

**Pengaruh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Dan Benzyl Amino Purine (Bap)
Terhadap Induksi Tunas Dari Eksplan Folium Dan Petiolus communis Tanaman Duku
(*Lansium domesticum* Corr.)**

**The Effect Of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) And Benzyl Amino Purine (BAP)
On Shoot Induction From Folium And Petiolus Communis Exsplants Of Duku Plant
(*Lansium domesticum* Corr.)**

Jumiani Sarianti¹, Siti Zulaikha¹, Miftah Amaria Wulandari¹, Sherina Silva¹, Zaky Nuron Rizky¹, Amin
Nurokhman¹, Arif Yachya²

¹Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Sumatera Selatan, Indonesia.

²Universitas PGRI Adi Buana Buana, Surabaya, Indonesia

¹aminnurokhman_uin@radenfatah.ac.id

Abstrak

Tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) adalah tanaman endemik Indonesia yang memiliki rasa yang khas dan bermanfaat pada bidang kesehatan. Disamping itu permintaan benih duku semakin meningkat, sehingga memerlukan teknik perbanyakan secara cepat dalam skala besar. Hal tersebut dapat dicapai melalui teknik kultur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP terhadap eksplan daun (folium) dan ibu tangkai daun (petiolus communis) dalam menginduksi tunas. Eksplan daun dan ibu tangkai daun diinisiasi menggunakan media WPM (Woody Plant Medium) dengan 4 macam kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP yang terdiri dari 0.0 ppm (2,4-D) + 0.0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.5 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP). Hasil penelitian menunjukkan pemberian hormon 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP) pada eksplan daun dan 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP) pada eksplan ibu tangkai daun merupakan kombinasi zat pengatur tumbuh paling optimal, hal ini ditandai dengan adanya respon pertumbuhan eksplan yaitu terbentuknya kalus berwarna kuning kecoklatan pada eksplan.

Kata kunci: Induksi Tunas, Kultur Jaringan, Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr.), Woody Plant Medium (WPM), Zat pengatur tumbuh.

Abstract

Duku (*Lansium domesticum* Corr.) is an endemic plant of Indonesia that has a distinctive taste and is beneficial in the health sector. Besides that, the demand for duku seeds is increasing, so it is proven by the rapid propagation technique on a large scale. This can be achieved through tissue culture techniques. This study aimed to determine the effect of the growth regulators 2,4-D and BAP on Folium explants and Petiolus communis explants in inducing shoots. Leaf explants and leaf stalks were initiated using WPM (Woody Plant Medium) media with 4 different combinations of concentrations of growth regulators 2,4-D and BAP consisting of 0.0 ppm (2,4-D) + 0.0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.5 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP). The results of the study showed that the combination of 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP) on Folium explants and 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP) on Petiolus communis explants is the most optimal combination of growth regulators, this is indicated by the growth response of the explants, namely the formation of brownish yellow callus on the explants.

Keywords: Shoot Induction, Tissue Culture, Duku (*Lansium domesticum* Corr.), Woody Plant Medium (WPM), growth regulator.

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tanaman endemik salah satunya yaitu tanaman duku (*Lansium domesticum*) yang kaya manfaat dan memiliki rasa yang khas sehingga banyak disukai masyarakat (Triyono, 2013). Tanaman duku memiliki berbagai vitamin seperti vitamin B dan C (Hanum & Kasiamdari, 2013). Selain itu, dari berbagai bagian dari tanaman duku memiliki senyawa

farmakologis yang bermanfaat sebagai obat seperti aktivitas penghambat kanker karena memiliki senyawa *cycloartanoid triterpene* dari daun duku (Darmadi & Setiawan, 2018). Menurut Suparwoto dan Hutapea, (2005), tanaman duku terdapat di berbagai wilayah di Indonesia, akan tetapi duku yang paling terkenal di masyarakat adalah duku Ogan Komering Ilir di Sumatera Selatan. Hal ini dikarenakan duku Komering

memiliki rasa yang manis dan mempunyai struktur biji yang kecil (Sugiarto & Marisa, 2018). Sehingga membuat Sumatera Selatan menjadi sentra produksi duku nasional (Zulkarnain, 2010).

