

Pengaruh Konsentrasi Auksin dan Sitokinin Terhadap Keberhasilan dan Pertumbuhan Stek Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Effect of Auxin and Cytokinin Concentrations on the Success and Growth of Cocoa Plant Cuttings (*Theobroma cacao* L.)

Nuniek Widiyani, Isma Muliani Jasadina*, Nasaruddin

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, 90245.

* E-mail: ismamuliani28@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh konsentrasi auksin dan sitokinin terhadap keberhasilan dan pertumbuhan stek tanaman kakao. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Larompong, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan. Penelitian ini berlangsung dari Oktober 2022 sampai Januari 2023. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor menggunakan Rancangan Acak Kelompok sebagai rancangan lingkungannya. Percobaan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah pemberian auksin yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa pemberian auksin, auksin 750 ppm, auksin 1500 ppm, dan auksin 2250 ppm. Sedangkan faktor kedua adalah pemberian sitokinin yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa pemberian sitokinin, sitokinin 150 ppm, dan sitokinin 300 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian auksin dan sitokinin memberikan hasil waktu muncul tunas terbaik yaitu 8,67 hari. Perlakuan auksin 2250 ppm memberikan hasil tertinggi pada parameter keberhasilan stek (85,19%), panjang akar (8,42 cm), jumlah tunas 1 bulan setelah perlakuan (2,59 tunas), jumlah tunas 2 bulan setelah perlakuan (2,78 tunas), jumlah daun (1,78 helai), luas bukaan stomata (18,75 μm^2), kerapatan stomata (422,93 μm^2), klorofil a (196,10 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil b (yaitu 78,22 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil total (283,56 $\mu\text{mol.m}^{-2}$). Perlakuan sitokinin memberikan hasil tertinggi pada parameter jumlah tunas 1 bulan setelah perlakuan (1,69 tunas), jumlah tunas 2 bulan setelah perlakuan (2 tunas) dan jumlah daun (1,42 helai).

Kata Kunci: Auksin, sitokinin, stek kakao.

ABSTRACT

This study aims to study and determine the effect of auxin and cytokinin concentrations on the success and growth of cocoa plant cuttings. This research was conducted in Larompong District, Luwu Regency, South Sulawesi. This research took place from October 2022 to January 2023. This research was carried out in the form of a 2-factor factorial experiment using a randomized block design as the environmental design. The experiment consisted of 2 factors, the first factor was the administration of auxin which consisted of 4 levels, namely without administration of auxin, 750 ppm auxin, 1500 ppm auxin, and 2250 ppm auxin. While the second factor was administration of cytokinins which consisted of 4 levels, namely without administration of cytokinins, 150 ppm cytokinins, and 300 ppm cytokinins. The results showed that the interaction between the administration of auxin and cytokinin gave the best shoot emergence time of 8.67 days. The 2250 ppm auxin treatment gave the highest yields on the parameters of success of cuttings (85.19%), root length (8.42 cm), number of shoots 1 month after treatment (2.59 shoots), number of shoots 2 months after treatment (2.78 shoots), number of leaves (1.78), stomata opening area (18.75 μm^2), stomata density (422.93 μm^2), chlorophyll a (196.10 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), chlorophyll b (ie 78, 22 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), total chlorophyll (283.56 $\mu\text{mol.m}^{-2}$). Cytokinin treatment gave the highest results in the parameters of number of shoots 1 month after treatment (1.69 shoots), number of shoots 2 months after treatment (2 shoots) and number of leaves (1.42 leaves).

Keywords: Auxin, cytokinin, cocoa cuttings.

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas utama perkebunan yang berpotensi besar

dalam peningkatan perekonomian negara Indonesia. Produksi kakao di Indonesia hampir 90% dihasilkan oleh petani, dan nilai

ekspor kakao sekitar 80% kembali diterima oleh petani. Kakao menjadi komoditas unggulan Indonesia dan diharapkan akan setara dengan komoditas karet dan kelapa sawit karena mampu meningkatkan devisa negara melalui pasar ekspor, sebagai sumber pendapatan masyarakat dan penyerapan tenaga kerja (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2012).

Volume ekspor kakao menunjukkan perkembangan pesat setiap tahunnya dalam industri pengolahan kakao di dunia. Akan tetapi, produksi kakao di Indonesia belum mampu mengimbangi peningkatan permintaan produk kakao. Pada tahun 2018, produksi kakao Indonesia sebesar 767.280 ton, 2019 sebesar 734.796 ton, 2020 sebesar 713.378 ton, dan 2021 sebesar 728.046 ton, data tersebut menunjukkan data produksi kakao yang fluktuatif setiap tahunnya (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Sulawesi Selatan menjadi salah satu daerah penghasil kakao di Indonesia juga menunjukkan ketidakstabilan produksi kakao pertahun. Pada tahun 2019 produksi kakao di Sulawesi selatan sebanyak 118,775 ton, tahun 2020 sebanyak 106,582 ton, dan tahun 2021 sebanyak 107,100 ton (BPS, 2021). Permasalahan utama penurunan produksi kakao di Indonesia adalah banyaknya tanaman kakao yang telah

berumur tua, penerapan teknik budidaya tanaman kakao yang kurang tepat, dan konversi lahan tanaman kakao ke tanaman lain. Permasalahan penurunan produksi kakao dapat diatasi dengan upaya rehabilitasi dan peremajaan tanaman kakao yang berpotensi produksi tinggi, dengan menggunakan klon unggul, dan tahan terhadap hama dan penyakit (Nasaruddin, 2022).

Tanaman kakao dapat diperbanyak dengan cara vegetatif dan generatif. Perbanyak tanaman kakao secara vegetatif memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan perbanyak tanaman secara generatif, seperti bibit dapat dihasilkan dalam jumlah yang banyak dan sama dengan induknya dalam waktu singkat, dan lebih cepat berproduksi. Perbanyak tanaman kakao secara vegetatif menggunakan bahan tanam entres atau mata tunas yang diambil dari cabang atas yang selanjutnya dikenal dengan bibit klonal. Klonalisasi kakao dilakukan dengan metode *grafting*, okulasi, dan stek. Perbanyak kakao dengan stek sudah mulai dikembangkan dan hasilnya untuk sementara waktu telah memperlihatkan harapan yang cukup baik. Di Provinsi Sulawesi Selatan, beberapa kebun petani telah menggunakan klon kakao dari teknik perbanyak secara

stek, seperti yang ada di Kabupaten Soppeng (Nasaruddin, 2022).

