

PENGUNAAN ZAT PENGATUR TUMBUH DALAM SAMBUNG PUCUK KAKAO

APPLICATION OF PLANT HORMONES IN COCOA GRAFTING

Yuda Purwana Roswanjaya*, Delvi Maretta, dan Djatmiko Pinardi

Pusat Teknologi Produksi Pertanian, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
LAPTIAB, Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan 15314 - Indonesia

*Korespondensi: yuda.purwana@bppt.go.id

ABSTRAK

Teknik sambung pucuk banyak dilakukan oleh petani kakao karena dinilai mudah, murah dan tidak membutuhkan sarana dan peralatan khusus. Hasil kajian peran hormon dalam interaksi batang bawah (rootstock) dan batang atas (scion) pada proses penyambungan dapat dimanfaatkan untuk penyempurnaan teknik penyambungan tanaman kakao. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh zat pengatur tumbuh tanaman (ZPT) golongan sitokinin, auksin dan giberelin terhadap pembentukan tunas pada batang atas tanaman sambung pucuk kakao. Penelitian terdiri dari dua percobaan menggunakan rancangan acak kelompok. Sebagai perlakuan pada percobaan pertama adalah 12 taraf kombinasi ZPT golongan sitokinin dan auksin sedangkan pada percobaan kedua adalah 12 taraf kombinasi ZPT golongan sitokinin dan giberelin. Teknik sambung konvensional tanpa penggunaan ZPT digunakan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zat pengatur tumbuh yang diaplikasikan pada entres sehari sebelum penyambungan berpengaruh nyata terhadap persentase pembentukan tunas. Persentase pembentukan tunas pada batang atas tanaman hasil sambung lebih tinggi pada perlakuan aplikasi sitokinin tanpa penambahan auksin maupun giberelin. Perlakuan aplikasi ZPT belum berpengaruh terhadap jumlah daun, jumlah cabang dan panjang tunas baru pada batang atas.

Kata kunci: ZPT, batang bawah, tunas trubus, sitokinin, sambung pucuk

ABSTRACT

Plant grafting is widely used by farmers in the cocoa nursery. It is considered a simple and cheapest technique and not requires special equipment. The study of hormonal role in the interaction of rootstock and scion can be used as references to improve the plant grafting techniques. This research has studied the effect of plant hormones (cytokinin, auxin, and gibberellin) application in the shoot induction of scion in cocoa grafting (*Theobroma cacao* L). The study was conducted in two experiments that were arranged in a randomized block design. In the first and second experiments, 12-degree combinations of cytokinin and auxin and 12-degree combinations of cytokinin and gibberellin were studied. The conventional technique without hormones application was used as a control. The result shows that the percentage of shoot induction on scion was significantly affected by the application of the hormones a day before grafting. The percentage of shoot formation was higher in the treatment of only cytokinin without auxin or gibberellin. Vegetative growth, such as the number of leaves, number of shoots, and length of shoot, was not affected by the hormones treatment.

Keywords: hormone, scion, shoot, cytokinin, grafting

PENDAHULUAN

Hormon memiliki peran yang sangat penting dalam pertumbuhan dan

perkembangan tanaman baik pada fase vegetatif maupun generatif. Lima jenis hormon utama yang berperan dalam

pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah: auksin, sitokinin, giberelin, etilen dan asam absisat (Asra *et al.*, 2020). Fungsi auksin pada tanaman diantaranya adalah mempercepat pembesaran sel dan berperan pada diferensiasi jaringan angkut phloem dan xylem (Brumos *et al.*, 2018), sedangkan fungsi giberelin (GA1) adalah menstimulasi pembelahan sel (Sinay, 2018). Sitokinin bersama auksin dengan perbandingan tertentu dapat mempercepat pembelahan sel dan morfogenesis (Schaller *et al.*, 2015) sedangkan Etilen berfungsi pada proses pematangan buah dan memacu pertumbuhan dan perkembangan organ-organ tanaman (Advinda, 2018). Berbeda dengan keempat jenis hormon sebelumnya, asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi utama dari asam absisat adalah mengurangi kecepatan pembelahan dan pemanjangan di titik tumbuh dan mempertahankan dormansi biji (Pujiasmanto, 2020).

Pada *Hormone message concept* (Ruiz Rosquete *et al.*, 2012) dijelaskan bahwa auksin diproduksi pada bagian pucuk tanaman dan ditranslokasikan secara basipetal ke perakaran yang akan mempengaruhi perkembangan, morfologi dan fungsi akar. Auksin yang ditranslokasikan juga akan

mempengaruhi produksi dan aktivitas sitokinin di perakaran. Perkembangan perakaran yang baik akan memicu produksi sitokinin yang kemudian akan ditranslokasikan secara akropetal ke bagian tajuk.

