

Konsentrasi dan Metode Aplikasi Pupuk Organik Cair Limbah RPH terhadap Pertumbuhan Alpukat Muda (*Persea americana* Mill.)

Concentration and Application Methods of Liquid Organic Fertilizer from Slaughterhouse Waste on Growth of Young Avocado (*Persea americana* Mill.)

Muhamad Maulana Firdaus¹, Edi Santosa^{2*}, Winarso Drajad Widodo², Anggi Nindita² dan Endang Gunawan²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (*IPB University*)

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (*IPB University*), Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

*Penulis Korespondensi: edi_santosa@apps.ipb.ac.id

Disetujui: 2 Januari 2026 / *Published Online* Mei 2026

ABSTRAK

Limbah rumah potong hewan (RPH) merupakan salah satu sumber pupuk organik mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pupuk organik cair limbah potong hewan (POC RPH) dan cara aplikasinya terhadap pertumbuhan alpukat muda. Percobaan menggunakan varietas Miki di lapang Kebun Percobaan Leuwikopo IPB, Bogor pada Januari-Mei 2025. Pengamatan pembungaan dilakukan pada Desember 2025. Rancangan percobaan menggunakan acak kelompok faktorial. Faktor pertama berupa empat jenis pupuk [NPK (2 g L⁻¹), PPC (2 ml L⁻¹), POC RPH-1 (10 ml L⁻¹), dan POC RPH-2 (5 ml L⁻¹)]. Faktor kedua adalah cara aplikasi (semprot dan kocor). Perlakuan pupuk dilakukan setiap 2 minggu. Jumlah ulangan tiga dan setiap ulangan tiga tanaman. Jenis POC nyata memengaruhi indeks kehijauan daun pada 1 bulan setelah perlakuan pertama (BSP), dan panjang cabang sekunder pada 2 dan 3 BSP. Cara aplikasi memengaruhi jumlah cabang tersier pada 2, 3, dan 4 BSP, dan indeks kehijauan daun pada 1 BSP. Interaksi jenis POC x cara aplikasi terjadi pada jumlah cabang tersier 2 BSP dan indeks kehijauan daun 1 BSP. POC dapat digunakan pada tanaman alpukat dan merekomendasikan POC RPH-1 10 ml L⁻¹ dengan dikocor. Pembungaan alpukat pada penelitian bersifat eratik, sehingga perlu penelitian lanjutan untuk memperoleh pembungaan yang konsisten.

Kata kunci: pembungaan eratik, pertanian berkelanjutan, pupuk organik, rumah potong hewan, varietas 'Miki'

ABSTRACT

Slaughterhouse waste is a source of liquid organic fertilizer supporting sustainable agriculture. This study aimed to determine the effect of liquid organic fertilizer (POC RPH) and its application on the growth of young avocados. Treatments involved Miki variety at Leuwikopo Experimental Farm IPB, Bogor from January-May 2025. Flowering was observed in December 2025. The experimental used a factorial randomized block design. The first factor was types of fertilizer [NPK (2 g L⁻¹), PPC (2 ml L⁻¹), POC RPH-1 (10 ml L⁻¹), dan POC RPH-2 (5 ml L⁻¹)]. The second factor was application method (foliar spray and soil drench). Fertilizer was applied biweekly on three plants per replication. POC application affected leaf greenness index at 1 month after first treatment (MAT), and the secondary branches length at 2 and 3 MAT. The application method affected the number of tertiary branches at 2 to 4 MAT, and the leaf greenness index at 1 MAT. The interaction of fertilizer x application method occurred at the number of tertiary branches at 2 MAT and the leaf greenness index at 1 MAT. RPH-1 (10 ml L⁻¹) could be used in young avocado through soil drench. Avocado flowering in the study was erratic, so further research is needed to obtain uniform flowering.

Keywords: erratic flowering, 'Miki' variety, organic fertilizer, slaughterhouse, sustainable agriculture

PENDAHULUAN

Trend pengembangan tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.) di Indonesia termasuk progresif pada 10 tahun terakhir. Data Badan Pusat Statistik (2024) mencatat produksi alpukat Indonesia meningkat sekitar 31% dari 2021 ke 2023 yakni dari 0.67 juta ton menjadi 0.87 juta ton. Alasan umum ketertarikan petani pada alpukat adalah konsumennya semua umur, adaptasinya luas, mudah dalam pemeliharaan, dan harganya stabil. Menurut hasil penelitian Hazra *et al.* (2022), menunjukkan bahwa kombinasi pupuk hayati dan pupuk NPK mampu meningkatkan pertumbuhan alpukat, terutama pada tinggi tanaman dan jumlah cabang tersier. Peningkatan produksi alpukat didukung oleh berbagai faktor seperti suhu, iklim, dan perbaikan metode budidaya alpukat termasuk pemupukan.

Seiring dengan tren global pertanian berkelanjutan, mulai berkembang pengembangan tanaman buah secara organik yang dianggap sebagai produk yang ramah lingkungan dan juga konsumsi yang lebih sehat (Gamage *et al.*, 2023). Menurut Putro *et al.* (2016) penggunaan pupuk sintetis berlebihan dalam jangka panjang dapat merusak kesuburan tanah.

Di Indonesia, telah banyak kajian penggunaan pupuk alternatif dari pupuk sintetis pada banyak tanaman seperti padi (Rosmawati *et al.*, 2025), kelor (Kailola *et al.*, 2023), stroberi (Aditama *et al.*, 2025), talas (Diaguna *et al.*, 2024), sayuran (Putri *et al.*, 2023), dan nenas (Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian, 2023). Telah ada penelitian pengembangan alpukat berbasis organik pada fase pembibitan (Hidayati *et al.*, 2024), tetapi penelitian pada tanaman muda masih sangat terbatas.

Pupuk organik dapat bersumber dari limbah tanaman atau hewan ternak yang telah mengalami proses dekomposisi atau fermentasi (Meriatna *et al.* 2018). Salah satu sumber pupuk organik potensial adalah pupuk organik cair yang berasal dari limbah rumah potong hewan (RPH). Limbah RPH pada umumnya mengandung darah dan isi rumen. Selama ini, limbah RPH tersebut dibuang sebagai limbah yang menyebabkan pencemaran air, tanah dan udara (Gading *et al.*, 2021). Dengan demikian, pemanfaatan limbah RPH menjadi salah satu upaya mencapai RPH yang lebih ramah lingkungan (Oktiawan *et al.*, 2015).

