

## **Pengaruh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) DAN Benzyl Amino Purine (BAP) Terhadap Induksi Kalus Dari Berbagai Jenis Eksplan Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr.)**

### **The Effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) And Benzyl Amino Purine (BAP) On Callus Induction of Various Explants *Lansium domesticum* Corr.**

Mifta Ammaria Wulandari<sup>1</sup>, Sherina Silva<sup>1</sup>, Zaky Nuron Rizky<sup>1</sup>, Jumiani Sarianti<sup>1</sup>, Siti Zulaikha<sup>1</sup>, Amin Nurokhman<sup>1\*</sup>, Arif Yachya<sup>2</sup>, Tutut Handayani<sup>1</sup>, Syarifah<sup>1</sup>, Dini Afriansyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Negeri Fatah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, Indonesia

\*[aminurokhman\\_uin@radenfatah.ac.id](mailto:aminurokhman_uin@radenfatah.ac.id)

#### **Abstrak**

*Lansium domesticum* Corr. disebut Duku, tanaman endemik Indonesia yang buahnya memiliki nilai komersial. Pembentukan biji tanaman ini membutuhkan waktu yang relatif lama ( $\pm 15$  tahun) untuk perbanyakan secara konvensional. Mikropropagasi dengan teknik kultur jaringan tanaman dapat menjadi solusi. Pada tahap pertama mikropropagasi, diperlukan optimalisasi jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh untuk induksi kalus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon berbagai jenis eksplan Duku (seperti daun, tangkai daun, dan tangkai daun induk) terhadap kombinasi zat pengatur tumbuh (seperti 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP; 0,75 ppm 2,4-D + 0, 5 ppm BAP; 0,75 ppm 2,4-D + 0,75 ppm BAP; 0,75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP) pada induksi kalus. Eksplan dikultur pada *Wood Plant Medium* (WPM) dengan 30 g sukrosa dan 8 g agar selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 0,75 2,4-D + 0,75 BAP dengan eksplan induk tangkai daun paling baik untuk pembentukan kalus. Ciri-ciri kalus yang terbentuk berwarna putih kekuningan dengan tekstur yang kompak.

Kata kunci: *Lansium domesticum* Corr., Induksi Kalus, Zat Pengatur Tumbuh, Jenis Eksplan.

#### **Abstract**

*Lansium domesticum* Corr. is called Duku, an endemic Indonesian plant whose fruit has commercial value. The formation of the seeds of this plant takes a relatively long time ( $\pm 15$  years) for conventional propagation. Micropropagation with plant tissue culture techniques can be a solution. In the first phase of micropropagation, optimization of the type and concentration of growth regulators for callus induction is needed. This study aimed to determine the response of various types of duku explants (such as leaves, petioles, and mother petioles) to combinations of growth regulators (such as 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP; 0.75 ppm 2,4-D + 0, 5 ppm BAP; 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP; 0.75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP) in callus induction. The explants were cultured on *Wood Plant Medium* (WPM) with 30 g sucrose and 8 g agar for 28 days. The results showed that the concentration of 0.75 2,4-D + 0.75 BAP with leaf stalk mother explants was the best for callus formation. The characteristics of the callus formed were white-yellow with a compact texture.

Keywords : *Lansium domesticum* Corr., Callus induction, Growth regulators, Types of explants.

## **PENDAHULUAN**

Tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) merupakan tanaman musiman yang termasuk pada ordo Sapindales dan famili Meliaceae (Hanum, 2013; Orwa *et al.*, 2009; Tjitrosoepomo, 2010). Tanaman duku dapat tumbuh di wilayah tropis terutama pada kawasan Asia Tenggara (Hanum, 2013; Rahmawaty *et al.*, 2020). Di Indonesia duku termasuk tanaman endemik yang dapat ditemukan di pulau Sumatera (Triyono, 2013).

Salah satu tanaman duku yang unggul

di pulau Sumatera berasal dari Provinsi Sumatera Selatan, Kabupaten Ogan Komering Ilir (Sugiarto & Marisa, 2018; Dinas Pertanian Sumsel, 2001). Tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) di Provinsi Sumatera Selatan mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi yang berperan sebagai sentra produksi duku nasional di Indonesia (Badan Pusat Statistik Nasional, 2018; Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020; Fidiana, 2013; Zulkarnain, 2010). Tanaman duku memiliki banyak manfaat

untuk segala bidang, salah satunya di bidang kesehatan yang berguna sebagai antioksidan dan antibakteri dalam mencegah sebuah penyakit pada tubuh manusia (Arung et al., 2009 ; Darmadi, 2018; Sawean et al., 2006). Banyaknya manfaat yang terkandung pada tanaman duku ini membuat permintaan bibit tanaman duku di sentral pembibitan tanaman duku menjadi meningkat (Supriyono, 2007).