Aktivitas hormon pertumbuhan juga berperan dalam proses sambung pucuk tanaman terutama pada pertautan antar sel dari jaringan pada batang bawah dan batang atas di lokasi penyambungannya. Terdapat beberapa hipotesa mekanisme pengaruh batang bawah terhadap pertumbuhan tanaman hasil sambung yaitu keterlibatan nutrisi, lingkungan tumbuh, perpindahan air dalam jaringan tanaman, jaringan tautan dan perubahan konsentrasi hormon (Keller *et al.*, 2012). Transport signal basipetal IAA (auksin endogen) sangat penting dalam hal induksi pertumbuhan batang atas oleh batang bawah (Li *et al.*, 2012). Penurunan aktivitas transport basipetal auksin ke perakaran akan menyebabkan turunnya produksi sitokinin dan giberelin di akar dan menyebabkan terjadinya penghambatan perkembangan perakaran. Akibatnya, terjadi penurunan transport akropetal sitokinin ke bagian pucuk tanaman sehingga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tajuk. Pada proses sambung pucuk dilakukan pemotongan tajuk tanaman penyedia batang bawah yang mengakibatkan

proses transport hormon terganggu, terutama pada tahap awal pertumbuhan tanaman hasil sambung (Goldschmidt, 2014).

Pada tanaman normal, sitokinin dan auksin berada dalam kondisi seimbang. Proses penyambungan tanaman menyebabkan ketidakseimbangan sitokinin dan auksin sehingga diperlukan penambahan suatu zat pemicu pertumbuhan yang dapat meningkatkan vigoritas batang bawah dan batang atas (Karlidag & Esitken, 2012). Kajian peran hormon dalam interaksi batang bawah dan batang atas dapat dimanfaatkan untuk penyempurnaan teknik penyambungan tanaman (Aloni *et al.*, 2010), salah satunya adalah dengan meningkatkan suplai sitokinin dan menurunkan suplai auksin pada pucuk tanaman penyedia batang bawah atau sebaliknya sehingga perkembangan tanaman hasil sambung pucuk bisa berlangsung lebih cepat.

Teknik sambung pucuk banyak dilakukan oleh petani kakao (Limbongan & Selatan, 2014) karena dinilai mudah, murah dan tidak membutuhkan sarana dan peralatan khusus. Keberhasilan sambung pucuk kakao bisa mencapai lebih dari 90% (Ariani *et al.*, 2018) dan bahkan bisa mencapai 100% (Safri *et al.*, 2018). Meskipun demikian, teknik ini membutuhkan durasi waktu yang cukup panjang mulai dari penyiapan batang

bawah (penyemaian biji) hingga benih siap tanam di lapang yang membutuhkan waktu 8 sampai 12 bulan. Berdasarkan pengamatan di nursery, tanaman kakao untuk sumber batang bawah minimal berumur 2 bulan dari sejak disemaikan, tetapi batang bawah yang paling baik dilaporkan berumur 4 – 6 bulan (Rahardjo *et al.*, 2016). Bibit hasil sambung dapat dipindah ke lapang setelah berumur 2 – 3 bulan dari proses penyambungan (Nappu *et al.*, 2015). Dengan demikian, pengaplikasian hormon tanaman dapat dikaji lebih jauh sebagai agen yang dapat mempercepat proses pertautan pada sambung pucuk tanaman kakao sehingga waktu untuk penyiapan bibit menjadi lebih singkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hormon golongan sitonikin, auksin dan giberelin terhadap pembentukan tunas pada batang atas dalam sambung pucuk bibit kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Sub-Stasiun Penelitian Kakao Sidenreng Rappang Sulawesi Selatan pada bulan Oktober 2016 sampai Mei 2017. Batang bawah diperoleh dari persemaian biji kakao klon M-45 yang ditransplanting ke polibag. Batang atas merupakan entres dari klon S-1 yang diperoleh dari kebun entres tersertifikasi. Teknik

penyambungan menggunakan metode V dengan batang atas terdiri dari 2 – 3 mata tunas berukuran ± 10 cm (Ariani *et al.*, 2018), kemudian seluruh batang atas disungkup dengan plastik sampai daerah penyambungan dan dilakukan pengikatan pada daerah sambungan dengan tali plastik lentur. Bibit hasil sambung dipelihara di bawah naungan paranet 50%. Sungkup plastik dilepas pada 2 minggu setelah sambung (MSS).

