N. W. and M. Idris. 2011.** A Preliminary Study on *In Vitro* Seed Germination and Rotted Callus Formation of *Tetrastigma rafflesiae* (Vitaceae). *Gardens' Bulletin Singapore* 63(1&2): 499-505.
- Syahid, S.F., 2007.** Pengaruh Retardan Paclobutrazol terhadap Pertumbuhan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Selama Konservasi *In Vitro*. *Jurnal Littri* 13(3): 93-97.
- Wardiyati, T., Y. Rinanto, T. Sunarni, dan N. Azizah. 2010.** Identifikasi Hasil dan Kurkumin pada *Curcuma xanthorrhiza* Dan *Curcuma domestica* Hasil Koleksi Di Jawa dan Madura. *Jurnal Agrivita* 32(1): 1-11.
- Zulkarnain. 2011.** Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya. Bumi aksara. Jakarta.
- Zuraida, A.R., F.L. Izzati, A. Nazrenna, Che Radziah, and S. Nur Asykin. 2014.** In Vitro Regeneration of *Curcuma caesia* Eksplans from Basal Part and Via Somatic Emryogenesis. *Advances in Bioscience and Biotechnology* 5(1): 363-372.