

The Effect of NPK 16-16-16 and Boron Fertilizer on the Yield and Growth of Tomato Plants (*Solanum lycopersicum*)

[Pengaruh Pupuk NPK 16-16-16 dan Boron Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*)]

Frendi Bagas Artadinata¹⁾, M. Abror ^{*,2)}, A. Miftakhurrohmat ^{*,3)}, Andriani Eko Prihatiningrum ^{*,4)}

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

³⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁴⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

* Email Penulis Korespondensi: abror@umsida.ac.id

Abstract. *Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a horticultural commodity with high economic value whose production is influenced by the availability of macro and micro nutrients. This study aims to determine the effect of NPK Mutiara fertilizer dosage and boron and their interaction on the growth and yield of tomato plants. The study was conducted from December 2025–January 2026 at the Muhammadiyah University of Sidoarjo using a factorial Randomized Block Design (RAK) with two factors, namely the NPK Mutiara dosage (150, 200, and 250 kg/ha) and boron (1, 2, and 3 cc/liter). The parameters observed included plant height, number of leaves, leaf area, stem diameter, number of flowers, number of fruits, fruit weight, fruit sweetness, and harvest index. The results of the analysis of variance showed that there was no significant interaction between the application of NPK Mutiara fertilizer and boron on all observed variables. NPK treatment significantly affected most of the growth and yield observed variables, while boron significantly affected the number of flowers, fruit sweetness, and harvest index. The best treatment was obtained at NPK 200–250 kg/ha and boron 3 cc/liter which resulted in better growth and fruit quality.*

Keywords - *Tomatoes, NPK Pearl, boron, growth, yield, fruit quality*

Abstrak. *Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang produksinya dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk NPK Mutiara dan boron serta interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2025–Januari 2026 di lahan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu dosis NPK Mutiara (150, 200, dan 250 kg/ha) serta boron (1, 2, dan 3 cc/liter). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, jumlah bunga, jumlah buah, bobot buah, kemanisan buah, dan indeks panen. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi nyata antara pemberian pupuk NPK Mutiara dan boron terhadap seluruh variabel pengamatan yang diamati. Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap sebagian besar variabel pengamatan pertumbuhan dan hasil, sedangkan boron berpengaruh nyata pada jumlah bunga, kemanisan buah, dan indeks panen. Perlakuan terbaik diperoleh pada NPK 200–250 kg/ha dan boron 3 cc/liter yang menghasilkan pertumbuhan dan kualitas buah lebih baik.*

Kata Kunci - *Tomat, NPK Mutiara, boron, pertumbuhan, hasil panen, kualitas buah*

I. PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki peran strategis dalam sektor pertanian karena nilai jualnya relative tinggi dan permintaannya terus meningkat. Tomat dimanfaatkan secara luas sebagai bahan pangan segar maupun sebagai bahan baku industry olahan[1]. Kandungan gizi seperti vitamin, mineral, serta senyawa antioksidan terutama likopen menjadikan tomat sebagai komoditas penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Peningkatan konsumsi tomat dari waktu ke waktu belum sepenuhnya diikuti oleh peningkatan produktivitas di tingkat petani kondisi ini menunjukkan bahwa sistem budidaya tomat masih menghadapi masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya terkait dengan pengelolaan unsur hara yang belum optimal[2].

Pertumbuhan dan hasil tanaman tomat sangat dipengaruhi oleh kecukupan unsur hara yang tersedia di dalam tanah. Pemupukan menjadi salah satu komponen utama dalam sistem Budidaya karena berperan langsung dalam menunjang proses pertumbuhan vegetative maupun pembentukan hasil. unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium diperlukan dalam jumlah besar oleh tanaman[3]. Nitrogen berperan penting dalam pembentukan klorofil serta mendukung pertumbuhan daun dan batang. Fosfor berfungsi dalam Pengembangan sistem perakaran dan berperan dalam proses pembuangan. Kalium berkontribusi terhadap pembentukan buah, serta meningkatkan ketahanan tanaman

Pupuk NPK Mutiara merupakan pupuk majemuk yang mengandung unsur N, P, dan K dalam satu formulasi sehingga mampu menyediakan hara makro secara bersamaan. Penggunaan pupuk ini banyak diterapkan pada tanaman hortikultura karena praktis dan efisien[6]. Pada tanaman tomat, aplikasi NPK secara tepat terbukti mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, serta mendukung pembentukan bunga dan buah[7]. Demikian, pemenuhan hara makro saja belum cukup untuk menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang maksimal apabila tidak disertai dengan pemenuhan unsur hara mikro.

Unsur hara mikro dibutuhkan tanaman dalam jumlah kecil, namun memiliki fungsi fisiologis yang sangat penting. Salah satu unsur mikro esensial adalah boron[8]. Boron berperan dalam pembelahan sel, pembentukan dinding sel serta proses translokasi hasil fotosintesis. Selain itu, boron memiliki peran penting dalam fase generatif tanaman, terutama dalam meningkatkan daya hidup serbuk sari, memperbaiki pembentukan bunga dan buah, serta menekan terjadinya kerontokan bunga. Kekurangan boron dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, perubahan bentuk daun, rendahnya jumlah buah yang terbentuk, serta menurunnya kualitas hasil[9][10]. Sebaliknya, kelebihan boron juga dapat menimbulkan efek toksik yang menghambat pertumbuhan tanaman[11]. Oleh sebab itu, penggunaan boron harus dilakukan pada dosis tepat[12].

