Fruitset Sains, 14 (4) (2026) pp. 473-486
Published by: IOCSCIENCE
Fruitset Sains : Jurnal Pertanian Agroteknologi
Journal homepage: www.iocscience.org/ejournal/index.php/Fruitset

OPTIMASI TEPUNG TULANG AYAM DENGAN PEMANGKASAN PADA SEMANGKA KUNING (Citrullus lanatus L.)

Arif Romdoni[1*], Haifa Azzahra Sasmita[2], Yati Setiati Rachmawati[3], Cecep Hidayat[4]
[1,2,3,4]Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia
Email: arifromdoni12@gmail.com

Abstract

Overuse of inorganic fertilizers can degrade soil quality, and chicken bone meal (CBM), a poultry by-product containing nitrogen, phosphorus, and calcium, is a potential organic alternative, yet its effects on watermelon alone or combined with branch pruning remain poorly documented. This study evaluated three CBM rates (0, 2.25, and 4 t ha^{-1}) combined with three pruning levels (no pruning, three branches, and five branches), plus an NPK control, on the growth, yield, and fruit quality of yellow watermelon (Citrullus lanatus). The research was conducted in Cicalengka, Bandung Regency, using a single-factor Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of 10 structured treatment combinations with three replications, yielding 30 experimental units. Data were subjected to analysis of variance followed by Duncan's multiple range test (P<0.05). Treatments significantly affected flowering time (P<0.01), total soluble solids (P<0.01), and fruit diameter (P<0.05), but not plant length, leaf number, stem diameter, canopy diameter, harvest index, fruit weight per plant, rind thickness, or sensory acceptance. Flowering was earliest at 2.25 t ha^{-1} CBM with three branches (28.00 days after planting) and latest at 0 t ha^{-1} with five branches (40.33 days), a 12.33-day difference. Total soluble solids ranged from 4.33 °Brix (4 t ha^{-1}, unpruned) to 10.33 °Brix (2.25 t ha^{-1}, five branches). Fruit diameter was largest at 2.25 t ha^{-1} without pruning (8.07 cm) and smallest at 4 t ha^{-1} with three branches (5.67 cm). The most favorable treatment differed among parameters, and no single treatment was superior overall.

Keywords: Branch Pruning, Chicken Bone Meal, Flowering Time, Total Soluble Solids, Yellow Watermelon

Abstrak

Penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat menurunkan kualitas tanah, dan tepung tulang ayam (TTA), limbah unggas yang mengandung nitrogen, fosfor, dan kalsium, berpotensi menjadi alternatif pupuk organik, tetapi pengaruhnya pada semangka, baik tunggal maupun bersama pemangkasan cabang, belum banyak didokumentasikan. Penelitian ini mengevaluasi tiga dosis TTA (0, 2,25, dan 4 t ha^{-1}) yang dikombinasikan dengan tiga taraf pemangkasan (tanpa pemangkasan, tiga cabang, dan lima cabang), ditambah kontrol NPK, terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas buah semangka kuning (Citrullus lanatus). Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Cicalengka, Kabupaten Bandung, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor yang terdiri atas 10 kombinasi perlakuan berstruktur dengan tiga ulangan, menghasilkan 30 unit eksperimen. Data dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan uji Duncan (P<0,05). Perlakuan berpengaruh nyata terhadap umur berbunga (P<0,01), kadar kemanisan (P<0,01), dan diameter buah (P<0,05), tetapi tidak terhadap panjang tanaman, jumlah

daun, diameter batang, diameter kanopi, indeks panen, bobot buah per tanaman, ketebalan kulit buah, maupun penerimaan organoleptik. Umur berbunga tercepat pada TTA 2,25 t ha^{-1} dengan tiga cabang (28,00 hari setelah tanam) dan terlambat pada TTA 0 t ha^{-1} dengan lima cabang (40,33 hari), selisih 12,33 hari. Kadar kemanisan berkisar dari 4,33 °Brix (4 t ha^{-1}, tanpa pemangkasan) hingga 10,33 °Brix (2,25 t ha^{-1}, lima cabang). Diameter buah terbesar pada 2,25 t ha^{-1} tanpa pemangkasan (8,07 cm) dan terkecil pada 4 t ha^{-1} dengan tiga cabang (5,67 cm). Perlakuan yang paling menguntungkan berbeda antarparameter dan tidak ada satu perlakuan yang unggul secara keseluruhan.

Kata Kunci: Kadar Kemanisan, Pemangkasan Cabang, Semangka Kuning, Tepung Tulang Ayam, Umur Berbunga

1. Pendahuluan

Budi daya semangka (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) menuntut pasokan hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang tinggi untuk mencapai produksi optimal (Kang et al., 2020), yang selama ini umumnya dipenuhi melalui penggunaan pupuk kimia anorganik. Meskipun efektif secara jangka pendek, penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dan terus-menerus berpotensi menurunkan kualitas tanah serta memicu masalah lingkungan, sehingga sumber hara organik terus dikaji sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan (Widowati et al., 2022). Di sisi lain, produksi semangka nasional yang terus meningkat dari 367.816,5 ton pada tahun 2022 menjadi 421.008,78 ton pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024), menegaskan perlunya alternatif pemupukan yang layak secara agronomi untuk diuji secara langsung pada komoditas ini.

Limbah tulang ayam dari sektor peternakan memiliki potensi besar untuk diolah menjadi sumber hara organik bernilai tinggi (Ermis, 2022). Tepung tulang ayam (TTA) yang digunakan pada penelitian ini mengandung nitrogen 5,33%, fosfor 15,52%, dan kalsium 13,96% (Saputra et al., 2022). Unsur fosfor pada bahan berbasis tulang terikat secara kuat sebagai mineral hidroksiapatit sehingga proses pelepasannya berlangsung secara bertahap atau *slow release* (Rusmana et al., 2016; Załuszniewska & Nogalska, 2022). Ketersediaannya bagi tanaman sangat bergantung pada waktu dekomposisi dan kondisi media tanah. Penelitian terdahulu mengenai TTA umumnya difokuskan pada tanaman seperti kubis (Abdillah, 2020) atau aplikasinya sebagai pembenah untuk meningkatkan pH tanah (Padilah, 2024). Namun, berdasarkan penelusuran literatur, efektivitas pelepasan hara lambat dari TTA pada semangka kuning belum banyak dilaporkan.