Limbah darah RPH mengandung nitrogen dan mineral, sedangkan isi rumen banyak mengandung karbon, sehingga dengan pencampuran tersebut diharapkan dapat menciptakan rasio C/N yang baik (Suhardjadinata *et al.*, 2018). Penelitian Arif (2016) menunjukkan

bahwa pupuk organik yang berasal dari limbah darah dan isi rumen RPH mengandung kadar N 1.01%, P 0.021%, dan K 0.041%.

Pupuk organik selain berperan dalam menyediakan unsur hara seperti halnya pupuk sintetis, juga mendinamisir sistem biologi, sifat fisik dan kimia tanah yang dapat membuat tanaman tumbuh lebih baik (Hartatik *et al.*, 2015; Mansyur *et al.*, 2021). Secara teknis di lapangan, petani lebih mudah menjangkau pupuk organik karena dapat dibuat sendiri menggunakan bahan lokal yang tersedia dan harganya relatif lebih murah dibandingkan pupuk sintetis (Alfarisi, 2024).

Secara umum, pupuk organik dapat diaplikasikan dalam bentuk padatan maupun pupuk organik cair (POC). Dibandingkan dengan bentuk padatan, POC memiliki keunggulan dalam kelarutan unsur hara dan aplikasinya. Oleh karena itu, sangat bisa dipahami jika Silalahi dan Tyasmoro (2019) menyatakan bahwa efektivitas POC pada tanaman dipengaruhi oleh jenis tanaman, waktu aplikasi, cara aplikasi, dan konsentrasinya.

Terkait cara aplikasinya, POC dapat diberikan melalui semprot pada daun (*foliar spray*) maupun melalui tanah (kocor), yang masing-masing memiliki keunggulan dalam mengendalikan karakter pertumbuhan (Hindersyah *et al.*, 2021). Pada bibit pala (*Myristica fragran*), Hindersyah *et al.* (2021) menyatakan bahwa pemberian POC secara foliar lebih memicu pertumbuhan akar dan pertumbuhan biomassa tajuk, tetapi tidak efektif untuk meningkatkan tinggi tanaman. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pupuk organik cair limbah potong hewan (POC RPH) dan cara aplikasinya terhadap pertumbuhan dan pembungaan alpukat muda varietas Miki. Pemilihan varietas Miki didasarkan pada ketersediaan tanaman yang seragam dan sebagai salah satu kultivar alpukat yang banyak dibudidayakan di wilayah Bogor. Widiyanti *et al.*, (2022) melaporkan bahwa pertumbuhan alpukat varietas Miki, khususnya jumlah cabang dan jumlah daun, dipengaruhi oleh curah hujan dan kelembapan udara, sehingga varietas ini sesuai digunakan untuk mengevaluasi respons pertumbuhan terhadap perlakuan pemupukan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama 4 bulan, mulai dari bulan Januari sampai Mei 2025. Pengamatan pembungaan dilakukan pada Desember 2025. Lokasi penelitian adalah pertanaman alpukat koleksi lapang di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB,

Dramaga, Bogor, Jawa Barat.

Bahan dan Alat Penelitian

Tanaman alpukat menggunakan koleksi varietas Cipedak yang lebih dikenal sebagai varietas Miki berumur 1 tahun 8 bulan yang merupakan bibit sambung pucuk. Tanaman berada di sekeliling perbatasan kebun, dengan jarak tanam 5 meter. Pupuk NPK menggunakan pupuk majemuk Gandasil B® di pasaran (N:P:K 6:20:30). Pupuk pelengkap cair (PPC) komersial menggunakan Naturalplus® yang tersedia di pasaran. POC berasal dari limbah rumah potong hewan (RPH) Rumpin Kab Bogor, dengan kandungan pada konsentrasi 100% adalah N 1.92%, P tersedia 1.83%, dan K tersedia 8.79%. Pengendalian penyakit menggunakan fungisida bahan aktif Propineb 70%.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok faktorial. Faktor pertama terdiri atas 4 jenis pupuk yakni NPK (2 g L⁻¹) sebagai kontrol-1, PPC (2 ml L⁻¹) sebagai kontrol-2, POC RPH-1 (10 ml L⁻¹), dan POC RPH-2 (5 ml L⁻¹), selanjutnya disebut dengan kontrol NPK, kontrol PPC, POC RPH-1 dan POC RPH-2. Faktor kedua terdiri atas dua cara aplikasi yaitu semprot (*foliar spray*) dan kocor (*soil drench*). Setiap kombinasi diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan menggunakan 3 tanaman alpukat, sehingga total menggunakan 72 tanaman sebagai satuan pengamatan.

Penentuan konsentrasi kontrol NPK dan PPC mengikuti rekomendasi pada label kemasan. PPC, RPH-1 dan RPH-2 sudah dalam bentuk cairan. POC RPH-2 adalah pupuk yang sama dengan RPH-1 hanya dibedakan konsentrasinya. POC RPH diperoleh dari limbah RPH Rumpin dikelola swasta di Kabupaten Bogor yang sudah difermentasikan selama 3 bulan dan disaring sehingga tidak ada lagi bentuk padatnya.

Prosedur Percobaan

Pelaksanaan percobaan diawali dengan pemilihan tanaman alpukat yang seragam (varietas, tinggi, sehat tidak terserang hama dan penyakit, ranting kering dan mati). Tahap selanjutnya tanaman diberi label sesuai dengan perlakuan. Lalu, dilakukan pemangkasan tunas air terlebih dahulu sebelum pengaplikasian pemupukan, dan pengaplikasian dolomit yang dicampur dengan air lalu dioleskan ke bekas luka akibat pemangkasan. Langkah persiapan ini dilakukan untuk menyeragamkan tanaman.