Metode statistik yang digunakan adalah rancangan acak kelompok. Sebagai perlakuan pada percobaan pertama adalah 12 taraf kombinasi zat pengatur tumbuh tanaman (ZPT) golongan sitokinin dan giberelin. Pada percobaan kedua adalah 12 taraf kombinasi ZPT golongan sitokinin dan auksin. Satu teknik konvensional tanpa aplikasi ZPT digunakan sebagai kontrol (Tabel 1). Pada masing-masing perlakuan digunakan 3 kelompok ulangan dengan 5 tanaman per perlakuan.

Entres disemprot dengan 50 mL ZPT sesuai kombinasi perlakuan menggunakan handsprayer bervolume 500 mL hingga basah kecuali entres perlakuan kontrol yang hanya disemprot menggunakan air. Selanjutnya entres dibungkus dengan kertas koran dan dibiarkan selama ± 24 jam sebelum digunakan sebagai batang atas dalam penyambungan. Tanaman hasil sambung

disiram setiap hari, disiangi dan diberi pupuk serta disemprot fungisida jika terdapat serangan cendawan.

Pengamatan dilakukan terhadap persentase keberhasilan penyambungan dan indikator pertumbuhan vegetatif. Jumlah tunas, jumlah daun baru, panjang tunas baru, dan jumlah cabang pada batang atas diamati sejak 2 MSS dan pengamatan dilakukan setiap 2 minggu sekali hingga tanaman berumur 3 bulan.

Pengambilan sampel untuk pengamatan anatomi jaringan bidang sambungan dilakukan pada 8 minggu setelah penyambungan dengan metode pengirisan segar. Metode pengirisan segar dilakukan dengan mengiris jaringan dengan *microtome*, dengan ketebalan 20 – 25 μ m (Handayani *et al.*, 2013). Pengamatan anatomi jaringan dilakukan di bawah mikroskop Olympus BX51 yang dilengkapi kamera digital mikroskop, dengan pembesaran 4x.

Tabel 1. Komponen hormon penyusun masing-masing perlakuan

No	Perlakuan	Komponen Penyusun (ppm)		
		Sitokinin	Giberelin	Auksin
Percobaan 1				
1	A1	200	0	-
2	B1	200	100	-
3	C1	200	200	-
4	D1	400	0	-
5	E1	400	100	-
6	F1	400	200	-
7	G1	600	0	-
8	H1	600	100	-
9	I1	600	200	-
10	J1	800	0	-
11	K1	800	100	-
12	L1	800	200	-

Percobaan 2				
1	A2	200	-	0
2	B2	200	-	100
3	C2	200	-	200
4	D2	400	-	0
5	E2	400	-	100
6	F2	400	-	200
7	G2	600	-	0
8	H2	600	-	100
9	I2	600	-	200
10	J2	800	-	0
11	K2	800	-	100
12	L2	800	-	200
Konvensional		0	0	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Zat pengatur tumbuh yang diaplikasikan pada entres sehari sebelum penyambungan berdasarkan hasil sidik ragam berpengaruh nyata terhadap proses awal pertautan kedua bagian tanaman (Tabel 2). Pertautan yang terjadi diindikasikan dengan munculnya tunas pada bagian aksilar batang atas saat 2 MSS. Dari hasil uji lanjut Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$ dapat diketahui bahwa saat 2 MSS jumlah entres bertunas lebih tinggi tanpa adanya komponen auksin (Tabel 3) dan juga lebih tinggi tanpa adanya komponen GA (Tabel 4).

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam persentase pembentukan tunas pada batang atas

	Persentase tunas (MSS)			
	2	4	6	8
Percobaan 1	**	**	tn	*
Percobaan 2	**	tn	tn	tn

Keterangan : tn (tidak nyata), * (nyata), ** (sangat nyata) pada selang kepercayaan 95%

Jika mengacu pada *hormone message concept*, auksin yang

ditambahkan (100 dan 200 ppm) tidak berpengaruh pada masa awal pertautan karena proses komunikasi hormon antara batang atas dan batang bawah terhambat akibat adanya perlukaan (Aloni *et al.*, 2010). Selain itu, pada 2 MSS dimungkinkan sel-sel kalus yang terbentuk sebagai pelekak antara batang bawah dan batang atas masih sangat sedikit sehingga proses transport polar auksin secara basipetal dari pucuk ke perakaran belum berlangsung dengan sempurna. Adanya celah antara kedua sumber batang juga akan menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk transport auksin menjadi lebih besar. Transport polar auksin membutuhkan energi ATP dan pompa-pompa proton (Hohm *et al.*, 2014), serta berproses dari sel ke sel dimana auksin keluar melalui membran plasma, berdifusi menyebrangi komponen lamela tengah dan memasuki membran plasma sel berikutnya. Belum sempurnanya pertautan antara batang bawah dan batang atas menyebabkan proses translokasi auksin dari sel ke sel ini menjadi tidak maksimal.

