

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN AUKSIN (IBA) DAN SITOKININ (BAP) TERHADAP SAMBUNG PUCUK (*GRAFTING*) PADA PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN ALPUKAT (*Persea Americana*)

Rafika Nasution¹, Rahmadina²
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}
rafikanasution6@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian hormon auksin (IBA) dan sitokinin (BAP) pada tanaman alpukat (*Persea americana*) terhadap keberhasilan sambung pucuk. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 3×3 dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi persentase sambungan hidup, waktu muncul tunas, jumlah tunas, panjang tunas, dan jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi IBA dan BAP berpengaruh signifikan terhadap waktu muncul tunas dan panjang tunas, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap persentase sambungan hidup, jumlah tunas, dan jumlah daun. Simpulan, hormon pertumbuhan dapat mempercepat respon fisiologis awal pada sambung pucuk, meskipun tidak selalu berdampak pada keseluruhan pertumbuhan vegetatif.

Kata Kunci: Alpukat, BAP, Grafting, IBA, *Persea americana*

ABSTRACT

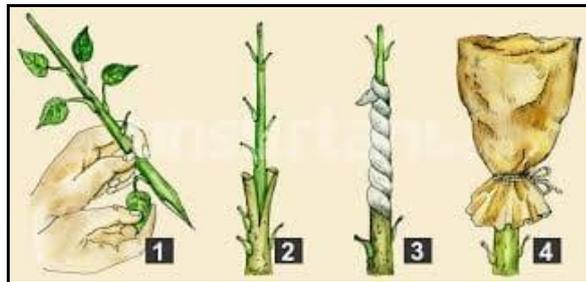
*This study aimed to determine the effectiveness of auxin (IBA) and cytokinin (BAP) application on avocado (*Persea americana*) in improving grafting success. The method used was a factorial randomized block design (RBD) of 3×3 with three replications. The observed parameters included the percentage of graft survival, time to bud emergence, number of buds, bud length, and number of leaves. The results showed that the application of IBA and BAP significantly affected the time to bud emergence and bud length, but had no significant effect on the percentage of graft survival, number of buds, and number of leaves. In conclusion, growth hormones can accelerate the initial physiological response in grafting, although they do not always impact overall vegetative growth.*

Keywords: Avocado, BAP, Grafting, IBA, *Persea americana*

PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris dengan sektor hortikultura yang berkembang pesat, buah alpukat (*Persea americana*) kini menjadi komoditas populer karena nilai ekonomi dan kandungan nutrisinya yang tinggi (Septiadi, 2023). Produksi alpukat Indonesia meningkat signifikan dari 8.740.465 kuintal pada tahun 2023 menjadi

10.053.361,56 kuintal pada tahun 2024, menurut data dari Badan Pusat Statistik (Badan Pusat Statistik, 2024). Alpukat (*Persea americana*) merupakan tanaman buah bergizi yang mengandung protein, kalium (K), riboflavin (vitamin B2), niasin, vitamin A, vitamin C, dan beta karoten. Tanaman ini juga memiliki nilai komersial tinggi dan dapat dibudidayakan secara luas. Kebutuhan akan bibit alpukat berkualitas tinggi, cepat berbuah, dan tersedia dalam jumlah besar meningkat seiring tingginya permintaan pasar. Oleh karena itu, perbanyak vegetatif melalui teknik sambung pucuk (*grafting*) menjadi pilihan yang efektif. Metode ini memiliki keunggulan, seperti waktu berbuah yang lebih cepat, sifat genetik yang sama dengan induk, serta perakaran yang kuat dari batang bawah (Pratama, 2023).



Gambar 1. 1) Persiapan entres, 2) Persiapan batang bawah, 3) Penyambungan entres dengan batang bawah, 4) Penyungkupan

Meskipun teknik sambung pucuk memiliki banyak keunggulan, metode ini dapat dimaksimalkan dengan menambahkan zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti auksin dan sitokinin. Dua jenis zat pengatur tumbuh tersebut memiliki efek dan sifat yang berbeda pada proses fisiologis tanaman (Amanda, 2024). Hormon sitokinin mempercepat pertumbuhan daun, seperti meningkatkan jumlah daun pada awal pertumbuhan dan mempercepat pertumbuhan karena kemampuannya dalam mendukung proses fotosintesis. Pertumbuhan jaringan tanaman lainnya dipengaruhi oleh jumlah daun yang dimiliki tanaman. Sementara itu, auksin sangat penting untuk pertautan sambungan, pembentukan akar, dan batang (Arliany, 2022). Campuran kedua hormon ini dapat meningkatkan keberhasilan sambung pucuk alpukat dengan memicu pembelahan sel dan pembentukan tunas (Pratama, 2023).

