

Efektifitas Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dan Sumber Eksplan pada Kultur Jaringan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*) dan lada (*Piper nigrum L*)

Effectiveness of the Combination Plant Growth Regulator (PGR) and Explant in Plant Tissue Cultures of Cacao (*Theobroma cacao L*) and Pepper (*Piper nigrum L*)

Article Submitted : 2023-06-07

Article Accepted : 2023-07-04

Muktirianur¹, Yudi¹, Regina Selina Putri¹ Khairunnisa Azizah Salsabila¹

¹ Agrobiotechnology Department, Faculty of Agriculture, Mulawarman University, Samarinda, East Kalimantan, Indonesia
mrianur@gmail.com

ABSTRACT

The plantation sector is one of the largest contributors to Indonesia's foreign exchange, this can be seen from the value of exports that have been contributed by the plantation sector. Cocoa (*Theobroma cacao L*) and pepper (*Piper nigrum L*) are plantation crops that contribute a lot to the country's foreign exchange. East Kalimantan is one of the areas that has a climate that supports the growth of cocoa and pepper plants, but their production is still very minimal. East Kalimantan has a large enough marginal land, marginal land is land that has environmental conditions that are less fertile or difficult to cultivate conventionally. The assembly of new varieties through tissue culture techniques makes it possible to produce many new plants in a short time so that these new varieties can be used to increase cocoa and pepper production in East Kalimantan. This study aims to obtain the right combination of PGR and explant for the utilization of tissue culture on cocoa and pepper plants in assembling new varieties of cocoa and pepper plants in vitro. This research consists of two experiments. The first experiment was optimizing the explants and PGR combinations used for cocoa plants and the second experiment was optimizing the explants and PGR combinations used for pepper plants. The design used in this study was complete random design Factorial with 2 factors and 5 replications. The first factor used in this research is the source of the explants. For cocoa plants in the form of Staminoid (K_1) and Petal (K_2). As for pepper plants, namely leaves (L_1) and shoots (L_2). The second factor for each experiment was the combination of PGR in tissue culture media, namely solid WPM media with the addition 1 mg L^{-1} 2,4D + $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ BAP + 30 g L^{-1} sucrose (W_1) and Solid WPM with the addition of ZPT 1 mg L^{-1} NAA + 7 mg L^{-1} Kinetin + 30 g L^{-1} sucrose (W_2). The use of WPM + 1 mg L^{-1} 2,4D + $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ BAP (W_1) media on both cocoa and pepper plants was able to induce callus. Whereas on WPM + 1 mg L^{-1} NAA + 7 mg L^{-1} Kinetin (W_2) media it was able to form shoots. For the best source of explants used for the assembly process or propagation of cocoa and pepper plants, explants of cacao staminoid (K_1) and pepper leaves (L_1) can be used.

Keyword: Kakao (*Theobroma cacao L*), Lada (*Piper nigrum L*), Tissue Culture, PGR.

PENDAHULUAN

Sektor Perkebunan merupakan salah satu sektor penyumbang terbesar devisa negara Indonesia, hal ini dapat dilihat dari nilai ekspor yang telah disumbangkan oleh sektor perkebunan. Pada tahun 2019 secara total nilai ekspor sektor perkebunan mencapai US\$ 25,38 miliar atau setara dengan Rp. 359,14 Triliun (asumsi 1 US\$ = Rp. 14.148,-). Kontribusi nasional pada sektor perkebunan diharapkan menjadi salah satu sektor yang dapat menopang pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Ditjenbun 2021). Tanaman kakao (*Theobroma cacao L*) dan lada (*Piper nigrum*) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak menyumbang devisa negara. Hal ini dapat dilihat dari jumlah ekspor tanaman kakao dan lada pada tahun 2019 sebanyak 358.482 ton untuk tanaman kakao dan sebanyak 51.171 ton untuk tanaman lada (Ditjenbun 2021).

Kebutuhan tanaman kakao dan lada dapat terus ditingkatkan agar memberikan sumbangan devisa negara yang lebih banyak. Kalimantan Timur

merupakan salah satu daerah yang memiliki iklim yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman kakao maupun lada, namun hasil produksinya masih sangat minimum. Tahun 2019 budidaya tanaman kakao di Kalimantan Timur hanya mampu menyumbangkan hasil produksi sebanyak 2.510 ton dan untuk tanaman lada sebanyak 5.799 ton (Disbun 2022).

