

## Respons tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terhadap $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan giberelin pada hidroponik *dutch bucket*

### Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hydroponics: effects of $\text{KH}_2\text{PO}_4$ and gibberellin

Intan Hadiatun Maghfirah<sup>1</sup>, Wahyu Indra Duwi Fanata<sup>2,4</sup>, Umami Sholikhah<sup>3</sup>, Tri Wahyu Saputra<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Tegalboto, Sumbersari, Jember 68121

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Pertanian (S3), Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Tegalboto, Sumbersari, Jember 68121

<sup>3</sup>Program Studi Agronomi (S2), Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Tegalboto, Sumbersari, Jember 68121

<sup>4</sup>Center for Development of Advanced Science and Technology (CDAST) Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegalboto, Sumbersari, Jember 68121

\*Korespondensi : [tw.saputra@unej.ac.id](mailto:tw.saputra@unej.ac.id)

Diterima: 12 Juni 2025 / Direvisi : 22 Juli 2025 / Disetujui: 29 Juli 2025

#### ABSTRAK

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang kualitas dan produksinya dapat ditingkatkan melalui penerapan sistem hidroponik *Dutch bucket* disertai penggunaan pupuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan hormon giberelin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons tanaman tomat khususnya pada produktivitas dan kualitas terkait perlakuan tersebut. Penelitian dilakukan di dalam *greenhouse* menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan tiga taraf yaitu 0 ppm, 150 ppm, dan 250 ppm, faktor kedua adalah konsentrasi giberelin dengan tiga taraf yaitu 0 ppm, 50 ppm, dan 100 ppm. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan DMRT dengan variabel pengamatan meliputi jumlah bunga, jumlah buah per tanaman, diameter buah, bobot per buah, bobot buah per tanaman, dan total padatan terlarut. Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50 ppm memberikan hasil terbaik pada variabel bobot per buah sebesar 41,32 g, bobot buah per tanaman sebesar 398,67 g, dan total padatan terlarut sebesar 6,28 °Bx. Selanjutnya, pengaruh faktor tunggal konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  maupun konsentrasi giberelin memberikan pengaruh pada seluruh variabel yang diamati kecuali diameter buah. Penggunaan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50 ppm dapat menjadi rekomendasi terbaik untuk diaplikasikan pada budidaya tomat menggunakan sistem *Dutch bucket*.

Kata kunci: *Dutch bucket*, giberelin, hidroponik,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , tomat

## ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a horticultural commodity which the quality and the yield can be enhanced through the application of the Dutch bucket hydroponic system, along with  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  fertilization and gibberellin hormone treatments. This study aimed to evaluate the response of tomato plants in terms of productivity and quality under these treatments. The experiment was conducted in a greenhouse using factorial randomized complete block design with three replications. The first factor was  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  concentration at three levels: 0 ppm, 150 ppm, and 250 ppm; the second factor was gibberellin concentration at three levels: 0 ppm, 50 ppm, and 100 ppm. Data were analyzed using ANOVA and DMRT on parameters including number of flowers, number of fruits per plant, fruit diameter, average fruit weight, total fruit weight per plant, and total soluble solids value. The results indicated that the interaction of 150 ppm  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  and 50 ppm gibberellin produced optimal values for fruit weight per fruit of 41.32 g, total fruit weight per plant of 398.67 g, and total soluble solids of 6.28 °Bx. Furthermore, either individual effects of  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  or gibberellin concentrations significantly influenced all observed variables except on fruit diameter. Combination  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm and gibberellin 50 ppm is recommended for enhancing tomato cultivation performance under the Dutch bucket hydroponic system.

Key words: Dutch bucket, gibberellin, hydroponics,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , tomato

## PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang telah berkembang lama di Indonesia dan terus mengalami inovasi teknologi budidaya untuk mendukung peningkatan kualitas dan kuantitasnya. Kuantitas dan kualitas tomat dapat dipengaruhi oleh interaksi antara praktik budaya, faktor genetik tomat, dan kondisi lingkungan (Damayanti, 2024). Salah satu inovasi tersebut adalah penggunaan sistem hidroponik yang merujuk pada metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam (Jones, 2005). Sistem ini memiliki keunggulan yaitu menyediakan nutrisi dalam jumlah optimal agar mudah diserap oleh akar tanaman dan memudahkan pengontrolan nutrisi (Tusi, 2016).

Sistem hidroponik memiliki beberapa macam jenis, namun tipe *Dutch bucket* adalah tipe yang paling mendukung untuk budidaya tanaman tomat (Saydi *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan oleh daya topang

instalasi yang lebih baik khususnya bagi akar tanaman yang terikat pada setiap *bucket* (Hermanto *et al.*, 2021) serta banyak digunakan untuk tanaman yang besar atau menjalar (Yang *et al.*, 2023). Hidroponik *Dutch bucket* merupakan salah satu sistem hidroponik yang efisien dalam budidaya tanaman bernilai tinggi tanpa tanah menggunakan wadah ember dengan air dan nutrisi yang mengalir secara stabil dan tersirkulasi melalui irigasi tetes (Kumalasari *et al.*, 2024). Sistem ini menggunakan selang irigasi dan *dripper* untuk meneteskan larutan nutrisi dan air yang akan bersirkulasi dari tampungan air ke zona perakaran tanaman kemudian kembali lagi ke tandon larutan nutrisi (Hidayat *et al.*, 2022).