Sitokinin dan auksin secara bersamaan dapat mempercepat morfogenesis dan pembelahan sel. Sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan mendorong pembentukan tunas baru pada tanaman. Penambahan sitokinin dapat mempercepat pembelahan sel dan pembentukan pucuk, sehingga memicu munculnya tunas lebih awal. Pertumbuhan, jumlah tunas, dan tingkat keberhasilan hidup tanaman akan meningkat jika tanaman diberi hormon pertumbuhan (Fatikhasari, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penambahan hormon auksin (IBA) dan sitokinin (BAP) terhadap sambung pucuk (*grafting*) pada tanaman alpukat (*Persea americana*) untuk mengoptimalkan keberhasilan sambung pucuk.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari April 2025 hingga selesai di UPTD Benih Induk Hortikultura Gedung Johor, Medan, dan Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Bahan yang digunakan meliputi bibit alpukat (batang bawah), entres varietas Miki, hormon IBA, BAP, akuades, alkohol 70%, dan NaOH 1 N. Alat yang digunakan antara lain gunting stek, silet, plastik sungkup, gelas ukur, erlenmeyer, alat tulis, dan timbangan analitik. Batang bawah berasal dari bibit alpukat generatif berumur lebih dari dua bulan, sedangkan entres berasal dari varietas Miki. Setelah direndam selama lima menit dalam larutan IBA dan BAP sesuai perlakuan, entres disambungkan ke batang bawah menggunakan metode sambung pucuk (*V-cut*). Sambungan diikat rapat dan ditutup dengan plastik sungkup. Setelah tiga hingga empat minggu, sungkup dibuka secara bertahap. Pemangkasan, penyiangan, dan penyiraman tunas batang bawah dilakukan sebagai metode pemeliharaan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial 3×3 , yang terdiri dari dua faktor: Faktor A adalah konsentrasi IBA (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm), dan Faktor B adalah konsentrasi BAP (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm). Ada 81 satuan percobaan, dengan masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Persentase sambungan hidup (%), waktu muncul tunas (hari), jumlah tunas, panjang tunas (cm), dan jumlah daun adalah parameter penelitian ini. Data dianalisis menggunakan ANOVA menggunakan program SPSS. Jika ada pengaruh nyata, uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dilakukan pada taraf 5%.

HASIL PENELITIAN

Muncul Tunas (hari)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter munculnya tunas pada tanaman alpukat dipengaruhi oleh hormon IBA dan BAP. Konsentrasi IBA 400 ppm dan BAP 400 ppm menghasilkan perlakuan terbaik, dengan jumlah tunas tertinggi rata-rata 9,44 tunas pada hari ke-14 setelah sambung pucuk. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat hormon yang tinggi dapat mempercepat proses fisiologis tanaman, termasuk pembentukan tunas baru dan meningkatkan aktivitas meristematik di titik sambungan. Pada penelitian ini interaksinya tidak signifikan, yang berarti bahwa masing-masing hormon tetap bekerja efektif secara mandiri. Pada perlakuan IBA, terdapat peningkatan jumlah tunas seiring dengan peningkatan konsentrasi. Konsentrasi IBA 400 ppm memberikan hasil tertinggi, yaitu rata-rata 9,33 tunas, diikuti oleh 200 ppm sebesar 7,66 tunas, dan terendah pada 0 ppm sebesar 6,55 tunas.

Perlakuan BAP juga menunjukkan perlakuan yang sama, yaitu semakin tinggi konsentrasi BAP, semakin banyak tunas yang muncul. BAP 400 ppm menghasilkan rata-rata 9,44 tunas, yang merupakan jumlah tertinggi, diikuti oleh 200 ppm sebesar 7,67 tunas, dan terendah pada 0 ppm sebesar 6,44 tunas. Nilai

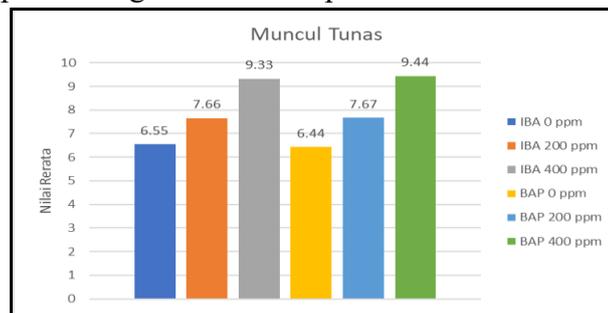
interaksi antara IBA dan BAP terhadap muncul tunas yang muncul sebesar 0,795 ($p > 0,05$), yang berarti tidak terjadi interaksi yang signifikan antara kedua hormon dalam memengaruhi parameter ini. Tabel 1 berikut menunjukkan rata-rata muncul tunas:

Tabel 1. Rerata Muncul Tunas

Perlakuan	Dosis	Signifikan
IBA	0 ppm	6.55 ^a
	200 ppm	7.66 ^b
	400 ppm	9,33 ^c
BAP	0 ppm	6.44 ^a
	200 ppm	7.67 ^b
	400 ppm	9.44 ^c
Interaksi		0.795 (-)

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (-) = tidak ada interaksi.

Rerata persentase muncul tunas ditampilkan pada Gambar 2 untuk memperlihatkan perbandingan hasil antar perlakuan.