Permintaan yang tinggi pada duku asal Sumatera Selatan yang merupakan sentra produksi duku nasional membuat permintaan produksinya terus meningkat (Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, 2020). Oleh karena itu, perbanyak tanaman duku perlu dilakukan agar ketersediaan terhadap bibit tanaman duku tetap seimbang. Perbanyak tanaman duku biasanya dilakukan secara konvensional menggunakan biji atau dengan pencangkokkan (Deroes & Wijaya, 2010). Namun Supriatna & Suparwoto (2009) mengatakan bahwa perbanyak tanaman duku dengan menggunakan biji atau pencangkokkan terdapat kekurangan diantaranya membutuhkan waktu sekitar 15–20 tahun untuk berbuah dan bibit yang dihasilkan tidak sama dengan induknya. Sehingga alternatif yang bisa dilakukan yaitu dengan melakukan perbanyak tanaman duku secara *in vitro* yaitu kultur jaringan.

Teknik kultur jaringan telah dikenal sebagai solusi penyediaan bibit yang seragam dalam jumlah banyak dengan waktu singkat. Menurut Abbas (2011), kultur jaringan adalah proses perbanyak tanaman menggunakan bagian dari tanaman itu sendiri yang ditanam secara aseptik hingga menjadi tanaman yang lengkap kembali pada media khusus. Teknik propagasi dengan kultur jaringan memerlukan hormon untuk merestorasi pertumbuhan sel dan jaringan tumbuhan (Dwiyani, 2015). Manuhara (2014), menyatakan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh, yaitu 2,4-D dan BAP mampu membantu dalam induksi tunas, karena keduanya memacu pembelahan sel, diferensiasi tunas, serta modifikasi dominansi apikal. Pada penelitian ini respon tanaman duku terhadap kombinasi 2,4-D dan BAP akan terhadap kultur tanaman duku diobservasi. Eksplan yang digunakan adalah helai daun dan ibu tangkai daun karena

kedua bagian tersebut memiliki jaringan meristem muda yang aktif membelah (Taiz & Zeiger, 2002). Eksplan ditanam pada media WPM (*Woody Plant Medium*) yang umum untuk untuk tanaman tahunan seperti tanaman duku. Pembentukan tunas mampu dioptimalkan oleh kandungan nutrisi yang terdapat pada media WPM (Sundari dkk., 2015). Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi dari zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP terhadap induksi tunas eksplan daun dan ibu tangkai daun pada tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Ruang *Tissue Culture* Kampus B Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang selama 28 hari.

Eksplan tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) yang digunakan berasal dari tempat pembibitan di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia. Penggunaan eksplan pada perbanyak secara kultur jaringan diantaranya berasal dari jaringan muda (jaringan meristem) pada tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.). Eksplan yang digunakan pada induksi tunas yaitu bagian daun (*Folium*) dan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*).

Proses sterilisasi eksplan dilakukan secara kimiawi di luar ruang penanaman dengan mencuci bersih eksplan menggunakan detergen dan dibilas dengan air mengalir. Kemudian dilakukan sterilisasi eksplan di dalam ruang penanaman menggunakan *Laminar Air Flow* (LAF) secara aseptik dengan pemberian 5 % Clorox untuk eksplan daun dan 10 % Clorox untuk eksplan ibu tangkai daun dengan penggojokan selama 5 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades steril dan dilakukan penggojokan lagi selama 5 menit sebanyak 3 kali pembilasan (Nurokhman *et al.*, 2019). Inisiasi eksplan dilakukan dengan menggunakan *Laminar Air Flow* (LAF) secara aseptik. Setiap eksplan yang akan diinisiasi dipotong ± 1