Kalimantan Timur memiliki lahan marginal yang cukup luas, lahan marginal adalah lahan yang memiliki kondisi lingkungan yang kurang subur atau sulit untuk diolah secara konvensional. Lahan-lahan tersebut seringkali memiliki permasalahan seperti tingkat kesuburan tanah rendah, ketersediaan air yang terbatas, atau adanya ketidak seimbangan unsur hara sehingga akan menimbulkan keracunan bagi tanaman (Csikós and Tóth 2023). Rendahnya produksi tanaman kakao dan lada dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan lahan marginal yang ada di Kalimantan Timur dengan sistem pertanian agroforestri maupun

perakitan varietas baru yang tahan pada saat dibudidayakan pada lahan marginal (Gunawardhana et al. 2022; Muktirianur et al. 2022; Rizal, Murdiono, and Nihayati 2017; Romadhon et al. 2021; Wahyu and Lo 2023).

Perakitan varietas baru secara konvensional memiliki beberapa kekurangan seperti: Waktu yang dibutuhkan relatif lebih lama dibandingkan dengan teknik rekayasa genetika, hasil yang didapat tidak pasti, memerlukan tenaga, lahan, dan biaya yang lebih banyak (Gunawardhana et al. 2022). Sedangkan, teknik kultur jaringan memungkinkan untuk menghasilkan banyak tanaman baru dalam waktu singkat, produksi tanaman yang seragam, terbebas dari hama dan penyakit, serta tidak terpengaruh oleh kondisi luar lingkungan (Afiyah et al. 2022; Gunawardhana et al. 2022; Muktirianur et al. 2022).

Hingga saat ini, informasi mengenai pemanfaatan teknik kultur jaringan pada tanaman kakao dan lada khususnya berhubungan dengan eksplan dan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan dalam rangka perakitan varietas baru tanaman kakao dan lada masih jarang dilakukan. Sehingga dipandang perlu untuk melakukan penelitian mengenai eksplan dan ZPT yang cocok untuk digunakan dalam perakitan varietas baru tanaman kakao dan lada secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Unit Pelaksanaan Teknis Dinas Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan Kalimantan Timur (UPTD-P2TP) Kalimantan Timur, Samarinda.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah erlenmeyer, baker, tabung reaksi, pipet ukur, jarum ose, bunsen, cawan petri, botol selai 250 ml, batang pengaduk, gelas ukur, autoclave, pinset, scaple, laminar air flow cabinet (LAFC), aluminium foil, rak tabung reaksi, jarum suntik (10 ml), wrapping plastic, hot plate, magnetic stirrer, neraca analitik, panci, botol semprot, pisau, talenan, sendok besar, baskom, timbangan, kapas, kompor, spatula, alat tulis, inkubator, plastik transparan (30 x 50 cm), selotip, staples, kamera, kertas koran.

Bahan-bahan yang digunakan untuk melakukan kultur jaringan antara lain, eksplan tanaman lada dan kakao, stok media *Woody Plant Medium* (WPM), bakterisida, fungisida, betadine, alkohol 75%, alkohol 90%, klorox, aquadest, plastik, aluminium foil, wrapping plastik, dan ditambah beberapa ZPT seperti *2,4-D*, *NAA*, *Kinetin*, dan *BAP*.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua percobaan. Percobaan pertama adalah optimasi eksplan dan kombinasi ZPT yang digunakan untuk tanaman kakao dalam kultur jaringan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAL Faktorial dengan 2 faktor dengan 5 ulangan. Faktor pertama yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 sumber eksplan tanaman kakao: Staminoid (K_1) dan Petal (K_2). Faktor kedua adalah kombinasi ZPT dalam media kultur jaringan: Media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} 2,4D + $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ BAP + 30 g L^{-1} sukrosa (W_1) dan Media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} NAA + 7 mg L^{-1} Kinetin + 30 g L^{-1} sukrosa (W_2).

Percobaan kedua adalah optimasi eksplan dan kombinasi ZPT yang digunakan untuk tanaman lada dalam kultur jaringan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAL Faktorial dengan 2 faktor dengan 5 ulangan. Faktor pertama yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 sumber eksplan tanaman lada: Daun (L_1) dan Tunas (L_2). Faktor kedua adalah kombinasi ZPT dalam media kultur jaringan: Media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} 2,4D + $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ BAP + 30 g L^{-1} sukrosa (W_1) dan Media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} NAA + 7 mg L^{-1} Kinetin + 30 g L^{-1} sukrosa (W_2).