Salah satu inovasi dalam intensifikasi untuk meningkatkan hasil tanaman yang dapat meningkatkan produksi tomat adalah melalui aplikasi monokalium fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dan giberelin. Formulasi yang tepat dapat menekan biaya operasional namun menjaga produktivitas tetap tinggi. Unsur kalium berperan dalam

memperkokoh tubuh tanaman agar bunga, buah, dan daun tidak mudah rontok sehingga berdampak positif terhadap hasil tanaman tomat (De Luca *et al.*, 2021). Dalam fase generatif, tomat menyerap kalium dalam jumlah tinggi untuk mencegah kerontokan bunga dan bakal buah akibat suhu tinggi dalam *greenhouse* (Hidayat *et al.*, 2021). Selain itu, kalium berkontribusi terhadap peningkatan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Purnamasari & Khairi, 2024). Namun, kelebihan unsur kalium dapat menyebabkan buah bertekstur kasar dan berukuran kecil, sedangkan defisiensinya memicu klorosis, kerusakan jaringan daun, serta menyebabkan batang tanaman mudah rebah (Mailidarni & Djafar, 2025).

Fosfor mendukung pertumbuhan akar selama fase vegetatif serta berperan dalam pembentukan bunga, pemasakan biji, dan buah (Harahap *et al.*, 2024). Defisiensi fosfor dapat menyebabkan klorosis, hambatan pertumbuhan akar, perubahan warna daun menjadi kemerahan, serta kualitas buah yang buruk (Shreevastav *et al.*, 2022). Sementara itu, kelebihan fosfor dapat menghambat penyerapan unsur mikro seperti Fe, Cu, dan Zn (Malhotra *et al.*, 2018).

Monokalium fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) atau MKP, yang mengandung  $\text{P}_2\text{O}_5$  sebesar 52% dan  $\text{K}_2\text{O}$  sebesar 34%, merupakan pupuk majemuk yang terbukti meningkatkan produktivitas tanaman tomat (Sassine *et al.*, 2022). Selain itu, Senyawa  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  mudah larut di dalam air sehingga dapat digunakan sebagai larutan nutrisi hidroponik (Brar *et al.*, 2024). Senyawa ini menyusun 2,7 sampai 3% dalam senyawa Ab Mix yang digunakan untuk budidaya tomat (Jensen, 1985).

Sistem hidroponik pada aspek budidaya hortikultura, konsentrasi MKP yang digunakan berkisar pada 270- 570 ppm untuk tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) (Hartono & Fanata, 2024), sebesar  $9 \text{ g L}^{-1}$  pada tanaman melon (*Cucumis melo* L.) (Prayuda *et al.*, 2024), sebesar  $7 \text{ g L}^{-1}$  pada tanaman anggur grapes (*Vitis vinifera* L.). (Ekawati *et al.*, 2023).

Selain pemberian senyawa  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , pemberian hormon giberelin sebagai zat pengatur tumbuh juga dapat mendukung produksi dan kualitas tomat. Aplikasi giberelin pada tanaman monokotil maupun dikotil terbukti mempercepat pertumbuhan, mengatasi kekerdilan genetik, menginduksi dormansi biji, serta memperpanjang masa simpan buah yang dipanen (Shah *et al.*, 2023).

Penelitian menunjukkan bahwa penyemprotan giberelin dapat meningkatkan bobot buah tomat akibat stimulasi pembelahan dan pembesaran sel (Triani *et al.*, 2020). Aplikasi giberelin  $30 \text{ mg L}^{-1}$  dan  $45 \text{ mg L}^{-1}$  mempercepat pertumbuhan dan pemasakan buah tomat dibandingkan kontrol (Kasim *et al.*, 2020). Sementara itu, aplikasi hormon giberelin 20 ppm meningkatkan jumlah daun, tinggi tanaman, bobot buah, serta total padatan terlarut (Nurisma & Furoidah, 2024). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penyemprotan giberelin 100 ppm mampu meningkatkan bobot total buah tomat sebesar 142% (Sundahri *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons dari pemberian  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan hormon giberelin pada pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Respons dari interaksi antar kedua zat maupun penggunaan tunggal akan dapat dilihat melalui hasil penelitian dan analisis data. Hasil penelitian ini diharapkan dapat

dijadikan informasi dan rekomendasi terhadap budidaya tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terutama pada sistem hidroponik *Dutch bucket*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian berlangsung dari bulan Januari sampai April 2023 di rumah kaca UPA Taman Agroteknologi Universitas Jember. Penelitian dimulai dengan persiapan instalasi hidroponik selama satu bulan dan budidaya selama tiga bulan. Alat yang digunakan yaitu satu set instalasi hidroponik *Dutch bucket* untuk 27 tanaman yang terdiri dari 27 ember (satu tanaman mewakili satu unit percobaan), *netpot*, selang, pipa PVC berukuran  $\frac{1}{2}$  inch dan 2 inch, sambungan pipa T, sambungan pipa L, pompa akuarium berkapasitas  $1.500 \text{ L jam}^{-1}$ , dan kayu. Selain itu, alat yang digunakan dalam proses budidaya seperti TDS meter, pH meter, *sprayer* berkapasitas 1 liter, wadah semai dan tali. Lalu, alat untuk pengambilan data yaitu meteran, timbangan digital, gelas ukur, *refractometer*, jangka sorong, dan satu unit laptop beserta *software Microsoft Excel* digunakan untuk analisis dan pembuatan grafik. Bahan yang digunakan antara lain benih tomat varietas Fortuna, air, larutan nutrisi (Tabel 1), monokalium fosfat (MKP), hormon  $\text{GA}_3$  20%, *rockwool*, hidroton, insektisida Actara, insektisida Regen, fungisida Antracol, pH down ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), pH up (KOH), dan lem pipa.

Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 3 ulangan dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu penambahan konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan tiga taraf yaitu:  $\text{K}_1$ : 0 ppm;  $\text{K}_2$ : 150 ppm; dan  $\text{K}_3$ : 250 ppm. Faktor kedua yaitu penyemprotan giberelin dengan tiga taraf

yaitu:  $\text{G}_1$ : 0 ppm;  $\text{G}_2$ : 50 ppm; dan  $\text{G}_3$ : 100 ppm. Variabel pengamatan meliputi jumlah bunga (helai), jumlah buah per tanaman (buah), diameter buah (cm), bobot per buah (g), bobot buah per tanaman (g), dan total padatan terlarut ( $^{\circ}\text{Bx}$ ).

Pengamatan jumlah bunga dilakukan setiap hari mulai dari 20 sampai 60 hari setelah tanam (HST) sedangkan pengamatan diameter buah per tanaman, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman dilakukan saat buah sudah panen yaitu 60 sampai 90 HST (Fitriani *et al.*, 2020).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf 5% dan 1%. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjut yaitu uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% untuk melihat perlakuan terbaik.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu penyemaian, pembuatan instalasi hidroponik, pindah tanam, pembuatan larutan nutrisi, aplikasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , aplikasi hormon giberelin, perawatan tanaman, dan pemanenan.

Penyemaian tanaman tomat dilakukan menggunakan media tanam *rockwool* berbentuk dadu berukuran 3x3 cm. *Rockwool* direndam dengan air selama  $\pm 1$  menit lalu dibuat lubang tanam pada *rockwool* untuk satu benih per lubang. Benih yang disemai diletakkan pada tempat yang terkena sinar matahari dan disemprot air setiap hari.

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan instalasi hidroponik. Instalasi disusun dalam tiga baris sesuai dengan perlakuan nutrisi dengan jarak tanam tiap tanaman tomat sebesar 40x50 cm.

Selanjutnya adalah tahapan pindah tanam yang dilakukan saat bibit berumur 17 hari setelah semai (HSS) atau memiliki 3-4

helai daun sejati. Bibit yang sehat akan dipindah ke dalam *netpot* yang telah berisi media hidroton pada instalasi hidroponik.

Larutan nutrisi dibuat menggunakan bahan-bahan dengan takaran komposisi sesuai kebutuhan nutrisi tanaman tomat. Pembuatan larutan nutrisi menggunakan komposisi Jensen (1985) dengan mencampurkan senyawa kimia menjadi larutan stok A dan stok B seperti pada Tabel

1 yang kemudian diencerkan 100x tiap 1 liter larutan stok. *Stage 1* diaplikasikan mulai dari pindah tanam hingga akhir fase vegetatif (0-17 HST), *stage 2* diaplikasikan mulai dari tanaman mulai muncul bakal bunga hingga membentuk bakal buah (18-45 HST), sedangkan *stage 3* diaplikasikan setelah tanaman membentuk buah (46-90 HST).

Tabel 1. Komposisi larutan nutrisi stok A dan stok B untuk tanaman tomat

| Stok | Senyawa                                              | Stage 1 | Stage 2 | Stage 3 |
|------|------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| A    | <i>Macronutrient</i> (g L <sup>-1</sup> )            |         |         |         |
|      | KNO <sub>3</sub>                                     | -       | 22,2    | 50,1    |
|      | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                      | 20,7    | 20,7    | 20,7    |
|      | MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O                 | 61,2    | 61,2    | 61,2    |
|      | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                       | 20,7    | 49,6    | 24,1    |
|      | <i>Micronutrient</i> (mg L <sup>-1</sup> )           |         |         |         |
|      | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                       | 155     | 155     | 155     |
|      | MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                  | 177,4   | 177,4   | 177,4   |
|      | CuSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                  | 20,0    | 20,0    | 20,0    |
|      | Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O  | 12,6    | 12,6    | 12,6    |
|      | ZnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O                  | 145,1   | 145,1   | 145,1   |
| B    | <i>Macronutrient</i> (g L <sup>-1</sup> )            |         |         |         |
|      | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O | 57,9    | 57,9    | 78,9    |
|      | CaCl <sub>2</sub>                                    | 9,4     | 13,9    | 13,9    |
|      | <i>Micronutrient</i> (mg L <sup>-1</sup> )           |         |         |         |
|      | Fe DTPA 7%                                           | 2,89    | 2,89    | 2,89    |

Sumber: Jensen (1985)

Penambahan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (MKP) dilakukan pada campuran larutan stok A dan B sesuai dengan perlakuan yaitu sebesar 15 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> untuk taraf 150 ppm dan sebesar 25 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> untuk taraf 250 ppm. MKP diaplikasikan bersama larutan nutrisi yang dialirkan oleh pompa ke tiap akar tanaman mulai 18 HST atau akhir fase vegetatif hingga panen.

Sebelum aplikasi, hormon GA<sub>3</sub> 20% dilarutkan dengan *aquadest* hingga mencapai konsentrasi 50 ppm dan 100 ppm menggunakan gelas ukur. Larutan ini disemprotkan seminggu sekali pada bagian

tanaman dengan volume penyemprotan sebesar 15 ml tanaman<sup>-1</sup> saat tanaman berumur 20-41 HST dan 45 ml tanaman<sup>-1</sup> saat tanaman berumur 48-90 HST.