Pemupukan dilakukan sebanyak dua kali per bulan. Pada setiap aplikasi tanaman menerima 500

mL larutan pupuk sesuai perlakuan. Aplikasi pupuk dilakukan dengan cara dikocor (*soil drench*), seluruh larutan pupuk diaplikasikan pada piringan tanaman di sekitar perakaran. Pada metode semprot (*foliar spray*), larutan pupuk disemprotkan secara merata ke seluruh tajuk tanaman hingga permukaan daun basah merata. Frekuensi aplikasi pada kedua metode sama, yaitu dua kali per bulan. Untuk menghindari pencucian pupuk oleh air hujan, aplikasi foliar spray dilakukan pada kondisi cuaca cerah dan tidak diperkirakan terjadi hujan segera setelah aplikasi. Pemeliharaan tanaman mencakup penyiangan gulma serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiangan gulma dilakukan pada piringan tanaman dengan menggunakan alat seperti kored dan cangkul. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan *monitoring* secara berkala 1-2 minggu sekali, pengendalian menggunakan pestisida dilakukan sesuai kebutuhan.

Pengamatan Percobaan

Pengamatan dilakukan setiap 1 bulan sekali selama 4 bulan. Peubah pengamatan mengacu pada *Descriptor for Avocado* (IPGRI, 1995) yang dipilih sesuai kebutuhan dan kondisi lapang. Pengamatan morfologi tanaman meliputi tinggi, diameter batang, jumlah dan diameter cabang, serta panjang cabang. Tinggi tanaman (cm) diukur dari permukaan tanah hingga titik tumbuh tertinggi menggunakan meteran dan diamati setiap satu bulan selama periode pengamatan. Diameter batang (cm) diukur menggunakan jangka sorong pada posisi 10 cm di atas permukaan tanah dan diamati setiap satu bulan. Jumlah cabang sekunder dan tersier (buah) ditentukan dengan menghitung seluruh cabang yang tumbuh dari cabang primer dan cabang sekunder pada setiap tanaman. Panjang cabang sekunder (cm) diperoleh dari pengukuran panjang 10 cabang sekunder contoh per tanaman dari pangkal hingga ujung cabang lalu dirata-ratakan. Diameter cabang sekunder (mm) diukur pada 10 cabang sekunder contoh yang dipilih secara acak menggunakan jangka sorong pada jarak 5 cm dari pangkal cabang.

Pengamatan fisiologis menggunakan SPAD untuk mengukur indeks kehijauan daun. Indeks kehijauan daun diamati menggunakan SPAD meter untuk menentukan tingkat kehijauan. Pengukuran dilakukan pada 10 helai daun sehat yang dipilih secara acak dari bagian tengah tajuk, kemudian dirata-ratakan.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam Uji F pada taraf nyata $\alpha = 5\%$. Selanjutnya pengujian dengan uji F

berpengaruh nyata terhadap respons yang diamati, maka untuk membandingkan nilai tengah perlakuan dilakukan uji lanjut Duncan's multiple range test (DMRT). Data hasil pengamatan diolah menggunakan perangkat lunak Open Statistical Analysis System dan Microsoft Office Excel 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Percobaan

Lahan penelitian memiliki ketinggian ±207 meter di atas permukaan laut (mdpl) yang sesuai dengan ketinggian optimum, yaitu antara 100–2700 mdpl. Kondisi iklim selama penelitian disajikan pada Tabel 1, yang diperoleh dari data BMKG Darmaga. Rentang suhu bulanan saat pengamatan berkisar 25.99–26.73 °C, kondisi tersebut sudah sesuai syarat tumbuh alpukat yaitu 12.8–28.3 °C (Indrajati *et al.*, 2021).

Curah hujan terendah terjadi pada bulan Februari 2025 dengan jumlah 148.10 mm dan curah hujan tertinggi pada bulan Maret 2025 mencapai 328.40 mm. Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson, kondisi tersebut termasuk dalam kategori curah hujan tinggi.

Curah hujan yang tinggi selama penelitian berlangsung diduga dapat menyebabkan terjadinya pencucian unsur hara dalam tanah (*leaching*), sehingga dapat memengaruhi efektivitas perlakuan POC. Curah hujan yang tinggi dapat memengaruhi efisiensi pemupukan telah disampaikan oleh Kiggundu *et al.* (2012).

Rekapitulasi Sidik Ragam

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk berpengaruh nyata pada peubah jumlah cabang tersier 2, 3, dan 4 bulan setelah perlakuan pertama (BSP), serta panjang cabang sekunder 2 dan 3 BSP (Tabel 2).

Tabel 1. Rataan suhu harian dan jumlah curah hujan bulanan (CH) di lokasi penelitian

Peubah	Bulan				
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
Suhu (°C)	25.99	26.13	27.59	26.56	26.73
CH (mm)	285.1	148.1	328.4	219.3	253.2

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Darmaga.

Tabel 2. Rekapitulasi sidik ragam peubah pengamatan

Peubah	BSP	A	K	A x K	KK (%)
Tinggi tanaman	1	tn	tn	tn	4.60
	2	tn	tn	tn	4.80
	3	tn	tn	tn	7.26
	4	tn	tn	tn	6.90
Diameter batang	1	tn	tn	tn	3.87
	2	tn	tn	tn	3.95
	3	tn	tn	tn	5.00
	4	tn	tn	tn	6.72
Σ cabang sekunder	1	tn	tn	tn	11.86
	2	tn	tn	tn	13.65
	3	tn	tn	tn	15.21
	4	tn	tn	tn	12.27
Σ cabang tersier	1	tn	tn	tn	12.15
	2	*	tn	*	9.20
	3	*	tn	tn	10.71
	4	*	tn	tn	13.62
Indeks kehijauan daun	1	tn	*	*	1.94
	2	tn	tn	tn	2.54
	3	tn	tn	tn	2.10
	4	tn	tn	tn	2.21
Panjang cabang sekunder	1	tn	tn	tn	4.30
	2	*	*	tn	3.20
	3	*	*	tn	2.82
	4	tn	tn	tn	3.19
Diameter cabang sekunder	1	tn	tn	tn	7.57
	2	tn	tn	tn	8.00
	3	tn	tn	tn	7.14
	4	tn	tn	tn	7.53

Keterangan: Data ditransformasi menggunakan log (n+8). BSP = bulan setelah perlakuan pertama, A = cara aplikasi, K = jenis pupuk,

AxK = interaksi antara A dengan K, KK = koefisien peragaman. * berpengaruh nyata $\alpha = 5\%$ tn = tidak berpengaruh nyata.