Pada komoditas semangka, jumlah cabang yang dipelihara secara langsung memengaruhi ukuran dan mutu buah. Tanaman semangka memiliki karakteristik pertumbuhan vegetatif yang vigor. Pemeliharaan tiga cabang dilaporkan efektif meningkatkan pertumbuhan awal, jumlah bunga, serta diameter dan bobot buah (Betra et al., 2023). Pengaturan jumlah sulur dan letak pemeliharaan buah memengaruhi kompetisi antar organ penyerap (*sink*), yang pada akhirnya menentukan ukuran dan hasil akhir (Ndereyimana et al., 2021; Purba et al., 2025). Secara keseluruhan, tindakan pemangkasan mengubah jumlah organ penyerap hasil fotosintesis per tanaman, sehingga distribusi asimilat dapat dialokasikan lebih spesifik ke organ generatif (Liu et al., 2022).

Penelitian terdahulu yang memadukan teknik pemangkasan dengan pemupukan pada semangka umumnya masih bergantung pada penggunaan pupuk anorganik kalium (Saputra et al., 2022; Yono & Putri, 2023). Hingga saat ini, belum diketahui secara pasti bagaimana perpaduan antara sumber hara organik yang dilepaskan secara bertahap seperti TTA dengan taraf intensitas pemangkasan cabang yang berbeda, serta bagaimana efikasinya jika dibandingkan dengan standar pemupukan NPK konvensional. Keterbatasan kajian ini sangat penting untuk dijawab karena pemangkasan secara drastis mengubah jumlah cabang yang harus dipasok hara pada waktu yang bersamaan, sementara TTA mensuplai fosfor dan kalsium secara perlahan. Pada dinamika *source-sink* dan ketersediaan hara lambat (*slow release*) ini, belum dapat dipastikan perpaduan dosis TTA dan pengaturan jumlah cabang mana yang paling efektif dalam mengoptimalkan umur berbunga, hasil, serta mutu buah.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan respons tanaman terhadap sembilan perpaduan perlakuan organik—yaitu tiga dosis TTA (0, 2,25, dan 4 t ha^{-1}) yang masing-masing dipadukan dengan tiga taraf pemangkasan (tanpa pemangkasan, menyisakan 3 cabang, dan menyisakan 5 cabang) dan dasar NPK 50%—dihadapkan dengan satu perlakuan kontrol NPK 100% dosis penuh. Pengujian ini ditujukan untuk mengevaluasi pengaruh paket perlakuan tersebut terhadap pertumbuhan vegetatif (panjang tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan diameter kanopi), umur berbunga, hasil (bobot buah per tanaman dan indeks panen), serta mutu buah (diameter buah, ketebalan kulit, kadar kemanisan, dan tingkat penerimaan organoleptik). Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa terdapat setidaknya satu perpaduan paket teknologi organik (dosis TTA dan taraf pemangkasan cabang) yang mampu memberikan respons agronomis dan mutu buah semangka kuning yang lebih unggul atau setidaknya setara dibandingkan perlakuan kontrol pupuk sintetik (NPK 100%).

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Kp. Cikurutuk, Desa Cicalengka Wetan, Kecamatan Cicalengka, Kabupaten Bandung, Jawa Barat (6°59′47″ LS, 107°50′56″ BT; 754 m dpl), pada Januari–Juni 2026. Bahan yang digunakan meliputi benih semangka kuning (*Citrullus lanatus*) varietas Kanigara F1, tulang ayam, pupuk kandang kambing, tanah *top soil*, NPK 15:15:15, KCl, serta fungisida dan insektisida. Alat yang digunakan antara lain polybag 40 × 40 cm dan 10 × 10 cm, panci presto, oven, ajir bambu 150 cm, timbangan digital, jangka sorong, termohigrometer, dan *hand refractometer*.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor dengan 10 kombinasi perlakuan dan tiga kelompok (ulangan), sehingga terdapat 30 unit percobaan. Pengalokasian perlakuan ke dalam masing-masing kelompok (blok) dilakukan menggunakan prosedur pengacakan undian untuk memastikan setiap unit percobaan memiliki peluang yang sama. Pemilihan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal ini didasarkan pada pendekatan agronomis terapan untuk mengevaluasi efikasi kombinasi perlakuan secara langsung sebagai satu paket teknologi utuh (Gomez & Gomez, 1984). Dengan rancangan ini, 10 kombinasi dibandingkan sebagai satu faktor, sehingga pengaruh utama dosis TTA, pengaruh utama pemangkasan, dan interaksinya tidak dipisahkan dan tidak diuji.

Satu unit percobaan terdiri atas dua tanaman. Kedua tanaman dalam satu unit bukan pengamatan independen, sehingga unit analisis adalah rata-rata dua tanaman per unit (n = 3 per perlakuan). Perlakuan A adalah kontrol pembanding (NPK dosis penuh tanpa TTA dan tanpa pemangkasan). Perlakuan B–J adalah kombinasi tiga dosis TTA dengan tiga taraf pemangkasan dan mendapat NPK setengah dosis (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan dosis tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang

Kode	TTA (t ha^{-1})	Cabang dipelihara	NPK (% dosis rekomendasi)
A	0	Tanpa pemangkasan	100
B	0	Tanpa pemangkasan	50
C	0	3 cabang	50
D	0	5 cabang	50
E	2,25	Tanpa pemangkasan	50
F	2,25	3 cabang	50
G	2,25	5 cabang	50
H	4	Tanpa pemangkasan	50
I	4	3 cabang	50
J	4	5 cabang	50

Keterangan: TTA = Tepung Tulang Ayam.

Tulang ayam segar dicuci, direbus dengan panci presto selama 2 jam, dikeringkan pada suhu ±60 °C, digiling, dan diayak halus (Padilah, 2024). Hasil analisis laboratorium BSIP menunjukkan pH H_2O 7,0; C-organik 41,58%; N-total 5,39%; C/N 8; P_2O_5 15,52%; K_2O 0,24%; CaO 13,96%; Mg 0,45%; dan kadar air 4,80% (Padilah, 2024).

Dosis per hektar dikonversi ke dosis per polybag berdasarkan bobot media (13 kg) terhadap bobot tanah satu hektar lapisan 0–20 cm (2.000.000 kg), sehingga 2,25 t ha^{-1} setara 14,63 g polybag^{-1} dan 4 t ha^{-1} setara 26 g polybag^{-1}. TTA dicampur merata ke media dua minggu sebelum tanam.