Gambar 2. Rerata Muncul Tunas

Jumlah Tunas

Pengamatan terhadap jumlah tunas pada 6 dan 8 MST menunjukkan bahwa pemberian IBA dan BAP dengan berbagai dosis tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah tunas tanaman alpukat. Pada 6 MST, perlakuan IBA dosis 0 ppm menghasilkan rata-rata jumlah tunas tertinggi sebesar 4,22 tunas, diikuti oleh dosis 200 ppm sebesar 3,44 tunas, dan dosis 400 ppm sebesar 3,33 tunas. Sementara itu, perlakuan BAP dengan dosis 400 ppm menghasilkan 4,00 tunas, diikuti oleh dosis 0 ppm sebesar 3,89 tunas, dan dosis 200 ppm sebesar 3,11 tunas.

Pada pengamatan 8 MST, jumlah tunas tertinggi juga terlihat pada perlakuan BAP dosis 0 ppm dengan rata-rata 4,88 tunas, disusul oleh IBA dosis 400 ppm sebesar 4,44 tunas. Dosis 200 ppm dari IBA dan BAP menghasilkan masing-masing 3,67 tunas dan 3,78 tunas, sedangkan dosis 0 ppm pada perlakuan IBA dan BAP menghasilkan 4,33 tunas dan 4,88 tunas. Nilai interaksi antara IBA dan BAP terhadap jumlah tunas yang muncul sebesar 0,216 pada 6 MST dan 0,602 pada 8 MST ($p > 0,05$), yang berarti tidak terjadi interaksi yang signifikan

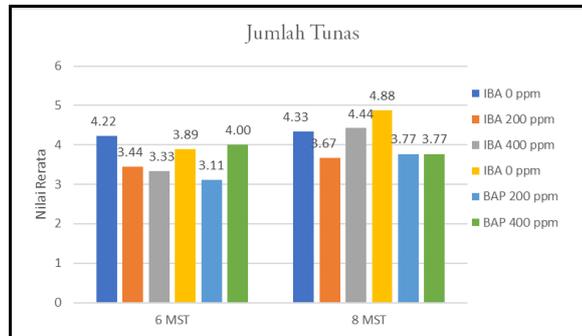
antara kedua hormon dalam memengaruhi parameter ini. Tabel 2 berikut menunjukkan rata-rata jumlah tunas:

Tabel 2. Rerata Jumlah Tunas

Perlakuan	Dosis	Signifikan	
		6 MST	8 MST
IBA	0 ppm	4.22 ^a	4.33 ^a
	200 ppm	3.44 ^a	3.67 ^a
	400 ppm	3.33 ^a	4.44 ^a
BAP	0 ppm	3.89 ^a	4.88 ^a
	200 ppm	3.11 ^a	3.77 ^a
	400 ppm	4.00 ^a	3.77 ^a
Interaksi		0.216 (-)	0.602 (-)

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada setiap baris menunjukkan berpengaruh signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (-) = tidak ada interaksi.

Rerata jumlah tunas pada masing-masing perlakuan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rerata Jumlah Tunas 6 dan 8 MST

Jumlah Daun

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun pada 6 MST dan 8 MST menunjukkan bahwa pemberian IBA dan BAP dengan berbagai dosis tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan jumlah daun tanaman alpukat. Pada pengamatan 6 MST, perlakuan IBA dosis 400 ppm memberikan rata-rata jumlah daun tertinggi sebesar 19.00 helai, diikuti oleh 0 ppm sebesar 14.66 helai, dan terendah pada dosis 200 ppm sebesar 13,88 helai. Perlakuan BAP menunjukkan nilai tertinggi dengan dosis 0 ppm menghasilkan 16.77 helai, diikuti oleh 400 ppm sebesar 16.22 helai, dan terendah pada dosis 200 ppm sebesar 14,55 helai.

Sementara itu, pada pengamatan 8 MST, perlakuan IBA dengan dosis 400 ppm menghasilkan jumlah daun tertinggi sebesar 19,55 helai, diikuti oleh 200 ppm sebesar 16,88 helai, dan dosis 0 ppm sebesar 14.89 helai. Perlakuan BAP dosis 0 ppm menunjukkan hasil tertinggi sebesar 18,00 helai, diikuti oleh 400 ppm sebesar 17,55 helai, dan terendah pada dosis 200 ppm sebesar 15.77 helai. Meskipun terdapat kecenderungan peningkatan jumlah daun seiring peningkatan dosis hormon, perbedaan yang ditunjukkan tidak signifikan secara statistik. Nilai

interaksi antara IBA dan BAP terhadap jumlah daun yang muncul sebesar 0,940 pada 6 MST dan 0,930 pada 8 MST ($p > 0,05$), yang berarti tidak terjadi interaksi yang signifikan antara kedua hormon dalam memengaruhi parameter ini. Tabel 3 berikut menunjukkan rata-rata jumlah daun:

Tabel 3. Rerata Jumlah Daun

Perlakuan	Dosis	Signifikan	
		6 MST	8 MST
IBA	0 ppm	14.66 ^a	14.89 ^a
	200 ppm	13.88 ^a	16.88 ^a
	400 ppm	19.00 ^a	19.55 ^a
BAP	0 ppm	16.77 ^a	18.00 ^a
	200 ppm	14.55 ^a	15.77 ^a
	400 ppm	16.22 ^a	17.55 ^a
Interaksi		0.940 (-)	0.930 (-)

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (-) = tidak ada interaksi.