Selain itu, jenis pupuk berpengaruh nyata terhadap indeks kehijauan daun 1 BSP, serta panjang cabang sekunder 2 dan 3 BSP. Terdapat interaksi nyata antara cara aplikasi dan jenis pupuk pada peubah jumlah cabang tersier 2 BSP, serta indeks kehijauan daun 1 BSP. Nilai koefisien keragaman (KK) pada komponen pertumbuhan tanaman alpukat berkisar 1.94%-15.21%.

Indeks Kehijauan Daun

Tingkat kehijauan daun nyata dipengaruhi jenis pupuk, dan tidak dipengaruhi cara aplikasinya (Tabel 3). Tidak ada perbedaan nyata kehijauan daun tanaman antara perlakuan kontrol NPK, kontrol PPC dengan POC RPH-1, tetapi ketiganya nyata lebih hijau dibandingkan dengan POC RPH-2 pada 1 BSP. Nkcukankcuka *et al.* (2022) menyatakan bahwa daun yang tinggi kandungan klorofil menjadi indikator bahwa tanaman memperoleh cukup unsur hara untuk mendukung pertumbuhan.

Daun dengan warna hijau sehat, menjadi indikasi proses fotosintesis yang efisien dan berjalan baik (Rondón *et al.*, 2024). Di lapangan, daun seluruh perlakuan menunjukkan kondisi yang sehat dengan warna hijau segar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tanaman tumbuh sehat dan tidak ada gejala kekurangan hara pada daun.

Pada perlakuan POC RPH-2 nyata memiliki kehijauan yang lebih rendah (Tabel 3) pada 1 BSP, tetapi pada bulan berikutnya tanaman menunjukkan kehijauan yang tidak berbeda dengan perlakuan lain. Menurut de Oliveira-Ferreira *et al.* (2015), kehijauan daun merupakan indikator cepat status hara tanaman terutama nitrogen. Perbedaan indeks kehijauan daun antara POC RPH-1 dan POC RPH-2 yang hanya terjadi pada 1 BSP, namun perbedaan tersebut tidak lagi terlihat pada pengamatan berikutnya. Oleh karena itu, analisis kandungan nitrogen pada jaringan tanaman diperlukan untuk mengevaluasi lebih lanjut kemampuan kedua perlakuan dalam menyediakan unsur nitrogen.

Tinggi Tanaman

Perlakuan POC dan cara aplikasinya tidak berbeda nyata dengan kontrol NPK dan PPC terhadap tinggi tanaman alpukat pada taraf uji $\alpha = 5\%$ (Tabel 4). Artinya, POC asal RPH baik konsentrasi 5 ml L⁻¹ dan 10 ml L⁻¹ dapat digunakan sebagai pupuk organik pada tanaman alpukat muda. Nilai rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan PPC cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 3. Indeks kehijauan daun tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Indeks kehijauan daun			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	55.32 ^a	55.50	55.45	55.37
Kontrol PPC	56.19 ^a	54.90	56.22	56.27
POC RPH-1	55.47 ^a	54.86	55.60	55.62
POC RPH-2	53.53 ^b	54.22	54.96	54.61
Cara aplikasi				
Semprot	55.30 ^a	55.47	55.38	55.34
Kocor	54.96 ^a	54.26	55.73	55.59

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 5\%$. BSP = bulan setelah perlakuan.

Tabel 4. Tinggi tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Tinggi tanaman (m)			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	2.55	2.63	2.78	2.92
Kontrol PPC	2.94	3.09	3.23	3.44
POC RPH-1	2.80	2.94	2.94	3.10
POC RPH-2	2.65	2.86	3.03	3.18
Cara aplikasi				
Semprot	2.65	2.78	2.93	3.10
Kocor	2.82	2.98	3.06	3.22

Keterangan: BSP = bulan setelah perlakuan. Tidak dapat pengaruh nyata perlakuan terhadap tinggi tanaman berdasarkan uji F pada taraf $\alpha = 5\%$.

Namun demikian, karena perbedaan tersebut telah terlihat sejak awal pengamatan, pengaruh perlakuan terhadap peningkatan tinggi tanaman tidak bisa menjadi interpretasi utama dari data yang diperoleh. Menurut data deskripsi pada label, PPC kontrol mengandung hara NPK dan mikro, serta kandungan hormon auksin, giberelin dan sitokinin. Di sisi lain, kandungan nutrisi lengkap POC RPH yang digunakan belum diketahui. Oleh karena itu, pada penelitian mendatang, perlu dilakukan evaluasi kandungan nutrisi lengkap pada POC RPH. Menurut Arif (2016), POC limbah RPH memiliki pH 7-8, C organik 0.03%-0.1%, N 0.02%-1.19%, P 0.007%-0.029%, K 0.02%-0.06%, Zn 0.63-3.10 mg L⁻¹, Mn 0.81-9.23, dan C/N rasio 0.03-3.25.

Tabel 4 menunjukkan bahwa cara aplikasi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman alpukat pada seluruh waktu pengamatan. Perbedaan nilai rata-rata tinggi tanaman yang teramati anatara perlakuan semprot dan kocor tidak dapat diinterpretasikan sebagai pengaruh metode aplikasi pupuk terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Walaupun ada kecenderungan kocor menghasilkan peningkatan tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan secara semprot. Secara rata-rata, peningkatan tinggi tanaman per bulan untuk perlakuan kocor mencapai 39.5 cm, sedangkan pada semprot mencapai 45.5 cm. Terkait cara aplikasi, Lovatt (2013) menyatakan bahwa pemberian pupuk tanaman alpukat melalui semprot daun efektif jika diberikan pada fase daun masih muda dimana kutikulanya belum mengeras sehingga laju penetrasi pupuk akan tinggi. Pada saat penelitian ini, tanaman berada pada fase paca daun muda, sehingga ada dugaan efektivitas pemberian pupuk relatif rendah.

Diameter Batang Utama

Diameter batang utama tanaman alpukat tidak berbeda nyata antar perlakuan jenis pupuk dan cara aplikasinya (Tabel 5). Menurut Hartini *et al.*

(2024), penambahan diameter batang alpukat berlangsung lebih lambat dibandingkan penambahan tinggi tanaman,, hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter batang bibit alpukat tumbuh sekitar 0.3-1.5 cm per tiga bulan, sedangkan tinggi tanaman tumbuh 3.3-20.3 cm pada waktu yang sama. Pada penelitian ini, tidak terjadinya perbedaan diameter batang antar perlakuan diduga karena durasi pengamatan yang relatif pendek, sehingga perbedaan tidak terjadi.

