

PERKEMBANGAN PERTUMBUHAN TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum esculantum* L.) PADA PEMBERIAN PUPUK NANOKOMPOS YANG DIPERKAYA NANOPARTIKEL ZnO DAN SiO₂

GROWTH DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS (*Solanum lycopersicum esculantum* L.) DURING THE APPLICATION OF NANOCOMPOST FERTILIZER ENRICHED WITH ZnO AND SiO₂ NANOPARTICLES

Muchamad Haris Abdillah¹, Nurhidayati^{1*}, Anita Qur'ania¹

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : nurhidayati@unisma.ac.id

Abstrak

The decline in soil fertility due to excessive use of chemical fertilizers reduces soil productivity so that environmentally friendly solutions are needed. One way to overcome the problem of decreasing soil fertility is by combining the use of organic fertilizers and the application of nanotechnology in the form of nano-compost fertilizer enriched with ZnO and SiO₂ nanoparticles. This study used a Simple RAK consisting of six treatments, namely; P₀ (No treatment), P₁ (100% NPK fertilizer), P₂ (100g nano-compost fertilizer + 50% NPK), P₃ (100g nano-compost + 0.01g ZnO nanoparticles + 50% NPK), P₄ (100g nano-compost + 0.005g SiO₂ nanoparticles + 50% NPK), and P₅ (100g nano-compost + 0.01g ZnO nanoparticles + 0.005g SiO₂ nanoparticles + 50% NPK). The observed variables included plant height, number of leaves, and leaf area. The experimental data were analyzed using variance analysis (ANOVA) with a 5% LSD test. The application of nano-compost fertilizer enriched with ZnO and SiO₂ nanoparticles significantly affected the growth of tomato plants, where the P₁ dan P₄ treatment had the best effect on plant height, but the P₅ treatment had the best effect on the number of leaves and leaf area variables.

Keywords: Nano-compost, Nanoparticle, ZnO, SiO₂, Tomato

Abstrak

Penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia berlebihan menurunkan produktivitas tanah sehingga diperlukan solusi ramah lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah penurunan kesuburan tanah adalah dengan mengkombinasikan penggunaan pupuk organik dan penerapan nanoteknologi dalam bentuk pupuk nanokompos yang diperkaya nano partikel ZnO dan SiO₂. Penelitian ini menggunakan RAK Sederhana yang terdiri dari enam perlakuan yaitu; P₀ (Tanpa perlakuan), P₁ (Pupuk NPK 100%), P₂ (Pupuk nano kompos 100 g + 50% NPK), P₃ (Nano kompos 100 g + nano partikel ZnO 0,01 g + 50% NPK), P₄ (Nano kompos 100 g + nano partikel SiO₂ 0,005 g + 50% NPK), dan P₅ (Nano kompos 100 g + nano partikel ZnO 0,01 g + nano partikel SiO₂ 0,005 g + 50% NPK). Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun. Data hasil percobaan dianalisis ragam (ANOVA) dengan uji BNT 5%. Aplikasi pupuk nanokompos yang diperkaya nano partikel ZnO dan SiO₂ berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat, dimana perlakuan P₁ dan P₄ memberikan pengaruh yang terbaik terhadap tinggi tanaman, namun pada variabel jumlah daun dan luas daun perlakuan P₅ memberikan pengaruh yang terbaik.