Jika dibandingkan dengan cara konvensional tanpa pemberian ZPT (kontrol), aplikasi hanya hormon sitokinin menyebabkan keberhasilan sambung pucuk menjadi lebih tinggi dengan persentase pembentukan tunas baru mencapai 86.6%, 80%, 40%, dan 40% (Percobaan 1) dan 93.4%, 40%,

53.4%, dan 86.6% (Percobaan 2) berturut-turut pada konsentrasi sitokinin 200, 400, 600, dan 800 ppm, sedangkan cara konvensional belum menyebabkan induksi pembentukan tunas (percobaan 1) atau hanya 6.6 % pada percobaan 2 (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3. Pengaruh kombinasi sitokinin dan giberelin terhadap rata-rata persentase pembentukan tunas pada 2 MSS

Perlakuan (dalam ppm)	Pembentukan tunas (%)
Kontrol (tanpa ZPT)	0 d
Sitokinin 200 + Giberelin 0	86.6 a
Sitokinin 200 + Giberelin 100	20.0 cd
Sitokinin 200 + Giberelin 200	26.6 cd
Sitokinin 400 + Giberelin 0	80.0 ab
Sitokinin 400 + Giberelin 100	60.0 abc
Sitokinin 400 + Giberelin 200	26.6 cd
Sitokinin 600 + Giberelin 0	40.0 bcd
Sitokinin 600 + Giberelin 100	40.0 bcd
Sitokinin 600 + Giberelin 200	40.0 bcd
Sitokinin 800 + Giberelin 0	40.0 bcd
Sitokinin 800 + Giberelin 100	20.0 cd
Sitokinin 800 + Giberelin 200	33.4 cd

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$.

Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pencelupan permukaan pemotongan batang bawah dan batang atas pada larutan kombinasi hormon kinetin (250 atau 500 ppm) dan BA (250 atau 500 ppm) akan menstimulasi percepatan pembentukan kalus antara batang bawah dan batang atas tanaman anggur (*Vitis vinifera*) hingga mencapai 100% (Köse & Güleriyüz, 2006). Kinetin dan BA diketahui merupakan golongan sitokinin

yang potensial diaplikasikan untuk meningkatkan keberhasilan penyatuan batang atas dan batang bawah dalam proses sambung pucuk (Zenginbal & Eşitken, 2016).

Tabel 4. Pengaruh kombinasi sitokinin dan auksin terhadap rata-rata persentase pembentukan tunas pada 2 MSS

Perlakuan (dalam ppm)	Pembentukan tunas (%)
Kontrol (tanpa ZPT)	6.6 d
Sitokinin 200 + Auksin 0	93.4 a
Sitokinin 200 + Auksin 100	6.6 de
Sitokinin 200 + Auksin 200	0 e
Sitokinin 400 + Auksin 0	40.0 cd
Sitokinin 400 + Auksin 100	20.0 cde
Sitokinin 400 + Auksin 200	13.4 de
Sitokinin 600 + Auksin 0	53.4 bc
Sitokinin 600 + Auksin 100	26.6 cde
Sitokinin 600 + Auksin 200	6.6 de
Sitokinin 800 + Auksin 0	86.6 ab
Sitokinin 800 + Auksin 100	20.0 cde
Sitokinin 800 + Auksin 200	6.6 de

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$.

Semakin tinggi konsentrasi giberelin dan auksin yang diaplikasikan, menyebabkan persentase pembentukan tunas pada batang atas juga semakin menurun (Gambar 1 dan 2). Rasio auksin dan sitokinin merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tunas baru pada batang atas (Müller & Leyser, 2011). Pada tanaman apel aplikasi BA secara eksogen diketahui juga akan meningkatkan jumlah tunas baru pada tanaman apel yang batangnya mengalami dominansi apikal (Tworkoski & Miller, 2007). Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa *crosstalk* antara sitokinin dan

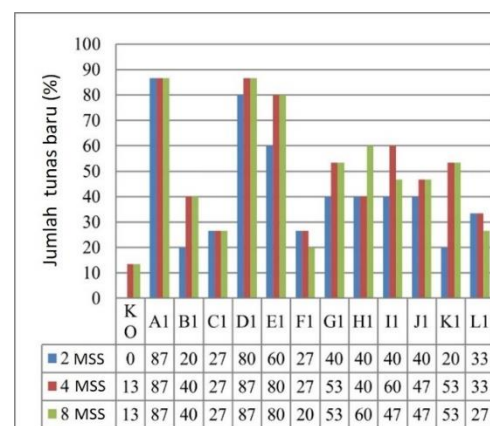
auksin tampak mengontrol vigor pertumbuhan batang atas, dimana sitokinin berkontribusi terhadap pertumbuhan yang positif sedangkan auksin terhadap pertumbuhan yang negatif (Koepke & Dhingra, 2013).