Tanaman alpukat pada penelitian ini berumur sekitar 18 bulan setelah tanam. Pada fase vegetatif, tanaman umumnya mengalokasikan hasil fotosintesis dan unsur hara yang diserap untuk pembentukan daun, tunas, dan sistem perakaran untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman. Akibatnya, pertumbuhan diameter batang berlangsung lebih lambat dibandingkan pertumbuhan tajuk sehingga respons terhadap perlakuan pemupukan belum terlihat secara nyata selama periode pengamatan (Fassio *et al.*, 2016). Ditambahkan bahwa penelitian Hidayati *et al.* (2024), aplikasi POC tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang bibit alpukat. Kemungkinan lainnya, konsentrasi POC yang digunakan mungkin terlalu rendah. Umar *et al.* (2021) menyatakan bahwa efektivitas pupuk organik cair sangat dipengaruhi oleh konsentrasinya, penggunaan konsentrasi yang tepat dapat membantu memperbaiki aerasi tanah dan menciptakan kondisi media tanam yang optimal bagi penyerapan unsur hara oleh sistem perakaran.

Jumlah Cabang Sekunder

Perlakuan jenis pupuk dan cara aplikasinya tidak menyebabkan perbedaan nyata pada jumlah cabang sekunder (Tabel 6). Hasil penelitian ini sejalan dengan Hamidah *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik cair limbah tahu pada fase pembibitan alpukat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah cabang.

Tabel 5. Diameter batang tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Diameter batang (cm)			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	5.82	6.12	6.41	6.69
Kontrol PPC	6.07	6.49	6.74	7.16
POC RPH-1	6.72	7.20	7.55	7.82
POC RPH-2	5.69	6.10	6.31	6.60
Cara aplikasi				
Semprot	5.86	6.71	6.51	6.86
Kocor	6.29	6.25	7.00	7.28

Keterangan: BSP = bulan setelah perlakuan. Tidak dapat pengaruh nyata perlakuan terhadap tinggi tanaman berdasarkan uji F pada taraf $\alpha = 5\%$.

Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan pola pertumbuhan percabangan alpukat yang episodik dan dipengaruhi oleh faktor genetik serta lingkungan. Pertumbuhan cabang tanaman alpukat bersifat episodik (*flushes*), yaitu berlangsung cepat pada fase tertentu dan diikuti periode jeda (dorman) sebelum memasuki *flush* berikutnya (Alcaraz *et al.*, 2013). Menurut Venning dan Lincoln (1958), pada umumnya tanaman alpukat di Florida dan Kuba memiliki empat kali *flush* dalam setahun, sedangkan menurut Alcaraz *et al.* (2013) memiliki dua atau lebih *flush* per tahun yang diantara dua flush terjadi dormansi singkat. Pada kondisi tropis, pola flush alpukat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama curah hujan, kelembapan udara, dan ketersediaan air. Widiyanti *et al.* (2022) melaporkan bahwa pertumbuhan vegetatif alpukat varietas Miki, khususnya jumlah cabang dan jumlah daun, dipengaruhi oleh curah hujan dan kelembapan udara. Oleh karena itu, respons percabangan alpukat terhadap perlakuan pemupukan pada penelitian ini diduga tidak hanya dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan tetapi juga oleh fase flush serta kondisi lingkungan yang berlangsung selama periode pangsamatan.

Jumlah Cabang Tersier

Perlakuan jenis pupuk dan cara aplikasinya

berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang tersier tanaman alpukat pada 2, 3, dan 4 BSP (Tabel 7). Tanaman diberi aplikasi PPC dan POC RPH-1 menghasilkan jumlah cabang tersier lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Jumlah cabang tersier pada POC RPH-1 10 ml L⁻¹, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan POC RPH-2 5 ml L⁻¹.

Cabang tersier menurut Tsiolakkis *et al.* (2023) terbentuk dari pertumbuhan tunas aksilar pada cabang sekunder. Menurut Venning dan Lincoln (1958), pertumbuhan tunas aksilar dipicu oleh proses fisiologi tanaman, pemangkasan, dan intensitas cahaya tinggi. Diduga, pemberian POC RPH-1 mempengaruhi proses fisiologi sehingga memicu pertumbuhan cabang tersier. Tetapi bagaimana mekanisme perlakuan POC tersebut dalam memicu pertumbuhan cabang masih perlu kajian lebih lanjut.

Tabel 7 menunjukkan bahwa cara aplikasi pupuk nyata memengaruhi jumlah cabang tersier. Cara pemberian melalui kocor menghasilkan jumlah cabang tersier lebih tinggi dibandingkan semprot melalui daun. Hal tersebut diduga karena cara kocor memberi keleluasan tanaman mengalokasikan unsur hara dari perakaran ke bagian tanaman yang membutuhkan, sesuai pendapat Bartóg *et al.* (2022).

Tabel 6. Jumlah cabang sekunder tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Jumlah cabang sekunder (buah)			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	28.4	31.7	33.1	34.7
Kontrol PPC	27.3	33.1	35.2	36.9
POC RPH-1	28.4	33.4	36.3	38.7
POC RPH-2	29.4	32.9	34.4	36.9
Cara aplikasi				
Semprot	26.0	31.9	34.4	35.6
Kocor	30.7	33.7	35.1	38.1

Keterangan: BSP = bulan setelah perlakuan. Tidak dapat pengaruh nyata perlakuan terhadap tinggi tanaman berdasarkan uji F pada taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 7. Jumlah cabang tersier tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Jumlah cabang tersier			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	45.7	49.9 ^b	56.4 ^b	65.4 ^b
Kontrol PPC	58.5	64.8 ^a	69.5 ^a	80.9 ^a
POC RPH-1	57.0	63.1 ^a	68.0 ^a	80.2 ^a
POC RPH-2	43.7	52.5 ^b	55.6 ^b	64.9 ^b
Cara aplikasi				
Semprot	47.5	57.4 ^b	57.4 ^b	66.0 ^b

Kocor	54.9	67.3 ^a	67.3 ^a	79.7 ^a
-------	------	-------------------	-------------------	-------------------

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 5\%$. BSP = bulan setelah perlakuan.