Media berupa tanah dan pupuk kandang kambing matang (1:1 volume; 7,43 kg tanah dan 5,57 kg pupuk kandang per polybag). Tanah awal bertekstur liat (liat 58%, debu 33%, pasir 9%) dengan pH H_2O 7,2; C-organik 1,26%; N-total 0,15%; P-Olsen 21,3 ppm; K 50,2 ppm; Ca 12,05 cmol(+) kg^{-1}; dan KTK 15,61 cmol(+) kg^{-1} (analisis BPPTS).

Seluruh perlakuan menerima media yang sama dan KCl 30 g tanaman^{-1} (dua kali 15 g pada 42 dan 58 HST; Saputra et al., 2022). NPK 15:15:15 diberikan empat kali secara kocor (larutan 20 g L^{-1}) pada 5, 14, 28, dan 38 HST (Haryati et al., 2022) dengan total 2,63 g tanaman^{-1} untuk perlakuan A dan 1,31 g tanaman^{-1} untuk perlakuan B–J berdasarkan modifikasi dosis pemupukan berimbang pada semangka (da Silva et al., 2022). Total input hara per tanaman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Input hara per tanaman (g) dari seluruh sumber

Perlakuan	N	P	K	Ca
A	50,5	10,1	27,2	17,9
B-D	50,3	10,0	27,0	17,9
E-G	51,1	11,0	27,1	19,4
H-J	51,7	11,7	27,1	20,5

Keterangan: dihitung dari tanah (N-total, P-Olsen, K, Ca), pupuk kandang kambing (N 0,70%, P_2O_5 0,40%, K_2O 0,25%, KCl (60% K_2O), NPK, dan TTA.

Pucuk cabang utama dipotong pada 12–14 HST, kemudian dipelihara tiga cabang (ruas ke-13–15) atau lima cabang (ruas ke-12–16) sesuai perlakuan, ditata berpola “W”

dengan jarak 15–20 cm. Tunas air di bawah daun ke-14 dibuang. Buah dipanen pada kematangan fisiologis, ditandai sulur mengering, kulit kusam, dan bunyi padat saat diketuk.

Parameter penunjang: sifat tanah awal; kandungan hara TTA; curah hujan harian (NASA POWER; NASA, 2026); suhu dan kelembapan udara (termohigrometer, tiga kali sehari); serta hama dan penyakit. Parameter utama meliputi pertumbuhan vegetatif yaitu panjang tanaman dan jumlah daun (mingguan, 28–42 HST), diameter batang (jangka sorong; 28, 32, dan 42 HST), serta diameter kanopi. Fenologi dan hasil yaitu umur berbunga (saat 50% tanaman per perlakuan berbunga), indeks panen, dan bobot buah per tanaman. Mutu buah yaitu diameter buah, kadar kemanisan (*hand refractometer*, °Brix), ketebalan kulit buah, dan uji organoleptik.

Diameter kanopi dihitung sebagai $DK = (D_1 + D_2)/2$ dengan D_1 dan D_2 adalah diameter utara–selatan dan timur–barat (Hematang et al., 2021). Indeks panen adalah nisbah bobot kering bagian hasil terhadap bobot kering total tanaman (Sitompul, 2016). Ketebalan kulit adalah rata-rata empat titik pengukuran (Mohsenin, 1986).

Uji organoleptik dilakukan menggunakan metode hedonik skala tujuh tingkat (1 = sangat tidak suka hingga 7 = sangat suka) terhadap parameter warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesegaran buah. Pengujian melibatkan 60 panelis tidak terlatih untuk merepresentasikan preferensi konsumen umum (Addo-Preko et al., 2023; Shariati et al., 2025). Guna menjaga objektivitas, sampel buah disajikan secara acak dengan pengkodean rahasia (*single-blinded*).

Data dianalisis dengan sidik ragam RAK: $Y_{ij} = \mu + K_i + P_j + \varepsilon_{ij}$, dengan K_i pengaruh kelompok ke-i dan P_j pengaruh perlakuan ke-j. Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± SE, F hitung dengan derajat bebas (9; 18), nilai P, dan koefisien keragaman (CV). Asumsi normalitas sisaan dan homogenitas ragam diuji dengan uji Shapiro-Wilk dan uji Barlett. Jika perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$), pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan taraf 5% (Juarros-Basterretxea et al., 2024). Pengamatan berulang (panjang tanaman, jumlah daun, diameter batang) dianalisis terpisah pada tiap umur pengamatan dan tidak diuji sebagai pengukuran berulang. Pengolahan data menggunakan DSAASTAT.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis sidik ragam (ANOVA), penerapan paket teknologi organik berupa perpaduan dosis tepung tulang ayam dan pengaturan cabang menunjukkan pengaruh yang selektif. Kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap panjang tanaman, jumlah daun, diameter batang, diameter kanopi, indeks panen, bobot buah per tanaman, dan ketebalan kulit buah ($p > 0,05$). Namun demikian, perlakuan berpengaruh nyata terhadap diameter buah ($p < 0,05$) serta berpengaruh sangat nyata terhadap umur berbunga dan kadar kemanisan buah ($p < 0,01$) (Tabel 3).

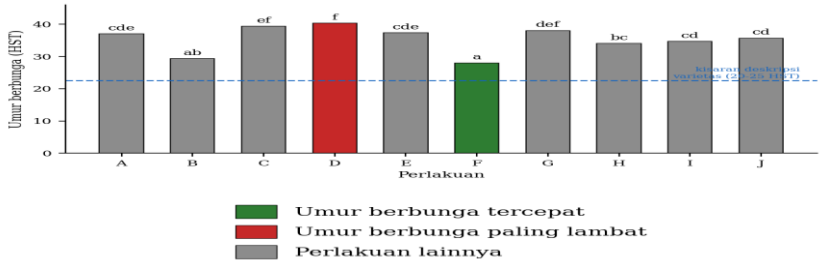
Pola statistik ini mengindikasikan bahwa perpaduan dosis tepung tulang ayam (TTA) dan manipulasi arsitektur kanopi (*pemangkasan*) pada penelitian ini lebih efektif dalam mengontrol waktu transisi generatif (pembungaan) serta translokasi hasil metabolisme menuju pembesaran dan kualitas *sink* (buah), dibandingkan dengan dampaknya terhadap pertumbuhan biomassa vegetatif maupun berat akhir panen secara langsung.