Hasil analisis mikroskopik jaringan sambung ketika sambungan berumur 8 MSS menunjukkan adanya perbedaan warna dan jaringan nekrotik berwarna coklat di zona tersebut (Gambar 4). Hal ini ditemukan juga pada hasil studi anatomi penyambungan tanaman *Anacardium occidentale* L, 30 hari setelah penyambungan yang ditandai dengan adanya lapisan nekrotik dan pembesaran sel-sel kalus diantara batang bawah dan batang atas (Mahunu *et al.*, 2012). Jaringan nekrotik seiring waktu akan menghilang yang diperkirakan terjadi pada hari ke-60 setelah terjadi pertautan jaringan pembuluh batang atas dan batang bawah dengan sempurna (Sholikhah & Ashari, 2017).

Analisis mikroskopik pada sayatan segar juga menunjukkan adanya kontak sambungan yang tampak jelas dan sudah tidak ditemukan adanya rongga diantara jaringan kedua bagian tanaman. Fenomena ini juga ditemukan pada sambung mikro tanaman manggis (*Garcinia mangostana*) dimana terjadi kontak sambungan antara batang bawah dan batang atas yang diawali dengan pembentukan kalus di salah satu sisi

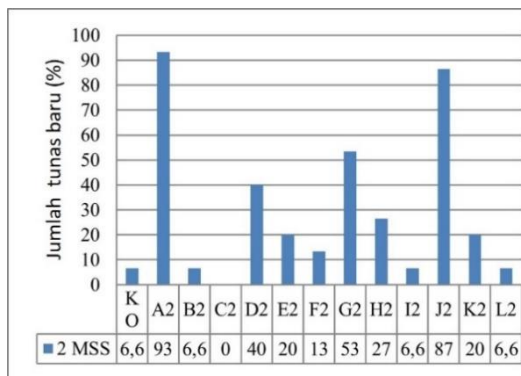
daerah sambungan dan tautannya semakin jelas ketika tanaman berumur 10 dan 16 minggu (Handayani *et al.*, 2013).

Teknologi penyambungan tanaman berkembang cukup pesat dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kendala yang dihadapi oleh para praktisi maupun peneliti yang masih membuka ruang untuk penyempurnaan. Tanaman hasil sambung diketahui dapat bertahan hidup hingga berproduksi akan tetapi interaksi batang bawah dan batang atas masih sulit diprediksi (Goldschmidt, 2014), begitu juga halnya dalam aplikasi ZPT pada penyambungan tanaman kakao. Hasil analisis aplikasi ZPT pada penelitian ini masih menunjukkan pengaruh yang belum stabil terhadap percepatan pertautan dan pertumbuhan tanaman hasil sambung yang dapat dilihat dari data pertumbuhan tanaman hasil sambung dalam percobaan 1 dan 2.



Gambar 1. Persentase jumlah tunas baru pada percobaan 1 saat 2, 4, dan 8 MSS

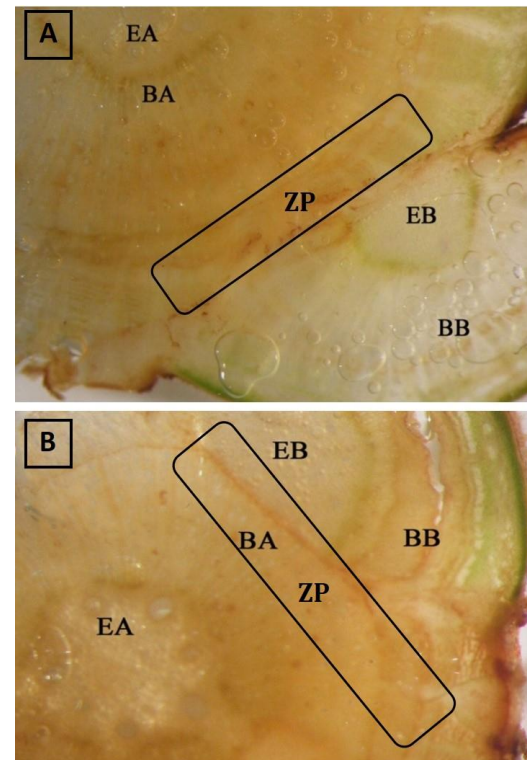
Berdasarkan pengamatan pertumbuhan vegetatif dari 4 MSS hingga akhir pengamatan (12 MSS) jumlah daun baru pada batang atas, jumlah cabang yang terbentuk serta panjang tunas baru pada 2 – 12 MSS tidak berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 5). Dengan demikian zat pengatur tumbuh yang diaplikasikan pada kajian ini diketahui lebih berperan sebagai zat yang menginduksi pembentukan tunas baru pada batang atas, tetapi tidak berpengaruh terhadap perpanjangan tunas, penambahan jumlah daun dan juga cabang.