Perbanyak bibit tanaman duku saat ini masih dilakukan dengan menggunakan perbanyak generatif melalui biji (Sugiarto, 2018). Namun, perbanyak melalui biji membutuhkan waktu kurang lebih 15 tahun untuk menghasilkan bibit duku. sehingga dalam mengatasi permasalahan tersebut, peneliti melakukan percobaan teknik kultur jaringan dalam memperbanyak bibit tanaman duku (Deroes dan Wijaya, 2010).

Salah satu teknik perbanyak tanaman yang dilakukan secara aseptik dengan cara memanfaatkan sel, jaringan, dan organ pada suatu tanaman disebut dengan teknik kultur jaringan (Street, 1977). Kelebihan teknik perbanyak secara kultur jaringan ini adalah dapat menghasilkan bibit tanaman dalam waktu yang singkat dengan jumlah yang banyak dan sejenis (Rana, 2019). Adapun faktor yang dapat membantu keberhasilan dari teknik kultur jaringan yaitu adanya pemakaian zat pengatur tumbuh (ZPT)

sebagai pengatur pertumbuhan eksplan (Lizawati, 2012).

Zat pengatur tumbuh terbagi menjadi dua golongan yaitu auksin dan sitokinin (Gunawan, 1992). Hormon auksin yang digunakan untuk penelitian ini adalah 2,4-*Dichlorophenoxyacetic Acid*. Dan untuk hormon sitokinin yang digunakan pada penelitian ini adalah *Benzyl Amino Purin* (BAP). Menurut Sitingk dkk., (2006), kombinasi hormon 2,4-D dan BAP merupakan dua kombinasi yang baik dalam membantu induksi pada suatu eksplan.

Bagian organ tanaman yang digunakan sebagai eksplan pada penelitian ini adalah daun (*folium*), tulang daun (*penninervis*), dan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*). Setiap organ, jaringan, dan sel tanaman dapat digunakan sebagai eksplan tanaman yang dapat melakukan penginduksian kalus (Zulkarnain, 2009). Dalam membantu pertumbuhan dan pembentukan eksplan dalam menginduksi kalus, maka diperlukan adanya kombinasi zat pengatur tumbuh dengan media kultur *Woody Plant Medium* (WPM) yang berfungsi sebagai media kultur khusus untuk tanaman sebagai media kultur khusus untuk tanaman berkayu (Suparwoto dan Hutapea, 2005). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon dari berbagai jenis eksplan tanaman duku terhadap beberapa konsentrasi zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP dalam menginduksi kalus.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan di Laboratorium Terpadu MIPA di Ruang *Tissue Culture*, Kampus B Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.

**Bahan :** Eksplan tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) yang digunakan berasal dari tempat pembibitan di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia.

**Induksi Kalus :** Daun, tulang daun, dan ibu tangkai daun *Lansium domesticum* Corr. dicuci dengan larutan sunlight dan dibilas dalam air mengalir, kemudian disterilkan

dengan 5% clorox untuk tulang daun dan daun serta 10% clorox untuk ibu tangkai daun diperlukan waktu sebanyak 5 menit, yang dilanjutkan dengan proses pembilasan dengan air steril sebanyak tiga kali (Nurokhman et al., 2018). Eksplan daun dipotong  $\pm 1 \times 1$  cm. sedangkan tulang daun dan ibu tangkai daun dipotong dengan ukuran 0,5 – 1 cm dan diinokulasi dalam media WPM yang ditambahkan dengan 30 g sukrosa, 8 g agar-agar dengan zat pengatur tumbuh 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP ; 0.75 ppm 2,4-D + 0.5 ppm BAP ; 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP ; 0.75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP. Pemeliharaan eksplan dilakukan

dengan memperhatikan faktor eksternal dari pertumbuhan kalus yaitu dengan suhu  $\pm$