Tabel 3. Ringkasan pengaruh kombinasi tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang terhadap peubah amatan

Parameter Pengamatan	Pengaruh
Panjang tanaman (cm)	Tidak nyata
Jumlah daun (helai)	Tidak nyata
Diameter batang (mm)	Tidak nyata
Diameter kanopi (cm)	Tidak nyata
Indeks panen	Tidak nyata
Bobot buah/tanaman (g)	Tidak nyata
Ketebalan kulit buah (cm)	Tidak nyata
Diameter buah (cm)	Nyata (*)
Kadar kemanisan (°Brix)	S. nyata (**)
Umur berbunga (HST)	S. nyata (**)

Keterangan: * = berbeda nyata pada uji F taraf 5%; ** = berbeda sangat nyata pada uji F taraf 1%, berdasarkan analisis ragam RAK 10 perlakuan.

Umur berbunga merupakan fase krusial yang menandai transisi tanaman semangka dari fase vegetatif menuju fase reproduktif. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perpaduan perlakuan memengaruhi parameter ini secara sangat nyata. Hasil uji lanjut Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa perlakuan F (TTA 2,25 t ha^{-1} + pemangkasan tiga cabang) memicu pembungaan tercepat secara signifikan pada 28,00 HST, sedangkan pembungaan paling lambat (40,33 HST) terjadi pada tanaman perlakuan D (tanpa TTA + pemangkasan lima cabang) (Gambar 1).



Gambar 1. Umur berbunga tanaman semangka kuning pada setiap kombinasi perlakuan. Garis putus-putus menunjukkan batas bawah kisaran deskripsi varietas

Secara deskriptif, tanaman dengan pemangkasan sedang (tiga cabang) cenderung berbunga lebih awal dibandingkan tanpa pemangkasan maupun pemangkasan berat (lima cabang). Percepatan pembungaan pada perlakuan F ini sejalan dengan prinsip keseimbangan *source-sink*. Pengurangan beban cabang produktif (*sink* vegetatif) melalui pemangkasan memungkinkan asimilat fotosintesis (*source*) dikonsentrasikan lebih awal untuk proses diferensiasi organ generatif (Purba et al., 2025).

Di sisi lain, seluruh perlakuan pada penelitian ini mencatatkan umur berbunga yang lebih lambat dibandingkan dengan deskripsi genetik varietas Kanigara F1 yang seharusnya

berbunga pada 20-25 HST. Keterlambatan ini sangat berkaitan erat dengan sifat pelepasan hara dari TTA dan kondisi lahan percobaan. Fosfor, yang disuplai oleh TTA dalam kadar tinggi (15,52%), merupakan elemen vital penyedia energi (ATP) yang sangat dibutuhkan selama diferensiasi meristem reproduktif; defisiensi fosfor terbukti menghambat ekspresi gen pembungaan secara molekuler (Zeng et al., 2026).

Namun, fosfor dalam TTA terikat kuat sebagai hidroksiapatit yang ketersediaannya lambat (*slow release*) (Rusmana et al., 2016; Załuszniewska & Nogalska, 2022). Pelepasan lambat ini dipersulit oleh kondisi lahan yang bertekstur liat padat (58%) dengan pH 7,2, yang menyebabkan unsur fosfor cenderung mengalami retensi dan presipitasi sehingga sulit diserap akar tanaman (Hussain et al., 2025). Akibatnya, pada fase awal transisi generatif, ketersediaan hara siap serap diduga belum optimal, sehingga menunda inisiasi bunga pada seluruh perlakuan.

Diameter buah mencerminkan kemampuan tanaman mentranslokasikan fotosintat menuju organ buah selama fase pembesaran (Miyoshi et al., 2023). Hasil analisis ragam membuktikan bahwa perpaduan perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter diameter buah ($p < 0,05$). Berdasarkan uji lanjut Duncan taraf 5%, perlakuan E (TTA 2,25 t ha^{-1} tanpa pemangkasan cabang) menghasilkan diameter buah terbesar secara signifikan, yaitu 8,07 cm. Sebaliknya, diameter buah terkecil dicatatkan oleh perlakuan I (TTA 4 t ha^{-1} dengan pemangkasan tiga cabang) yang hanya mencapai 5,67 cm (Tabel 4). Secara keseluruhan, diameter buah pada seluruh perlakuan dalam penelitian ini masih berada di bawah potensi genetis varietas Kanigara F1 yang dapat mencapai kisaran 16,43–17,53 cm.

Tabel 4. Pengaruh tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang terhadap diameter buah semangka kuning

Perlakuan	Diameter Buah (cm)
A (Kontrol Pembanding)	7,20 abc
B (TTA 0 + Tanpa PC)	6,37 bc
C (TTA 0 + PC 3)	6,83 abc
D (TTA 0 + PC 5)	7,87 ab
E (TTA 2,25 + Tanpa PC)	8,07 a
F (TTA 2,25 + PC 3)	7,60 ab
G (TTA 2,25 + PC 5)	7,97 ab
H (TTA 4 + Tanpa PC)	7,73 ab
I (TTA 4 + PC 3)	5,67 c
J (TTA 4 + PC 5)	7,87 ab

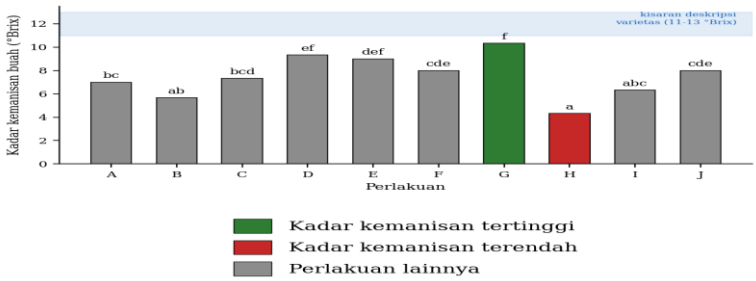
Keterangan: TTA = Tepung Tulang Ayam; PC = Pemangkasan Cabang. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Pola data menunjukkan bahwa pemberian dosis TTA 2,25 t ha^{-1} cenderung menghasilkan diameter buah yang lebih besar dibandingkan dosis tertinggi 4 t ha^{-1}. Fenomena ini mengindikasikan berlakunya hukum hasil yang semakin menurun (*law of diminishing returns*), di mana peningkatan input pupuk setelah mencapai titik kecukupan hara tidak lagi merangsang peningkatan pertumbuhan generatif. Lebih lanjut, tingginya ketersediaan kalsium (Ca) alami pada tanah penelitian (12,05 cmol(+)/kg) yang ditambah dengan tingginya asupan CaO dari tepung tulang ayam (13,96%), diduga kuat memicu terjadinya antagonisme kation di daerah perakaran. Antagonisme ini menghambat serapan kalium (K) oleh tanaman, padahal kalium sangat esensial dalam memelihara konduktansi stomata, efisiensi laju fotosintesis, serta mengatur kelancaran translokasi fotosintat menuju organ penampung (*sink*) seperti buah (Ladikou et al., 2025).