Aspek penting dalam perawatan adalah menjaga konsentrasi larutan nutrisi, pH, dan volume larutan setiap pagi menggunakan pH meter dan EC meter untuk memastikan konsentrasi nutrisi berada pada kisaran 2,0-2,4 mS cm<sup>-1</sup>, pH pada kisaran 5,5-6,5 dan volume larutan cukup untuk kebutuhan tanaman. Penyulaman dilakukan hingga tanaman berumur 7 HST untuk mengganti bibit yang

mati atau kurang berkembang. Pemasangan ajir berupa tali tamar dilakukan pada umur 20 HST untuk mencegah batang tanaman rebah. Pemangkasan dilakukan terhadap tunas air yang tidak produktif serta daun yang rusak atau terserang OPT. Selain itu, pemantauan dan pengendalian hama serta penyakit dilakukan sesuai kondisi serangan menggunakan pestisida seperti Antracol, Actara, dan Regen sesuai dosis anjuran.

Tahap akhir yaitu pemanen yang dilakukan mulai 60 HST. Buah yang dipanen memiliki ciri-ciri fisik warna buah merah merata dan mudah dilepas dari tangkainya. Pemanenan dilakukan secara bertahap setiap 2-3 hari sekali mulai umur 60-90 HST pada sore hari agar buah yang dipanen tidak banyak kehilangan air akibat penguapan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengamatan Tanaman

Tanaman tomat yang dibudidayakan dalam percobaan tumbuh dengan baik seperti yang dapat diamati pada Gambar 1 dan Gambar 2. Hasil pengambilan data pada setiap variabel pengamatan telah dianalisis dengan uji statistik dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2. Nilai F-hitung sebagai hasil dari ANOVA ditunjukkan pada tiap variabel pengamatan dan perlakuan penelitian. Berdasarkan hasil analisis yang menunjukkan perbedaan signifikan, maka dilanjutkan ke uji DMRT untuk mengetahui variasi terbaik.



(a) Tanaman tomat 10 HST



(b) Tanaman tomat 25 HST

Gambar 1. Kondisi tanaman tomat pada vase vegetatif



(a) Tanaman tomat 66 HST



(b) Tanaman tomat 76 HST

Gambar 2. Kondisi tanaman tomat pada fase generatif

**Tabel 2.** Nilai F-Hitung pada Seluruh Variabel Pengamatan

| Variabel pengamatan               | Perlakuan                                   |                              | Interaksi<br>(K × G) |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
|                                   | Konsentrasi $\text{KH}_2\text{PO}_4$<br>(K) | Konsentrasi Giberelin<br>(G) |                      |
| Jumlah bunga (helai)              | <b>3,84*</b>                                | <b>5,21*</b>                 | 0,96ns               |
| Jumlah buah per tanaman<br>(buah) | <b>3,78*</b>                                | <b>4,92*</b>                 | 2,48ns               |
| Diameter buah (cm)                | 1,55ns                                      | 1,06ns                       | 1,54ns               |
| Bobot per buah (g)                | <b>110,02**</b>                             | <b>5,64**</b>                | <b>9,13**</b>        |
| Bobot buah per tanaman (g)        | <b>33,23**</b>                              | <b>7,39**</b>                | <b>7,65**</b>        |
| Total padatan terlarut (°Bx)      | <b>13,64**</b>                              | <b>13,26**</b>               | <b>3,44*</b>         |

Keterangan: ns = nilai Fhitung < Ftabel 5%; \* = nilai Ftabel 5% < Fhitung < Ftabel 1%; \*\* = nilai Fhitung % < Fhitung > Ftabel 1%

#### Pengaruh Penambahan $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan Giberelin terhadap Jumlah Bunga dan Jumlah Buah per Tanaman

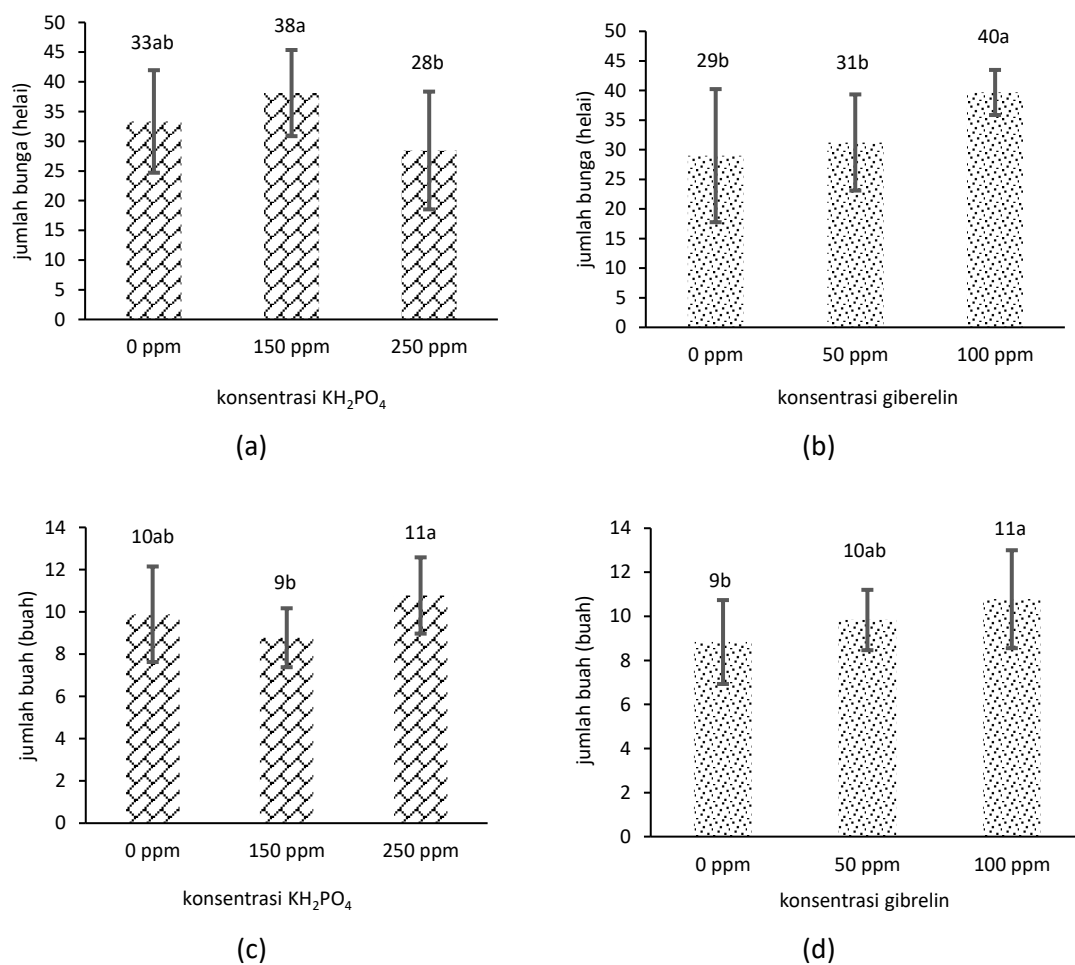
Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm menghasilkan rata-rata 38 bunga, sementara penyemprotan giberelin 100 ppm menghasilkan 40 bunga per tanaman. Kendati demikian, analisis ragam tidak menemukan interaksi signifikan antara kedua perlakuan terhadap jumlah bunga. Selain itu, Gambar 3 juga menunjukkan hasil pengamatan jumlah buah per tanaman dari perlakuan penambahan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan penyemprotan giberelin. Konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan konsentrasi giberelin 100 ppm menunjukkan hasil rata-rata tertinggi yaitu