cm. *Woody Plant Medium* (WPM) yang digunakan dilengkapi dengan zat pengatur tumbuh (ZPT), kandungan vitamin, dan sukrosa.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan kombinasi konsentrasi yang terdiri dari : 0 ppm (2,4-D) + 0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 2.5 ppm (BAP); 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP). Pemeliharaan eksplan dilakukan dengan memperhatikan faktor eksternal dari pertumbuhan yaitu kelembaban, intensitas cahaya dan suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$ dibawah lampu neon 20 watt selama 28 hari, respon pertumbuhan dan presentase tumbuh eksplan diamati pada akhir pengamatan. Hasil penelitian akan dianalisis secara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan eksplan menunjukkan adanya respon dengan pemberian variasi zat pengatur tumbuh 2,4-D dan BAP pada induksi tunas terhadap eksplan daun (*Folium*) dan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*), namun respon yang ditunjukkan belum ada terbentuknya tunas. Hal ini berbanding terbalik dengan Wulandari dkk (2022) penambahan 2,4-D dan BAP dengan konsentrasi yang berbeda mampu menginduksi kalus. Pembentukan tunas tidak akan terbentuk apabila tidak ada keseimbangan antara hormon 2,4-D dan BAP dengan zat pengatur tumbuh (ZPT) endogen yang terdapat pada eksplan. Menurut Oktaviana dkk., (2015), pemberian zat pengatur tumbuh pada pertumbuhan eksplan secara kultur jaringan dapat membantu dalam proses pembentukan tunas.

Zulkarnain (2009), menyatakan bahwa induksi tunas tidak akan terbentuk apabila hormon auksin dan sitokinin mengalami ketidakseimbangan. Menurut Harahap dkk., (2014), dalam hal induksi tunas, akan bekerja dengan optimal apabila konsentrasi BAP yang digunakan sesuai. Pemberian hormon BAP akan memiliki pengaruh terhadap perkembangan tunas, memacu

pembelahan sel dalam metabolisme tanaman untuk membentuk bagian yang diperlukan dan membantu dalam multiplikasi tunas (Asraf *et al.*, 2014).

Morfologi yang terbentuk pada minggu ke-4 dengan konsentrasi ZPT 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP), eksplan daun (*Folium*) baru menunjukkan adanya pertumbuhan kalus yang terlihat dari pinggiran potongan eksplan (Gambar 1. d). Warna kalus yang terbentuk adalah kecoklatan disebabkan karena banyaknya senyawa fenol yang terdapat pada tanaman duku. Kalus yang berwarna kecoklatan atau browning tersebut bisa menghambat induksi tunas pada eksplan (Tarampak *et.al.*, 2019). Pencoklatan pada eksplan atau browning merupakan gejala yang disebabkan karena senyawa fenolik dan aktivitas dari enzim *Polyphenol oxidase* (PPO) yang timbul dan terakumulasi saat eksplan dilukai (Ru *et al.*, 2013).

Pada eksplan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*) konsentrasi zat pengatur tumbuh 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP) merupakan kombinasi zat pengatur tumbuh (ZPT) terbaik dalam induksi tunas. Namun, pada akhir pengamatan pertumbuhan eksplan belum menunjukkan terbentuknya tunas melainkan adanya respon dari pertumbuhan eksplan yaitu terbentuknya kalus berwarna kuning kecoklatan. Menurut Daniar (2007), penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) auksin dan sitokinin mampu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan jaringan eksplan yang ditanam secara kultur jaringan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nursetiadi (2008), penggunaan hormon 2,4-D dan BAP dapat mempercepat saat inisiasi tunas, mengaktifkan pembelahan sel sehingga mampu menghasilkan jumlah meristem apikal yang lebih banyak.