Rerata jumlah daun yang berhasil menghasilkan tunas ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rerata Jumlah Daun 6 dan 8 MST

Panjang Tunas

Berdasarkan nilai rerata, terdapat peningkatan panjang tunas yang signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi IBA. Pada perlakuan tanpa IBA (0 ppm), panjang tunas hanya mencapai rata-rata 12,33 cm, meningkat menjadi 14,33 cm pada konsentrasi 200 ppm, dan mencapai panjang tertinggi 17,33 cm pada konsentrasi 400 ppm. Huruf berbeda pada nilai rerata menunjukkan adanya perbedaan nyata, yang mengindikasikan bahwa IBA secara signifikan mampu merangsang pemanjangan tunas pada tanaman alpukat.

Hasil serupa juga ditunjukkan pada perlakuan BAP. Tanpa pemberian BAP (0 ppm), tunas hanya tumbuh sepanjang 10,00 cm. Namun, pada konsentrasi 200 ppm dan 400 ppm, panjang tunas meningkat signifikan menjadi 14,33 cm dan 19,67 cm. Meskipun IBA dan BAP masing-masing memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang tunas, hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antara kedua hormon tidak memberikan pengaruh signifikan ($p = 0,449$). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi IBA dan BAP tidak menghasilkan efek sinergis

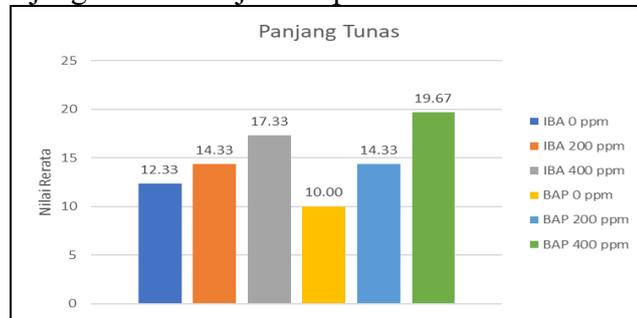
terhadap pemanjangan tunas alpukat pada 8 MST. Tabel 4 berikut menunjukkan data rerata panjang tunas untuk masing-masing perlakuan:

Tabel 4. Rerata Panjang Tunas

Perlakuan	Dosis	Signifikan
IBA	0 ppm	12.33 ^a
	200 ppm	14.33 ^b
	400 ppm	17.33 ^c
BAP	0 ppm	10.00 ^a
	200 ppm	14.33 ^b
	400 ppm	19.67 ^c
Interaksi		0.449 (-)

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada setiap baris menunjukkan berpengaruh signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (-) = tidak ada interaksi.

Rerata panjang tunas ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rerata Panjang Tunas

Persentase Sambung Hidup

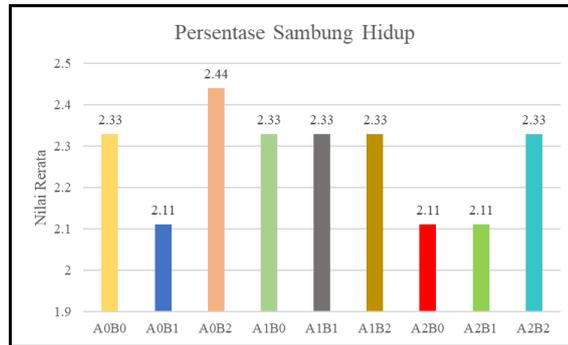
Hasil uji lanjut pada table 5 menjelaskan kecenderungan bahwa faktor A0B2 memiliki rerata tertinggi sebesar 2,44 dibandingkan perlakuan lain. Karena analisis sidik ragam awal tidak signifikan, maka kecenderungan ini hanya dapat ditafsirkan sebagai indikasi deskriptif, bukan sebagai perbedaan nyata antarperlakuan, dapat disimpulkan bahwa perbedaan persentase hidup yang muncul lebih disebabkan oleh variasi alami tanaman dan jumlah sampel yang relatif kecil, bukan akibat perlakuan hormon yang diberikan.

Tabel 5. Rerata Persentase Sambung Hidup

Perlakuan	Signifikan
A0B0	2,22 ^a
A0B1	2.11 ^a
A0B2	2.44 ^a
A1B0	2.33 ^a
A1B1	2.33 ^a
A1B2	2.33 ^a
A2B0	2.11 ^a
A2B1	2.11 ^a
A2B2	2.33 ^a
Interaksi	0.899 (-)

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada setiap baris menunjukkan tidak berpengaruh signifikan berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. (-) = tidak ada interaksi.