Prosedur Penelitian Pembuatan Media

Media yang digunakan adalah media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} 2,4D + $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ BAP + 30 g L^{-1} sukrosa (W_1) dan Media WPM padat dengan penambahan ZPT 1 mg L^{-1} NAA + 7 mg L^{-1} Kinetin + 30 g L^{-1} sukrosa (W_2). Tahapan pembuatan media dilakukan menggunakan semua bahan di atas dan larutan dikondisikan pada pH 5,6–5,8, kemudian media dipanaskan dan diaduk hingga media terlihat jernih, setelah media dibuat tiap 1 liter larutan dalam keadaan panas dituangkan kedalam botol media kultur kurang lebih 30 ml, kemudian botol ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Selanjutnya media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15–18 psi selama 30 menit. Setiap media disimpan dalam ruang steril pada suhu ruang dingin.

Sterilisasi dan Inokulasi Eksplan

Eksplan yang digunakan dicuci dalam air mengalir selama 2-5 menit. Eksplan yang sudah dicuci dengan air mengalir rendam ke dalam larutan bakterisida dan fungisida selama 15-30 menit. Eksplan yang direndam tadi dibilas lagi menggunakan air mengalir hingga bersih. Tahap sterilisasi selanjutnya dilakukan di dalam Laminar.

Eksplan dimasukkan kedalam larutan alkohol 70% selama 2 menit. Kemudian eksplan dimasukkan kedalam larutan klorox 30% selama 15 menit. Selanjutnya eksplan dimasukkan kedalam larutan klorox 15% selama 15 menit. Setelah itu eksplan dibilas ke dalam aquadest steril sebanyak 2 kali masing-masing 2-3 menit. Terakhir eksplan ditiriskan kedalam cawan petri.

Inokulasi eksplan yang berasal dari staminoid dan petal kakao dipisahkan dari bagian bunga yang lain dan jangan sampai patah dengan menggunakan pinset, kemudian staminoid dan petal yang sudah dipisahkan itu langsung diinokulasi ke dalam media tanam.

Inokulasi eksplan yang berasal dari daun lada, dipisahkan tepi dan tulang daunnya, kemudian daunnya dipotong berbentuk kotak dengan ukuran kurang lebih 1x1 cm dengan menggunakan pinset dan scaple. Daun yang sudah dipotong tadi ditusuk-tusuk dengan menggunakan scaple. Kemudian diletakkan kedalam aquadest rendaman betadine yang selanjutnya diinokulasi ke dalam media tanam. Untuk eksplan yang berasal dari tunas lada, dipotong dengan menggunakan pinset dan scaple, kemudian tunas yang sudah dipotong tersebut dimasukkan kedalam aquadest rendaman betadine yang setelahnya langsung diinokulasi ke dalam media tanam.

Eksplan yang sudah ditanam kemudian disimpan kedalam ruang steril gelap pada suhu 25°C.

Analisis Data

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah kalus dan tunas yang terbentuk pada setiap perlakuan. Persentase eksplan berkalus dan bertunas dihitung dengan rumus sebagai berikut. Persentase eksplan membentuk kalus dan tunas

$$= \frac{\text{jumlah kalus dan tunas yang hidup}}{\text{jumlah eksplan}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Percobaan pertama adalah optimasi eksplan dan kombinasi ZPT yang digunakan untuk tanaman kakao dalam kultur jaringan. Percobaan ini dilakukan dengan menginokulasi staminoid (K₁) dan petal (K₂) kakao pada media WPM + sukrosa 30 g/L dan kombinasi ZPT 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) dan 1 mg L⁻¹ NAA + 7 mg L⁻¹ Kinetin (W₂). Keberhasilan sumber eksplan dan kombinasi ZPT untuk membentuk kalus dan tunas dapat dilihat pada tabel 1.