sebanyak 11 buah. Seperti variabel jumlah bunga, perlakuan jumlah buah per tanaman menunjukkan tidak adanya interaksi yang signifikan antar kedua faktor walaupun  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin memiliki kontribusi positif terhadap pembentukan bunga dan buah tomat.

Penambahan fosfor bersama dengan kalium berperan dalam merangsang proses pembungaan tanaman (Qu *et al.*, 2022) dan adanya giberelin juga dapat meningkatkan jumlah bunga yang terbentuk (Castro-Camba *et al.*, 2022). Jumlah bunga memiliki dampak langsung terhadap jumlah buah yang dihasilkan yang berarti semakin banyak bunga yang terbentuk, semakin besar potensi jumlah buah yang dihasilkan.

Peningkatan jumlah bunga juga dapat meningkatkan risiko gugurnya bunga dan buah (Al-Dulaimy *et al.*, 2023). Hal ini dapat diantisipasi dengan penambahan kalium (pada  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) yang berperan dalam memperkuat bunga dan buah sehingga mengurangi risiko kerontokan (Ma *et al.*, 2021). Selain itu, penyemprotan giberelin juga berkontribusi pada peningkatan jumlah buah yang terbentuk sehingga mendukung produksi buah yang lebih

optimal (Hidayatullah *et al.*, 2024). Namun interaksi antara kedua perlakuan ini tidak muncul dalam hasil penelitian. Hal ini diduga karena perbedaan mekanisme kerja antara  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  sebagai sumber hara makro dan giberelin sebagai hormon pertumbuhan yang bekerja secara independen dan kombinasi keduanya tidak menghasilkan efek sinergis (Afrin & Islam, 2025)



Gambar 3. Grafik pengaruh faktor tunggal pada perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin : (a) perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  pada jumlah bunga, (b) perlakuan giberelin pada jumlah bunga, (c) perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  pada jumlah buah, dan (d) perlakuan giberelin pada jumlah buah. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf signifikansi 5%.

#### Pengaruh Penambahan $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan Giberelin terhadap Ukuran Buah, Bobot per Buah, dan Bobot per Tanaman

Hasil ANOVA (Tabel 2) menunjukkan diameter buah tidak mengalami perbedaan yang signifikan akibat variasi perlakuan

penambahan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan penyemprotan giberelin baik pada faktor tunggal maupun interaksi antara perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  maupun hormon giberelin tidak memengaruhi kondisi fisik buah tomat namun memengaruhi hasil seperti jumlah buah, bobot per buah, dan bobot buah per tanaman.

Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata tertinggi dan berbeda nyata terdapat pada perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50

ppm yaitu sebesar 41,32 g. Sedangkan, hasil rata-rata terendah terdapat pada perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  250 ppm dan giberelin 100 ppm yaitu sebesar 9,91 g. Hasil analisis interaksi pada bobot buah per tanaman juga sama dengan hasil analisis interaksi variabel bobot per buah. Hal ini dapat diamati pada Tabel 3 yang menunjukkan bahwa penambahan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50 ppm memberikan hasil tertinggi dan berbeda nyata yaitu sebesar 398,67 g.

Tabel 2. Pengaruh interaksi antara konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin terhadap bobot per buah

| Konsentrasi $\text{KH}_2\text{PO}_4$ | Konsentrasi Giberelin |                            |              |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|
|                                      | 0 ppm                 | 50 ppm                     | 100 ppm      |
| 0 ppm                                | 21,77 b<br>B          | 28,85 b<br>A               | 33,53 b<br>A |
| 150 ppm                              | 33,38 a<br>B          | <b>41,32 a</b><br><b>A</b> | 40,39 a<br>A |
| 250 ppm                              | 19,04 b<br>A          | 19,03 c<br>A               | 9,91 c<br>B  |

Ket : Angka-angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Angka yang diikuti huruf kapital (diurutkan secara horizontal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi giberelin pada taraf konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  yang sama. Huruf kecil (diurutkan secara vertikal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  pada taraf konsentrasi giberelin yang sama.