Klonalisasi kakao dengan cara stek merupakan cara perbanyak vegetatif yang memanfaatkan batang yang masih dalam pertumbuhan, dengan cara menumbuhkan stek pada media tanam untuk membentuk akar lalu kemudian ditanam di lapangan. Zat pengatur tumbuh bermanfaat mendukung pertumbuhan tanaman kakao yang diperbanyak dengan metode stek. Zat pengatur tumbuh meliputi auksin, sitokinin, dan giberalin. auksin berperan merangsang dan mempercepat pertumbuhan akar dan membantu dalam proses pemanjangan sel. Jika digunakan pada konsentrasi yang tepat, auksin dapat mendorong pertumbuhan tanaman, khususnya untuk perkembangan daun dan tunas. Menurut penelitian Ulum (2019), auksin murni 400 ppm merupakan konsentrasi optimal yang dapat meningkatkan jumlah dan panjang akar pada batang tanaman cempaka. Menurut penelitian Heryana dan Supriadi (2011), perlakuan auksin 500 ppm berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan cangkok tanaman pala mencapai 43,3%. Berdasarkan penelitian Rahayu (2016), zat pengatur tumbuh auksin pada konsentrasi 2000 ppm berhasil membentuk akar zaitun (*Olea*

europaea L.) dengan persentase perakaran stek 100%.

Kombinasi auksin dan sitokinin pada konsentrasi yang sesuai akan berfungsi mengontrol pembelahan sel dan mendorong pertumbuhan daun, akar, dan tunas tanaman (Widiastoety, 2014). Produksi sitokinin yang terlibat dalam proses pembentukan tunas dan perkembangan sel tanaman dipengaruhi oleh translokasi auksin. Pergerakan sitokinin dari akar ke batang dapat merangsang perkembangan tunas samping (Asra *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian Fahrudin (2011), perlakuan zat pengatur tumbuh sitokinin 50 ppm berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit dan jumlah daun pada tanaman kakao. Hasil penelitian Saefas *et al.*, (2017), menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah daun dan pucuk tanaman teh pada perlakuan sitokinin 60 ppm. Menurut penelitian Pramudito (2018), menjelaskan bahwa terjadi peningkatan jumlah daun alpukat mentega setelah perlakuan sitokinin konsentrasi 100 ppm.

Rootone-F adalah merek auksin sintesis yang dapat digunakan untuk merangsang pembentukan akar pada stek tanaman kakao. *Rootone-F* dapat memacu pertumbuhan akar pada cangkok tanaman jeruk nipis (Sari *et al.*, 2019). Menurut Altayani *et al.*, (2018), *Rootone-F* berfungsi memacu sel-sel

tanaman untuk pertumbuhan akar krisan karena mengandung auksin. Penggunaan *Rootone-F* dengan konsentrasi 146,67 g/100 mL air memberikan pengaruh terhadap perakaran cangkok tanaman kalamansi (Boleu *et al.*, 2019). Perlakuan *Rootone-F* dalam bentuk pasta 10 g/10 ml atau 2 sendok makan air memberikan pengaruh terbaik terhadap diameter tunas tanaman mawar (Hayati *et al.*, 2009).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi auksin dan sitokinin terhadap keberhasilan dan pertumbuhan stek tanaman kakao.

METODOLOGI

1. Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Larompong, Kecamatan Larompong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini berlangsung dari Oktober 2022 sampai Januari 2023.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pipet tetes, gunting stek, cangkul, ember, plastik sungkup, sekop, selotip, timbangan analitik, CCM *Plus-200*, C1-710/720, *Miniature Leaf Spectrometer*, kaca preparat, mikroskop, laptop, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah entres kakao S2, tanah, sekam, pupuk kandang, gelas plastik, kutek bening, Auksin merek *Rootone-F*, Sitokinin, karet gelang, dan air bersih.

3. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan fatorial 2 faktor yang disusun dengan rancangan acak kelompok (RAK) sebagai rancangan lingkungannya. Faktor pertama adalah perlakuan auksin (a) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: a0 = tanpa auksin, a1 = auksin 750 ppm, a2 = auksin 1500 ppm, dan a3 = auksin 2250 ppm. Faktor kedua adalah perlakuan sitokinin (b) yang terdiri dari 3 taraf yaitu: b0 = tanpa sitokinin, b1 = sitokinin 150 ppm, dan b2 = sitokinin 300 ppm. Dengan demikian maka diperoleh 12 kombinasi perlakuan dan tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Setiap unit percobaan terdiri atas 3 tanaman, sehingga digunakan sebanyak 108 unit percobaan.

4. Pelaksanaan Penelitian

Prosedur atau pelaksanaan penelitian ini meliputi: penyiapan media tanam, pengambilan bahan tanam stek, pengaplikasian zat pengatur tumbuh, penanaman, pemberian sungkup, dan pemeliharaan.

5. Analisis Data

Analisis data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam pada program *Microsoft Excel*. Jika hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keberhasilan Stek

Hasil pengamatan rata-rata keberhasilan stek dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap rata-rata persentase keberhasilan stek kakao.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Stek yang Berhasil (%) Pada Perlakuan Auksin Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ 0,05
a0 (0 ppm)	48,15 b	
a1 (750 ppm)	70,37 ab	32,31
a2 (1500 ppm)	81,48 a	
a3 (2250 ppm)	85,19 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Uji BNJ $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa perlakuan auksin 2250 ppm menghasilkan rata-rata persentase berhasil stek tertinggi yaitu 85,19%, sedangkan rata-rata terendah terdapat pada perlakuan tanpa pemberian auksin yaitu 48,15 %.

2. Panjang Akar

Hasil pengamatan rata-rata panjang akar dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap panjang akar stek kakao.

Tabel 2. Rata-rata Panjang Akar (cm) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ 0,05
a0 (0 ppm)	2,72 c	
a1 (750 ppm)	5,35 b	2,03
a2 (1500 ppm)	6,99 a	
a3 (2250 ppm)	8,42 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa rata-rata panjang akar stek kakao tertinggi terdapat pada perlakuan auksin 2250 ppm (a3) yaitu 8,42 cm dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian auksin (a0).