Sementara itu, respons pertumbuhan buah terhadap kombinasi pemangkasan cabang juga belum menunjukkan tren yang sepenuhnya linear. Secara teori, pengurangan jumlah cabang dan buah per tanaman umumnya akan meningkatkan ukuran buah karena menurunnya tingkat kompetisi antar jaringan penampung (*sink*), sehingga pasokan asimilat per buah menjadi lebih maksimal (Ndereyimana et al., 2021). Prinsip ini sejalan dengan hasil yang ditunjukkan oleh perlakuan E, D, dan J yang menyisakan cabang lebih sedikit atau tanpa pemangkasan pada dosis rendah hingga sedang.

Akan tetapi, pola tersebut belum sepenuhnya konsisten pada penelitian ini, yang terbukti pada perlakuan I; meskipun menerima pemangkasan tiga cabang, perlakuan ini justru menghasilkan diameter buah terkecil. Ketidakonsistenan ini menunjukkan bahwa selain faktor perlakuan, limitasi lingkungan fisik turut memegang peranan besar. Kapasitas tukar kation tanah yang rendah (15,61 cmol(+)/kg) membatasi retensi hara, sementara tekstur tanah liat padat membatasi aerasi akar. Kondisi ini diperparah oleh tingginya intensitas curah hujan selama percobaan yang berdampak pada peningkatan tutupan awan. Penurunan intensitas cahaya ini secara langsung mereduksi laju fotosintesis aktif (Long et al., 2024), sehingga kuantitas fotosintat total yang tersedia untuk proses pembesaran sel buah menjadi sangat terbatas dan membatasi ekspresi respons agronomi tanaman terhadap perlakuan pemangkasan.

Kadar kemanisan buah (°Brix) mencerminkan seberapa efisien tanaman mentranslokasikan asimilat ke dalam buah selama fase pemasakan. Analisis ragam membuktikan adanya pengaruh sangat nyata dari paket perlakuan terhadap variabel ini. Perlakuan G (TTA 2,25 t ha^{-1} + pemangkasan lima cabang) menghasilkan kadar padatan terlarut (TSS) tertinggi secara signifikan, yaitu 10,33 °Brix (Gambar 2). Nilai ini jauh melampaui perlakuan H (TTA 4 t ha^{-1} tanpa pemangkasan) yang mencatatkan nilai terendah sebesar 4,33 °Brix. Nilai kemanisan pada perlakuan G ini berhasil mendekati potensi maksimal varietas (11-13 °Brix) dan terklasifikasi sebagai semangka kategori manis (Ikhsanudin et al., 2023).



Gambar 2. Kadar kemanisan buah (°brix) semangka kuning pada setiap kombinasi perlakuan zona terarsir menunjukkan kisaran deskripsi varietas

Hasil ini menegaskan bahwa untuk memaksimalkan mutu (kemanisan) buah, kecukupan hara saja tidak cukup jika tidak disertai pengaturan cabang. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya mutu buah pada perlakuan H meski diberi dosis pupuk tertinggi. Tanaman dengan cabang yang dibiarkan lebat tanpa pemangkasan (perlakuan H) akan membagi asimilat fotosintesis secara kompetitif antara pemeliharaan tajuk (*sink* vegetatif)

dan pengisian buah (*sink* generatif), yang pada akhirnya mereduksi akumulasi gula di dalam buah. Sebaliknya, pembatasan cabang pada perlakuan G memastikan bahwa suplai asimilat per unit buah menjadi jauh lebih terkonsentrasi. Temuan ini selaras dengan penelitian Sezhian et al. (2026), yang membuktikan bahwa pemangkasan jumlah sulur secara strategis dapat menaikkan total padatan terlarut pada semangka karena menurunnya kompetisi suplai karbohidrat.

Secara teknis, proses akumulasi gula ini sangat dikendalikan oleh fungsi kalium (K), yang bertindak sebagai kofaktor penggerak asimilat dari daun ke jaringan buah (Cao et al., 2025). Pada penelitian ini, meskipun neraca hara menunjukkan status yang berlebih, tanah memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah sebesar 15,61 cmol(+)/kg yang diperparah dengan tekstur liat tinggi. Penelitian da Silva et al. (2022) pada semangka memperingatkan bahwa efektivitas hara kalium dalam mendongkrak Brix akan sangat merosot jika dihadapkan pada cekaman fisik atau lingkungan yang berkepanjangan. Oleh karena itu, variasi nilai kemanisan yang mencolok dalam penelitian ini membuktikan bahwa perpaduan dosis organik menengah (2,25 t ha^{-1}) dan pengaturan cabang secara cermat merupakan strategi paling efisien untuk memanajemen keterbatasan fisik lahan dalam translokasi gula.

Meskipun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, pengamatan terhadap bobot buah per tanaman tetap menjadi elemen penting untuk dievaluasi karena parameter ini merupakan indikator utama yang mencerminkan akumulasi total asimilat dan tingkat produktivitas akhir tanaman (Bora et al., 2024). Secara deskriptif, bobot buah berkisar antara 187,67 g (perlakuan I) hingga 327,33 g (perlakuan D) (Tabel 5). Nilai produktivitas ini masih berada di bawah rentang potensi genetik varietas Kanigara F1 yang mampu mencapai 3,23–3,43 kg per buah.

Rendahnya akumulasi bobot buah pada seluruh perlakuan diduga kuat lebih didominasi oleh pengaruh limitasi kondisi lingkungan fisik dan biologis selama fase pertumbuhan, dibandingkan oleh perbedaan paket perlakuan itu sendiri. Fase pembungaan hingga pembesaran buah pada penelitian ini bertepatan dengan periode curah hujan yang tinggi. Kondisi curah hujan tinggi secara langsung menyebabkan peningkatan tutupan awan yang secara drastis membatasi ketersediaan dan intensitas cahaya matahari. Penurunan intensitas cahaya ini secara signifikan menekan laju fotosintesis aktif, sehingga kuantitas fotosintat total yang diproduksi dan dialokasikan untuk mengisi jaringan buah menjadi sangat minim (Hu et al., 2025). Di sisi lain, tingginya kelembapan udara mikro di sekitar kanopi tanaman turut memicu ledakan populasi dan intensitas serangan hama lalat buah (*Bactrocera spp.*). Serangan hama ini menyebabkan tingkat kerusakan buah (*fruit drop/rot*) yang tinggi pada fase kritis, sehingga pada saat panen, mayoritas tanaman hanya mampu mempertahankan satu buah sehat yang layak diamati (Susanto et al., 2022). Akumulasi dari cekaman abiotik dan biotik inilah yang mengakibatkan rendahnya capaian bobot buah pada penelitian ini.