Gambar 2. Persentase jumlah tunas baru pada percobaan 2 saat 2 MSS.

Diperkirakan pada 12 MSS jaringan pembuluh pada tanaman sudah berfungsi sebagai jalur transportasi auksin secara basipetal dari pucuk ke perakaran baik auksin endogen maupun eksogen. Jaringan pembuluh ini juga sudah memiliki fungsi yang sempurna sebagai alat transport unsur hara dari tanah dan hasil fotosintat. Hal ini dapat dilihat pada pertumbuhan vegetatif batang atas yang

ditunjukkan dari rata-rata jumlah daun, jumlah cabang dan panjang tunas baru pada percobaan 1 (Tabel 6) dan pada 2 (Tabel 7).



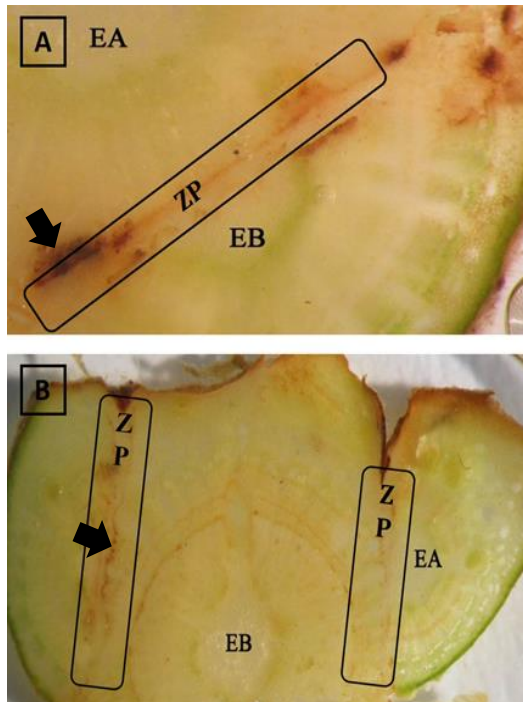
Gambar 3. Analisis mikroskopik jaringan sambung dengan perlakuan aplikasi ZPT varian A1 (A) dan D1 (B) pada 8 MSS menggunakan mikroskop Olympus BX51 dengan perbesaran 4x.

Keterangan : ZP (Zona Penyatuan Sel), BB (Batang Bawah), BA (Batang Atas), EA (Empelur Batang Atas), EB (Empelur Batang Bawah)

Tabel 5. Rekapitulasi sidik ragam jumlah daun, panjang tunas dan jumlah cabang

	4 MSS	8 MSS	12 MSS
Percobaan 1			
Jumlah daun	tn	tn	tn
Panjang tunas	-	tn	tn
Jumlah cabang	-	-	tn
Percobaan 2			
Jumlah daun	tn	tn	tn
Panjang tunas	-	tn	tn
Jumlah cabang	-	-	tn

Keterangan : tn (tidak berbeda nyata)



Gambar 4. Analisis mikroskopik jaringan sambung dengan perlakuan aplikasi hormon varian A2 (A) dan D2 (B) pada 8 MSS menggunakan mikroskop Olympus BX51 dengan perbesaran 4x.

Keterangan : ZP (Zona Penyatuan Sel), EA (Empelur Batang Atas), EB (Empelur Batang Bawah), Panah menunjukan jaringan yang mengalami nekrotik.