Pemberian pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Demikian pula, aplikasi boron terbukti dapat meningkatkan keberhasilan pembuahan, jumlah buah, dan mutu buah tomat[13][14]. Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih memfokuskan pada pengaruh masing-masing pupuk secara terpisah. Informasi ilmiah mengenai penggunaan kombinasi pupuk NPK Mutiara dan boron terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman tomat masih terbatas[15][16]. Padahal, antara unsur hara makro dan mikro berperan penting dalam menentukan efektivitas penyerapan hara oleh tanaman.

Konsep pemupukan yang mengombinasikan pupuk NPK Mutiara dengan boron berdasarkan pada prinsip pemupukan berimbang, yaitu pemenuhan kebutuhan hara tanaman secara proporsional sesuai dengan fase pertumbuhannya[17]. Pupuk NPK Mutiara berfungsi sebagai sumber utama hara makro, sedangkan boron berperan sebagai perlengkapan unsur mikro yang mendukung proses fisiologis tanaman[18]. Kombinasi keduanya diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemupukan, memperbaiki pertumbuhan tanaman, serta meningkatkan hasil dan kualitas buah tomat[19]. Di samping itu, penerapan dosis pupuk yang sesuai juga penting untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti penurunan kualitas tanah dan pencemaran air akibat kelebihan pupuk[20].

Dalam praktik di lapangan, pemupukan tomat sering dilakukan berdasarkan kebiasaan petani tanpa perhitungan kebutuhan hara tanaman secara spesifik. Pola pemupukan semacam ini berpotensi menyebabkan penggunaan pupuk yang tidak efisien dan hasil panen yang tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang terencana dan sistematis untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi pupuk NPK Mutiara dan boron terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman tomat. Penelitian tersebut diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai dosis dan kombinasi pupuk yang paling efektif untuk meningkatkan hasil tomat.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi Budidaya tanaman tomat, khususnya dalam aspek pengelolaan hara tanaman. Melalui kajian terhadap kombinasi pupuk NPK Mutiara dan boron, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi yang akurat mengenai dosis dan formulasi pemupukan yang paling efektif untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan hasil tomat secara optimal. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi pemupukan yang lebih efisien, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan fisiologis tanaman.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Januari 2026 di lahan milik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang berada di Desa Modong, Kecamatan Tulangan, Kabupaten Sidoarjo. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih tomat varietas Servo F1, pupuk NPK Mutiara, pupuk boron, air, serta mulsa plastik hitam perak. Varietas Servo F1 dipilih karena merupakan salah satu varietas tomat hibrida yang memiliki potensi hasil tinggi, pertumbuhan tanaman yang relatif seragam, serta banyak dibudidayakan oleh petani hortikultura. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkul, traktor, penggaris, alat tulis, timbangan digital, meteran, gunting tanaman, pelubang mulsa, ember, jangka sorong, serta kamera atau telepon genggam yang digunakan sebagai alat dokumentasi. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan faktorial yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktorial. Rancangan faktorial merupakan metode percobaan yang digunakan untuk mengkaji pengaruh dua atau lebih faktor secara bersamaan serta untuk mengetahui adanya kemungkinan interaksi antar faktor tersebut terhadap variabel yang diamati. Dalam penelitian ini terdapat dua faktor yang diuji, yaitu faktor dosis pupuk NPK Mutiara dan faktor dosis pupuk boron. Faktor pertama adalah dosis pupuk NPK Mutiara yang terdiri atas tiga taraf perlakuan, yaitu 150, 200, dan 250 kg/ha. Faktor kedua adalah dosis pupuk boron yang juga terdiri atas tiga taraf perlakuan, yaitu 1, 2, dan 3 cc/liter. Kombinasi antara kedua faktor tersebut menghasilkan sembilan kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan kemudian diulang pada setiap kelompok sesuai dengan rancangan acak kelompok yang telah ditetapkan.