3. Waktu Muncul Tunas

Hasil pengamatan rata-rata waktu muncul tunas dan sidik ragam. Analisis sidik ragam

menunjukkan bahwa pemberian auksin dan sitokinin berinteraksi terhadap waktu muncul tunas stek kakao. Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa rata-rata waktu muncul tunas stek terbaik terdapat pada perlakuan auksin 1500 ppm dan sitokinin 300 ppm (a2b2) yaitu 8,67 hari.

Tabel 3. Rata-rata Waktu Muncul Tunas (hari) Pada Perlakuan Auksin dan Sitokinin Pada Stek Tanaman Kakao

Auksin	Sitokinin			NP BNJ α 0,05
	b0 (0 ppm)	b1 (150 ppm)	b2 (300 ppm)	
a0 (0 ppm)	11,00 ^a _p	10,33 ^a _p	10,22 ^a _p	0,70
a1 (750 ppm)	10,89 ^a _p	10,33 ^b _p	10,33 ^b _p	
a2 (1500 ppm)	10,67 ^{ab} _p	9,89 ^{bc} _q	8,67 ^c _r	
a3 (2250 ppm)	10,22 ^b _p	9,45 ^c _q	9,55 ^b _p	
NP BNJ α 0,05	0,61			

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

4. Jumlah Daun

Hasil pengamatan rata-rata jumlah tunas dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin dan sitokinin berpengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah tunas stek kakao.

Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa pada 1 bulan setelah tanam, perlakuan auksin 2250 ppm (a3) menghasilkan rata-rata jumlah tunas stek tertinggi yaitu 2,59 tunas dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian auksin (a0), dan perlakuan sitokinin 300

ppm (b2) menghasilkan rata-rata jumlah tunas stek tertinggi yaitu 1,69 tunas dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian sitokinin (b0). Pada 2 bulan setelah tanam, perlakuan auksin 2250 ppm (a3) menghasilkan rata-rata jumlah tunas stek tertinggi yaitu 2,78 tunas dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian auksin (a0), dan perlakuan sitokinin 300 ppm (b2) menghasilkan rata-rata jumlah tunas stek tertinggi yaitu 2,00 tunas dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian sitokinin (b0).

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Tunas Pada Perlakuan Auksin dan Sitokinin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 1 dan 2 Bulan

	Auksin	Sitokinin			Rata-rata	NP BNJ 0,05
		b0 (0 ppm)	b1 (150 ppm)	b2 (300 ppm)		
I	a0 (0 ppm)	0,44	0,44	0,78	0,56 c	0,60
	a1 (750 ppm)	0,89	1,44	1,56	1,30 b	
	a2 (1500 ppm)	1,22	1,89	1,78	1,63 b	
	a3 (2250 ppm)	2,11	2,89	2,67	2,59 a	
	Rata-rata	1,19 q	1,67 pq	1,69 p		
NP BNJ α 0,05		0,52				
	Auksin	Sitokinin			Rata-rata	NP BNJ 0,05
		b0 (0 ppm)	b1 (150 ppm)	b2 (300 ppm)		
II	a0 (0 ppm)	0,44	0,44	1,11	0,67 c	0,67
	a1 (750 ppm)	1,00	1,78	1,67	1,48 b	
	a2 (1500 ppm)	1,78	2,11	2,00	1,96 b	
	a3 (2250 ppm)	2,33	2,78	3,22	2,78 a	
	Rata-rata	1,39 q	1,78 pq	2,00 p		
NP BNJ α 0,05		0,58				

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

5. Jumlah Daun

Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin dan sitokinin berpengaruh nyata terhadap rata-rata jumlah daun stek kakao. Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan auksin 2250

ppm (a3) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 1,78 helai dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian auksin (a0), dan pemberian sitokinin 300 ppm (b2) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 1,42 helai dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian sitokinin (b0).

Tabel 5. Rata-Rata Jumlah Daun (helai) Pada Perlakuan Auksin dan Sitokinin pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

	Auksin	Sitokinin			Rata-rata	NP BNJ 0,05
		b0 (0 ppm)	b1 (150 ppm)	b2 (300 ppm)		
	a0 (0 ppm)	0,22	0,22	0,89	0,44 c	0,61
	a1 (750 ppm)	0,56	1,44	1,22	1,07 b	
	a2 (1500 ppm)	1,22	1,55	1,44	1,41 a	
	a3 (2250 ppm)	1,11	2,11	2,11	1,78 a	
	Rata-rata	0,78 q	1,33 p	1,42 p		
NP BNJ 0,05		0,53				

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

6. Luas Bukaan Stomata

Hasil pengamatan rata-rata luas bukaan stomata dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap rata-rata luas bukaan stomata. Uji BNJ α 0,05

menunjukkan bahwa perlakuan auksin 2250 ppm (a3) menghasilkan rata-rata luas bukaan stomata stek tertinggi yaitu 18,75 μm^2 , dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian auksin (a0).

Tabel 6. Rata-Rata Luas Bukaan Stomata (μm^2) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ _{0,05}
a0 (0 ppm)	6,45 b	
a1 (750 ppm)	13,78 ab	10,11
a2 (1500 ppm)	18,58 a	
a3 (2250 ppm)	18,75 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

7. Kerapatan Stomata

Hasil pengamatan rata-rata kerapatan stomata dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap rata-rata kerapatan stomata. Uji BNJ α 0,05

menunjukkan bahwa perlakuan auksin 2250 ppm (a3) menghasilkan rata-rata kerapatan stomata stek tertinggi yaitu 422,93 μm^2 , dan perlakuan tanpa pemberian auksin (a0) menghasilkan rata-rata kerapatan stomata stek terendah yaitu 269,50 μm^2 .

Tabel 7. Rata-rata Kerapatan Stomata (mm^2) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ _{0,05}
a0 (0 ppm)	269,50 b	
a1 (750 ppm)	376,50 ab	131,74
a2 (1500 ppm)	417,83 a	
a3 (2250 ppm)	422,93 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

8. Klorofil a

Hasil pengamatan rata-rata klorofil a dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap klorofil a stek tanaman kakao. Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa rata-rata klorofil a tertinggi terdapat pada perlakuan auksin 2250 ppm (a3) yaitu 196,10 $\mu\text{mol.m}^2$, dan rata-rata klorofil a terendah pada perlakuan tanpa pemberian auksin (a0) yaitu 163,41 $\mu\text{mol.m}^2$

9. Klorofil b

Hasil pengamatan rata-rata klorofil b dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap klorofil b stek tanaman kakao. Uji BNJ α 0,05 menunjukkan bahwa rata-rata klorofil b tertinggi terdapat pada perlakuan auksin 2250 ppm (a3) yaitu 80,99 $\mu\text{mol.m}^2$, dan rata-rata klorofil b terendah pada perlakuan tanpa pemberian auksin 0 ppm (a0) yaitu 71,23 $\mu\text{mol.m}^2$.