Rerata persentase sambung hidup pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rerata Persentase Hidup

Tabel 6. Data Sambung Hidup

Perlakuan	Ulangan			Total	Persentase (%)	Jumlah Setek yang di Tanam
	U ₁	U ₂	U ₃			
A0B0	2	2	3	7	78%	81 Tanaman
A0B1	2	3	1	6	67%	
A0B2	2	3	3	8	89%	
A1B0	3	2	2	7	78%	
A1B1	3	2	2	7	78%	
A1B2	2	3	2	7	78%	
A2B0	2	2	2	6	67%	
A2B1	2	2	2	6	67%	
A2B2	3	2	2	7	78%	
81 Tanaman						

Hasil pengamatan pada table 6 menunjukkan bahwa terdapat perlakuan dengan persentase sambung hidup yang relatif tinggi, yaitu mencapai 89%. Namun, hasil analisis sidik ragam (ANOVA) memperlihatkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan antarperlakuan ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun angka keberhasilan terlihat menonjol secara kasat mata, perbedaan tersebut belum cukup kuat secara statistik untuk dinyatakan sebagai pengaruh nyata.

Perbedaan antara nilai deskriptif dan hasil uji statistik ini dapat dijelaskan oleh dua hal. Pertama, selisih persentase antarperlakuan yang terlihat besar sebenarnya hanya merepresentasikan perbedaan satu tanaman hidup dari total sembilan setek yang ditanam. Dengan demikian, variasi tersebut masih berada dalam batas fluktuasi alami, sehingga tidak cukup untuk memperlihatkan signifikansi statistik. Kedua, variasi antarulangan pada beberapa perlakuan cukup tinggi, di mana terdapat ulangan dengan persentase keberhasilan rendah yang menambah besarnya nilai galat percobaan. Akibatnya, meskipun rerata persentase hidup berbeda, nilai F hitung tetap lebih kecil dibanding variasi error, sehingga hasil uji ANOVA menyatakan tidak berbeda nyata.

PEMBAHASAN

Muncul Tunas (hari)

Jumlah tunas meningkat seiring kenaikan konsentrasi IBA: 0 ppm menghasilkan rata-rata 6,55 tunas, 200 ppm 7,66 tunas, dan 400 ppm 9,33 tunas. Pola serupa terlihat pada BAP: 0 ppm 6,44 tunas, 200 ppm 7,67 tunas, dan 400 ppm 9,44 tunas. Kenaikan ini menunjukkan bahwa pemberian IBA dan BAP mendukung pembentukan tunas, dengan dampak terlihat sejak fase awal setelah penyambungan ketika hari munculnya tunas menjadi lebih cepat. Pada tahap awal tersebut, cepat-lambatnya tunas muncul sangat bergantung pada seberapa cepat jaringan sambungan menyatu dan pembuluh angkut pulih. IBA (auksin) berperan dominan di fase ini dengan memicu pembentukan kalus di kambium, meningkatkan pembelahan sel, serta mempercepat pembentukan kembali floem-xilem. Pemulihan jalur angkut membuat air, asimilat, dan sinyal tumbuh segera mencapai kuncup sehingga kuncup aktif lebih awal dan tunas keluar lebih cepat (Habibi et al., 2022; Zhai et al., 2021).

Setelah jalur angkut stabil, BAP (sitokinin) mengambil peran penting di meristem pucuk yaitu menurunkan dominansi apikal, mempercepat pembelahan sel, dan meningkatkan “sink strength” kuncup sehingga suplai gula memadai untuk mendorong bud outgrowth. Pada banyak tanaman berkayu, BAP terbukti mempercepat pembentukan serta perbanyak tunas ketika jaringan sudah siap pasca-pemulihan sambungan. Dengan demikian, peran IBA–BAP berlangsung bertahap dan saling melengkapi, IBA memfasilitasi penyatuan sambungan dan pemulihan pembuluh, lalu BAP mengakselerasi aktivasi kuncup menjadi tunas selaras dengan peningkatan jumlah tunas pada konsentrasi yang lebih tinggi dalam hasil penelitian ini (Cao et al., 2023; Khatoun et al., 2022).

Interaksi antara IBA dan BAP tidak berpengaruh signifikan, hasil uji interaksi menunjukkan kombinasi IBA dan BAP pada muncul tunas ($p = 0,795$). Kedua hormon bekerja pada tahap yang berbeda sehingga saat diberikan bersama tidak menambah kecepatan kemunculan dibanding efek masing-masing hormon. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Smeringai et al., 2023; Sosnowski et al., 2023) yang menjelaskan bahwa kombinasi auksin dan sitokinin tidak selalu meningkatkan jumlah atau kecepatan munculnya organ, pengaruh gabungan lebih sering terlihat pada bagian pertumbuhan vegetatif yang lain.