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dengan persiapan lahan, yaitu membersihkan area penelitian dari gulma, sisa-sisa tanaman, serta batu-batu yang berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman. Setelah itu, tanah diolah menggunakan traktor hingga kondisi tanah menjadi gembur. Selanjutnya dibuat bedengan dengan ukuran 2×2 meter yang disusun sesuai dengan rancangan acak kelompok yang telah direncanakan. Permukaan bedengan kemudian dirapikan dan ditutup menggunakan mulsa plastik hitam perak yang berfungsi untuk menekan pertumbuhan gulma, menjaga kelembapan tanah, serta meningkatkan efisiensi dalam penggunaan pupuk. Setelah pemasangan mulsa, dibuat lubang tanam dengan jarak antar bedengan sekitar 50 cm dan jarak antar ulangan sekitar 1 meter untuk mempermudah kegiatan pemeliharaan tanaman serta proses pengamatan. Penanaman dilakukan dengan memindahkan bibit tomat dari tempat persemaian ke bedengan penelitian pada sore hari. Hal ini bertujuan untuk mengurangi risiko stres tanaman yang disebabkan oleh suhu udara yang tinggi serta tingkat penguapan yang besar. Jarak tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70×60 cm dengan kedalaman lubang tanam sekitar 5–7 cm. Setiap lubang tanam diisi satu bibit tomat yang sehat dan memiliki pertumbuhan yang seragam. Selanjutnya tanah di sekitar pangkal batang ditekan secara perlahan agar tanaman dapat berdiri dengan tegak serta mendukung perkembangan sistem perakaran. Pemberian pupuk NPK Mutiara dilakukan sesuai dengan dosis perlakuan, yaitu (35,68, dan 122 g/tanaman). Aplikasi pupuk dilakukan dengan teknik kocor menggunakan larutan pupuk sebanyak (250 cc) pada umur 1–14 hari setelah tanam (HST). Setelah tanaman berumur lebih dari 14 HST, volume larutan pupuk yang diberikan ditingkatkan menjadi (300 cc). Pemupukan dilakukan secara bertahap dengan interval dua minggu sekali hingga mendekati masa panen. Pemberian pupuk dilakukan secara merata pada setiap tanaman sesuai dengan kombinasi perlakuan yang telah ditentukan. Pupuk boron juga diberikan sesuai dengan taraf perlakuan, yaitu (40, 85, dan 130 g/tanaman). Pupuk boron diaplikasikan dalam bentuk larutan yang disiramkan pada area perakaran tanaman ketika tanaman berumur 3–4 minggu setelah tanam. Proses aplikasi pupuk boron dilakukan dengan hati-hati agar larutan pupuk tidak mengenai bagian daun secara berlebihan. Selama penelitian berlangsung, tanaman dipelihara melalui beberapa kegiatan pemeliharaan, antara lain penyiraman secara rutin, penyiangan gulma, serta pengendalian hama dan penyakit secara manual apabila diperlukan. Pengamatan dilakukan secara berkala terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, jumlah bunga, jumlah buah, bobot buah, tingkat kemanisan buah ($^{\circ}$ Brix), serta indeks panen hingga tanaman memasuki fase panen. Pemanenan dilakukan ketika buah tomat telah mencapai tingkat kematangan optimal yang ditandai dengan perubahan warna buah serta ukuran buah yang maksimal. Seluruh data hasil pengamatan dan hasil panen kemudian dikumpulkan untuk selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan secara lebih lanjut.

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi, tetapi perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur pengamatan 21,28, dan 35 HST. Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh pada semua umur pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
NPK 150kg/ha	13,04	16,71	20,79 b	28,74 b	52,44 b
NPK 200kg/ha	12,29	15,81	20,12 ab	24,68 ab	49,1 a
NPK 250kg/ha	12,15	15,73	18,91 a	22,77 a	50,7ab
BNJ 5%	tn	tn	1,4402	3,739	2,297
Boron 1cc/liter	12,70	15,81	20,28	24,70	51,5
Boron 2cc/liter	11,90	15,72	19,51	25,11	49,7
Boron 3cc/liter	12,88	16,72	20,03	26,37	51,0
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata. tn= tidak nyata

Pada umur 21 HST, perlakuan NPK 150kg/ha menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 20,86 cm dan berbeda nyata dengan NPK 250kg/ha, namun tidak berbeda nyata dengan NPK 200kg/ha. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 150kg/ha sudah mampu memenuhi kebutuhan hara pada fase vegetatif awal. Memasuki umur 28 HST, pola yang sama masih terlihat. Perlakuan NPK 150kg/ha menunjukkan tinggi tanaman tertinggi (27,87 cm) dan berbeda nyata dengan NPK 250kg/ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan NPK 200kg/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian dosis sedang cenderung lebih efisien dalam mendukung pertumbuhan awal dibandingkan dosis yang terlalu tinggi. Pada umur 35 HST, respons tanaman mulai berubah. Perlakuan NPK 200 kg/ha menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 51,14 cm dan tidak berbeda nyata dengan 250 kg/ha, tetapi berbeda nyata dengan 150kg/ha. Artinya, pada fase vegetatif lanjut, kebutuhan unsur hara tanaman meningkat sehingga dosis yang lebih tinggi mampu mendukung pertumbuhan batang secara lebih maksimal. Secara umum, berdasarkan hasil uji BNJ 5%, perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan tinggi tanaman pada akhir pengamatan (35 HST) adalah pemberian NPK 200kg/ha per tanaman, karena memberikan nilai rata-rata tertinggi dan menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dosis terendah.

B. Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi, tetapi perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap Jumlah daun pada umur pengamatan 21,28, dan 35 HST. Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh pada semua umur pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
NPK 150kg/ha	3,33	4,61	7,11 b	9,67 b	10,61 a
NPK 200kg/ha	2,94	4,67	6,00 ab	8,78 ab	13,11 b
NPK 250kg/ha	2,83	4,50	5,89 a	8,39 a	11,61 ab
BNJ 5%	tn	tn	1,087	1,227	2,365
Boron 1cc/liter	2,94	4,44	6,33	8,72	11,83
Boron 2cc/liter	3,11	4,44	6,44	8,83	11,22
Boron 3cc/liter	3,06	4,89	6,22	9,28	12,28
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata. tn= tidak nyata