25°C dibawah lampu neon 20 watt selama 1 bulan (28 hari).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi dari kombinasi hormon pada induksi kalus terhadap eksplan ibu tangkai daun dengan konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP (Gambar 1.a) adalah salah satu perlakuan terbaik dibandingkan konsentrasi yang lain. Sedangkan pada konsentrasi 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP adalah konsentrasi yang tidak mengalami respon terhadap pembentukan induksi kalus. Pada penelitian induksi kalus dari eksplan Jeruk Kasturi menggunakan 2,4-D dan BAP menunjukkan hasil induksi kalus terbaik dengan konsentras 2 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP (Mahadi dkk., 2017). Hasil Penelitian induksi kalus tanaman Binahong menunjukkan kombinasi konsentrasi terbaik. 1.5 ppm 2,4-D + 1.5 ppm BAP. Berdasarkan hasil penelitian induksi kalus tanaman Akasia menunjukkan bahwa konsentasi ZPT terbaik yaitu 4 ppm 2,4-D + 0.5 ppm BAP (Wahyuningtyas, 2014).

Menurut Robles *et al.* (2016), menyatakan beberapa manfaat penggunaan hormon 2,4-D dari golongan auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, memacu pertumbuhan dan perkembangan kalus kemampuan sel meningkat, megurangi tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas serta pengembangan dinding sel. Sedangkan benzyl amino purin sendiri merupakan hormon golongan sitokinin yang berfungsi menginduksi pembelahan sel, membantu perkembangan embrio serta menahan degradasi klorofil dan menunda penuaan organ tumbuhan (Panjaitan, 2005). Konsentrasi 2,4-D yang optimum dalam kultur jaringan yaitu sebesar 0.5 ppm dan semakin besar konsentrasi yang digunakan akan menghasilkan kalus yang bertekstur kompak (Rasud dkk., 2019). Menurut Wiraatmaja (2017), suatu tumbuhan memiliki hormon sendiri (hormon endogen) berupa auksin dan sitokinin yang bekerja secara berlawanan atau antagonis. Tanpa penambahan ZPT dari luar suatu tumbuhan dapat terpengaruh pertumbuhan dan

perkembangannya karena hormon endogen tersebut (Fithriyandini, 2015).

Variasi dari kombinasi zat pengatur tumbuh pada induksi kalus terhadap eksplan tulang daun dengan konsentasi 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP merupakan konsentrasi terbaik yang mengalami respon terhadap pembentukan induksi kalus eksplan tulang daun yang menunjukkan hasil perubahan warna kalus yaitu warna putih kekuningan dengan tesktur kalus kompak. Hasil yang sama di tunjukan oleh penelitian Wijayadkk., (2012), menyatakan bahwa konsentrasi 2 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP adalah konsentrasi yang terbaik dalam menginduksi kalus berwarna putih dengan tekstur kompak pada tanaman Pulesari (*Alyxia reinwardii* Blume). Hal ini dapat terjadi dikarenakan hormon auksin dan sitokinin memiliki efektivitas yang baik dalam membantu penginduksian kalus dengan cara pembelahan sel secara aktif.

Sedangkan untuk konsentasi 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP merupakan konsentrasi yang tidak mengalami respon terhadap pembentukan induksi kalus. Pada konsentasi tersebut eksplan tulang daun tidak mengalami pembentukan kalus, namun mengalami perubahan warna menjadi coklat. Hasil yang sama di tunjukan oleh penelitian Rahayu & Suharyanto (2020), menyatakan bahwa konsentasi 0 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP adalah konsentasi yang tidak mampu menginduksi kalus eksplan tanaman Tempuyung (*Souchus arvenis* L.). Hal ini diduga karena konsentasi hormon endogen dalam tanaman tidak mencukupi untuk melakukan pembentukan induksikalus, sehingga perlu adanya zat pengatur tumbuh yang membantu pembentukan induksi kalus tersebut.