Jumlah Tunas

Pengamatan jumlah tunas dilakukan pada 6 MST dan 8 MST, pemberian IBA dan BAP tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah tunas. Secara fisiologis, auksin (IBA) berperan dalam merangsang pembelahan serta pemanjangan sel di daerah sambungan, memfasilitasi pembentukan kalus dan diferensiasi jaringan vaskular (xilem-floem) yang menjadi dasar munculnya tunas baru. Sitokinin (BAP) berfungsi memecah dominansi apikal, merangsang pertumbuhan tunas lateral, mempercepat pembelahan sel meristem, serta

meningkatkan aktivitas fotosintesis daun muda sehingga mendukung suplai energi bagi pertumbuhan tunas. Mekanisme kerja keduanya saling melengkapi, IBA mendukung konektivitas vaskular awal, sedangkan BAP mempercepat organogenesis tunas (Cui et al., 2021; Zhang et al., 2024)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah tunas tidak berpengaruh signifikan pada setiap perlakuan. Faktor ini dipengaruhi oleh dosis hormon yang belum optimal atau kondisi fisiologis entres. Hal ini sejalan dengan penelitian Raspor et al. (2021) yang menyatakan bahwa sinergi auksin dan sitokinin berperan dalam regenerasi tunas, tetapi respons sangat bergantung pada konsentrasi dan kondisi jaringan. Penelitian Fatikhasari et al. (2021) dan Pratama et al. (2023) menjelaskan bahwa jumlah tunas tidak selalu meningkat signifikan dengan pemberian IBA dan BAP, karena faktor lingkungan mikro dan teknik sambung lebih dominan menentukan keberhasilan tunas.

Interaksi IBA dan BAP tidak berpengaruh signifikan karena rasio dan konsentrasi hormon tidak berada pada komposisi optimal untuk memicu sinergi keduanya. Ketidakseimbangan antara percepatan pembentukan vaskular oleh IBA dan stimulasi tunas lateral oleh BAP dapat menyebabkan respons fisiologis tidak maksimal. Penelitian Šmeringai et al. (2023) menyatakan bahwa efektivitas sitokinin seperti BAP sangat bergantung pada kondisi fisiologis jaringan dan rasio dengan auksin, sehingga bila tidak seimbang, pengaruhnya terhadap pertumbuhan tunas menjadi terbatas.

Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan pada 6 MST dan 8 MST, pemberian konsentrasi hormon 200 ppm dan 400 ppm yang digunakan belum mampu memberikan stimulasi pertumbuhan daun yang optimal, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3. Secara fisiologis, auksin (IBA) berperan dalam diferensiasi jaringan vaskular yang menunjang distribusi hara ke organ baru, termasuk daun. Sitokinin (BAP) berperan dalam penundaan penuaan jaringan seluler sehingga daun bertahan lebih lama (Raspor, et al., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik IBA maupun BAP tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun. Hal ini disebabkan kondisi fisiologis entres, ketidakstabilan kondisi suhu dalam sungkup, dan teknik sambung yang memengaruhi aliran hara dan hormon. Mauliza et al. (2023) menyebutkan bahwa keberhasilan pembentukan daun sangat ditentukan oleh presisi penyambungan kambium, sedangkan Gordillo et al. (2022) menegaskan distribusi hormon yang tidak merata dapat mengurangi respons daun.

Interaksi antara IBA dan BAP tidak berpengaruh signifikan karena ketidakseimbangan fungsi IBA dalam diferensiasi jaringan dengan peran BAP dalam stimulasi tunas dapat membuat efek kombinasi tidak maksimal. Hal ini sejalan dengan Šmeringai et al. (2023) dan Amanda et al. (2024) yang menjelaskan bahwa kombinasi auksin dan sitokinin tidak selalu menghasilkan

peningkatan jumlah daun, melainkan lebih nyata pada percepatan pertumbuhan organ vegetatif lainnya.

Panjang Tunas

Panjang tunas dalam penelitian ini dihitung pada minggu ke-8 terakhir pengamatan. Dalam perlakuan tanpa IBA (0 ppm), panjang tunas rata-rata hanya 12,33 cm, tetapi pada konsentrasi 200 ppm dan 400 ppm, panjang tunas meningkat menjadi 14,33 cm dan mencapai panjang tertinggi 17,33 cm, menurut nilai rerata pada tabel 4. Perawatan BAP juga memiliki hasil serupa. Tanpa pemberian BAP (0 ppm), tunas hanya tumbuh 10,00 cm. Namun, dengan konsentrasi 200 ppm dan 400 ppm, panjang tunas meningkat secara signifikan menjadi 14,33 cm dan 19,67 cm, masing-masing.

IBA secara fisiologis berperan dalam diferensiasi jaringan vaskular, sehingga mendukung pertumbuhan pemanjangan tunas (Raspor et al., 2021). BAP berfungsi memacu mengaktifkan tunas lateral, serta meningkatkan kandungan klorofil yang menunjang fotosintesis dan suplai energi untuk pemanjangan tunas (Khadr et al., 2020). Oleh karena itu, kombinasi IBA dan BAP secara teori dapat memperkuat pertumbuhan tunas, IBA dapat mendukung suplai vaskular dan pemanjangan, sedangkan BAP menambah jumlah sel yang memperpanjang jaringan tunas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa IBA dan BAP berpengaruh signifikan terhadap panjang tunas, di mana peningkatan konsentrasi masing-masing hormon menghasilkan tunas yang lebih panjang. Interaksi keduanya juga memberikan efek positif, yang menunjukkan adanya sinergi antara diferensiasi vaskular oleh IBA dan stimulasi pembelahan sel oleh BAP. Temuan ini sejalan dengan penelitian Pratama et al. (2023) yang menyatakan bahwa kombinasi IBA dan BAP mampu mempercepat pertumbuhan pucuk alpukat.