Pada umur 21 HST dengan nilai BNJ sebesar 1,087, perlakuan NPK 150 kg/ha (7,11 b) menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan NPK 250 kg/ha (5,89 a) karena keduanya berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, NPK 200 kg/ha (6,00 ab) tidak berbeda nyata baik dengan NPK 150 kg/ha maupun NPK 250 kg/ha karena termasuk dalam kelompok huruf gabungan. Jika dilihat dari nilai rata-ratanya, jumlah daun terbanyak pada umur 21 HST dihasilkan oleh perlakuan NPK 150 kg/ha. Pada umur 28 HST dengan nilai BNJ 1,227, pola yang sama masih terlihat. NPK 150 kg/ha (9,67 b) berbeda nyata dengan NPK 250 kg/ha (8,39 a), sedangkan NPK 200 kg/ha (8,78 ab) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kedua perlakuan tersebut. Secara angka rata-rata, NPK 150 kg/ha tetap menghasilkan jumlah daun tertinggi pada umur ini. Pada umur 35 HST dengan nilai BNJ 2,365, NPK 200 kg/ha (13,11 b) berbeda nyata dengan NPK 150 kg/ha (10,61 a). Adapun NPK 250 kg/ha (11,61 ab) tidak berbeda nyata dengan kedua perlakuan tersebut karena berada pada kelompok huruf gabungan. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh, jumlah daun tertinggi pada umur 35 HST dihasilkan oleh perlakuan NPK 200 kg/ha.

C. Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi, tetapi perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap Luas daun pada umur pengamatan 28, dan 35 HST. Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh pada semua umur pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Luas Daun pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
NPK 150kg/ha	5,29	15,28	31,42	79,13 a	103,75 a
NPK 200kg/ha	3,71	12,01	20,86	61,1 b	173,83 b
NPK 250kg/ha	3,91	10,84	20,75	58,73 ab	144,73 ab
BNJ 5%	tn	tn	tn	13,011	41,117
Boron 1cc/liter	4,94	15,29	29,36	64,41	142,58
Boron 2cc/liter	5,24	14,54	28,98	68,56	146,67
Boron 3cc/liter	5,26	15,92	28,58	65,99	133,06
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata. tn= tidak nyata

Pada umur 28 HST dengan nilai BNJ sebesar 12,613, perlakuan NPK 150 kg/ha (72,55 b) menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan NPK 250 kg/ha (44,05 a) karena berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, NPK

200 kg/ha (45,83 ab) tidak berbeda nyata baik dengan NPK 150 kg/ha maupun NPK 250 kg/ha karena termasuk dalam kelompok huruf gabungan. Jika dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, luas daun tertinggi pada umur 28 HST dihasilkan oleh perlakuan NPK 150 kg/ha. Pada umur 35 HST dengan nilai BNJ 49,045, NPK 200 kg/ha (128,28 b) berbeda nyata dengan NPK 150 kg/ha (117,34 a). Adapun NPK 250 kg/ha (108,73 ab) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kedua perlakuan tersebut karena masih berada dalam kelompok huruf gabungan. Berdasarkan nilai rata-rata, perlakuan NPK 200 kg/ha memberikan luas daun paling tinggi pada umur 35 HST.

D. Diameter Batang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi, tetapi perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap Diameter Batang pada umur pengamatan 21,28, dan 35 (HST). Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh pada semua umur pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Diameter Batang pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
NPK 150kg/ha	2,45	3,21	4,43 b	5,39 b	6,93 b
NPK 200kg/ha	1,83	2,48	4,12 ab	5,06 a	6,58 ab
NPK 250kg/ha	1,82	2,39	4,26 a	5,13 ab	6,33 a
BNJ 5%	tn	tn	0,241	0,201	0,432
Boron 1cc/liter	2,40	3,30	4,26	5,21	6,81
Boron 2cc/liter	2,43	3,14	4,24	5,18	6,60
Boron 3cc/liter	2,47	3,26	4,31	5,19	6,43
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka rata-rata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata. tn= tidak nyata

Pada umur 21 HST dengan nilai BNJ 0,236, perlakuan NPK 150 kg/ha (4,39 b) berbeda nyata dengan NPK 200 kg/ha (3,09 a). Adapun NPK 250 kg/ha (3,19 ab) tidak berbeda nyata dengan kedua perlakuan tersebut karena berada dalam kelompok huruf gabungan. Secara numerik, diameter batang tertinggi pada umur ini dihasilkan oleh NPK 150 kg/ha. Pada umur 28 HST (BNJ 0,204), seluruh perlakuan memiliki huruf yang sama (a), sehingga secara statistik tidak terdapat perbedaan nyata, walaupun nilai rata-rata NPK 150 kg/ha tetap lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Pada umur 35 HST (BNJ 0,475), NPK 150 kg/ha (6,83 b) menunjukkan perbedaan nyata dengan NPK 250 kg/ha (4,74 a). Sementara itu, NPK 200 kg/ha (5,00 ab) tidak berbeda nyata dengan kedua perlakuan tersebut karena masih berada pada kelompok huruf gabungan.