Pengamatan petal dan staminoid setelah tanam dilakukan setiap hari di ruangan inkubasi. Selama pengamatan terdapat gejala kontaminasi dan kematian yang terjadi pada eksplan. Kultur mati disebabkan oleh kontaminasi cendawan atau bakteri yang tidak dapat diselamatkan dengan metode sterilisasi ringan. Kultur hidup dilihat dari respons terhadap perlakuan media yang diberikan yaitu mengalami pertumbuhan tunas/akar dan munculnya kalus. Pertumbuhan tunas atau akar dan kalus pada umumnya mulai terlihat pada minggu pertama. Pada minggu pertama sebanyak 15% staminoid (K₁) mampu membentuk kalus pada media WPM + 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) (gambar 1a) dan sebanyak 25% staminoid (K₁) membentuk tunas pada media WPM + 1 mg L⁻¹ NAA + 7 mg L⁻¹ Kinetin (W₂) (gambar 1b).

Percobaan kedua adalah optimasi eksplan dan kombinasi ZPT yang digunakan untuk tanaman lada dalam kultur jaringan. Percobaan ini dilakukan dengan menginokulasi daun (L₁) dan tunas (L₂) lada pada media WPM + sukrosa 30 g/L dan kombinasi ZPT 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) dan 1 mg L⁻¹ NAA + 7 mg L⁻¹ Kinetin (W₂). Keberhasilan sumber eksplan dan kombinasi ZPT untuk membentuk kalus dan tunas dapat dilihat pada tabel 2.

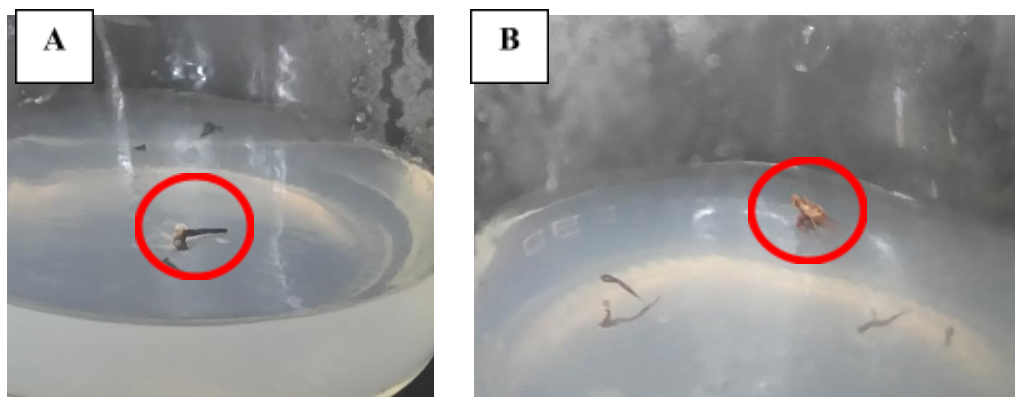
Pengamatan daun dan tunas setelah tanam dilakukan setiap hari di ruangan inkubasi. Selama pengamatan terdapat gejala kontaminasi dan kematian yang terjadi pada eksplan. Kultur mati disebabkan oleh kontaminasi cendawan atau bakteri yang tidak dapat diselamatkan dengan metode sterilisasi ringan. Pada minggu pertama sebanyak 10% daun (L₁) mampu membentuk kalus pada media WPM + 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) (gambar 2).

Tabel 1. Persentase eksplan Kakao membentuk kalus dan tunas pada beberapa kombinasi ZPT

Perlakuan	Membentuk Kalus (%)		Membentuk Tunas (%)		Kontaminasi (%)	
	Staminoid (K ₁)	Petal (K ₂)	Staminoid (K ₁)	Petal (K ₂)	Staminoid (K ₁)	Petal (K ₂)
WPM + 1 mg L ⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L ⁻¹ BAP (W ₁)	15	0	0	0	85	100
WPM + 1 mg L ⁻¹ NAA + 7 mg L ⁻¹ Kinetin (W ₂)	0	0	25	0	75	100

Tabel 2. Persentase eksplan Lada membentuk kalus dan tunas pada beberapa kombinasi ZPT

Perlakuan	Membentuk Kalus (%)		Membentuk Tunas (%)		Kontaminasi (%)	
	Daun (L ₁)	Tunas (L ₂)	Daun (L ₁)	Tunas (L ₂)	Dau n (L ₁)	Tuna s (L ₂)
	WPM + 1 mg L ⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L ⁻¹ BAP (W ₁)	10	0	0	0	90
WPM + 1 mg L ⁻¹ NAA + 7 mg L ⁻¹ Kinetin (W ₂)	0	0	0	0	100	100