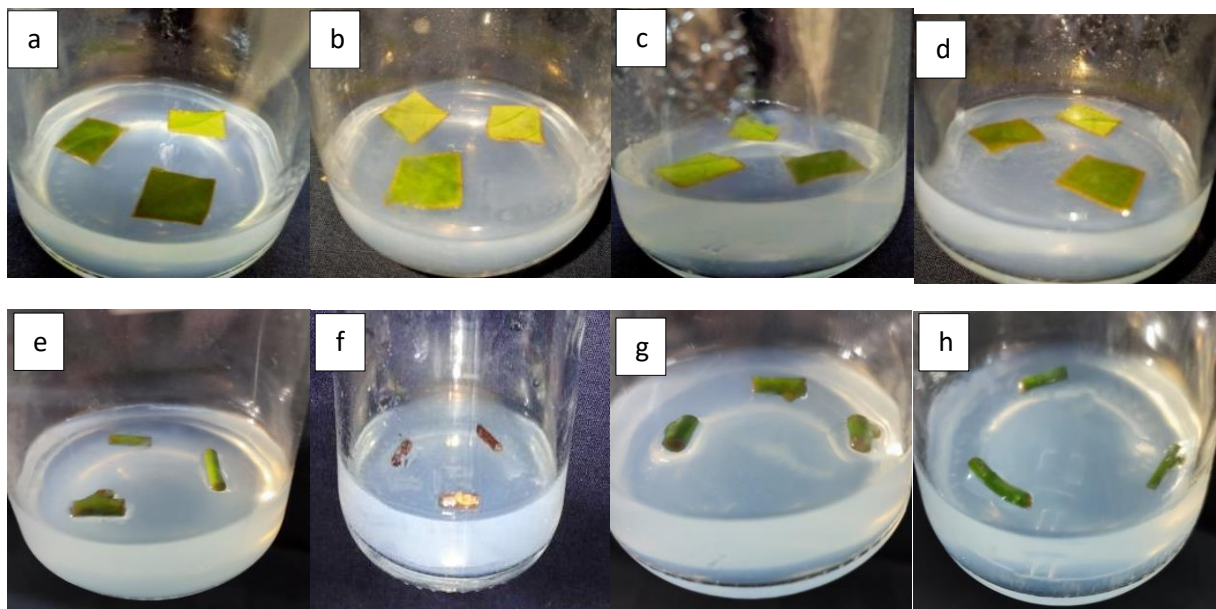
Morfologi yang terbentuk dari induksi tunas pada eksplan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*) dengan kombinasi hormon 2,4-D dan BAP menunjukkan warna hijau dan warna coklat yang terlihat pada bekas potongan eksplan (Gambar 1. e;

Gambar 1.f; Gambar 1.h). Menurut Fatmawati (2008), warna hijau pada eksplan menunjukkan keberadaan klorofil dalam jaringan, sehingga kandungan klorofil pada eksplan akan semakin banyak apabila eksplan berwarna hijau. Pada konsentrasi hormon 0.2 (2,4-D) + 2.0 (BAP) eksplan mengalami respon pertumbuhan ditandai dengan terbentuknya kalus yang memiliki warna kuning kecoklatan (Gambar 1.f). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hariono *et al.*, (2018) kalus yang terbentuk berwarna putih, kuning, atau hijau kecoklatan akan menjadi calon tunas apabila kondisi lingkungan dan nutrisi yang didapatkan sesuai.

Pada (Gambar 1.f), terlihat potongan eksplan berwarna coklat yang terdapat kalus berwarna kuning kecoklatan, diduga karena banyaknya senyawa fenol yang terdapat pada tanaman duku. Tanaman berkayu umumnya memiliki kandungan fenolik yang dapat menyebabkan pencoklatan pada pertumbuhan eksplan (Ru *et al.*, 2013). Penebalan eksplan yang membentuk kalus

merupakan respon terhadap perlakuan yang diujikan. Pada permukaan eksplan terdapat tonjolan-tonjolan akibat sayatan atau potongan eksplan yang menjadi titik tumbuh kalus. Khaniyah *et al.*, (2012), bercak-bercak putih yang muncul pada eksplan setelah tanam juga merupakan tanda-tanda terbentuknya kalus.