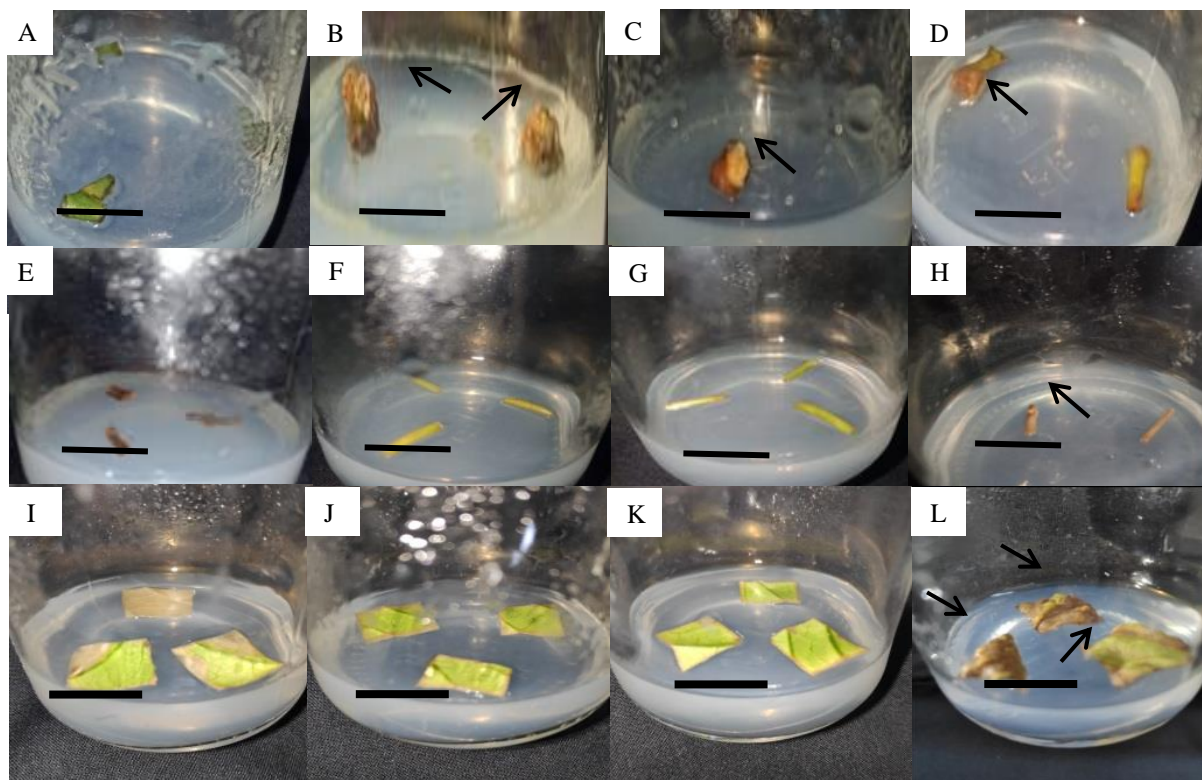
Berdasarkan variasi berbagai kombinasi konsentrasi ZPT pada induksi kalus terhadap eksplan daun dengan konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D dan 1 ppm BAP

adalah suatu perlakuan terbaik dibandingkan konsentrasi yang lain. Kalus pertama kali terbentuk dari minggu ke -3 dan tetap bertahan sampai minggu ke -4. Kalus berwarna kuning kecoklatan namun juga mengalami pembengkakan. Pada konsentrasi kontrol BAP tidak menunjukkan konsentrasi yang signifikan. Eksplan daun tidak mengalami pembentukan terhadap induksi kalus, namun mengalami perubahan warna menjadi coklat (*browning*).

Dalam penelitian (Lizawati dkk., 2012) menunjukkan keberhasilan dengan kombinasi konsentrasi ZPT 4 ppm 2,4-D + 0.5 ppm BAP mampu menginduksi eksplan daun muda durian dengan optimal. Sedangkan persentase tertinggi yaitu 30% pada perlakuan 5 ppm 2,4-D. Dalam hal ini diduga tepatnya kombinasi konsentrasi dari ZPT yang digunakan, karena diperlukan konsentrasi yang seimbang dan tepat di dalam media kultur antara hormon dari golongan auksin dan sitokinin agar kalus dapat tumbuh dengan optimal. Konsentrasi dari ZPT auksin dalam media kultur dapat membantu proses penginduksian kalus pada masing-masing eksplan tanaman duku. Adapun fungsi dari

kombinasi kedua ZPT tersebut adalah untuk melakukan proses pembelahan secara kontinu pada kurun waktu yang tepat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hormon 2,4-D berfungsi dalam menginisiasi pembentukan kalus, serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan kalus secara signifikan. Hal ini sama dengan hasil penelitian oleh Collin dan Edward (1998), menyatakan konsentrasi auksin 5 ppm merupakan konsentrasi yang paling baik dalam menginduksi kalus.