Gambar 1. A. Eksplan staminoid kakao membentuk kalus; B. Eksplan staminoid kakao membentuk tunas



Gambar 2. Eksplan daun lada membentuk kalus

Pembahasan

Tingginya tingkat kontaminasi pada kedua penelitian ini disebabkan oleh, kurang efektifnya sterilisasi yang digunakan. Pada penelitian Gunawardhana, 2022 prosedur sterilisasi terbaik untuk daun menggunakan prosedur yang mengandung 70% etanol (30 detik), 0,1% HgCl₂ (5 menit) dan air suling steril dengan arang aktif (1 gL⁻¹; 25 menit), dan 20% natrium hipoklorit (NaOCl) (15 menit) dengan 70% etanol (1 menit). Sedangkan, pada pucuk apikal, menggunakan prosedur 0,1% HgCl₂ (10 menit) dan 70% etanol (1 menit), dan 10% NaOCl (15 menit) dengan 70% etanol (1 menit) memberikan kinerja yang sebanding dengan kelangsungan hidup tertinggi dan tingkat kontaminasi paling rendah.

Pada tanaman kakao staminoid (K₁) yang diuji mampu membentuk kalus dan tunas, hal ini

disebabkan karena sumber eksplan staminoid pada saat diinokulasi masih tertutup oleh petal (K₂) (Farhanandi and Indah 2022). Sehingga tingkat kontaminasi K₁ nampak lebih rendah dibandingkan dengan K₂. Berbeda dengan kakao, sumber eksplan lada baik yang berasal dari daun (L₁) maupun tunas (L₂) keduanya memiliki latex yang banyak sehingga pada saat proses pemotongan pada saat akan diinokulasi latex-latex tersebut akan keluar dan memicu perkembangan jamur atau bakteri yang menyebabkan kontaminasi tersebut.

Pada penelitian ini, media WPM + 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) selalu mampu membentuk kalus baik pada tanaman kakao maupun lada. Hal ini selaras dengan penelitian (Arianto, Basri, and Bustami 2013; Muktirianur et al. 2022; Nurhasanah et al. 2018) yang mana penggunaan kombinasi ZPT tersebut mampu membentuk kalus tertinggi pada tanaman padi. Pada media induksi kalus, penggunaan kombinasi ZPT berupa sitokinin

(BAP) dan auksin (2,4-D) dengan konsentrasi 2,4-D yang berbeda mampu menginduksi terbentuknya kalus yang berasal dari eksplan berupa benih padi. Penambahan 2,4-D merupakan salah satu faktor penting untuk menginduksi kalus, hal ini disebabkan karena 2,4-D merupakan ZPT sekaligus herbisida yang mampu mengaktifkan hormon ABA dan Etilen. Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang digunakan induksi kalus semakin cepat terjadi, tetapi kadar auksin yang tinggi juga dapat bersifat menghambat daripada merangsang pertumbuhan. Sehingga, untuk menjaga agar eksplan yang kita inginkan mampu menginduksi kalus maka, pemberian ZPT auksin dan sitokininnya harus seimbang (Kristianto and Setyorini 2021).

Pada media WPM + 1 mg L⁻¹ NAA + 7 mg L⁻¹ Kinetin (W₂) bertujuan agar eksplan yang digunakan mampu membentuk tunas, karena sifat dari ZPT kinetin tersebut mampu merangsang pertumbuhan tunas (Luthfia, Rahmawati, and Hayati 2020; Rahmadi et al. 2021; Rizal, Murdiono, and Nihayati 2017). Terbukti dengan pemberian 7 mg L⁻¹ Kinetin mampu menginduksi tunas pada staminoid kakao, namun dikarenakan tingginya tingkat kontaminasi yang terjadi pada tanaman kakao maupun lada menyebabkan pemberian konsentrasi yang kinetin menjadi tidak berpengaruh.