Tabel 3. Pengaruh interaksi antara konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin terhadap bobot buah per tanaman

| Konsentrasi $\text{KH}_2\text{PO}_4$ | Konsentrasi Giberelin |                             |               |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|
|                                      | 0 ppm                 | 50 ppm                      | 100 ppm       |
| 0 ppm                                | 183,33 b<br>B         | 301,67 b<br>A               | 379,00 a<br>A |
| 150 ppm                              | 267,00 a<br>B         | <b>398,67 a</b><br><b>A</b> | 351,00 a<br>A |
| 250 ppm                              | 201,00 ab<br>A        | 180,50 c<br>A               | 120,50 b<br>A |

Ket : Angka-angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Angka yang diikuti huruf kapital (diurutkan secara horizontal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi giberelin pada taraf konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  yang sama. Huruf kecil (diurutkan secara vertikal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  pada taraf konsentrasi giberelin yang sama.

Analisis interaksi antara  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap bobot per buah dan

bobot buah per tanaman. Perlakuan dengan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50 ppm menghasilkan bobot buah per tanaman

serta bobot per buah yang lebih tinggi dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan giberelin 100 ppm.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  mengandung kalium, yang berperan dalam meningkatkan ukuran buah sedangkan fosfor dapat meningkatkan jumlah buah (Thu *et al.*, 2024). Selain itu, giberelin berkontribusi dalam mempercepat pembelahan dan pembesaran sel, sehingga meningkatkan ukuran buah secara keseluruhan (Triani *et al.*, 2020). Namun, pemberian giberelin yang terlalu tinggi dapat menghambat produktivitas tanaman (Shah *et al.*, 2023).

Pemberian  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan konsentrasi sebesar 250 ppm menunjukkan adanya kecenderungan penurunan bobot per buah dan bobot buah per tanaman dibandingkan dengan perlakuan 150 ppm. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi tersebut telah melampaui ambang optimal kebutuhan fosfor tanaman tomat dalam

fase generatif. Kelebihan unsur fosfor dapat mengganggu keseimbangan penyerapan unsur hara lain seperti kalium dan kalsium yang berperan penting dalam pembentukan dan pengisian buah. (Chen *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2023).

#### **Pengaruh Penambahan $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan Giberelin terhadap Total Padatan Terlarut**

Total padatan terlarut merupakan indeks kasar dari kandungan gula dalam suatu larutan. Pengamatan total padatan terlarut dilakukan setelah buah dipanen dan diukur menggunakan alat *refractometer*. Berdasarkan hasil pengamatan total padatan terlarut pada Tabel 4, perlakuan penambahan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan penyemprotan giberelin menunjukkan hasil rata-rata tertinggi dan berbeda nyata pada perlakuan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  150 ppm dan giberelin 50 ppm yaitu 6,28 °Bx.

Tabel 4. Pengaruh interaksi antara konsentrasi  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin terhadap total padatan terlarut (°Bx)

| Konsentrasi $\text{KH}_2\text{PO}_4$ | Konsentrasi Giberelin |                           |             |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
|                                      | 0 ppm                 | 50 ppm                    | 100 ppm     |
| 0 ppm                                | 4,49 a<br>B           | 4,90 b<br>B               | 5,63 a<br>A |
| 150 ppm                              | 5,09 a<br>B           | <b>6,28 a</b><br><b>A</b> | 5,94 a<br>A |
| 250 ppm                              | 4,88 a<br>A           | 4,80 c<br>B               | 5,43 a<br>A |

Ket : Angka-angka yang diikuti notasi yang sama pada kelompok kolom atau baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Angka yang diikuti huruf kapital (diurutkan secara horizontal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi giberelin pada taraf konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  yang sama. Huruf kecil (diurutkan secara vertikal) menunjukkan pengaruh sederhana faktor konsentrasi  $\text{KH}_2\text{O}_4$  pada taraf konsentrasi giberelin yang sama.

Variabel pengamatan total padatan terlarut yang dinyatakan dalam Brix dapat menunjukkan tingkat kemanisan produk pangan hortikultura segar dan olahan, semakin tinggi nilainya maka semakin manis rasa produknya (Du *et al.*, 2022). Interaksi antara  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan giberelin mampu

meningkatkan kandungan total padatan terlarut dalam buah tomat karena kalium berperan penting dalam sintesis protein dan karbohidrat, yang berkontribusi terhadap hasil fotosintesis tanaman (Rahmawati *et al.*, 2025). Selain itu, penyemprotan giberelin terbukti secara signifikan meningkatkan

persentase dari total padatan terlarut (Khalil *et al.*, 2023).

Kadar kalium sangat memengaruhi kualitas buah, termasuk total padatan terlarut. Pemberian kalium yang berlebihan justru dapat menurunkan nilai Brix buah setelah melewati dosis optimal. Efek ini terlihat pada buah tomat yang mengalami kenaikan nilai brix saat ada peningkatan dosis dari 0-150 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> namun mengalami penurunan saat dosis ditingkatkan sampai 400 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Woldemariam *et al.*, 2018).