Menurut Yelnitis (2012), terdapat adanya penebalan pada luka yang dikarenakan sayatan pada eksplan merupakan suatu reaksi yang terjadi karena pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh pada media. Vitamin dan mineral dapat membantu hormon 2,4-D dan BAP menjadi lebih aktif dalam pembelahan sel sehingga terjadinya pembengkakan pada eksplan (Dwipayana *et al.*, 2016). Pada perlakuan eksplan, akan memberikan reaksi terhadap pengaruh dari zat pengatur tumbuh (ZPT) yang diberikan pada media sehingga memicu pembentukan tunas (Purba *et al.* 2017).



Gambar 1. Morfologi induksi tunas tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.) dengan berbagai macam kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT); (a-d) eksplan daun (*Folium*), (e-h) eksplan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*). Bar = 3mm.

Pada Tabel 1. kombinasi hormon 2,4-D dan BAP dari kedua eksplan memiliki presentase induksi tunas yaitu 0 %. Hal ini

menunjukkan bahwa belum adanya pengaruh nyata terhadap interaksi antara 2,4-D dan BAP pada induksi tunas. Namun,

pertumbuhan eksplan telah memberikan respon dengan terbentuknya kalus pada konsentrasi 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP) terhadap eksplan daun (*Folium*) terlihat pada (Gambar 1.d) dan. 0.2 ppm (2,4-D) + 2.0 ppm (BAP) pada eksplan ibu tangkai daun (*Petiolus communis*) (Gambar 1.f). Pertumbuhan eksplan yang belum mampu membentuk tunas disebabkan karena kombinasi dari konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan belum mampu menginduksi tunas. Menurut North dan Ndakidemi (2012), dalam pembentukan tunas konsentrasi hormon yang digunakan harus

sesuai yaitu dengan menggunakan sitokinin yang berkonsentrasi tinggi dan auksin yang berkonsentrasi rendah.

Davies (2004), menyatakan bahwa terdapat pengaruh yang nyata antar zat pengatur tumbuh auksin dan sitokin yang beran dalam mempercepat pertumbuhan tunas. Proses pembentukan tunas dapat memberikan respon pertumbuhan yang baik apabila adanya pemberian hormon 2,4-D dan BAP. Menurut Kasli (2009) yang menyatakan bahwa sitokinin akan bekerja lebih cepat dalam peningkatan jumlah sel melalui ikatan antara reseptor protein yang ada dalam membrane sel targe

Tabel 1. Pengaruh 2,4-D dan BAP terhadap presentase induksi tunas tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.)

Zat Pengatur Tumbuh (ppm)		Eksplan	Presentase Induksi Tunas (%)	
2,4-D	BAP	<i>Folium</i>	<i>Petiolus communis</i>	
0 ppm	0 ppm	0,0 + 0,0	0,0 + 0,0	0 %
0,2 ppm	2,0 ppm	0,2 + 2,0	0,2 + 2,0	0 %
0,2 ppm	2,5 ppm	0,2 + 2,5	0,2 + 2,5	0 %
0,2 ppm	3,0 ppm	0,2 + 3,0	0,2 + 3,0	0 %

Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa secara efektif, stimulus untuk aktivitas sitokinin mampu dilakukan dengan cara meningkatkan konsentrasi auksin di dalam sel. Pada saat sitokinin aktif maka diikuti juga dengan naiknya laju sintesis protein yang disebabkan oleh kerjanya enzim, dan akan menyebabkan sel-sel terdiferensiasi menjadi organ tertentu. Menurut Wattimena (1992) menyatakan bahwa pada induksi tunas sitokinin memiliki peran yang cukup penting sehingga dibutuhkan dalam jumlah

optimum, untuk auksin tidak terlalu dibutuhkan atau bisa digunakan dalam konsentrasi rendah.