Tabel 5. Pengaruh tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang terhadap bobot buah per tanaman semangka kuning

Perlakuan	Bobot Buah per Tanaman (g)
A (Kontrol Pembanding)	251,33 a
B (TTA 0 + Tanpa PC)	202,33 a
C (TTA 0 + PC 3)	223,67 a

Perlakuan	Bobot Buah per Tanaman (g)
D (TTA 0 + PC 5)	327,33 a
E (TTA 2,25 + Tanpa PC)	295,00 a
F (TTA 2,25 + PC 3)	277,33 a
G (TTA 2,25 + PC 5)	221,67 a
H (TTA 4 + Tanpa PC)	266,33 a
I (TTA 4 + PC 3)	187,67 a
J (TTA 4 + PC 5)	318,00 a

Keterangan: TTA = Tepung Tulang Ayam; PC = Pemangkasan Cabang. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Pola ketidaknyataan pengaruh statistik yang serupa juga ditemukan secara konsisten pada parameter pertumbuhan vegetatif lainnya (panjang tanaman, jumlah daun, diameter batang, dan diameter kanopi), maupun pada indeks panen dan ketebalan kulit buah (Tabel 3). Evaluasi terhadap nilai indeks panen menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan rasio di bawah 0,40. Mengacu pada panduan agronomi dasar oleh Kang et al. (2020), nilai indeks panen yang berada di bawah ambang batas 0,40 menjadi indikator kuat bahwa proses fisiologis alokasi biomassa dari jaringan vegetatif menuju organ hasil (buah) berjalan tidak efisien, suatu kondisi yang sangat umum terjadi ketika tanaman mengalami cekaman lingkungan berkepanjangan selama masa budi daya.

Keseragaman respons tidak nyata pada rangkaian peubah kuantitatif tersebut sangat erat kaitannya dengan mekanisme bio-fisiko-kimia dari ketersediaan hara di lahan percobaan. Faktor pertama adalah karakteristik penguraian hara tepung tulang ayam yang berlangsung sangat lambat (*slow release*) (Załuszniewska & Nogalska, 2022). Faktor ini diperberat oleh kondisi tanah di lokasi yang memiliki banyak limitasi fisik: tekstur liat tinggi (58%), Kapasitas Tukar Kation yang tergolong rendah (15,61 cmol(+)/kg), serta tingkat kemasaman tanah yang cenderung sedikit alkalis (pH 7,2). Tingkat pH yang berada di atas ambang batas optimum semangka ini secara aktif menginduksi proses presipitasi fosfor menjadi senyawa kalsium fosfat yang sangat sukar larut di dalam larutan tanah, sehingga ketersediaannya untuk diserap oleh sistem perakaran tanaman menjadi terhambat drastis (Pidurkar et al., 2025).

Lebih lanjut, meskipun evaluasi neraca hara agronomis mencatatkan kondisi surplus untuk unsur N, P, K, dan Ca pada setiap satuan perlakuan, harus dipahami bahwa kalkulasi tersebut hanya mengestimasi potensi ketersediaan hara total secara teoritis di dalam media tanam, dan tidak merepresentasikan kuantitas hara nyata yang berhasil diserap dan dimetabolisme oleh tanaman (Marschner & Rengel, 2012). Di sisi lain, profil organik tepung tulang ayam dengan kandungan C-organik yang tinggi dan rasio C/N yang rendah (rasio C/N = 8) secara teknis memang sangat ideal untuk mendukung laju dekomposisi cepat guna merestorasi kualitas fisik tanah dalam jangka waktu yang panjang (Xu et al., 2023; Patani et al., 2024). Proses biologis perbaikan struktur tanah tersebut membutuhkan waktu yang relatif panjang sehingga manfaat nyatanya belum mampu termanifestasi sepenuhnya secara signifikan dalam satu siklus musim tanam semangka yang berdurasi relatif singkat.

Terkait dengan uji organoleptik, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perpaduan dosis tepung tulang ayam dan intensitas pemangkasan cabang tidak memengaruhi secara nyata tingkat penerimaan panelis ($p > 0,05$). Secara komprehensif, profil hedonik untuk atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan kesegaran disajikan

pada Tabel 6. Walaupun secara statistik homogen, penilaian deskriptif memperlihatkan bahwa buah dari Perlakuan G (TTA 2,25 t ha^{-1} + pemangkasan lima cabang) dan Perlakuan I (TTA 4 t ha^{-1} + pemangkasan tiga cabang) meraih skor preferensi 'Keseluruhan' tertinggi (7,00 atau setara dengan kategori 'sangat suka'). Tingginya penerimaan pada Perlakuan G ini diduga sangat berkorelasi positif dengan superioritas kadar kemanisannya (10,33 °Brix) yang secara signifikan melebihi perlakuan lainnya (Gambar 2). Sebaliknya, Perlakuan H yang mencatatkan nilai °Brix terendah (4,33) juga secara konsisten menerima skor rasa terendah (4,29) dan tingkat penerimaan keseluruhan terendah (5,29) dari para panelis.