### SIMPULAN

1. Interaksi antara KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 150 ppm dan giberelin 50 ppm memberikan hasil lebih baik jika dibandingkan perlakuan lain pada variabel bobot per buah sebesar 41,32 g, bobot buah per tanaman sebesar 398,67 g, dan total padatan terlarut sebesar 6,28 °Bx.
2. Pengaruh faktor tunggal antara konsentrasi KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> maupun konsentrasi giberelin memberikan pengaruh pada seluruh variabel yang diamati kecuali diameter buah.
3. Penggunaan KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 150 ppm dan giberelin 50 ppm dapat menjadi rekomendasi terbaik untuk diaplikasikan pada budidaya tomat menggunakan sistem *Dutch bucket*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afrin, M. N., & Islam, M. K. (2025). Efficacy of mixed fertilizers (NPK) and Gibberellic Acid (GA3) solution on growth and yield of quality tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Agroforestry and Environment*, 18(1), 37-43.  
<https://doi.org/10.55706/jae1805>
- Al-Dulaimy, A. F., Alalaf, A. H., Al-Hayali, R. E. Y., & Al-Taey, D. K. A. (2023, April). Flowers and fruits abortion in fruit trees. Causes and solutions: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1158, No. 4, p. 042010). IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1158/4/042010>
- Brar, G. S., Kumar, A., Singh, G., Ishika, I., Shubham, S., & Kaushal, S. (2024). Optimisation of advanced nutrient solutions for escalating crop production under hydroponic systems: A Comprehensive Review. *International Journal of Plant & Soil Science*, 36(6), 165-177.  
<https://doi.org/10.9734/ijpss/2024/v36i64618>
- Castro-Camba, R., Sánchez, C., Vidal, N., & Vielba, J. M. (2022). Plant development and crop yield: The role of gibberellins. *Plants*, 11(19), 2650.  
<https://doi.org/10.3390/plants11192650>
- Chen, G., Li, Y., Jin, C., Wang, J., Wang, L., & Wu, J. (2021). Physiological and morphological responses of hydroponically grown pear rootstock under phosphorus treatment. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.696045>
- Damayanti, F., Astri, A., Anas, A., Sari, S., & Bakti, C. (2024). Evaluasi kualitas buah, komponen hasil dan hasil enam varietas tomat calon tetua persilangan. *Agrikultura*, 35(3), 413-425.  
<https://doi.org/10.24198/agrikultura.v35i3.49852>
- De Luca, A., Corell, M., Chivet, M., Parrado, M. A., Pardo, J. M., & Leidi, E. O. (2021). Reassessing the role of potassium in tomato grown with

- water shortages. *Horticulturae*, 7(2), 20.  
<https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE7020020>
- Du, X., Davila, M., Williams, C., & Weng, Y. (2022). Fresh cucumber fruit physicochemical properties, consumer acceptance, and impact of variety and harvest date. *ACS Food Science & Technology*, 2(4), 616-629.  
<https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.1c00433>
- Ekawati, F., Suliansyah, I., S, E., Palja, E., & Ibrahim, M. (2023). Effect of pruning and application of KNO<sub>3</sub> + MKP fertilizer on the generative development of several varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012009>
- Fitriani, A., Tamrin, T., Rahmawati, W., & Kuncoro, S. (2022). Pengaruh suhu penyimpanan dan varietas terhadap mutu buah tomat. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(4), 574-582.  
<https://doi.org/10.23960/jabe.v1i4.6567>
- Harahap, A. T. S., Lubis, I., & Palupi, E. R. (2024). Pengaruh dosis pupuk fosfor dan kalium terhadap produksi dan pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Buletin Agrohorti*, 12(3), 415-430.  
<https://doi.org/10.29244/agrob.v12i3.51660>
- Hartono, B., & Fanata, W. I. D. (2024). Pengaruh penambahan monokalium fosfat dan media tanam terhadap produktivitas tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada hidroponik system tetes. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 7(3), 209-216.  
<https://doi.org/10.19184/bip.v7i3.42173>
- Hermanto, B., Habibie, D., Lubis, A. F., & Syahputra, R. A. (2021, March). Analysis of pakcoy mustard (*Brassica rapa*) growth using hydroponic system with AB mix nutrition. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1819, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1819/1/012059>
- Hidayat, C., Supriadin, A., & Shohibah, W. F. (2021, March). The effect of potassium and planting media on production and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*) on hydroponic drip system. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 5, p. 052006). IOP Publishing.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/5/052006>
- Hidayat, N., Maria, E., La, M., & Widayasari, D. (2022). Pengaruh pengaturan suhu air nutrisi hidroponik pada budidaya cabai habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.). *Jurnal Agrotech*, 12(1), 33-37.  
<https://doi.org/10.31970/agrotech.v12i1.86>
- Hidayatullah, R., Munandar, D. E., Usmadi, U., & Khozin, M. N. (2024). Pengaruh waktu pemangkasan pucuk dan konsentrasi hormon giberelin (GA<sub>3</sub>) terhadap pertumbuhan dan produktivitas mentimun (*Cucumis sativus* L.). *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 27(2), 202-211.
- Jensen, MH, & WL Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. *Horticultural reviews*, 7(1) 483-558.  
<https://doi.org/10.1002/9781118060735.ch10>
- Jiang, W., Zhang, J., Jia, Z., Zhang, T., Zhang, W., & Wei, M. (2023). Physiological