Tabel 8. Rata-rata Klorofil a ($\mu\text{mol.m}^2$) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ $_{0,05}$
a0 (0 ppm)	163,41 b	21,98
a1 (750 ppm)	171,59 b	
a2 (1500 ppm)	172,77 b	
a3 (2250 ppm)	196,10 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Tabel 9. Rata-rata Klorofil b ($\mu\text{mol.m}^2$) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

Auksin	Rata-rata	NP BNJ $_{0,05}$
a0 (0 ppm)	71,23 b	6,03
a1 (750 ppm)	73,41 b	
a2 (1500 ppm)	73,76 b	
a3 (2250 ppm)	80,99 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

10. Klorofil Total

Hasil pengamatan rata-rata klorofil total dan sidik ragam. Analisis sidik ragam

menunjukkan bahwa pemberian auksin berpengaruh nyata terhadap klorofil total stek tanaman kakao.

Tabel 10. Rata-rata Klorofil Total ($\mu\text{mol.m}^2$) Pada Perlakuan Auksin Pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan

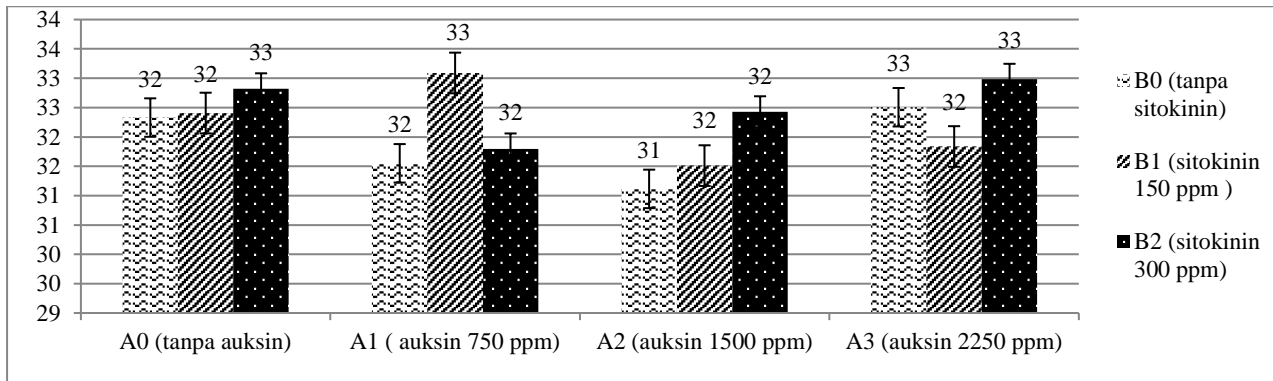
Auksin	Rata-rata	NP BNJ $_{0,05}$
A0 (0 ppm)	239,47 b	
A1 (750 ppm)	250,34 b	29,32
A2 (1500 ppm)	250,39 b	
A3 (2250 ppm)	283,56 a	

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji lanjut taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Uji BNJ $\alpha 0,05$ menunjukkan bahwa rata-rata klorofil total tertinggi terdapat pada perlakuan auksin 2250 ppm (a3) yaitu $283,56 \mu\text{mol.m}^2$ dan rata-rata terendah pada perlakuan tanpa pemberian auksin (a0) yaitu $239,47 \mu\text{mol.m}^2$.

11. Absorpsi

Hasil pengamatan rata-rata absorpsi cahaya dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin dan sitokinin serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap absorpsi cahaya pada stek tanaman kakao.

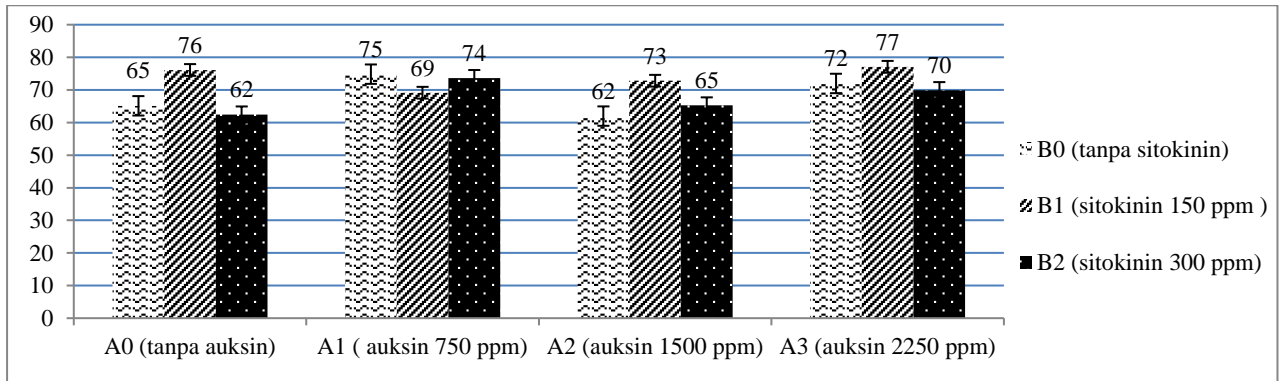


Gambar 1. Grafik Rata-rata Absorpsi Cahaya (%) dengan Perlakuan Auksin dan Sitokinin pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan.

Gambar 1 menunjukkan rata-rata tertinggi absorpsi cahaya yaitu pada pemberian auksin 750 ppm (a1) dengan pemberian sitokinin 150 ppm (b1) dan rata-rata absorpsi cahaya terendah adalah pemberian auksin 1500 ppm (a2) dengan tanpa pemberian sitokinin (b0).

12. Refleksi

Hasil pengamatan rata-rata refleksi cahaya dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian auksin dan sitokinin serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap refleksi cahaya pada stek tanaman kakao.