Tabel 6. Pengaruh kombinasi dosis tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang terhadap rata-rata tingkat penerimaan panelis pada uji organoleptik skala hedonik

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Kesegaran	Keseluruhan
A (Kontrol)	6,17	6,17	5,80	5,80	6,00	6,20
B (TTA 0 + Tanpa PC)	6,20	6,20	5,43	4,86	6,14	5,71
C (TTA 0 + PC 3)	6,33	6,00	5,83	6,17	6,17	6,00
D (TTA 0 + PC 5)	6,00	6,20	6,60	6,00	6,20	6,00
E (TTA 2,25 + Tanpa PC)	6,00	6,00	6,67	6,33	6,33	6,33
F (TTA 2,25 + PC 3)	6,60	6,20	6,20	6,00	6,60	6,80
G (TTA 2,25 + PC 5)	6,50	6,00	6,83	6,20	6,20	7,00
H (TTA 4 + Tanpa PC)	4,57	5,00	4,29	5,57	5,14	5,29
I (TTA 4 + PC 3)	4,86	5,29	6,40	5,80	7,00	7,00
J (TTA 4 + PC 5)	6,00	6,00	6,50	6,00	6,17	6,50

Keterangan: Skor hedonik 1-7 (1 = sangat tidak suka; 7 = sangat suka)

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pemberian tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang lebih efektif dalam mempercepat umur berbunga serta meningkatkan mutu organoleptik buah (kadar kemanisan), dibandingkan dengan memacu pertumbuhan vegetatif secara langsung. Kombinasi dosis menengah tepung tulang ayam sebesar 2,25 t ha^{-1} dengan pemeliharaan tiga hingga lima cabang secara konsisten memberikan respons yang paling optimal pada parameter-parameter generatif tersebut. Oleh karena itu, kombinasi ini dapat direkomendasikan sebagai paket teknologi budi daya yang aplikatif bagi petani semangka kuning, khususnya pada lahan dengan keterbatasan sifat fisik seperti di lokasi penelitian. Sebaliknya, peningkatan dosis pupuk hingga 4 t ha^{-1} tanpa diimbangi perbaikan struktur tanah dan pengaturan cabang yang tepat justru cenderung tidak memberikan peningkatan hasil dan mutu buah. Fenomena ini sekaligus mengonfirmasi berlakunya prinsip hukum hasil yang semakin menurun (*law of diminishing returns*) pada praktik pemupukan.

4. Simpulan

Kombinasi perlakuan tepung tulang ayam dan pemangkasan cabang berpengaruh sangat nyata terhadap umur berbunga dan kadar kemanisan buah, serta berpengaruh nyata terhadap diameter buah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif, komponen hasil lainnya, maupun tingkat penerimaan organoleptik. Respons agronomis tanaman bersifat spesifik terhadap masing-masing parameter uji sehingga tidak terdapat satu kombinasi perlakuan yang terbaik secara keseluruhan. Secara terperinci, umur berbunga tercepat (28,00 HST) dicapai pada perlakuan tepung tulang ayam 2,25 t ha^{-1} dengan pemangkasan tiga cabang, diameter buah terbesar (8,07 cm) diperoleh pada dosis 2,25 t ha^{-1} tanpa pemangkasan, sedangkan bobot buah secara deskriptif paling tinggi (327,33 g) pada perlakuan kontrol pupuk organik tanpa TTA dengan pemangkasan lima

cabang. Sementara itu, tingkat kemanisan buah tertinggi (10,33 °Brix) sekaligus penerimaan organoleptik tertinggi dari panelis (skor 7,00) dihasilkan oleh kombinasi dosis tepung tulang ayam 2,25 t ha^{-1} dengan pemangkasan lima cabang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Jurusan Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung atas dukungan fasilitas penelitian; Laboratorium Balai Perakitan dan Pengujian Tanaman Sayuran (BPPTS) dan Laboratorium Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) atas bantuan analisis tanah dan tepung tulang ayam; serta 60 panelis yang telah berpartisipasi dalam pengujian organoleptik buah semangka kuning. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara material maupun non-material, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

5. Referensi

Abdillah Fega. (2020). Pemanfaatan tepung tulang ayam dan pupuk TSP terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kubis. Skripsi Sarjana, Universitas Islam Riau.

Addo-Preko, E., Amissah, J. G. N., & Adjei, M. Y. B. (2023). The Relevance of the Number of Categories in the Hedonic Scale to the Ghanaian Consumer in Acceptance Testing. *Frontiers in Food Science and Technology*, *3*, 1-11.

Badan Pusat Statistik. (2024). Data produksi semangka di Indonesia periode 2022-2024. https://www.bps.go.id/site/resultTab. [5 Juli 2026].

Betra, G. J., Herastuti, H., & Wirawati, T. (2023). Pemberian Mulsa Organik dan Pemangkasan Cabang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Semangka (Citrullus vulgaris Schard) Varietas F1 Punggawa. *AGROISTA : Jurnal Agroteknologi*, *6*(2), 126–135.

Bora, D. J., Neog, M., & Dutta, S. (2024). Assessment of Morpho-Biochemical Traits in Watermelon (*Citrullus lanatus*) Cultivars Across Staggered Sowing Intervals Under the Agro-Climatic Conditions of Assam, India. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(10), 533-543.

Cao, W., Sun, H., Shao, C., Wang, Y., Zhu, J., Long, H., Geng, X., & Zhang, Y. (2025). Progress in the Study of Plant Nitrogen and Potassium Nutrition and Their Interaction Mechanisms. *Horticulturae*, 11(8), 1-17.

da Silva, S. S., de Lima, G. S., de Lima, V. L. A., Gheyi, H. R., Soares, L. A. D. A., & Oliveira, J. P. M. (2022). Production And Post-Harvest Quality of Mini-Watermelon Crop Under Irrigation Management Strategies and Potassium Fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental*, *26*(1), 51–58.

Ermis, T. (2022). Studi Potensi Limbah Tulang Ayam menjadi Tepung Tulang Ayam sebagai Sumber Pakan Ternak. Skripsi Sarjana, Universitas Medan Area.

Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research (2nd ed.). John Wiley & Sons

Haryati, S., N. Eriza, H. Simbolon, Y.C.P. Tama, dan E.R. Yuliastuti. 2022. Buku Pedoman Budidaya Semangka (Citrullus vulgaris). Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.

Hematang, F., Murdjoko, A., & Hendri, H. (2021). Model Pendugaan Diameter Pohon Berbasis Citra Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Pada Hutan Hujan Tropis Papua: Studi di Pulau Mansinam Papua Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, *5*(1), 16–30.

Hussain, S., Mahmood, M. H., Akber, A. R., & Iqbal, M. S. (2025). Alkaline and acidic soils pose problems for nutrient availability: Mitigation strategies. In *Sustainable Soil Chemistry and Plant Nutrition: Innovations and Applications* (pp. 115–136).

Hu, Y., Javed, H. H., Liu, L., Liu, Y., Yang, X., Xu, F., Liu, Y., Peng, X., & Wu. Y. (2025). Impact of Low Light on Photosynthetic Characteristics, Antioxidant Activity, and Yield of *Brassica napus* L. *Agronomy*, 15(1), 214.