- and nutrient responses to nitrogen, phosphorus, or potassium deficiency of hydroponically grown strawberry. *HortScience*. <https://doi.org/10.21273/hortsci17086-23>.
- Jones, J. B. (2005). *Hydroponics A Practical Guide for the Soilless Grower Second Edition*. Florida: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420037708>
- Kasim, N., Syam'un, E., Taufik, N., Haring, F., Dermawan, R., Widiayani, N., & Indhasari, F. (2020, April). Response of tomato plant on various concentrations and application frequency of gibberellin. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 486, No. 1, p. 012120). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/486/1/012120>
- Khalil, U., Rajwana, I. A., Razzaq, K., Farooq, U., & Saleem, B. A. (2023). Physical, biochemical and phytochemical quality variations in grapes treated by exogenous application of gibberellic acid. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 2031-2044. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00897-6>
- Kumalasari, W. P., Suwanto, S., Tini, E. W., & Minarni, E. W. (2024). Yield comparison of three melon (*Cucumis melo* L.) varieties cultivated with Dutch bucket and drip irrigation systems. *Kultivasi*, 23(3), 345-353. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v23i3.58216>
- Ma, Q., Wang, X., Yuan, W., Tang, H., & Luan, M. (2021). The optimal concentration of  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  enhances nutrient uptake and flower production in rose plants via enhanced root growth. *Agriculture*, 11(12), 1210. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121210>
- Mailidarni, N., & Djafar, T. (2025). *Fisiologi Tumbuhan: Proses, Mekanisme, dan Adaptasi*. Elfarazy Media Publisher.
- Malhotra, H., Vandana, Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, 171-190. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7)
- Nurisma, M. D., & Furoidah, N. (2024). Pengaruh Intensitas dan konsentrasi  $\text{GA}_3$  untuk peningkatan kualitas buah jeruk siam (*Citrus nobilis*) Jember. *JURNAL AGROPLANT*, 7(1), 16-26. <https://doi.org/10.56013/agr.v7i1.2582>
- Prayuda, G., Ali, F., Erfa, L., Kartina, R., & Sesanti, R. (2024). Produksi dan kualitas melon (*Cucumis melo* L.) pada konsentrasi dan waktu pemberian pupuk Mono Kalium Phospate (MKP). *Journal of Horticulture Production Technology*. <https://doi.org/10.25181/jhpt.v2i1.3568>
- Purnamasari, A. & Khairi, A. (2024). *Budidaya Tanaman Tomat dan Pengendalian Hama dan Penyakit*. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Qu, Z., Chen, Q., Feng, H., Hao, M., Niu, G., Liu, Y., & Li, C. (2022). Interactive effect of irrigation and blend ratio of controlled release potassium chloride and potassium chloride on greenhouse tomato production in the Yellow River Basin of China. *Agricultural Water Management*, 261, 107346. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107346>

- Rahmawati, R. F., Istiqlal, M. R. A., Sugeru, H., & Warip, W. (2025). Effectiveness of KCL and KNO<sub>3</sub> fertilization on growth and results of two melon varieties (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Biologi Tropis*, 25(1), 133-141. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i1.8209>
- Sassine, Y., Sajyan, T., Germanos, M., Abdelmawgoud, A., Khawand, L., & Alturki, S. (2022). Cumulative effects of Lithovit-standard, monopotassium-phosphate and acetyl salicylic acid applied at different growth stage of tomato salt-stressed plants. *Journal of Plant Nutrition*, 45, 2710 - 2726. <https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2064295>
- Saydi, R., Fanata, W. I. D., Ristiyana, S., & Saputra, T. W. (2022). Pengaruh variasi media tanam dan dosis nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dengan hidroponik sistem Dutch Bucket. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(4), 607-614. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i4.6061>
- Shah, S. H., Islam, S., Mohammad, F., & Siddiqui, M. H. (2023). Gibberellic acid: a versatile regulator of plant growth, development and stress responses. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(12), 7352-7373. <https://doi.org/10.1007/s00344-023-11035-7>
- Shah, S. M. H., Kumar, R., Bakshi, P., Bhat, D. J., Sinha, B. K., Sharma, M., & Sharma, R. (2023). Influence of gibberellic acid on fruit crops: A Review. *Int. J. Environ. Clim. Change*, 13(8), 1681-1688. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i82120>
- Shreevastav, C. K., Subedi, S., Gajurel, S., & Basnet, P. (2022). A review on nutrient deficiency symptoms and effects on tomato plant. *Food Agri Econ. Rev*, 2, 34-36. <https://doi.org/10.26480/faer.01.2022.34.36>
- Sundahri, S., Tyas, H. N., & Setiyono, S. (2016). Efektivitas pemberian giberelin terhadap pertumbuhan dan produksi tomat. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 14(1). <https://doi.org/10.32528/agr.v14i1.408>
- Thu, A. M., Alam, S. M., Khan, M. A., Han, H., Liu, D. H., Tahir, R., ... & Liu, Y. Z. (2024). Foliar spraying of potassium sulfate during fruit development comprehensively improves the quality of citrus fruits. *Scientia Horticulturae*, 338, 113696. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113696>
- Triani, N., Permatasari, V. P., & Guniarti, G. (2020). Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian zat pengatur tumbuh giberelin terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terung (*Solanum melongena* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 3(2), 144-155. <https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.575>
- Tusi, A. (2016). *Teknik Hidroponik: Seri Teknologi Hidroponik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wijiyanti, N., & Soedradjad, R. (2019). Pengaruh pemberian pupuk kalium dan hormon giberelin terhadap kuantitas dan kualitas buah belimbing tasikmadu di Kabupaten Tuban. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4), 169-172. <https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16318>

- Woldemariam, S., Lal, S., Zelelew, D., & Solomon, M. (2018). Effect of potassium levels on productivity and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Animal Science*, 6, 102-115. <https://doi.org/10.5296/JAS.V6I1.12262>.
- Yang, T., Altland, J. E., & Samarakoon, U. C. (2023). Evaluation of substrates for cucumber production in the Dutch bucket hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 308, 111578. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111578>