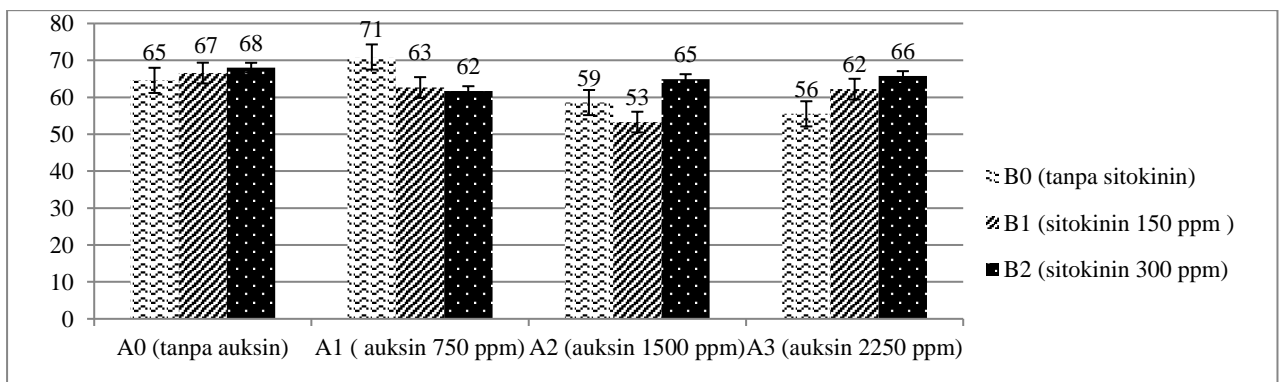
Gambar 2. Grafik Rata-rata Refleksi Cahaya (%) dengan Perlakuan Auksin dan Sitokinin pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan.

Gambar 2 menunjukkan rata-rata tertinggi refleksi cahaya yaitu pada pemberian auksin 2250 ppm (a3) dengan pemberian sitokinin 150 ppm (b1) dan rata-rata refleksi cahaya terendah yaitu pada pemberian auksin 1500 ppm (a2) dengan tanpa pemberian sitokinin (b1).

13. Transmisi

Hasil pengamatan rata-rata transmisi cahaya dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian

auksin dan sitokinin serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap transmisi cahaya pada stek tanaman kakao. Gambar 3 menunjukkan rata-rata tertinggi transmisi cahaya yaitu tanpa pemberian auksin atau 0 ppm (a0) dengan pemberian sitokinin 150 ppm (b1) dan rata-rata transmisi cahaya terendah adalah pemberian auksin 1500 ppm (a2) dengan pemberian sitokinin 150 ppm (b1).



Gambar 3. Grafik Rata-rata Transmisi Cahaya (%) dengan Perlakuan Auksin dan Sitokinin pada Stek Tanaman Kakao Umur 4 Bulan.

14. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi auksin dan sitokinin sebagai zat pengatur tumbuh berpengaruh nyata terhadap waktu munculnya stek kakao. Ketika digunakan dalam konsentrasi yang tepat, auksin dan sitokinin dapat mendorong pertumbuhan stek kakao, khususnya perkembangan akar dan pucuk karena dapat meningkatkan permeabilitas sel tanaman, mengurangi tekanan pada dinding sel, dan meningkatkan sintesis protein. Hal ini sejalan dengan pendapat Supriyanto dan Saepulloh (2014) bahwa penambahan zat pengatur tumbuh pada tanaman dapat mempercepat pembelahan dan pemanjangan sel yang selanjutnya dapat menyebabkan perkembangan akar dan tunas baru pada tanaman.

Waktu rata-rata munculnya tunas terbaik adalah 8,67 hari setelah perlakuan dengan auksin 1500 ppm dan sitokinin 300 ppm. Auksin yang merupakan bahan aktif dari *Rootone-F* berperan dalam merangsang pembentukan akar stek. Auksin mendorong ekspansi kalus, suspensi sel, dan perkembangan organ tanaman bila dikombinasikan dengan sitokinin. Menurut George dan Sherrington (2010), auksin dapat mengatur pembelahan sel dan

berperan dalam pembentukan meristem, yang kemudian membentuk jaringan atau organ tanaman. Pertumbuhan akar dan tunas tanaman dipengaruhi oleh interaksi antara auksin dan sitokinin

Dalam pertumbuhan dan perkembangan stek tanaman kakao, auksin dan sitokinin bekerja sebagai faktor penentu. Zat pengatur tumbuh ini memiliki kemampuan untuk mendorong perkembangan tunas baru. Laju pertumbuhan tunas dipengaruhi oleh keseimbangan hormon yang ada di dalam tubuh tanaman. Menurut pendapat Lestari (2011), kadar auksin dan sitokinin pada tanaman harus seimbang agar terjadi diferensiasi mata tunas. Beberapa tanaman akan merespons secara berbeda, bergantung pada jenis dan konsentrasi ZPT yang diaplikasikan. Zat pengatur tumbuh adalah zat yang membantu tanaman untuk berakar lebih baik, menghasilkan akar lebih cepat khususnya untuk metode stek, dan mampu menyerap nutrisi dari tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nisak dan Purwani (2012) bahwa auksin dan sitokinin sebagai zat pengatur tumbuh dapat meningkatkan keberhasilan stek tanaman. Auksin diketahui mendorong perkembangan akar adventif, sedangkan hormon sitokinin diketahui mendorong pembentukan dan perkembangan tunas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh auksin berpengaruh nyata dengan keberhasilan stek kakao, panjang akar, jumlah tunas, jumlah daun, luas bukaan stomata, kerapatan stomata, dan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Hal ini dikarenakan penggunaan ZPT auksinin *Rootone-F* dengan konsentrasi ZPT yang tepat dapat membantu mempercepat perkembangan sistem perakaran stek, dan penggunaan kombinasi media tanam yang baik antara lain tanah, sekam, dan pupuk kandang, serta kondisi fisiologis dan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Khoiriyah *et al.*, (2013), yang menyatakan bahwa efisiensi zat pengatur tumbuh bagi tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh dosis yang tepat, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi fisiologis tanaman dan lingkungan tumbuhnya.

Auksin dengan konsentrasi 2250 ppm yang diberikan pada stek kakao berpengaruh nyata terhadap panjang akar, jumlah pucuk, dan jumlah daun. Auksin digunakan untuk mempercepat proses fisiologis tanaman, salah satunya pada pembentukan akar. Auksin memacu aktivitas kambium, pertumbuhan floem dan pembuluh xilem, dan proses pemanjangan sel, pembelahan,

serta diferensiasi dalam sel tanaman. Saat mengaplikasikan auksin, penting untuk memperhatikan ketepatan konsentrasi, karena jika terjadi kekeliruan, hormon tersebut akan menghambat pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Altayani (2018), yang menjelaskan hasil dari penggunaan ZPT auksin bergantung pada beberapa faktor, salah satunya adalah ketepatan dosis yang diterapkan pada tanaman. Zat pengatur tumbuh berperan dalam pembelahan sel pada jaringan meristem yang jika diberikan dalam proporsi yang tepat, akan berdampak baik pada perkembangan tanaman.