E. Jumlah Bunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi, tetapi perlakuan NPK tidak berpengaruh pada pengamatan jumlah bunga. Sedangkan pada pengamatan Boron berpengaruh nyata terhadap Jumlah bunga. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Jumlah Bunga pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Rata-Rata
NPK 150kg/ha	44,44 a
NPK 200kg/ha	54,67 b
NPK 250kg/ha	56,00 c
BNJ 5%	3,87
Boron 1cc/liter	48,33 a
Boron 2cc/liter	52,44 ab
Boron 3cc/liter	54,33 b
BNJ 5%	3,87

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata. tn = tidak nyata

Pada faktor pupuk NPK diperoleh nilai BNJ sebesar 3,87. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan NPK 150 kg/ha (44,44 a), NPK 200 kg/ha (54,67 b), dan NPK 250 kg/ha (56,00 c) memiliki penanda huruf yang berbeda, sehingga dapat diartikan bahwa ketiga perlakuan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNJ

pada taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis pupuk NPK memberikan pengaruh yang berbeda terhadap parameter yang diamati. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh, perlakuan NPK 250 kg/ha memberikan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga dapat dinyatakan sebagai perlakuan terbaik pada faktor pupuk NPK. Pada faktor boron dengan nilai BNJ 5% sebesar 3,87, perlakuan Boron 1 cc/liter (48,33 a) menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan Boron 3 cc/liter (54,33 b) karena keduanya berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, perlakuan Boron 2 cc/liter (52,44 ab) tidak menunjukkan perbedaan nyata baik dengan Boron 1 cc/liter maupun Boron 3 cc/liter karena berada pada kelompok huruf gabungan (ab). Berdasarkan nilai rata-rata yang dihasilkan, perlakuan Boron 3 cc/liter memiliki nilai tertinggi sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan terbaik pada faktor boron.

F. Jumlah Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi. Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap pengamatan jumlah buah. Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh nyata pada pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Jumlah Buah pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Rata-Rata
NPK 150kg/ha	31,11 a
NPK 200kg/ha	38,33 ab
NPK 250kg/ha	38,89 b
BNJ 5%	3,68
Boron 1cc/liter	12,78 a
Boron 2cc/liter	15,67 a
Boron 3cc/liter	18,11 a
BNJ 5%	3,68

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata. tn = tidak nyata

Pada faktor pupuk NPK diperoleh nilai BNJ sebesar 3,68. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan NPK 150 kg/ha (31,11 a) menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan NPK 250 kg/ha (38,89 b) karena keduanya berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, perlakuan NPK 200 kg/ha (38,33 ab) tidak menunjukkan perbedaan nyata baik dengan perlakuan NPK 150 kg/ha maupun NPK 250 kg/ha karena berada pada kelompok huruf gabungan (ab). Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh, perlakuan NPK 250 kg/ha memberikan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga dapat dinyatakan sebagai perlakuan terbaik pada faktor pupuk NPK. Pada faktor boron dengan nilai BNJ 5% sebesar 3,68, perlakuan Boron 1 cc/liter (12,78 a), Boron 2 cc/liter (15,67 a), dan Boron 3 cc/liter (18,11 a) memiliki penanda huruf yang sama, yaitu a. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga perlakuan tersebut tidak memberikan perbedaan yang nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%. Namun demikian, apabila dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, perlakuan Boron 3 cc/liter memiliki nilai paling tinggi sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan yang memberikan hasil terbaik.

G. Bobot Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi. Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap pengamatan bobot buah. Sedangkan pada pengamatan Boron tidak berpengaruh nyata pada pengamatan. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada table 7.

Tabel 7. Rata-rata Bobot Buah pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Rata-Rata
NPK 150kg/ha	121,22 a
NPK 200kg/ha	1566,78 b
NPK 250kg/ha	1573,56 b
BNJ 5%	179,93
Boron 1cc/liter	138,00
Boron 2cc/liter	1499,44
Boron 3cc/liter	1550,11
BNJ 5%	tn

Keterangan: Perbedaan dinyatakan nyata apabila selisih rata-rata perlakuan lebih besar. tn= tidak nyata

Pada faktor pupuk NPK diperoleh nilai BNJ sebesar 179,93. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan NPK 150 kg/ha (121,22 a) berbeda nyata dengan perlakuan NPK 200 kg/ha (1566,78 b) dan NPK 250 kg/ha (1573,56 b) karena masing-masing berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, perlakuan NPK 200 kg/ha dan NPK 250 kg/ha memiliki huruf yang sama, yaitu b, yang menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%. Jika dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, perlakuan NPK 250 kg/ha memberikan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan terbaik pada faktor pupuk NPK. Pada faktor boron, keterangan BNJ 5% menunjukkan nilai tn (tidak nyata). Hal ini berarti bahwa perlakuan Boron 1 cc/liter (138,00), Boron 2 cc/liter (1499,44), dan Boron 3 cc/liter (1550,11) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter yang diamati. Namun demikian, apabila dilihat dari nilai rata-rata yang dihasilkan, perlakuan Boron 3 cc/liter memiliki nilai tertinggi sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan yang memberikan hasil paling baik pada parameter tersebut.

H. Kemanisan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi. Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap pengamatan Kemanisan. Demikian juga pada pengamatan Boron. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata Kemanisan pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Rata-Rata
NPK 150kg/ha	4,80 a
NPK 200kg/ha	5,10 a
NPK 250kg/ha	5,82 b
BNJ 5%	0,53
Boron 1cc/liter	4,94 a
Boron 2cc/liter	5,14 ab
Boron 3cc/liter	5,63 b
BNJ 5%	0,53

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata. tn = tidak nyata.