Ikhsanudin, M. A., Setyati, E., & Junaedi, H. (2023). Deteksi Tingkat Kemanisan Buah Semangka (Citrullus Lanatus) berdasarkan Ciri Kulit Buah Dengan Menggunakan Metode Cnn (Convolutional Neural Network). *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, *8*(4), 1501–1513.

Juarros-Basterretxea, J., Aonso-Diego, G., Postigo, Á., Montes-Álvarez, P., Menéndez-Aller, Á., & García-Cueto, E. (2024). Post-Hoc Tests in One-Way ANOVA: The Case for Normal Distribution. *Methodology*, 20(2), 84–99.

Kang, F., Wang, Z., Xiong, H., Li, Y., Wang, Y., Fan, Z., Zhao, H., Kuang, D., Chen, Z., Wang, J., He, X., Chen, X., Shi, X., & Zhang, Y. (2020). Estimation of watermelon nutrient requirements based on the QUEFTS model. *Agronomy*, 10(11), 1-13.

Ladikou, E. V., Daras, G., Landi, M., Chatzistathis, T., Sotiropoulos, T., Rigas, S., & Papadakis, I. E. (2025). Physiological and Biochemical Effects of Potassium Deficiency on Apple Tree Growth. *Horticulturae*, *11*(1), 1-19.

Liu, Y., Tian, J., Liu, B., Zhuo, Z., Shi, C., Xu, R., Xu, M., Liu, B., Ye, J., Sun, L., & Liao, H. (2022). Effects of pruning on mineral nutrients and untargeted metabolites in fresh leaves of Camellia sinensis cv. Shuixian. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1-13.

Long, J., Tan, T., Zhu, Y., An, X., Wang, D. (2024). Response of blueberry photosynthetic physiology to light intensity during different stages of fruit development. *PLOS ONE*, 19(9), e0310252.

Marschner, P., & Rengel, Z. (2012). Chapter 12 - Nutrient Availability in Soils. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* (Third Edition, pp. 315–330). Academic Press.

Miyoshi, Y., Mincke, J., Vermeiren, J., Courtyn, J., Vanhove, C., Vandenberghe, S., Kawachi, N., & Steppe, K. (2023). Translocation of 11C-labelled photosynthates to strawberry fruits depends on leaf transpiration during twilight. *Environmental and Experimental Botany*, 211.

Mohsenin Nuri N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials.* Gordon and Breach Science Publishers.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2026). NASA POWER Data Access Viewer.https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/ [5 Juli 2026].

Ndereyimana, A., Waweru, B. W., Kagiraneza, B., Niyokuri, A. N., Rukundo, P., & Hagenimana, G. (2021). Effect of Vine and Fruit Pruning on Yield Attributes of Two Watermelon (Citrullus lanatus) Cultivars. *Adv. Hort. Sci*, *35*(3), 269–275.

Padilah. (2024). Respons Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun Kyuri (Cucumis Sativus L.) terhadap Pemberian Tepung Tulang Ayam. Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

Patani, A., Prajapati, D., Shukla, K., Patel, M., Patani, P., Patel, A., & Singh, S. (2024). Chapter 8 - Environmental stress–induced alterations in the micro- and macronutrients status of plant. In A. Husen (Ed.), Essential Minerals in Plant-Soil Systems (pp. 181–195).

Pidurkar, P. K., Kamble B. M., Patil V. S., Thakare R. S., Shelke, S. R., More, M. R., Navghare, N. R., Dhemre, U. S., Bandgar, V. K. (2025). Phosphorus Dynamics in Terrestrial and Aquatic Ecosystems: Processes, Challenges and Management Perspectives. *International Journal of Plant & Soil Science*, 37(10), 155-169.

Rusmana, D., Rachmat, W., Noor F. P., Mayasarih, I., & Winarsih W. (2016). Special Bone Meal Produk Hidrolisis Alkali Pada Tulang Ayam. *ZIRAA'AH*, 41(3), 355-360.

Saputra, H., Hadijah, S., & Susana, R. (2022). Respon Pemberian Pupuk KCL dan Pemangkasan Buah terhadap Hasil Semangka. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 11(3), 1–8.

Sezhian, A. A., Pravin, I. A., Kumar, A. R., Kathiresan, S., & Srivignesh S. (2026). Enhancing sugar levels in winter-grown watermelon through strategic pruning: Sweetness beyond seasons. *Plant Science Today*, *13*(sp1), 1–10.

Shariati, M., Asadi Touranlou, F., & Rezaie, M. (2025). Sensory Evaluation Methods for Food Products Targeting Different Age Groups: A review. *Food Research International*, 221, 117608.

Sitompul S. M. (2016). Analisis Pertumbuhan Tanaman. UB Press, Malang.

Susanto, A., Permana, A. D., Subahar, T. S., Soesilohadi, R. C. H., Leksono, A. S., & Fernandes, A. A. R. (2022). Population dynamics and projections of fruit flies Bactrocera dorsalis and B. carambolae in Indonesian mango plantation. *Agriculture and Natural Resources*, 56(1), 169–179.

Purba, J., Zairin, & Rodinah. (2025). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Semangka (Citrullus vulgaris terhadap Jumlah Cabang dan Jumlah Buah. *Agrogreen*, 1(1), 23-31.

Widowati, R. L., Hartatik W., Setyorini D., & Trisnawati Y. (2022). Pupuk Organik dibuatnya Mudah, Hasil Tanam Melimpah. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.

Xu, M., Sun, H., Yang, M., Chen, E., Wu, C., Gao, M., Sun, X., & Wang, Q. (2023). Effect of Biodrying of Lignocellulosic Biomass on Humification and Microbial Diversity. *Bioresource Technology*, 384, 129336.

Yono, S., & Diana Putri, S. (2023). Efisiensi Pemangkasan Cabang dan Pemberian Pupuk KCL pada Fase Generatif Terhadap Produksi Tanaman Semangka (Citrullus vulgaris S.) Varietas Baginda F1. *JURNAL AGROPLASMA*, 10 (1).

Załuszniewska, A., & Nogalska, A. (2022). The Effect of Meat and Bone Meal (MBM) on Phosphorus (P) Content and Uptake by Crops, and Soil Available P Balance in a Six-Year Field Experiment. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(5).

Zeng, H., Wang, Y., Xu, J., Zhang, S., Ali, S., Qin, C., Lei, M., & Xu, G. (2026). Mineral Nutrients as Regulators of Plant Flowering Time: A Molecular Perspective. *Journal of Integrative Plant Biology*, 68(8), 2976–2999.