Hubungan antara stomata dan klorofil pada daun tanaman berkaitan erat dengan proses fotosintesis. Pemberian auksin pada stek kakao dengan konsentrasi 2250 ppm berpengaruh besar terhadap luas bukaan stomata, kerapatan stomata, dan kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total. Stomata adalah bukaan di epidermis yang dibatasi oleh dua sel penjaga yang berbeda. Stomata berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dan uap air antara tumbuhan dan lingkungannya. Pertukaran gas yaitu pertukaran CO₂ yang diperlukan tanaman untuk melakukan proses respirasi dan fotosintesis. Menurut Nindya (2016), membuka dan menutupnya terjadi untuk

stomata mengatur keluar masuknya kandungan air di daun untuk mencegah kekurangan air, yang akan mengakibatkan kekeringan dan layu tanaman serta untuk mengatur batasan penyerapan CO₂ untuk fotosintesis. Cahaya matahari digunakan selama fotosintesis sehingga klorofil dalam kloroplas dapat memanfaatkannya. Ketika stomata terbuka, fotosintesis dapat terjadi. Sistem membran ganda yang melindungi kloroplas memungkinkan mengatur jalur yang diambil molekul saat masuk dan keluar dari kloroplas. Reaksi utama fotosintesis terjadi di kloroplas dengan klorofil sebagai agen utama. Pendapat Jaafar dan Ibrahim (2012), menyatakan bahwa fotosintesis adalah proses metabolisme yang dimediasi oleh klorofil dengan bantuan sinar matahari sehingga dapat menghasilkan molekul organik yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam proses metabolisme tumbuhan mendukung pertumbuhan tanaman.

Klorofil merupakan pigmen terpenting dalam proses fotosintesis, besar kecilnya jumlah klorofil daun menentukan laju fotosintesis. Selain berperan sebagai organel yang dapat mengubah energi radiasi menjadi energi kimia, molekul klorofil merupakan penyerap energi radiasi matahari. Pendapat Adinugraha (2011), menyatakan bahwa

pemberian zat pengatur tumbuh dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan berdampak positif terhadap pembentukan pigmen klorofil pada daun, yang akan meningkatkan laju fotosintesis dan selanjutnya meningkatkan produksi tanaman. Laju fotosintesis pada tanaman akan meningkat sejalan dengan kemampuan klorofil a dan klorofil b dalam menyerap sinar matahari. Konsentrasi klorofil yang rendah tidak akan memaksimalkan respon fotosintesis. Produksi molekul karbohidrat yang dihasilkan tidak dapat maksimal ketika reaksi fotosintesis kurang optimal.

Laju fotosintesis pada stek kakao dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Perkembangan dan pertumbuhan stek salah satunya bergantung pada ketersediaan cahaya. Parameter pengamatan absorpsi, refleksi dan transmisi cahaya tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan pemberian auksin dan sitokinin. Menurut Wulan dan Heddy (2018), jumlah daun merupakan indikasi seberapa besar pengaruh intensitas cahaya terhadap proses fotosintesis. Energi hasil fotosintesis selanjutnya digunakan oleh tanaman untuk memulai pertumbuhan tunas, daun, dan batang sehingga tanaman dapat tumbuh dengan sehat. Fotosintesis kemudian dikirim ke seluruh jaringan tanaman melalui floem.

Saat tanaman masih muda, intensitas cahaya yang diperlukan masih rendah hingga tanaman menjelang dewasa dengan kebutuhan cahaya yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Wulan dan Heddy (2018), yang menyatakan bahwa intensitas cahaya adalah komponen penting yang mempengaruhi proses fotosintesis yang ditunjukkan dari banyaknya jumlah daun. Terjadinya peningkatan pada intensitas cahaya meningkatkan ketersediaan energi utama untuk melakukan fotosintesis. Fotosintat kemudian disebarkan ke seluruh jaringan tanaman melalui floem, selanjutnya energi hasil fotosintesis tersebut akan digunakan tanaman untuk mengaktifkan pertumbuhan tunas, daun, dan batang sehingga tanaman dapat tumbuh secara optimal. Jumlah energi primer yang tersedia untuk fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya. Energi hasil fotosintesis selanjutnya digunakan oleh tanaman untuk memulai pertumbuhan tunas, daun, dan batang sehingga tanaman dapat tumbuh dengan sehat. Fotosintesis kemudian dikirim ke seluruh jaringan tanaman melalui floem.

Absorpsi cahaya menyatakan banyaknya cahaya yang diserap oleh tanaman dari total cahaya yang melewati tanaman. Bibit stek kakao menyerap cahaya matahari kemudian

dimanfaatkan untuk pembentukan fotosintat. Proporsi radiasi yang diserap dan efektivitas penggunaannya menentukan hubungan antara jumlah radiasi cahaya yang diterima tanaman dan laju pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan pendapat Nasaruddin *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa besarnya intensitas sinar matahari mempengaruhi pertumbuhan normal bibit kakao. Laju fotosintesis pada tumbuhan secara langsung dipengaruhi oleh cahaya matahari. Djukri (2006), menjelaskan bahwa agar tanaman dapat tumbuh subur di lingkungan yang kurang cahaya, tanaman harus mampu menyerap dan memantulkan cahaya yang cukup. Sebaliknya, di lingkungan dengan tingkat cahaya yang tinggi, tanaman harus memaksimalkan kemampuannya untuk memanfaatkan cahaya dan merefleksikan cahaya tambahan ketika jumlah sinar matahari yang diterima melebihi kapasitasnya untuk aktivitas fotosintesis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin dengan konsentrasi 300 ppm berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas dan jumlah daun pada stek kakao. Hal ini dikarenakan penggunaan ZPT sitokinin berfungsi sebagai perangsang proses pembelahan dan pembesaran sel, sehingga dapat memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Selain itu, sitokinin juga berpengaruh dalam proliferasi tunas yaitu keluarnya tunas lebih dari satu. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Schaller *et al.*, (2015), yang menyatakan bahwa sitokinin berperan penting dalam penambahan jumlah tunas baru karena dapat memacu pembelahan dan perkembangan sel tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tunas dan jumlah daun pada stek tanaman kakao berpengaruh nyata terhadap pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin pada konsentrasi 300 ppm. Hal ini terjadi karena sitokinin mendorong pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan berperan sebagai stimulan untuk proses pembelahan dan pembesaran sel. Menurut Schaller *et al.*, (2015), sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan mendorong perkembangan tunas. Sitokinin sangat penting untuk meningkatkan jumlah tunas baru pada tanaman. Sitokinin membantu tanaman memproduksi lebih banyak klorofil dan mempercepat proses fotosintesis. Pada stek kakao, sitokinin dapat mendorong pertumbuhan dan perkembangan dengan meningkatkan jumlah tunas dan daun. Konsentrasi zat pengatur tumbuh sitokinin yang tepat akan secara efektif merangsang perkembangan vegetatif tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Faizatul (2015),