Hal ini menunjukkan perbedaan dengan penelitian Indah & Ernavitalini (2013), menyatakan bahwa konsentrasi yang terbaik adalah 0.5 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP. Konsentrasi hormon auksin yang rendah dapat memacu pertumbuhan kalus. Selain media dan ZPT, Rahayu (2003) melaporkan salah satu faktor keberhasilan terbentuknya kalus adalah keberadaan cambium pada eksplan. Eksplan dari tumbuhan yang memiliki cambium dilaporkan akan lebih mudah menginduksi kalus. Faktor inilah yang menyebabkan eksplan petiol lebih mudah untuk menginduksi kalus dibandingkan pada eksplan daun.



**Gambar 1.** Morfologi kalus *Lansium domesticum* Corr. pada zat pengatur tumbuh dan jenis eksplan yang berbeda setelah period kultur 90 hari; (A-D) eksplan ibu tangkai daun (*petiolus communis*), (E-H) eksplan tulang daun (*penninervis*), (I-L) eksplan daun (*folium*). bar = 1 cm

Morfologi kalus yang terbentuk pada penelitian ini yaitu pada induksi kalus pada eksplan ibu tangkai daun duku pada konsentrasi 0 ppm 2,4-D + 0 BAP menunjukkan adanya pembengkakan pada eksplan (Gambar 1.A). Pada induksi kalus dengan konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 0.5 BAP dan 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 BAP terbentuk kalus berwarna putih kekuningan dengan tekstur remah (Gambar 1.B-C). Selain itu pada konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 1 BAP menunjukkan morfologi kalus berwarna kuning kecoklatan dan bertekstur kompak (Gambar 1.D). Sedangkan pada induksi kalus eksplan tulang daun mengalami perubahan morfologi berupa warna kalus yang berwarna putih kuning dengan tekstur kalus kompak pada konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 BAP (Gambar 1.H). Selain itu pada induksi kalus eksplan daun duku mengalami pertumbuhan

pada kombinasi konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP (Gambar 1.L), namun pada konsentrasi lainnya tidak mengalami pertumbuhan morfologi eksplan.

Kalus remah mempunyai ciri fisik kalus dengan tekstur lunak karena terdapat ruang antar sel. Sedangkan pada kalus kompak mempunyai ciri fisik kalus dengan tekstur yang lebih padat dan keras karena sel-selnya tersusun dengan rapat (Sugiyarto & Kuswandi, 2014). Induksi kalus memiliki warna yang bermacam-macam yaitu ada yang memiliki warna kuning, putih bening, putih kecoklatan, putih kekuningan, kuning kecoklatan, coklat kehitaman, coklat dan hitam. Kalus yang mempunyai warna putih kekuningan menunjukkan bahwa kalus mempunyai sel dewasa yang masuk dalam fase pembelahan sel aktif (Rahayu dkk., 2020)

**Tabel 1.** Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Morfologi dan Persentase Induksi Kalus Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr.)

Jenis Eksplan	Zat Pengatur Tumbuh (ppm)		Morfologi Kalus		Pesentase Induksi Kalus
	2,4-D	BAP	Warna	Tesktur	
Daun	0	0	-	-	0%
	0,75	0,5	-	-	0%
	0,75	0,75	-	-	0%
	0,75	1	Kuning kecoklatan	Kompak	50%
Tulang Daun	0	0	-	-	0%
	0,75	0,5	-	-	0%
	0,75	0,75	Putih kekuningan	Kompak	16.67%
	0,75	1	-	-	0%
Ibu Tangkai Daun	0	0	Putih kekuningan	Remah	33.3%
	0,75	0,5	Putih kekuningan	Remah	66.7%
	0,75	0,75	Putih kekuningan	Remah	83.3%