Keberhasilan pembentukan tunas pada kultur berpengaruh pada produksi bibit yang dihasilkan secara cepat dan massal. (Haryati, 2014). Menurut Lestari (2011) ada dua tahap dalam pembentukan tunas yaitu secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung diperlihatkan dsri eksplan yang membentuk tunas, sedangkan secara tidak langsung pembentukan tunas akan melalui proses terbentuknya kalus terlebih dahulu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kombinasi auksin dan sitokinin (2,4-D dan BAP) yang diberikan terdapat respon terhadap pertumbuhan eksplan, namun pertumbuhan eksplan belum mampu membentuk tunas. Konsentrasi hormon pada eksplan daun 0.2 ppm (2,4-D) + 3.0 ppm (BAP) dan eskplan ibu tangkai daun 0.2 ppm

(2,4-D) + 2.0 ppm (BAP) merupakan konsentrasi paling optimum dibandingkan dengan konsentrasi hormon lainnya dimana, pertumbuhan eksplan pada akhir pengamatan (28 hst) mengalami respon pertumbuhan yang ditandai dengan terbentuknya kalus berwarna putih kekuningan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboran yang telah membantu menyiapkan alat-alat dalam proses penelitian .

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, B. 2011. *Prinsip Dasar Teknik Kultur Jaringan*. Bandung: Alfabeta
- Ashraf, M.F., Aziz, M.A., Kemat, N., & Ismail, I. 2014. Effect Of Cytokinin Types, Concentrations And Their Interactions On In Vitro Shoot Regeneration Of Chlorophytum Borivilanum Sant. & Fernandez. *Electronic Journal Of Biotechnology*, 17(6), 275-279.
- Asni, S, N., Nurwinda, F., Astriany, D. 2018. Pengaruh Desinfektan dan Lama Perendaman Pada Sterilisasi Eksplan Daun Sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex. F.A Zorn) Fosberg). *Biotropika Journal of Tropical Biology*, 6 (3), 78-82.
- Daniar, A. 2007. Uji Konsentrasi 2,4-D dan BAP Pada Perbanyakan Tanaman *Aglaonema* cv. Donna Cemen Secara In Vitro Melalui Induksi Tunas Aksilar. *Agronomy*, 01-22.
- 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.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2020. *Kebijaksanaan, Strategi, dan Program Pengembangan Produksi Hortikultura*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Dwipayana, G.A.J., Yuswanti, H., Mayun, I.A. 2016. Induksi Kalus Stroberi (*Fragaria* spp.) Melalui Aplikasi Asam 2,4-Diklorofenoksiasetat Secara In Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 5(3), 310–321.
- Dwiyani, R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Denpasar: Pelawa Sari.
- Fatmawati, A. (2008). Kajian Konsentrasi BAP dan 2,4-D Terhadap Induksi Kalus Tanaman *Artemisia annua* L. Secara In Vitro. Surakarta: Universitas Negeri Surakarta.
- Hanum. L. & Kasiamdari, R. 2013. Tumbuhan Duku: Senyawa Bioaktif, Aktivitas Farmakologis dan Prospeknya Dalam Bidang Kesehatan. *Jurnal Biologi Papua*, 5 (2), 84 – 3.
- Harahap, P.S., L.A.M. Siregar, dan Husni. 2014. Kajian Awal : Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) dalam Medium MS. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 229-237.
- Hariono, E., Mayta, V, I., Siti, F. 2018. Pembentukan Nodul Dari Biji Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Asal Bengkulu Pada Media WPM Dengan Penambahan BAP dan Madu. *Journal Of Biology*, 11 (1) : 16-24.
- Haryati. B. Z. 2014. Pengaruh Pemberian Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pembentukan Tunas Bunga Lili (*Lilium longiflorum* THUNB) Secara in vitro. *Jurnal KIP, III*, (3), 668-673.
- Kasli. 2009. Upaya Perbanyakan Tanaman Krisan (*Crysanthemum* sp.) Secara In Vitro, *Jerami 2* (3), 121-125.
- Khaniyah S, Habibah NA, Sumadi. 2012. Pertumbuhan Kalus Daun Dewa (*Gynura procumbens* Merr.) dengan Kombinasi 2,4- Dichloropenoxyacetic Acid dan Kinetin Secara In Vitro. *Jurnal Biosantifika*, 4(2), 89–105.
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, 7 (1), 63-68.
- Manuhara Y.S.W. 2014. *Kapita Selekta Kultur Jaringan Tumbuhan*. Surabaya: Airlangga University Press.