yang menjelaskan bahwa proses fotosintesis dapat berjalan maksimal seiring dengan peningkatan produksi klorofil pada tanaman, sehingga terbentuk molekul organik seperti karbohidrat untuk proses perkembangan daun tanaman.

Pertumbuhan akar dan tunas stek tanaman dapat dipercepat dengan pemberian zat pengatur tumbuh. Akar menyerap unsur hara yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman, termasuk pertumbuhan tunas dan daun tanaman. Daun diperlukan untuk fotosintesis, yang prosesnya melibatkan penyerapan dan pemanfaatan sinar matahari. Hal ini sejalan dengan pernyataan Adinugraha (2011), yang menyatakan bahwa daun berfungsi sebagai organ utama fotosintesis pada tumbuhan karena permukaan luarnya yang besar dan rata sehingga mampu menyerap cahaya sebanyak mungkin per satuan volume. Akar dan daun tanaman memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman dalam hal penyerapan atau absorpsi cahaya matahari. Aktivitas berbagai jaringan dan organ tanaman dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang diberikan. Zat pengatur tumbuh dapat mengendalikan proses fisiologis seperti pembelahan sel dan pemanjangan jaringan tanaman, serta perkembangan akar, batang, dan daun.

Menurut *Danu et al.*, (2011), respon tanaman terhadap zat pengatur tumbuh bervariasi karena beberapa faktor, termasuk perbedaan interaksi hormon tumbuh dan kemampuan tanaman untuk menyerap dan merefleksikan cahaya matahari yang diterima. Oleh karena itu, penting untuk menghitung konsentrasi yang tepat dan mengkombinasikannya dengan hormon pertumbuhan lain untuk memaksimalkan fungsinya.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara pemberian auksin 1500 ppm dan sitokinin 300 ppm menghasilkan rata-rata waktu muncul tunas terbaik yaitu 8,67 hari.
2. Perlakuan auksin 2250 ppm dapat memperbaiki pertumbuhan stek kakao dengan memberikan hasil terbaik pada parameter rata-rata keberhasilan stek tertinggi (85,19%), panjang akar tertinggi (8,42 cm), jumlah tunas tertinggi 1 bulan setelah tanam (2,59 tunas), jumlah tunas tertinggi 2 bulan setelah tanam (2,78 tunas), jumlah daun tertinggi (1,78 helai), luas bukaan stomata tertinggi (18,75 μm^2), kerapatan stomata tertinggi (422,93 μm^2), klorofil a tertinggi (196,10 $\mu\text{mol.m}^2$), klorofil b tertinggi (78,22 $\mu\text{mol.m}^2$), dan klorofil total tertinggi (283,56 $\mu\text{mol.m}^2$).
3. Perlakuan sitokinin 300 ppm dapat memperbaiki pertumbuhan stek kakao dengan memberikan hasil terbaik pada parameter rata-rata jumlah tunas tertinggi 1 bulan setelah tanam (1,69 tunas), jumlah tunas tertinggi 2 bulan setelah tanam (2,00 tunas), dan jumlah daun tertinggi (1,42 helai).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoelrachman. 2010. Karakteristik Morfologis dan Anatomis Klon Harapan Tahan Penggerek Buah Kakao sebagai Sumber Bahan Tanam. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31(1): 14-20.
- Adinugraha, H. 2011. Pengaruh Umur Pohon Induk, Umur Tunas dan Jenis Media Terhadap Pertumbuhan Stek Sukun. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 5(1): 23-30.
- Altayani, A., I.N. Suaria dan I.M. Arjana. 2018. Panjang Stek dan *Rootone-F* pada Pertumbuhan dan Stek Pucuk Tanaman Krisan (*Chrysanthemum sp.*). *Jurnal Gema Agro*. 23(2): 139 – 145.
- Ariani, S. B., Sembiring, D. S. P. S., dan Sihaloho, N. K. 2018. Keberhasilan Pertautan Sambung Pucuk pada Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Waktu Penyambungan dan Panjang Entres Berbeda. *Jurnal Agroteknosains*. 1(2)
- Asra, R., Samarlina, R. A., dan Silalahi, M. 2020. *Hormon Tumbuhan*. I Jatmoko Ed. UKI Press: Jakarta