Panjang Cabang Sekunder

Jenis pupuk dan cara aplikasi memengaruhi secara nyata pada panjang cabang sekunder tanaman alpukat pada 2 dan 3 BSP (Tabel 8). Perlakuan kontrol PPC nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain pada 2 BSP, sedangkan pada 3 BSP kontrol PPC tidak berbeda nyata dengan POC RPH-1 dan RPH-2. Jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol NPK, tanaman diberi POC RPH-1 memiliki cabang sekunder yang lebih panjang. Dengan kata lain, POC RPH-1 dapat digunakan sebagai pupuk pada tanaman alpukat muda dengan efektivitas lebih tinggi dari NPK.

Tabel 8 menunjukkan bahwa cara pemberian pupuk melalui kocor memberikan pengaruh lebih besar dalam memicu pemanjangan cabang sekunder dibandingkan dengan melalui semprot pada 2 dan 3 BSP. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Farrasati *et al.* (2021) bahwa pemupukan melalui tanah lebih efisien dalam menyediakan makronutrien bagi tanaman, sehingga mendukung pemanjangan cabang sekunder.

Diameter Cabang Sekunder

Diameter cabang sekunder tidak dipengaruhi pemberian jenis pupuk maupun cara aplikasinya

(Tabel 9). Penjelasan dari fakta tersebut dapat dikaitkan dengan karakteristik percabangan pada alpukat. Menurut Alcaraz *et al.* (2013) pertumbuhan batang utama alpukat biasanya bersifat monopodial; sedangkan cabang aksilar (sekunder atau tersier) dapat bersifat proleptik (*proleptic*) dimana cabang terbentuk setelah tunas apikal mengalami dormansi atau sileptik (*syllleptic*) dimana cabang terbentuk bersamaan dengan pertumbuhan tunas apikal batang utama; proporsi cabang proleptik dan sileptik pada tanaman tergantung pada varietas alpukat. Lebih lanjut dikatakan Alcaraz *et al.* (2013) bahwa bagian bawah batang dari cabang proleptik memiliki mata tunas dorman, sedangkan cabang sileptik tidak memiliki mata tunas. Pada penelitian ini, berdasarkan pengamatan di lapangan, bagian bawah cabang sileptik cenderung lebih ramping dan lambat membesar dibandingkan dengan cabang proleptik. Ada kemungkinan, pada pengamatan diameter cabang tercampur antara cabang sileptik dan proleptik, sehingga berdampak pada data diameter cabang sekunder yang tidak nyata. Menurut Atta *et al.* (2021), pembesaran batang ditentukan oleh aktivitas kambium. Sayangnya, pada penelitian ini tidak diamati morfologi cabang sehingga peran kambium tidak dapat ditentukan.

Tabel 8. Panjang cabang sekunder tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Panjang cabang sekunder (cm)			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	74.99	78.17 ^c	82.20 ^b	85.71
Kontrol PPC	78.97	84.16 ^a	86.78 ^a	90.33
POC RPH-1	77.27	81.77 ^{ab}	85.57 ^a	89.08
POC RPH-2	73.29	79.76 ^{cb}	83.77 ^{ab}	86.43
Cara aplikasi				
Semprot	74.45	78.33 ^b	81.82 ^b	85.30
Kocor	77.81	83.60 ^a	87.34 ^a	90.47

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 5\%$. BSP = bulan setelah perlakuan.

Tabel 9. Diameter cabang sekunder tanaman alpukat pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya

Perlakuan	Diameter cabang sekunder (mm)			
	1 BSP	2 BSP	3 BSP	4 BSP
Jenis pupuk				
Kontrol NPK	14.82	15.66	15.97	16.62
Kontrol PPC	15.20	16.09	16.80	17.19
POC RPH-1	15.01	15.63	16.40	17.11
POC RPH-2	13.13	14.34	14.97	15.58
Cara aplikasi				
Semprot	14.31	15.12	15.59	16.27

Kocor	14.77	15.74	16.48	16.98
-------	-------	-------	-------	-------

Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT $\alpha = 5\%$. BSP = bulan setelah perlakuan.

Jumlah Tanaman Berbuah

Jumlah tanaman buah diamati pada 26 Desember 2025 dengan menghitung jumlah tanaman yang memiliki buah, tanpa mempertimbangkan jumlah buah yang ada ataupun jumlah tanaman berbunga tetapi tidak menghasilkan buah. Dari 72 tanaman yang dijadikan sampel pengamatan, terdapat 3 tanaman yang memiliki buah (Tabel 10). Tampilan Tabel 10 dalam bentuk interaksi hanya untuk memudahkan dalam penyajian, tanpa dilakukan uji ANOVA.

Jika mempertimbangkan umur tanaman, pada saat penghitungan buah tanaman telah berumur 2 tahun 8 bulan. Menurut Doni (Manajer Agropromo Departemen AGH Faperta IPB, personal communication, 2025) alpukat Cipedak alias Miki sambung pucuk dapat berbunga mulai umur 2-3 tahun, tetapi umumnya sekitar 2.5 tahun. Laporan petani dari daerah Jonggol, Cariu, dan Tanjungsari Bogor bahwa alpukat Miki yang berasal dari perbanyakan grafting, mulai berbunga pada 11-20 bulan setelah tanam. Dengan demikian, masih sulit dikatakan bahwa perlakuan pada penelitian ini berpengaruh pada percepatan produksi buah alpukat muda var Miki. Terbentuknya bunga dan buah, diduga lebih karena pembungaan yang inkonsisten (*erratic flowering*) karena tanaman sebagian sudah waktunya memasuki fase generatif.

Pada tanaman porang, Santosa et al. (2019), mengamati adanya fenomena *erratic flowering* karena perlakuan GA₃. Para peneliti telah

mengamati faktor penyebab terjadinya *erratic flowering* seperti karena pemupukan (Satake & Kelly, 2021), genetik dan lingkungan (Dudley *et al.*, 2025). Namun demikian, perlu ada kajian lebih lanjut pemberian POC dengan durasi lebih lama agar diperoleh kondisi pembungaan yang lebih stabil.