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah munculnya kalus pada eksplan daun duku didapatkan data pada kombinasi konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP dengan persentase 50%. Hal ini berbanding lurus dengan penelitian Nurokhman *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa induksi kalus eksplan daun dari tanaman Sambung Nyawa didapatkan persentase 100% dengan kombinasi konsentrasi 0.1 ppm 2,4-D + 0.1 ppm BAP. Begitu juga dalam penelitian Waryastuti dkk. (2017) juga didapatkan hasil bahwa penambahan kombinasi konsentrasi ZPT

yang berhasil ialah 2 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP dengan persentase tumbuh kalus sebesar 100%, sehingga dengan penambahan auksin (2,4-D) dan sitokinin (BAP) tersebut dapat membentuk kalus. Perbedaan laju pertumbuhan kalus dipengaruhi karena faktor kecepatan pembelahan sel yang dapat disebabkan akibat pemberian kombinasi konsentrasi hormon 2,4-D dan BAP, didukung juga karena umur jaringan eksplan yang digunakan, kemampuan jaringan menyerap zat-zat hara, kondisi genetik eksplan, jenis eksplan tumbuhan yang digunakan serta faktor

eksternal lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan dan kandungan oksigen. (Robles *et al.*, 2016).

Kemudian pada hasil pengamatan pada induksi kalus eksplan tulang daun duku didapatkan data pada perlakuan 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP dengan persentase 16.7%. Hal ini berbanding lurus dengan penelitian Mahadi dkk., (2017), menyatakan bahwa pada konsentrasi 2 ppm 2,4-D + 2 ppm BAP adalah konsentrasi yang menghasilkan persentase tumbuh kalus sebesar 100%. Perbedaan ini dapat terjadi karena eksplan yang digunakan pada penelitian Mahadi dkk., (2017) memiliki sifat merismatik dan terdapat hormon endogen pada eksplan yang aktif membelah, serta berkombinasi dengan hormon eksogen yaitu 2,4-D dan BAP, sehingga sel-sel mampu melakukan poriferasi membentuk induksi kalus.

Hasil pengamatan jumlah munculnya kalus pada eksplan ibu tangkai daun duku didapatkan data persentase pada setiap kombinasi perlakuan. Perlakuan kontrol menunjukkan adanya pertumbuhan kalus dari 2 eksplan dengan persentase 33.3%. Kemudian pada perlakuan 0.75 ppm 2,4-D + 0.5 ppm BAP terdapat 4 eksplan yang tumbuh menjadi kalus dengan persentase 66.7%. Selanjutnya pada perlakuan 0.75 ppm 2,4-D + 0.5 ppm BAP kalus dari 5 eksplan menghasilkan persentase tumbuh kalus 83.3%. Sedangkan pada perlakuan 0.75 ppm 2,4-D + 1 ppm BAP terdapat 2 eksplan yang tumbuh kalus dengan persentase 33.3%.

Hasil persentase induksi kalus ini menunjukkan hasil yang berbanding lurus dengan penelitian Sari (2018) yang menyatakan bahwa persentase sebesar 73.33% dihasilkan dengan kombinasi konsentrasi 1 ppm 2,4-D + 0 ppm BAP. Hasil yang sama ditunjukkan oleh penelitian Nurokhman *et al.* (2019), menyatakan bahwa induksi kalus eksplan nodus dan internodus dari tanaman Sambung Nyawa didapatkan persentase 100% dengan kombinasi konsentrasi 0.1 ppm 2,4-D + 0.1 ppm BAP. Selain itu sejalan juga pada penelitian Mufidatunniswah (2017) dengan kombinasi 1 ppm + 0 ppm BAP dapat menghasilkan kalus pada eksplan sebesar 100%. Ariati (2012) menyebutkan bahwa kombinasi konsentrasi yang dibutuhkan suatu eksplan tergantung pada genotipe eksplan tumbuhan, jenis eksplan, kondisi kultur serta jenis dari ZPT itu sendiri.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut

dapat diketahui bahwa konsentrasi yang baik dalam memberikan respon pertumbuhan dan perkembangan induksi kalus yaitu pada konsentrasi 0.75 ppm 2,4-D + 0.75 ppm BAP. pada eksplan ibu tangkai daun yang menunjukkan perubahan morfologi kalus berupa warna kalus putih kekuningan dengan tekstur remah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudari Alfia Rahma Kurniawati, Adelia Rizki Pancasari dan Tiara Ulandari atas dukungan dan bantuannya penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariati, S. N. (2012). Induksi Tanaman Kakao pada Medium MS dengan Penambahan 2,4-D. *Jurnal Natural Science*, 1(1): 74 – 84.
- Arung, E.T., I.W. Kusuma, E.O. Christy, K. Shimizu, dan R. Kondo. (2009). Evaluation of Medicinal Plants From Central Kalimantan for Antimelanogenesis. *J Nat Med. Experim. Et Applicata*. 38: 29-34.
- Badan Pusat Statistik Nasional. (2018). *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Kementerian Pertanian: Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Collin, H. A., & Edward. (1998). *Plant Cell Culture*. UK: Bios Scientific Publisher, 103-112.
- Darmadi., Dimas, P., & Setiawan, S. E. (2018). Efektifitas Ekstrak Kulit Duku (*Lansium domesticum* Corr.) Terhadap Mortalitas Pedikulus humans capitis Sebagai Penyebab Pedikulosis Pada Anak. *Jops*. 1 : 11 – 19.
- Deroes, K. M. dan Wijaya, A. (2010). Current condition and potency of duku (*Lansium domesticum* Corr.) development. *Jurnal Pembangunan Manusia* 4 (11) : 1-7.
- Dinas Pertanian Sumsel. (2001). *Kajian Informasi Unggulan Pertanian Provinsi Sumatera Selatan*. Palembang: Dinas Pertanian Bekerjasama Dengan Masyarakat Agribisnis dan Agroindustri Sumatera Selatan.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. (2020). *Kebijaksanaan, Strategi, dan Program Pengembangan Produksi*

- Hortikultura*. Jakarta : Departemen Pertanian.
- Fidiana, D. F., Mifbakhuddin dan Nurullita, U. (2013). Daya Bunuh Ekstrak Kulit Duku (*Lansium domesticum* Corr.) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 8(2) : 22 –29.
- Fithriyandini, A., Dawam, M. M., Wardiyati, T. (2015). Pengaruh Media Dasar dan 6-benzylaminopurine (BAP) Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Nodus Tangkai Bunga Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis*) Dalam Perbanyakkan Secara In Vitro. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 43–49.
- Gunawan, L. W. (1995). *Teknik Kultur In Vitro Dalam Hortikultura*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Hanum. L. & Kasiamdari, R. (2013). Tumbuhan Duku: Senyawa Bioaktif, Aktivitas Farmakologis dan Prospeknya Dalam Bidang Kesehatan. *Jurnal Biologi Papua*. 5 (2) : 84–3.
- Indah, P. N., & Ermavitalini, D. (2013). Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 2,4-D dan BAP. *Jurnal Sains dan Semi Pomits*, 2(1), 1-6.
- Lizawati. Neliyati, & Desfira. (2012). Induksi Kalus Eksplan Daun Durian (*Durian zibethius* Murr.) Pada Beberapa Kombinasi 2,4-D dan BAP. *Jurnal Agrikultural*. 1(1) : 19 – 25.
- Mahadi, I., Syafi'i, W., & Sari, Y. (2017). Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Menggunakan Hormon 2,4-D dan BAP dengan Metode in vitro. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 84-89.
- Mufidatunniswah, S. (2017). Induksi Kalus Embriogenik Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) dengan Kombinasi 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan 6-Benzyl Amino Purine (BAP) Secara In-Vitro. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Nurokhman, A., Tahani, N. A., Faizah, H., Utami, E. S. W. and Manuhara, Y. S. W. (2018). Influence of Combination of Sucrose Concentration and Immersion Frequency on Biomass and Flavonoid Production of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr Callus Culture in Temporary Immersion Bioreactor. *Journal of Bioscience*, 6(12) : 748 – 754.
- Nurokhman, A., Faizah, H., Sugiharto, Utami, E. S. W. and Manuhara, Y. S. W. (2019). Effect of Plant Growth Regulator and Explant Types on in vitro Callus Induction of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. *Research Journal of Biotechnology*, 14 (9) : 102 – 107.
- Orwa, C., A. Mutua, Kondt, R., Jamnadass, R., dan S. Anthony. (2009). *Agroforestry Database: a Tree Reference and Selection Guide Version 4.0*. Kenya: World Agroforestry Center.
- Panjaitan E. (2005). Respon pertumbuhan tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) terhadap Pemberian BAP dan NAA secara in vitro. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* 3(3): 45-51.
- Rahayu, B., Solichatun, & Anggarwulan, E. (2003) Pengaruh Asam 2,4-D Terhadap Pembentukan dan Pertumbuhan Kalus Serta Pada Kandungan Flavonoid Kultur kalus (*Acalypha indica*) . *Biofarmasi*. 1(1): 45 – 51.
- Rahayu, S. dan Suharyanto. (2020). Induksi Kalus 2,4-D dan BAP pada Eksplan Daun Vegetatif dan Generatif Tempuyung (*Souchus arvensis* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3) : 479 – 486.
- Rahmawaty, A. S., & Richie, E. (2020). Rancangan Acak Lengkap (RAL) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4 (1) : 54 – 62.