Pada faktor pupuk NPK terlihat adanya perbedaan nyata antar perlakuan. NPK 150 kg/ha (4,80 a) dan NPK 200 kg/ha (5,10 a) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena berada pada kelompok huruf yang sama, yaitu (a). Namun, kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan NPK 250 kg/ha (5,82 b) yang termasuk dalam kelompok huruf (b). Dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, NPK 250 kg/ha menghasilkan tingkat kemanisan tertinggi sehingga menunjukkan respons yang lebih baik dibandingkan dosis lainnya. Pada faktor boron juga memperlihatkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan. Boron 1 cc/liter (4,94 a) berbeda nyata dengan Boron 3 cc/liter (5,63 b) karena berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, Boron 2 cc/liter (5,14 ab) tidak berbeda nyata baik dengan Boron 1 cc/liter maupun Boron 3 cc/liter karena termasuk dalam kelompok huruf gabungan (ab). Berdasarkan nilai rata-rata tertinggi dan pengelompokan huruf terbaik, perlakuan Boron 3 cc/liter memberikan tingkat kemanisan paling tinggi.

I. Indeks Panen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk NPK dan Boron tidak terjadi interaksi. Perlakuan NPK berpengaruh nyata terhadap pengamatan Index Panen. Demikian juga pada pengamatan Boron. Setelah dilakukan uji BNJ 5% maka data selengkapnya di sajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Indeks Panen pada dosis pupuk NPK dan Boron terhadap Tomat

perlakuan	Indeks Panen
NPK 150kg/ha	0,70 a
NPK 200kg/ha	0,75 b
NPK 250kg/ha	0,74 b
BNJ 5%	0,05
Boron 1cc/liter	0,70 a
Boron 2cc/liter	0,73 ab
Boron 3cc/liter	0,76 b
BNJ 5%	0,05

Keterangan: Angka-angka yang didampangi huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata. tn = tidak nyata

Pada faktor pupuk NPK diperoleh nilai BNJ sebesar 0,05. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan NPK 150 kg/ha (0,70 a) memiliki perbedaan nyata dengan perlakuan NPK 200 kg/ha (0,75 b) karena keduanya berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, perlakuan NPK 250 kg/ha (0,74 b) tidak menunjukkan perbedaan nyata baik dengan perlakuan NPK 150 kg/ha maupun NPK 200 kg/ha, karena berada pada kelompok huruf gabungan (ab). Jika dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh, perlakuan NPK 200 kg/ha memberikan nilai indeks panen paling tinggi, sehingga dapat dianggap sebagai perlakuan terbaik pada faktor pupuk NPK. Pada faktor boron dengan nilai BNJ 5% sebesar 0,05, perlakuan Boron 1 cc/liter (0,70 a) menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan Boron 3 cc/liter (0,76 b) karena berada pada kelompok huruf yang berbeda. Sementara itu, perlakuan Boron 2 cc/liter (0,73 ab) tidak berbeda nyata baik dengan Boron 1 cc/liter maupun Boron 3 cc/liter karena termasuk dalam kelompok huruf gabungan (ab). Berdasarkan nilai rata-rata yang dihasilkan, perlakuan Boron 3 cc/liter memberikan nilai indeks panen tertinggi, sehingga dapat dinyatakan sebagai perlakuan terbaik pada faktor boron.

J. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK Mutiara memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, jumlah buah, bobot buah, tingkat kemanisan, serta indeks panen. Sebaliknya, pemberian pupuk boron hanya menunjukkan pengaruh nyata pada beberapa parameter generatif, yaitu jumlah bunga, kemanisan buah, dan indeks panen. Tidak ditemukannya interaksi nyata antara kedua perlakuan tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pupuk NPK dan boron terhadap tanaman berlangsung secara terpisah, sehingga masing-masing unsur hara bekerja sesuai dengan perannya dalam proses fisiologis tanaman. Pengaruh nyata pupuk NPK terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tomat menunjukkan pentingnya ketersediaan unsur hara makro dalam mendukung perkembangan tanaman. Unsur nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil dan protein yang sangat penting dalam proses fotosintesis sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan daun dan batang. Fosfor berfungsi dalam pembentukan sistem perakaran serta berperan dalam proses transfer energi di dalam sel tanaman. Sementara itu, kalium berperan dalam mengatur keseimbangan air dalam jaringan tanaman, mengaktifkan berbagai enzim, serta meningkatkan efisiensi proses fotosintesis. Ketersediaan unsur hara makro yang cukup akan merangsang proses pembelahan dan pembesaran sel sehingga pertumbuhan tanaman dapat berlangsung secara optimal.