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2019. *Panduan Praktis Budidaya Kakao (Theobroma cacao L.)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Indonesia*. BPS: Jakarta
- Boleu, L. F. I., R. Simanjuntak., A. Keno., M. B. Beslar., V. Djole., J. R. Manik. 2019. The Effect of Honey-Cinnamon Paste on the Rooting of Calamansi (*Citrus microcarpa*). *Journal Agroland*. 26 (3) : 287 – 293.
- Danu, A., Subiakto, dan K. P. Putri. 2011. Uji Stek Pucuk Damar (*Agathis ioranthifolia Salisb.*) pada Berbagai Media dan Zat Pengatur Tumbuh. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 8(3): 245-252.
- Dewi, R. I. 2008. *Peranan dan Fungsi Fitohormon bagi Pertumbuhan Tanaman*. Universitas Padjajaran Press: Bandung.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2012. *Pedoman Teknis Perluasan Tanaman Kakao Tahun 2012*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2021. *Statistik Produksi Kakao 2017-2021*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Djukri. 2006. Pengaruh Jarak Tanam dan Varietas terhadap Transmisi Cahaya, Biomasa, dan Produksi Kedelai Varietas Anjasmoro, Tanggamus, dan Wilis. *Seminar Nasional MIPA UNY*, Yogyakarta.
- Fahrudin, F. 2011. Pengaruh Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian BAP (*Benzyl Amino Purine*) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Faizatul. 2015. Karakteristik Stomata Tempuyung dan Hubungannya dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam, Malang.
- George, E F. dan Sherrington, P.D. 2010. *Propagat Tanaman-tanaman Budaya Secara Kultur. Buku Pegangan Direksional Laboratorim Perekonomian*. Exegetic Ltd. Inggris.
- Goldschmidt, E. E. 2014. Plant Grafting: New Mechanisms, Evolutionary Implications. *Frontiers in Plant Science*, 5.
- Goncalves, Jose Fransisco de Carvalho, Ulysses Moreira dos Santos Junior, Emerson Alves da Silva. 2008. Evaluation of a Portable Chlorophyll Meter to Estimate Chlorophyll Concentration in Leaves of Tropical Woods Species from Amazonian Forest. *Hoehn*. 35(2): 185-188.
- Heryana, N. dan Supriadi, H. 2011. Pengaruh *Indole Butyric Acid* (IBA) dan *Napthalene Acetic Acid* (NAA) Terhadap Keberhasilan *Grafting* Tanaman Pala. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Sukabumi.
- Jaafar, H. Z. E and Ibrahim, M. H. 2012. *Photosynthesis and Quantum Yield of Soil Palm Seeding to Elevated Carboon Dioxide*. Advance in Photosynthesis-Fundamental Aspect in Teach Publisher.

- Junaidi. 2013. Pengaruh Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Cair D. I. Grow terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agroteknologi*. Fakultas Pertanian Universitas Teuku Umar Meulaboh, Aceh Barat.
- Karlidag, H., dan Esitken, A. 2012. Effects of Grafting Height of MM106 Rootstock on Growth, Lateral Shoot Formation and Yield in Apple Trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 87(5): 409–412.
- Khoiriyah N., E. S. Rahayu, dan L. Herlina. 2013. Induksi Perbanyak Tunas *Rosa damascena mill.* dengan Penambahan Auksin dan Sitokinin. *Unnes Journal of Life Science*. 2 (1): 57-63
- Lestari, E. G. 2006. Hubungan antara Kerapatan Stomata dengan Ketahanan Kekeringan pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti, dan IR 64. *Jurnal Biodiversitas*. 7(1): 44-48.
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman. *Jurnal Agrobiogen*. 7 (1): 63-68.
- Nasaruddin.2022. *Perencanaan Perbaikan Produksi Kakao Sul-Sel*. Buku Ajar. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Nasaruddin, Muh. Farid BDR, Ade Rosmana, Abd. Haris Bahrin, dan Ifayanti Ridwan. 2021. *Ekofisiologi, Kebutuhan Air dan Nutrisi Tanaman Kakao*. Ficus Press: Makassar.
- Nindya. A. 2016. Karakteristik Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus Will*) Berdasarkan Tempat yang Berbeda. Prosiding Seminar Nasional II Kerjasama FKIP dan PSLK UMM. h.894
- Nisak, N., dan Purwani, K. I. 2012. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada Kultur Jaringan Tembakau (*Nicotiana tabacum*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 1(1): 1-6
- Pramudito. 2018. Efektivitas Penambahan Hormon Auksin (IBA) dan Sitokinin (BAP) terhadap Sambung Pucuk Alpukat (*Persea americana Mill.*). *Skripsi*. Fakultas pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putri, D.M.S. 2017. Pengaruh Konsentrasi Rootone-F dan Panjang Setek pada Pertumbuhan *Rhododendron mucronatum* G. Don. var. *phoeniceum*. *Jurnal Biologi Udayana*. 21 (1): 35-39.
- Rahardjo, P. 2011. *Menghasilkan Benih dan Bibit Kakao Unggul*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Rahayu, T. 2016. Pengaruh Penambahan Hormone IBA Terhadap Pembentukan Akar Stek Pucuk Zaitun (*Olea europaea L.*) dengan Teknik *Micro-Cutting*. Prosiding Seminar Nasional From Basic Science to Comprehensive Education.
- Rubiyo dan Siswanto, 2012. Peningkatan Produksi dan Pengembangan Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*. 3(1): 13-20
- Ruiz Rosquete, M., Barbez, E., dan KleineVehn, J. 2012. Cellular Auxin Homeostasis: Gatekeeping is

- Housekeeping. *Journal of Molecular Plant*. 5(4): 772–786.
- Saefas, S.A. Rosniawaty, S. dan Maxiselly, R. 2017. Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Alami dan Sintetik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Teh (*Camellia sinensis (L.) O. Kuntze*) Klon GMB 7 setelah Centering. *Jurnal Kultivasi*, 16(2).
- Safri, S., Yunarti, Y., Rahim, I., dan Suherman, S. 2018. Penggunaan Klon Entres Sambung Pucuk dengan Lama Perendaman Air Kelapa Muda Terhadap Persentase dan Tinggi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Galung Tropika*. 7(2): 139–145.
- Sari, P., Y.I. Intara., dan A.P.D. Nazari. 2019. Pengaruh Jumlah Daun dan Konsentrasi *Rootone-F* Terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Nipis Lemon (*Citrus limon L.*) Asal Stek Pucuk. *Ziraa'ah*. 44 (3): 365-376.
- Schaller, G. E., Bishopp, A., and Kieber, J. J. 2015. The Yin-Yang of Hormones: Cytokinin and Auxin Interactions In Plant Development. *The Plant Cell*, 27(1): 44–63.
- Supriyanto dan Saepulloh. 2014. Pengaruh Bahan Stek dan hormon IBA (*Indole Butiric Acid*) terhadap Pertumbuhan Stek Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus*). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 5: 104-112.
- Ulum, M. B. 2019. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Auksin Jenis IBA dan NAA Terhadap Pertumbuhan Akar Cempaka (*Michelia champaca L.*) dengan Stek Mikro. *Skripsi*. Fakultas Teknologi dan Sains. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh Auksin dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Mokara (*Effect of Auxin and Cytokinin on the Growth of Mokara Orchid Plantlets*). *Jurnal Hortikultura*. 24(3): 230-238.
- Wulan, S. C. dan Heddy, S. 2018. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Keragaan Tanaman Puring. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6 (1): 161-169.