- Rana, S. D., Dewi, R.P., Adjie, A.P., Isda, M.N. (2019). Respon Poliembrioni Dari Biji Duku (*Lansium domesticum* Corr.) yang Dibelah Tiga Secara *In Vitro*. *Biota*, 4 (2) : 63-69.
- Rasud, Y., Basri, Z., Sahiri, N. (2019). Induksi kalus cengkeh dari ekspansi daun menggunakan 2,4-D secara *in vitro*. *JPEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian* 2(2): 1-10.
- Robles. M., Rosa, B., & Gueroud, F. (2016). Establishment of Callus and Cell Suspensions of Wild and Domesticated *Opuntia* Species: Study on Their Potensial as a Source of Metabolite Production. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*.124 (1) : 181 – 189.
- Ru, Z., Lai, Y., Xu, C., and Li, L. (2013) . *Polyphenol oxidase* (PPO) in Early Stage of Browning of Phalaenopsis Leaf Explants. *Journal of Agricultural Science*, 5 (9) :57-64.
- Sari D E. 2018. Pengaruh 2,4-D Dan BAP Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Daun Wungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff). *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Sawean,N., J.D. Sutherland and K. Chantrapromma. (2006). Antimicrobial Tetran ort-erpenoids From The Seeds Of *Lansium domesticum* Corr. *Phytochem*, 67 : 2288-2293.
- Sitinjak, R., Rostiana, Karyono, & Supriantum. (2006). Pengaruh 2,4-D dan BAP Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Pada Kultur Meristem Jahe. *Jurnal Ilmiah Nasional*. 8(2) : 115-120.
- Street, H. E. (1977). Introduction In Plant Tissue and Cell Culture. *International Journal Scientific Publications*. 1(1) : 1–10.
- Sugiarto, A., & Marisa, H. (2018). *Ekologi Duku Komering*. Palembang: Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Sugiyarto, L. dan Kuswandi, P. C. (2014). Pengaruh 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan *Benzyl Aminopurin* (BAP) Terhadap Pertumbuhan Kalus Daun Binahong (*Anredera cordifolia* L.) serta Analisis Kandungan Flavonoid Total. *Jurnal Saintek Binahong*.
- Suparwoto dan Hutapea, (2005). *Potensi Aktual Dan Komersialisasi Tanaman Duku Di Sumatera Selatan*. Maluku :BPTP Universitas Pattimura.
- Supriyono. (2007). Pengujian lethal dosis (LD50) ekstrak etanol biji buah duku (*Lansium domesticum* Corr.) pada mencit (*Mus musculus*). *Naskah Skripsi S1*. Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tjitrosoepomo, G. (2010). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta, Edisi Ke-10)*. Yogyakarta: Gajdah Mada University Press.
- Triyono, K. (2013). Keanekaragaman Hayati dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Jurnal Inovasi Pertanian*. 11 (1) : 439 – 451.
- Waryastuti, D. E., Setyobudi, L., & Wardiyati, T. (2017). Pengaruh Tingkat Kosentrasi 2,4-D dan BAP Pada Media MS Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(1): 140 – 149.
- Wahyuningtyas, L. (2014). Induksi Kalus Akasia (*Acacia mangium*) Dengan Penambahan Kombinasi 2,4-D dan BAP Pada Media MS. *Undergraduatethesis*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Wijaya, N. R., Suharto, D. dan Sudrajad, H. (2017). Pengaruh BAP dan 2,4-D Terhadap Inisiasi dan Pertumbuhan Kalus Pulesari (*Alyxia reinwardii* Blume). *Jurnal Pertanian Agros*. 19(1) : 37 – 44.
- Wiraatmaja, I. W. (2017). *Zat pengatur*



*Tumbuh Auksin dan Cara Penggunaannya Dalam Bidang Pertanian.* Fakultas Pertanian: Universitas Udayana, Bali.  
Zulkarnain. (2009). *Kultur Jaringan*

*Tanaman.* Jakarta: Bumi Angkasa.  
Zulkarnain. (2010). *Dasar-Dasar Hortikultur Pertanian Organik.* Jakarta: Bumi Angkasa.