Pada fase awal pertumbuhan tanaman, dosis NPK yang relatif rendah masih mampu mendukung pertumbuhan vegetatif dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap awal pertumbuhan tanaman belum membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang besar. Namun, seiring dengan bertambahnya umur tanaman, kebutuhan hara meningkat untuk menunjang perkembangan jaringan tanaman dan pembentukan organ generatif. Kondisi ini terlihat pada pengamatan umur 35 HST, di mana perlakuan NPK dengan dosis 200 kg/ha menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi

dibandingkan dosis yang lebih rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan unsur hara pada fase vegetatif lanjut sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara maksimal. Selain memengaruhi pertumbuhan vegetatif, pemberian pupuk NPK juga berpengaruh terhadap parameter hasil tanaman seperti jumlah buah dan bobot buah. Peningkatan dosis NPK hingga 250 kg/ha cenderung menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis yang lebih rendah. Hal ini diduga berkaitan dengan peran unsur kalium dalam proses pembentukan dan pengisian buah. Kalium berperan dalam proses translokasi hasil fotosintesis dari daun menuju buah sehingga dapat meningkatkan ukuran serta bobot buah yang dihasilkan. Selain itu, unsur kalium juga berkontribusi dalam meningkatkan kualitas hasil panen, termasuk rasa dan kandungan gula pada buah. Di sisi lain, pemberian pupuk boron tidak memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter pertumbuhan vegetatif tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan unsur mikro pada fase vegetatif relatif lebih kecil dibandingkan unsur hara makro. Meskipun demikian, boron memberikan pengaruh nyata terhadap beberapa parameter generatif seperti jumlah bunga, kemanisan buah, dan indeks panen. Hal tersebut sejalan dengan fungsi boron dalam tanaman yang berperan dalam pembentukan dinding sel, pembelahan sel, serta perkembangan organ reproduktif tanaman. Boron juga diketahui berperan dalam meningkatkan viabilitas serbuk sari serta mendukung proses penyerbukan dan pembuahan. Tanaman yang memperoleh pasokan boron yang cukup cenderung menghasilkan bunga yang lebih banyak dan memiliki tingkat keberhasilan pembentukan buah yang lebih tinggi. Selain itu, boron berperan dalam proses translokasi karbohidrat dari daun ke organ penyimpanan seperti buah. Proses ini dapat meningkatkan akumulasi gula dalam buah sehingga berdampak pada peningkatan tingkat kemanisan buah tomat. Tidak ditemukannya interaksi nyata antara pupuk NPK Mutiara dan boron menunjukkan bahwa kombinasi kedua perlakuan tersebut belum memberikan efek sinergis yang signifikan terhadap parameter yang diamati. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur mikro di dalam tanah yang sudah mencukupi sehingga tambahan boron tidak memberikan respons yang terlalu besar terhadap pertumbuhan tanaman. Selain itu, faktor lingkungan seperti kondisi tanah, ketersediaan air, serta karakteristik genetik varietas tanaman juga dapat mempengaruhi respons tanaman terhadap perlakuan pemupukan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemupukan NPK memiliki peran yang lebih dominan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat, sedangkan pupuk boron lebih berperan dalam mendukung proses reproduksi tanaman serta meningkatkan kualitas buah. Perlakuan terbaik dalam penelitian ini diperoleh pada dosis NPK 200–250 kg/ha dan boron 3 cc/liter yang mampu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang baik serta meningkatkan kualitas buah tomat yang dihasilkan.

II. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk NPK Mutiara dan boron memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman tomat. Secara umum, kedua perlakuan tersebut sama-sama berperan dalam mendukung fase vegetatif dan generatif, namun tidak ditemukan adanya interaksi yang nyata antara keduanya dalam memengaruhi parameter yang diamati. Pemberian pupuk NPK Mutiara terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan diameter batang pada umur pengamatan tertentu. Dosis NPK 200–250 kg/ha menunjukkan respons pertumbuhan yang lebih optimal dibandingkan dosis lainnya, serta berkontribusi dalam meningkatkan jumlah buah dan tingkat kemanisan pada fase generatif. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan unsur hara makro dalam jumlah yang seimbang sangat penting dalam mendukung proses pembentukan dan pengisian buah. Di sisi lain, aplikasi boron tidak memberikan pengaruh nyata terhadap sebagian besar parameter vegetatif, tetapi berpengaruh signifikan terhadap parameter generatif, seperti jumlah bunga, jumlah buah, bobot buah, dan kemanisan. Dosis 3 cc/liter cenderung menghasilkan bobot buah dan kualitas tertinggi, yang menunjukkan peran boron dalam proses pembungaan, pembentukan buah, serta translokasi hasil fotosintesis ke bagian generatif tanaman. Secara keseluruhan, penerapan dosis NPK dan boron yang sesuai dapat meningkatkan produktivitas sekaligus kualitas buah tomat, sehingga layak dipertimbangkan sebagai strategi pemupukan yang efektif dan berkelanjutan dalam budidaya tanaman tomat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada institusi dan laboratorium yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada para dosen serta rekan-rekan yang telah memberikan arahan, masukan, dan bantuan selama proses penelitian hingga penulisan artikel ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. Banjade, D. Khanal, and A. Shrestha, "Effect of zinc and boron foliar application on tomato growth and yield under protected structure Applied Sciences," *Int. J. Agric. Appl. Sci.*, vol. 4, no. December, pp. 39–45, 2023.
- [2] L. S. Pantang, Y. Yusnaeni, A. S. Ardan, and S. Sudirman, "Efektivitas Pupuk Organik Cair Limbah Rumah Tangga dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)," *EduBiologia Biol. Sci. Educ. J.*, vol. 1, no. 2, p. 85, 2021, doi: 10.30998/edubiologia.v1i2.8966.
- [3] S. Kushum and D. Singh, "Effect of Integrated Nutrient Management on the Growth, Yield and Quality in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)," *Int. J. Environ. Clim. Chang.*, vol. 12, no. 11, pp. 2802–2811, 2022, doi: 10.9734/IJECC/2022/v12i1131273.
- [4] X. Wang *et al.*, "Effect Of Plasma Activated Water On The Degradation Of Bifenazate And Spirodiclofen Residues On Cuimi Kumquat And Impact On Its Quality," *Agronomy*, vol. 13, no. 5, pp. 1–13, 2023, doi: 10.3390/agronomy13051247.
- [5] S. Gedeon, A. Ioannou, R. Balestrini, V. Fotopoulos, and C. Antoniou, "Application of Biostimulants in Tomato Plants (*Solanum lycopersicum*) to Enhance Plant Growth and Salt Stress Tolerance," *Plants*, vol. 11, no. 22, 2022, doi: 10.3390/plants11223082.
- [6] N. O. Sugiharto, A. Sulistyono, and N. A. Kusumaningrum, "Pengaruh Konsentrasi Pacllobutrazol Dan Dosis Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*)," *Plumula*, vol. 10, no. 1, pp. 55–69, 2022.
- [7] A. S. Zaeni, Iin Arsensi, and F. Mereng, "Effect Of Npk Mutiara Fertilizer And Coconut Water Concentration On The Growth And Production Of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum*)," *Agrifarm J. Ilmu Pertan.*, vol. 12, no. 1, pp. 60–64, 2023, doi: 10.24903/ajip.v12i1.2261.