Persentase Sambung Hidup

Persentase sambung hidup dalam penelitian ini dihitung pada minggu ke-8 terakhir pengamatan dengan membandingkan jumlah entres yang berhasil hidup dengan jumlah total entres yang disambung, kemudian dikalikan 100 %. Nilai ini menunjukkan betapa efektifnya teknik sambung pucuk dalam menghasilkan tanaman baru yang hidup dan mampu tumbuh secara normal (Nur et al 2024).

Secara fisiologis, IBA berperan penting pada tahap awal penyembuhan sambungan, yaitu dengan merangsang pembentukan kalus dan diferensiasi jaringan vaskular yang menjadi jembatan penghubung antara batang bawah dan entres. BAP berfungsi menjaga viabilitas jaringan, serta menunda senesens sehingga entres tetap bertahan hidup lebih lama (Serivichyaswat et al 2024).

Proporsi hidup tertinggi pada A0B2 (8 tanaman hidup dari 9 sambungan), A0B1 (6 tanaman hidup dari 9 sambungan) yang tanpa IBA menunjukkan lebih banyak kematian, hal ini sejalan dengan peran auksin pada kalus penyembuh dan

diferensiasi floem–xilem, sehingga ketiadaan auksin membuat jembatan kambium lambat terbentuk sementara BAP mempercepat tunas dan meningkatkan beban transpirasi risiko dehidrasi meningkat (Wang et al., 2024; Raspor et al., 2021). Pada A2B0, A2B1 (6 tanaman hidup dari 9 sambungan), terjadi fitotoksisitas atau ketidakmerataan muatan IBA.

Hasil penelitian pada table 5 menunjukkan bahwa pemberian IBA maupun BAP tidak berpengaruh nyata terhadap persentase sambung hidup. Hal ini disebabkan oleh faktor teknis dan lingkungan, seperti presisi pertemuan kambium, stabilitas kelembapan dalam sungkup, serta kondisi fisiologis entres. Mauliza et al. (2023) menegaskan bahwa keberhasilan sambungan lebih banyak ditentukan oleh keselarasan jaringan kambium dan kondisi mikroklimat, dibandingkan hanya pemberian hormon eksogen.

Tidak terjadinya interaksi signifikan antara IBA dan BAP mengindikasikan bahwa meskipun keduanya berfungsi pada proses regenerasi jaringan, efek hormonal tidak mampu mengatasi hambatan teknis seperti ketidakcocokan sambungan atau dehidrasi entres. Penelitian Amanda et al. (2024) pada tanaman alpukat juga dijelaskan bahwa aplikasi hormon pertumbuhan tidak selalu meningkatkan persentase sambung hidup, karena keberhasilan sambungan lebih ditentukan oleh teknik dan kualitas bahan tanam dibandingkan intervensi hormonal.

Berdasarkan hasil penelitian, persentase sambung hidup pada sambung pucuk alpukat lebih dipengaruhi oleh faktor mekanis dan lingkungan, sementara peran IBA dan BAP lebih nyata pada fase pertumbuhan lanjutan seperti percepatan muncul dan pemanjangan tunas.

SIMPULAN

Pemberian auksin IBA dan sitokinin BAP pada sambung pucuk alpukat dalam rentang 0, 200, hingga 400 ppm berpengaruh signifikan terhadap waktu muncul tunas dan panjang tunas, dengan 400 ppm pada masing-masing hormon menghasilkan nilai tertinggi. Namun pada rentang tersebut, baik IBA maupun BAP secara tunggal maupun kombinasinya tidak meningkatkan persentase sambung hidup, jumlah tunas, dan jumlah daun, serta tidak ditemukan interaksi IBA×BAP pada seluruh parameter. Secara fisiologis, IBA lebih berperan pada pembentukan kalus dan diferensiasi vaskular awal, sedangkan BAP mengakselerasi pembelahan sel dan pertunasan, sehingga peningkatan keberhasilan hidup sambungan lebih ditentukan oleh presisi kontak kambium dan stabilitas mikroklimat selama fase penyatuan jaringan dibanding hanya peningkatan dosis hormon.

DAFTAR PUSTAKA

Amanda, Muchairi, Suharno, & Astuti, S. (2024). Pengaruh jenis dan konsentrasi ZPT terhadap keberhasilan sambung pucuk alpukat (*Persea americana*).

Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian, 31(1).