Tabel 6. Pertumbuhan vegetatif tanaman hasil sambung percobaan 1 pada 12 MSS

No	Perlakuan	Variabel pertumbuhan vegetatif (rata-rata)		
		Jumlah daun	Jumlah cabang	Panjang tunas (cm)
1	Kontrol	6.50	2.50	11.00
2	A1	8.83	2.41	12.92
3	B1	7.50	2.00	11.94
4	C1	7.67	1.67	14.33
5	D1	10.83	2.67	15.75
6	E1	8.92	2.33	15.08
7	F1	11.50	2.25	17.50
8	G1	6.50	1.78	17.83
9	H1	12.84	2.83	20.50
10	I1	13.22	3.11	15.22
11	J1	10.84	2.33	16.50
12	K1	9.11	2.33	13.50
13	L1	13.50	3.25	15.00

Keberhasilan pertautan antara batang bawah dan batang atas diindikasikan jika pembuluh xylem dan phloem dari kedua bagian tanaman sudah menyatu dan dapat difungsikan sebagai alat angkut unsur hara dari tanah dan fotosintat (Handayani *et al.*, 2013). Pembentukan tunas pucuk pada cabang baru juga secara langsung berhubungan dengan produksi dan transportasi auksin pada keseluruhan tanaman. Tunas pucuk merupakan tempat sintesis auksin endogen, yang dapat ditranslokasikan ke bagian perakaran yang kemudian akan menginduksi perkembangan akar. Sistem perakaran yang berkembang baik akan menjadi tempat produksi sitokinin endogen, selanjutnya ditranslokasikan secara akropetal ke pucuk tanaman. Sitokinin pada pucuk tanaman akan mendorong perkembangan tajuk.

Tabel 7. Pertumbuhan vegetatif tanaman hasil sambung percobaan 2 pada 12 MSS

No	Varian Hormon	Variabel pertumbuhan vegetatif (rata-rata)		
		Jumlah daun	Jumlah cabang	Panjang tunas (cm)
1	Kontrol	7.00	2.50	10.75
2	A2	10.88	3.09	9.54
3	B2	10.17	2.50	14.42
4	C2	8.42	1.93	13.33
5	D2	15.58	2.94	13.22
6	E2	8.27	1.77	11.52
7	F2	12.20	2.63	14.48
8	G2	9.80	2.17	15.22
9	H2	8.06	1.67	12.99
10	I2	11.92	2.78	10.31
11	J2	11.91	2.56	16.17
12	K2	7.72	1.50	14.43
13	L2	5.56	1.48	12.73

Keberhasilan sambung pucuk kakao akan menyebabkan sintesis dan transportasi hormon-hormon tersebut menjadi lebih efektif dan efisien sehingga akan menyebabkan bibit kakao yang dihasilkan memiliki karakteristik yang diharapkan dengan pertumbuhan optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa perlakuan penyemprotan ZPT pada entres sehari sebelum penyambungan berpengaruh terhadap persentase pembentukan tunas baru pada batang atas tetapi tidak berpengaruh terhadap pertambahan jumlah daun, jumlah cabang dan panjang tunas baru. Aplikasi ZPT golongan sitokinin menghasilkan persentase pembentukan tunas baru yang lebih tinggi dibandingkan aplikasi kombinasi ZPT golongan sitokinin dengan golongan auksin maupun golongan giberelin. Dengan demikian, sitokinin dengan konsentrasi 200 ppm direkomendasikan untuk diaplikasikan dalam proses sambung pucuk kakao karena menyebabkan tingkat keberhasilan penyambungan yang paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Mursalin dari Dinas

Pertanian Kabupaten Sidenreng Rappang Sulawesi Selatan atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian di lapangan. Kegiatan ini didanai oleh program DIPA Pusat Teknologi Produksi Pertanian BPPT yang berjudul "Pengembangan Teknologi Produksi Kakao dalam Rangka MP3EI Koridor IV (Sulawesi Selatan)".

DAFTAR PUSTAKA

- Advinda, L. (2018). *Dasar – dasar fisiologi tumbuhan*. Deepublish.
- Aloni, B., Cohen, R., Karni, L., Aktas, H., & Edelstein, M. (2010). Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.003>
- Ariani, S. B., Sembiring, D. S. P. S., & Sihalo, N. K. (2018). Keberhasilan pertautan sambung pucuk pada kakao (*Theobroma cacao* L) dengan waktu penyambungan dan panjang entres berbeda. *JURNAL AGROTEKNOSAINS*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.36764/ja.v1i2.34>
- Asra, R., Samarlina, R. A., & Silalahi, M. (2020). *Hormon tumbuhan* (I. Jatmoko, Ed.). UKI Press. <http://repository.uki.ac.id/1579/>
- Brumos, J., Robles, L. M., Yun, J., Vu, T. C., Jackson, S., Alonso, J. M., & Stepanova, A. N. (2018). Local auxin biosynthesis is a key regulator of plant development. *Developmental Cell*, 47(3), 306–318.e5. <https://doi.org/10.1016/j.devcel.2018.09.022>