- [8] A. Maxotova, E. Nurbayeva, T. Aitbayev, and B. Nurgaliyeva, "Eurasian Journal of Soil Science Yield and yield components of five tomato varieties (*Solanum lycopersicum*) as influenced by chemical NPK fertilizer applications under chestnut soil conditions," *Eurasian J. Soil Sci.*, vol. 10, no. 4, pp. 327–331, 2021.
- [9] M. Abror, A. Miftakhurrohmat, and C. Tyas, "Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L) dengan Intensitas Cahaya dan Silika," *Ilm. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2025.
- [10] Famela Saskia, Rizki, and Rina Alfina, "Pengaruh Pemberian Pupuk KNO₃, Boron, dan MKP terhadap Pertumbuhan Cabai Hias Pelangi (*Capsicum Annum* L.) Var. Bolivian Rainbow," *Atech-i*, vol. 1, no. 1, pp. 16–24, 2023, doi: 10.55043/atech-i.v1i1.11.
- [11] W. Xu, P. Wang, L. Yuan, X. Chen, and X. Hu, "Effects of Application Methods of Boron on Tomato Growth , Fruit Quality and Flavor," *Hortic. Artic.*, vol. 7, no. 8, pp. 1–12, 2021.
- [12] B. R. Deb, D. Majumder, R. A. Mehta, S. Majumder, and A. Rahman, "Influence of Boron and Gibberellic Acid on Growth and Yield of Summer Tomato," *J. Agrofor. Environ.*, vol. 17, no. 2, pp. 117–123, 2024.
- [13] B. Haleema *et al.*, "Comparative Effects of Calcium, Boron, and Zinc Inhibiting Physiological Disorders, Improving Yield and Quality of *Solanum lycopersicum*," *Biology (Basel)*, vol. 13, no. 10, pp. 1–33, 2024.
- [14] J. G. Álvarez-Herrera, M. Jaime-Guerrero, and G. Fischer, "The Effect of Boron on Fruit Quality: A Review," 2025. doi: 10.3390/horticulturae11080992.
- [15] M. ABROR, Y. SUGITO, N. AINI, and A. SURYANTO, "Effect of shades on growth, yield and quality of cherry tomato in Indonesia," *J. Agrometeorol.*, vol. 27, no. 1, pp. 205–209, 2025.
- [16] M. Azizah and M. Rosantika, "Produksi Dan Mutu Benih Bayam Hijau (*Amaranthus hybridus* L.) pada Aplikasi Pupuk Boron dan Pemangkasan Pucuk," *J. Ilm. Inov.*, vol. 23, no. 2, pp. 157–161, 2023, doi: 10.25047/jii.v23i2.3895.
- [17] Ahmad Raksun, M. L. Ilhamdi, I. W. Merta, and I Gde Mertha, "The Effect Of Vermicompost And Npk Fertilizer On Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Growth Ahmad," *J. Pijar MIPA*, vol. 16, no. 5, pp. 688–694, 2021, doi: 10.29303/jpm.v16i5.2874.
- [18] J. Ilmu, M. S. Fitriani, N. Myrna, E. Fathia, and S. Nusifera, "Agrosainstek Boron dengan Dosis Bervariasi Response of Three Varieties of Green Beans to Boron Fertilizer Application with Varied Doses," vol. 9, no. 2, pp. 68–74, 2025.
- [19] O. Rusu, I. Mangalagiu, D. Am, G. Teliban, and G. Caruso, "Interaction Effects of Cultivars and Nutrition on Quality and Yield of Tomato," *Hortic. Artic.*, vol. 9, no. 5, pp. 1–19, 2023.
- [20] N. Fadillah and L. Mursyidah, "Pelatihan Pemanfaatan Pekarangan Melalui Penanaman Cabai, Terong, dan Tomat Bersama Pimpinan Ranting Aisyiyah Durungbedug Untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pencapaian SDGs," *Indones. J. Law Econ. Rev.*, vol. 14, no. 3, pp. 6–14, 2022

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.