- North J. J. and P. A. Ndakidemi. 2012. Evaluation of Different Ratios of Auxin and Cytokinin for the In Vitro Propagation of *Streptocarpus rexii*. *International Journal of the Physical Science*, 7(7), 1083-1087.
- Nurokhman et al.,. 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.
- Nursetiadi, E. 2008. *Kajian Media Tanam dan Konsentrasi BAP Terhadap Multiplikasi Tanaman Manggis (Garcinia mangostana L.) Secara In Vitro*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Oktaviana, M. A., Riza, L., Mukarlina. 2015. Pertumbuhan Tunas Mahkota Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Secara In Vitro Dengan Penambahan Ekstrak Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) Dan Benzyl Amino Purin (BAP). *Jurnal Protobiont*, 4 (3), 109-112.
- Purba RV, Yuswanti H, Astawa ING. 2017. Induksi Kalus Eksplan Daun Tanaman Anggur (*Vitis vinifera* L.) dengan Aplikasi 2,4-D Secara In Vitro. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 6(2), 218–228.
- Rahayu, S., & Suharyanto. 2020. Induksi kalus dengan 2,4-D dan BAP Pada Eksplan Daun Vegetatif dan Generatif Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 478-485.
- 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.
- Salisbury, F. B and Ross, C. W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 4*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sugiarto, A., & Marisa, H. 2018. *Ekologi Duku Komering*. Palembang: Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Sundari, L., Siregar, L. A., & Hanafiah, D. S. 2015. Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) dalam Medium WPM. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(1), 102887.
- Suparwoto dan Hutapea. 2005. *Potensi Aktual Dan Komersialisasi Tanaman Duku Di Sumatera Selatan*. Maluku: BPTP Universitas Pattimura.
- Supriatna, A., & Suparwoto. 2009. Teknologi Pembibitan Duku dan Prospek Pengembangannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(1), 19-24.
- Taiz & Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. Massachusetts: Sinauer Ass. Inc.Publisher.
- Tarampak, T.C., Sulistiawati dan Nirmala, R. 2019. Metode Mengatasi Browning Pada Eksplan Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) untuk Inisiasi Regenerasi Secara In Vitro. *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, 1(2), 106-117.
- Triyono, K. 2013. Keanekaragaman Hayati dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 11(1), 439-451.
- Wattimena, G. A., I. W. Gunawan., N. S. Matjik., E. Sjamsudin., N. M. A. Wiendi, dan A.Eniawati. 1992. *Bioteknologi Tanaman*. Bogor : Tim Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, IPB.
- Wulandari, M.A., Silva, S., Rizky, Z.N, Sarianti, J., Zulaikha,S., Nurokhman, A., Yahya, A., Handayani, T., Syarifah., dan Afriansyah, D. 2022. (Pengaruh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) dan Benzyl Amino Purin (BAP) terhadap Induksi Kalus dari Berbagai Jenis Eksplan Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr.). *Stigma* 15 (1): 38-45
- Yelnitis. 2012. Pembentukan Kalus Remah dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* Kurz.). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 181–194.

Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. Jakarta: Bumi Angkasa.

Zulkarnain. 2010. *Dasar-Dasar Hortikultura: Pertanian Organik*. Jakarta: Bumi Aksara.