Secara umum penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan POC dari RPH-1 dengan konsentrasi 10 ml L⁻¹ sebagai pupuk pada tanaman alpukat muda dengan cara kocor. Yang menarik adalah pengaruh jenis pupuk pada peubah yang terpisah mengikuti sekuensial waktu. Pada 1 BSP, perlakuan jenis pupuk mempengaruhi kehijauan daun, tapi tidak mempengaruhi peubah yang lain. Pada 2 dan 3 BSP, perlakuan jenis pupuk memengaruhi panjang cabang sekunder, dan 2, 3, dan 4 BSP memengaruhi jumlah cabang tersier. Kemudian pada 4 BSP, perlakuan jenis pupuk tidak mempengaruhi peubah panjang cabang sekunder secara nyata. Sekuensial tersebut mengindikasikan adanya kompleksitas pengaruh pemberian jenis pupuk pada tanaman alpukat yang memiliki karakter pertumbuhan episodik berupa fase *flush* dan fase dorman singkat. Pada saat mendesain penelitian, karakter episodik tersebut belum dipertimbangkan. Oleh karena itu, perlu ada kajian yang lebih komprehensif pada percobaan pemupukan dengan memperhatikan karakter episodik dan juga karakter percabangan proleptik dan sipleptik agar tidak terjadi *over estimate* terhadap hasil pemupukan

Tabel 10. Jumlah agregat tanaman alpukat berbunga atau berbuah pada berbagai jenis pupuk cair dan cara aplikasinya, pada Desember 2025

Jenis pupuk	Jumlah tanaman berbuah	
	Semprot	Kocor
Kontrol NPK	0	0
Kontrol PPC	0	0
POC RPH-1	1 dari 9	1 dari 9
POC RPH-2	1 dari 9	0

Keterangan: Jumlah tanaman berbuah dihitung dari seluruh populasi (9 tanaman), sehingga tidak dapat dilakukan uji statistik.

KESIMPULAN

Limbah RPH dapat digunakan sebagai POC pada tanaman alpukat muda, dengan pengaruh sebanding bahkan lebih tinggi dibandingkan kontrol NPK atau PPC yang ada di pasaran. Konsentrasi POC RPH-1 (10 ml L⁻¹) direkomendasikan untuk dikaji lebih lanjut karena

mampu meningkatkan indeks kehijauan daun, jumlah cabang tersier, dan panjang cabang sekunder. Aplikasi POC RPH-1 pada tanaman alpukat disarankan melalui cara dikocor. Perlu kajian lebih lanjut seperti penambahan konsentrasi ataupun dosis POC RPH pada tanaman alpukat dikaitkan dengan produksi buah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Bapak Hartono dari PT Jenawi yang telah menyediakan POC Naturalplus dan Bapak Ir Mumu dari PT. Karya Anugrah Rumpin yang telah menyediakan POC RPH untuk penelitian. Terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Kebun Percobaan Leuwikopo Dr. Dhika Prita Hapsari dan Bapak Haryanto, atas bantuan kegiatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, R., Santosa, E., Kartika, J. G., Nindita, A., & Rosyad, A. (2025). Aplikasi pupuk mikro boron dan molibdenum pada kualitas buah stroberi (*Fragaria x ananassa* Duch.) varietas mencir. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 16(2), 108-116.
- Alcaraz, M. L., Thorp, T. G., & Hormaza, J. I. (2013). Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, 164, 434-439.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.051>
- Alfarisi, S. (2024). Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman terong ungu (*Solanum melongena* L.). *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 20(1), 56-64.
- Arif, Z. (2016). *Uji kualitas pupuk organik cair yang dibuat dari limbah rumah potong hewan*. [Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB University Scientific Repository.
- Atta, A. A., Morgan, K. T., Kadyampakeni, D. M., & Mahmoud, K. A. (2021). The effect of foliar and ground-applied essential nutrients on huanglongbing-affected mature citrus trees. *Plants*, 10(5), 925.
<https://doi.org/10.3390/plants10050925>
- Barłóg, P., Grzebisz, W., & Łukowiak, R. (2022). Fertilizers and fertilization strategies mitigating soil factors constraining efficiency of nitrogen in plant production. *Plants*, 11(14), 1855.
<https://doi.org/10.3390/plants11141855>
- Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian. (2023). *Peningkatan mutu nanas organik madu galang melalui penerapan SPO dan standar mutu nanas*. Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Kalimantan Barat.
<https://kalbar.brmp.pertanian.go.id/berita/>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi tanaman buah-buahan*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- de Oliveira-Ferreira, E. V., Novais, R. F., Medice, B. M., de Barros, N. F., & Silva, I. R. (2015). Leaf total nitrogen concentration as an indicator of nitrogen status for plantlets and young plants of eucalyptus clones. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39, 1127-1140.
<https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140689>
- Diaguna, R., Santosa, E., Trikoesoemaningtyas, Wiendi, N. M. A., Soepandie, D., Sobir, & Widajati, E. (2024). Karakter dan produksi tiga aksesori talas dengan penambahan dosis bahan organik. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(1), 77-89.
<https://doi.org/10.23960/jat.v12i1.6728>
- Dudley, C., van Haeften, S., Alahmad, S., Dinglasan, E., Hickey, L. T., Robinson, H., Beveridge, C. A., Udvardi, M., Noble, T., Massel, K., Dun, E. A., & Smith, M. R. (2025). Time to flowering and flowering duration in mungbean are unrelated physiological traits with independent genetic controls. *Journal of Experimental Botany*, 76(5), 5528-5541.
<https://doi.org/10.1093/jxb/eraf222>
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., & Ginting, E. N. (2021). Pemupukan melalui tanah serta daun dan kemungkinan mekanismenya pada tanaman kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), 7-19.
<https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v26i1.41>
- Fassio, C., Cautin, R., Pérez-Donoso, A., Bonomelli, C., & Castro, M. (2016). Propagation techniques and grafting modify the morphological traits of roots and biomass allocation in avocado trees. *HortTechnology*, 26(1), 63-69.
- Gading, B. M. W. T., Respati, A. N., & Suryanto, E. (2021). Studi kasus: Permasalahan limbah di tempat pemotongan hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*, 12(1), 68-77.
<https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.164>
- Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., & Merah, O. (2023). Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *Farming Systems*, 1(1), Article 100005.
<https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>
- Hamidah, D., Yenny, R. F., Susiyanti, S., Fatmawaty, A. A., Sulistyorini, E., & Saylendra, A. (2023). Respons pemberian berbagai dosis pupuk kotoran ayam dan POC limbah tahu terhadap pertumbuhan tanaman alpukat (*Persea americana*) pada fase pembibitan. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4), 3921-3930.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan

- tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 107-120.
- Hartini, K. S., Dalimunthe, A., Tarigan, V. A. B., & Insani, A. (2024). Responses of avocado (*Persea americana*) to various doses of compost fertilizer and watering interval. *Global Forest Journal*, 2(1), 15–23. <https://doi.org/10.32734/gfj.v2i01.15562>
- Hazra, F., Santosa, D. A., Tanuwijaya, K., & Sukmana, D. (2022). Evaluasi pupuk hayati dan NPK terhadap pertumbuhan tanaman alpukat (*Persea americana* Mill.) di Kebun Superavo, Subang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 24(1), 14–19. <https://doi.org/10.29244/jitl.24.1.14-19>
- Hidayati, N. L., Rusmana, R., Yenny, R. F., & Sulistyorini, E. (2024). Pengaruh jenis dan konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan bibit alpukat. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*, 9(4), 344–358. <https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i4.1358>
- Hindersah, R., Kalay, A. M., Kesaully, H., & Suherman, C. (2021). The nutmeg seedlings growth under pot culture with biofertilizers inoculation. *Open Agriculture*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.1515/opag-2021-0215>
- Indrajati, S. B., Rosita, D., & Saputra, L. D. (2021). *Buku lapang budidaya alpukat*. Direktorat Buah dan Florikultura, Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian.
- International Plant Genetic Resources Institute. (1995). *Descriptors for Avocado (Persea spp.)*. IPGRI.
- Kailola, J. J. G., Santosa, E., Aziz, S. A., Dinarty, D., & Widodo, W. D. (2023). Leaves production and its flavonoids content of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) from fulvic acid treatment. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 51(1), 109–120. <https://doi.org/10.24831/jja.v51i1.45864>
- Kiggundu, N., Migliaccio, K. W., Schaffer, B., Li, Y., & Crane, J. H. (2012). Water savings, nutrient leaching, and fruit yield in a young avocado orchard as affected by irrigation and nutrient management. *Irrigation Science*, 30(4), 275–286. <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0280-6>
- Lovatt, C. J. (2013). Properly timing semprot-applied fertilizers increases efficacy: A review and update on timing semprot nutrient applications to citrus and avocado. *HortTechnology*, 23(5), 536–541. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.23.5.536>
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtiلاكsono, A. (2021). *Pupuk dan pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Meriatna, Suryati, S., & Fahri, A. (2018). Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM-4 (*effective microorganism*) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknik Kimia Unimal*, 7(1), 13–29. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>
- Nkcukankcuka, M., Jimoh, M. O., Griesel, G., & Laubscher, C. P. (2022). Growth characteristics, chlorophyll content and nutrients uptake in *Tetragonia decumbens* Mill. cultivated under different fertigation regimes in hydroponics. *Crop and Pasture Science*, 73, 67–76. <https://doi.org/10.1071/CP20511>
- Oktiawan, W., Sarminingsih, A., Purwono, P., & Afandi, M. (2015). Strategi produksi pupuk organik cair komersial dari limbah rumah potong hewan (RPH) Semarang. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), 86–94. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v12i2.86-94>
- Putri, A. H., Agusta, H., Djoefrie, M. H. B., & Santosa, E. (2023). Effect of fly ash and bottom ash application as mix growing media on heavy metals status in vegetables. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 51(3), 346–355. <https://doi.org/10.24831/jai.v51i3.46783>
- Putro, B. P., Samudro, G., & Nugraha, W. D. (2016). Pengaruh penambahan pupuk NPK dalam pengomposan sampah organik secara aerobik menjadi kompos matang dan stabil diperkaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 1–10. <https://doi.org/10.36499/psnst.v1i1.1466>
- Rondón, T., Guzmán-Hernández, M., Torres-Madronero, M. C., Casamitjana, M., Cano, L., Galeano, J., & Goetz, M. (2024). Comparative analysis of water stress regimes in avocado plants during the early development stage. *Plants*, 13(18), 2660. <https://doi.org/10.3390/plants13182660>
- Rosmawati, D. Y., Guntoro, D., Santosa, E., & Yunindanova, M. B. (2025). Optimizing rice yield in tidal wetlands: The role of humic substance and effective weed control. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1515(1), Article 012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1515/1/012009>
- Santosa, E., Mine, Y., Lontoh, A. P., Sugiyama, N., Sari, M., & Kurniawati, A. (2019). Gibberellic acid application causes erratic flowering on young corms of

- Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *The Horticulture Journal*, 88(1), 92–99. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-016>
- Satake, A., & Kelly, D. (2021). Delayed fertilization facilitates flowering time diversity in Fagaceae. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1839), Article 20210115. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0115>
- Silalahi, S. H., & Tyasmoro, S. Y. (2019). Uji efektivitas pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman cabai besar (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(3), 321–328.
- Suhardjadinata, S., Pangesti, D., & Tedjaningsih, R. (2018). Aplikasi pupuk organik limbah rumah potong hewan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas padi. *Jurnal Agro*, 5(1), 39–47. <https://doi.org/10.15575/1675>
- Tsiolakkis, G., Lontos, A., Filippas-Ntekouan, S., Matzaras, R., Theodorou, E., Vardas, M., Variaktari, M., Nikopoulou, A., & Christaki, E. (2023). *Mycobacterium marinum*: A case-based narrative review of diagnosis and management. *Microorganisms*, 11(7), 1799. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071799>
- Umar, I., Haris, A., & Gani, M. S. (2021). Pengaruh pemberian konsentrasi pupuk organik cair (POC) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.). *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(1), 81–87. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v2i1.146>
- Venning, F. D., & Lincoln, F. B. (1958). Developmental morphology of the vegetative axis of avocado (*Persea americana* L.) and its significance to spacing, pruning practices, and yield of the grove. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 71, 350–356.
- Widianti, B., Hariyono, D., & Fajriani, S. (2022). Studi pertumbuhan pada tiga jenis tanaman alpukat (*Persea americana* Mill). *Plantropica: Journal of Agricultural Science*, 7(1), 48–53. <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2022.007.1.6>