- Arliany, C., Netty, & Aminah. (2022). Pengaruh konsentrasi IBA dan metode sambung pucuk terhadap keberhasilan pertumbuhan bibit tanaman kakao. *Jurnal Agrotekmas*, 3(2).
- Cao, D., Chabikwa, T., Barbier, F., Dun, E. A., Fichtner, F., Dong, L., & Kerr, S. C. (2023). Auxin-independent effects of apical dominance induce changes in phytohormones correlated with bud outgrowth. *Plant Physiology*, 192(2), 1420–1434. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad034>
- Cui, Q., Xie, L., Dong, C., Gao, L., & Shang, Q. (2021). Stage-specific events in tomato graft formation and the regulatory effects of auxin and cytokinin. *Plant Science*, 304, 110803. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110803>.
- Fatikhasari, N. N., Karno, K., & Kristanto, B. A. (2021). Pengaruh diameter batang bawah dan hormon BAP (Benzyl Amino Purin) terhadap keberhasilan sambung pucuk sawo. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 23(1).
- Gordillo, M. G., Cohen, A. C., Rogé, M., Belmonte, M., & Gonzalez, C. V. (2022). Effect of quick-dip with increasing doses of IBA on rooting of five grapevine rootstocks grafted with 'Cabernet Sauvignon'. *Vitis*, 61(4), 147–152. <https://doi.org/10.5073/vitis.2022.61.147-152>
- Habibi, F., Liu, T., Folta, K. M., & Sarkhosh, A. (2022). Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. *Horticulture Research*, 9, uhac032. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac032>
- Khadr, A., Wang, Y. H., Zhang, R. R., Wang, X. R., Xu, Z. S., & Xiong, A. S. (2020). Cytokinin (6-benzylaminopurine) elevates lignification and the expression of genes involved in lignin biosynthesis of carrot. *Protoplasma*, 257(6), 1507–1517.
- Khatoon, S., Shahzad, Z. H., Rukh, M., Zhao, Y., Duan, C., & Li, X. (2022). In vitro evaluation of the effects of BAP concentration and pre-cooling treatments on morphological, physiological and biochemical traits of different olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Horticulturae*, 8(12), 1108. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121108>
- Mauliza, M. (2023). Pengaruh model sambungan dan waktu pembukaan sungkup terhadap keberhasilan sambung pucuk tanaman durian (*Durio zibethinus* Macrophyllus). *Jurnal Floratek*, 18(2).
- Mauliza, S., Nurhasanah, L., & Zulkifli, R. (2023). Keberhasilan sambung pucuk tanaman kakao berdasarkan teknik dan kondisi lingkungan mikro. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 11(1), 15–22.
- Nur, R. A., Ilham, I., & Syafar, R. (2024). Keberhasilan sambung pucuk bibit kakao pada berbagai panjang entris dan konsentrasi zat pengatur tumbuh. *Journal Agroecotech Indonesia (JAI)*, 2(2), 179–186.
- Pratama, A., Aditiameri, & Susilastuti, D. (2023). Efektivitas pemberian hormon sitokinin (BAP) dan lama perendaman terhadap pertumbuhan sambung pucuk alpukat Cipedak (*Persea americana*). *Jurnal Agrisia*, 16(1).

- Pratama, D. A., Susilastuti, D., & Aditiameri. (2023). Pengaruh dosis zat pengatur tumbuh sitokinin terhadap sambung pucuk alpukat Cipedak. *Jurnal Agrisia*, 16(1).
- Rahmadina, & Sanri, A. (2023). Penggunaan jarak tanam dan pemangkasan yang berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif pada kultivar kedelai hitam (*Glycine max* L.). *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 6(1).
- Raspor, M., Motyka, V., Kaleri, A. R., Ninković, S., Tubić, L., Cingel, A., & Ćosić, T. (2021). Integrating the roles for cytokinin and auxin in de novo shoot organogenesis: From hormone uptake to signaling outputs. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(16), 8554.
- Septiadi, D., & Sudjatmiko, D. P. (2023). Analisis prospek budidaya alpukat di Kecamatan Pringgasele Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Agrisistem*, 19(1).
- Serivichyaswat, P. T., Marhavý, P., Geldner, N., & Ursache, R. (2024). Auxin signaling in the cambium promotes tissue adhesion and vascular formation during Arabidopsis graft healing. *Plant Physiology*, 196(2), 754–762. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae257>
- Šmeringai, J., Schrumpfová, P. P., & Pernisová, M. (2023). Cytokinins—regulators of de novo shoot organogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1239133.
- Wang, L., Liao, Y., Liu, J., Zhao, T., Jia, L., & Chen, Z. (2024). Advances in understanding the graft healing mechanism: A review of factors and regulatory pathways. *Horticulture Research*, 11(8), uhae175.
- Zhai, L., Xiang, Y., Sun, C., Zhang, Y., Zhang, T., & Wang, N. (2021). Molecular and physiological characterization of the effects of auxin-enriched rootstock on grafting. *Horticulture Research*, 8, 68. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00509-y>
- Zhang, Y., Li, J., Xu, Q., Chen, C., Nie, S., Lei, J., & Duan, L. (2024). Cytokinin modulates the inhibitory effect of shade stress on photosynthesis, antioxidant capacity and hormone homeostasis to regulate the grain yield in wheat. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1498123. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024>.