KESIMPULAN

Penggunaan media WPM + 1 mg L⁻¹ 2,4D + 0,5 mg L⁻¹ BAP (W₁) baik pada tanaman kakao maupun lada mampu menginduksi kalus. Sedangkan pada media WPM + 1 mg L⁻¹ NAA + 7 mg L⁻¹ Kinetin (W₂) mampu membentuk tunas. Untuk sumber eksplan terbaik yang digunakan untuk proses perakitan ataupun perbanyak tanaman kakao dan lada dapat menggunakan eksplan staminoid kakao (K₁) dan daun lada (L₁).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Pelaksanaan Teknis Dinas Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan Kalimantan Timur (UPTD - P2TP) Kalimantan Timur, Samarinda. Yang telah mendukung dan memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afiyah, Nisrina Nur, Muhammad Imam Surya, Lily Ismaini, and Nurcahyo Widyodaru Saputro. 2022. "In Vitro Callus Induction from *Talinum Paniculatum* (Jacq.) Gaertn. Leaves." *Buletin Kebun Raya* 25(3): 121–30.

Arianto, D., Zainuddin Basri, and M. Bustami. 2013. "Induksi Kalus Dua Klon Kakao

(*Theobroma Cacao* L.) Unggul Sulawesi Pada Berbagai Konsentrasi 2,4 Dichlorophenoxy Acetic Acid Secara in Vitro." *e-J. Agrotekbis* 1(3): 211–20.

- Csikós, Nándor, and Gergely Tóth. 2023. "Concepts of Agricultural Marginal Lands and Their Utilisation: A Review." *Agricultural Systems* 204(January): 103560. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103560>.
- Disbun. 2022. *Data Statistik Tanaman Perkebunan Di Kalimantan Timur Tahun 2021*. Samarinda.
- Ditjenbun. 2021. Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2021/04/BUKU-STATISTIK-PERKEBUNAN-2019-2021-OK.pdf>.
- Farhanandi, Bisma Wahyu, and Novita Kartika Indah. 2022. "Karakteristik Morfologi Dan Anatomi Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Yang Tumbuh Pada Ketinggian Berbeda." *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi* 11(2): 310–25.
- Gunawardhana, W. P. D. S. et al. 2022. "Surface Sterilization Protocols of Leaf and Bud Explants for Initiating in Vitro Cultures of *Piper Nigrum* L. (Pepper)." *Tropical Agricultural Research and Extension* 25(2): 132.
- Kristianto, Afriandi Dwi, and Titin Setyorini. 2021. "Induksi Kalus Eksplan Daun Lada (*Piper Nigrum* L.) Pada Modifikasi Media MS Dengan Penambahan Hormon NAA Dan BAP." *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto* 23(2): 160.
- Luthfia, Nura, Marai Rahmawati, and Mardhiah Hayati. 2020. "Efektifitas Konsentrasi NAA (Naphtalene Acetic Acid) Dan Kinetin Terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Raja (*Musa Paradisiaca* L.) Secara In Vitro." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 4(2): 121–30.
- Muktirianur, Bambang Supriyanto, Widi Sunaryo, and Nurhasanah. 2022. "Somatic Embryos Induction of East Kalimantan Local Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivars and In Vitro Selection Against Salinity (Running Title:

Somatic Embryos Induction and In Vitro Selection Against Salinity)." *Agrivita* 44(2): 207–15.

Nurhasanah, Ramitha, B. Supriyanto, and W. Sunaryo. 2018. "Somatic Embryogenesis of East Kalimantan Local Upland Rice Varieties." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 144(1).

Rahmadi, Agung et al. 2021. "Induksi Kalus Pada Eksplan Daun Muda Tanaman Durian (*Durio Zibethinus* Murr.) Klon Baru Kamajaya Dengan Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D Dan Kinetin Secara In Vitro." *Agrikultura* 31(3): 222.

Rizal, Syamsi, Eko Murdiono, and Ellis Nihayati. 2017. "Pengaruh Pemberian Beberapa Konsentrasi Kinetin Terhadap Induksi Tunas Aksilar Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Secara In Vitro." *Jurnal Produksi Tanaman* 5(9): 1512–17.

Romadhon, Muhammad Roiyan et al. 2021. "Seleksi Tetua Betina Untuk Perakitan Hibrida Kelapa Tipe Baru Berdaya Hasil Tinggi Berdasarkan Analisis Komponen Bu." *Vegetalika* 10(3): 150.

Wahyu, Wijayanto Hari, and Kai-An Lo. 2023. "The Role of Agroforestry for Farm Household's Welfare: Evidence from Indonesia." *RJOAS: Russian Journal of Agriculture and Socio-Economic Sciences* 136(4): 134–42.