- Goldschmidt, E. E. (2014). Plant grafting: New mechanisms, evolutionary implications. *Frontiers in Plant Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00727>
- Handayani, R. S., Poerwanto, R., Sobir, Purwito, A., & Ermayanti, T. M. (2013). Pengaruh batang bawah dan jenis tunas pada mikrografting manggis (*Garcinia mangostana*) secara In Vitro. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 41(1), Article 1. <https://doi.org/10.24831/jai.v41i1.7076>
- Hohm, T., Demarsy, E., Quan, C., Allenbach Petrolati, L., Preuten, T., Vernoux, T., Bergmann, S., & Fankhauser, C. (2014). Plasma membrane H⁺-ATPase regulation is required for auxin gradient formation preceding phototropic growth. *Molecular Systems Biology*, 10(9), 751. <https://doi.org/10.15252/msb.20145247>
- Karlidag, H., & Esitken, A. (2012). Effects of grafting height of MM106 rootstock on growth, lateral shoot formation and yield in apple trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(5), 409–412. <https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512886>
- Keller, M., Mills, L. J., & Harbertson, J. F. (2012). Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(1), 29–39. <https://doi.org/10.5344/ajev.2011.11078>
- Koepke, T., & Dhingra, A. (2013). Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Reports*, 32(9), 1321–1337. <https://doi.org/10.1007/s00299-013-1471-9>
- Köse, C., & Güleriyüz, M. (2006). Effects of auxins and cytokinins on graft union of grapevine (*Vitis vinifera*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(2), 145–150. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514399>
- Li, H. L., Zhang, H., Yu, C., Ma, L., Wang, Y., Zhang, X. Z., & Han, Z. H. (2012). Possible roles of auxin and zeatin for initiating the dwarfing effect of M9 used as apple rootstock or interstock. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(1), 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11738-011-0822-9>
- Limbongan, J., & Selatan, B. S. (2014). Pengembangan teknologi sambung pucuk sebagai alternatif pilihan perbanyakkan bibit kakao. 2541-0822. <https://doi.org/10.21082/jp3.v32n4.2013.p166-172>
- Mahunu, J. K., Adjei, P. Y., & Asante, A. K. (2012). *Anatomical studies on graft formation in cashew (Anacardium occidentale L.)*. <http://udsspace.uds.edu.gh:80/handle/123456789/918>
- Müller, D., & Leyser, O. (2011). Auxin, cytokinin and the control of shoot branching. *Annals of Botany*, 107(7), 1203–1212. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr069>
- Nappu, M. B., Limbongan, J., & Lologau, B. A. (2015). Perbanyakkan bibit kakao melalui teknik grafting, okulasi, dan somatik embriogenesis di provinsi sulawesi selatan. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 17(3), Article 3. <https://doi.org/10.21082/jp3.v17n3.2014.p%p>

- Pujiasmanto, B. (2020). *Peran dan manfaat hormon tumbuhan: contoh kasus paclobutrazol untuk penyimpanan benih*. Yayasan Kita Menulis.
- Rahardjo, M., Djauhariya, E., Darwati, I., & Smd, R. (2016). Pengaruh umur batang bawah terhadap pertumbuhan benih mengkudu tanpa biji hasil grafting. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 24(1), 14–18. <https://doi.org/10.21082/bullittro.v24n1.2013.%p>
- Ruiz Rosquete, M., Barbez, E., & Kleine-Vehn, J. (2012). Cellular auxin homeostasis: gatekeeping is housekeeping. *Molecular Plant*, 5(4), 772–786. <https://doi.org/10.1093/mp/ssr109>
- Safri, S., Yunarti, Y., Rahim, I., & 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. <https://doi.org/10.31850/jgt.v7i2.364>
- Schaller, G. E., Bishopp, A., & Kieber, J. J. (2015). The yin-yang of hormones: cytokinin and auxin interactions in plant development. *The Plant Cell*, 27(1), 44–63. <https://doi.org/10.1105/tpc.114.133595>
- Sholikah, A., & Ashari, S. (2017). Pengaruh saat defoliasi batang atas terhadap pertumbuhan dan keberhasilan grafting durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.21176/protan.v5i3.398>
- Sinay, H. (2018). Pengaruh giberelin dan temperatur terhadap pertumbuhan semai gandaria (*Bouea macrophylla* Griffith.). *BIOSCIENTIAE*, 8(1), Article 1. <http://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/bioscientiae/article/view/186>
- Tworokski, T., & Miller, S. (2007). Endogenous hormone concentrations and bud-break response to exogenous benzyl adenine in shoots of apple trees with two growth habits grown on three rootstocks. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(6), 960–966. <https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512333>
- Zenginbal, H., & Eşitken, A. (2016). Effects of the application of various substances and grafting methods on the grafting success and growth of black mulberry (*Morus nigra* L.). *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus*, 15(4), 99–109