Kata Kunci : nanokompos, nanopartikel, ZnO, SiO₂, tomat

I. PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas tanaman sayuran dengan nilai gizi tinggi dan dibudidayakan secara luas di seluruh dunia. Tomat salah satu komoditas pasar yang memiliki banyak kandungan gizi seperti vitamin C, vitamin A, protein, kalsium, natrium, kalium, fosfor, tiamin, riboflavin, niasin, askorbik yang sangat dibutuhkan oleh tubuh (Li et al., 2025). Permintaan dan konsumsi tomat di Indonesia terus meningkat setiap tahun, dengan konsumsi rumah tangga mencapai 1.084.993 ton pada 2020, naik menjadi 1.114.399 ton di 2021, dan 1.168.744 ton pada 2022 (Badan Pusat Statistik, 2024). Upaya peningkatan produktivitas tomat, memerlukan kondisi tanah yang subur, namun, luas lahan subur mengalami penurunan karena kesuburan tanah menurun akibat penggunaan pupuk kimia berlebihan dalam jangka panjang pada sistem budidaya konvensional (Wang *et al.*, 2024). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu solusi budidaya tanaman yang lebih efisien dan ramah lingkungan, salah satunya memanfaatkan pupuk organik.

Penggunaan pupuk organik dalam budidaya pertanian menjadi salah satu solusi perbaikan kesuburan tanah agar menghasilkan produksi tanaman yang optimal, namun demikian efek dari pupuk organik tersebut membutuhkan waktu yang lama, mengakibatkan aktivasi bakteri dekomposer penghasil enzim penghancur lignin dan selulosa secara bersamaan, dengan hancurnya lignin dan selulosa maka kadar karbon turun dan kadar nitrogen meningkat sehingga C/N rasio menjadi kecil dan ideal bagi tanaman waktu yang dibutuhkan agar unsur hara dalam kompos menjadi tersedia bagi tanaman bervariasi, biasanya membutuhkan waktu antara 3 bulan hingga 1 tahun tergantung pada karakteristik bahan kompos (Trivana *et al.*, 2017). Upaya mengatasi masalah ini dibutuhkan suatu teknologi maju yang memanfaatkan material berukuran kecil yang disebut dengan material nano dimana proses pembuatannya menggunakan teknologi nano. Menurut Nurhidayati dkk. (2023) penerapan teknologi nano dalam bidang pertanian memiliki prospek cerah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi melalui formulasi pupuk nano, memecahkan kendala penurunan hasil pertanian melalui bioteknologi nano, pengendalian hama dan penyakit, serta pengembangan pestisida generasi baru.

Pertumbuhan tomat yang optimal akan dicapai bila unsur hara tersedia cukup memadai dalam tanah. Ketersediaan unsur hara yang optimal tidak hanya ditentukan oleh banyaknya unsur hara yang ditambahkan ke dalam tanah, namun juga ditentukan oleh ketersediaan unsur hara tersebut di dalam tanah yang dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia tanah yang menunjang ketersediaan hara dalam tanah (Nurhidayati, 2022). Salah satu usaha perlu dilakukan adalah

dengan menambah bahan partikel yang berfungsi sebagai koloid tanah untuk memperbaiki proses penyediaan hara dalam tanah. Koloid tanah berukuran kurang dari 1 mikron yang dapat berasal dari bahan organik.

Nanoteknologi juga mengembangkan material yang berukuran skala nano meter. Salah satu material nano yang dapat digunakan sebagai unsur hara esensial dan fungsional bagi tanaman adalah Seng (Zn) dan Silika (Si).

Nanopartikel zinc oxide (ZnO-NPs) memiliki ukuran sangat kecil dan luas permukaan yang besar, sehingga mampu meningkatkan kelarutan dan ketersediaan unsur Zn lebih efisien dibandingkan bentuk konvensional. Hal ini menjadikannya sangat potensial sebagai nanopupuk yang mampu mengoptimalkan penyerapan nutrisi sekaligus mengurangi kehilangan unsur hara ke lingkungan. Aplikasi ZnO-NPs pada tanaman seperti gandum dan jagung terbukti meningkatkan kandungan klorofil, karotenoid, serta aktivitas enzim antioksidan (SOD, CAT, APX) pada dosis optimal, meskipun dosis berlebihan dapat menimbulkan stres oksidatif. Selain sebagai sumber hara mikro Zn, ZnO-NPs juga memiliki sifat antimikroba, berperan melindungi tanaman dari patogen, serta mendukung teknologi pertanian berkelanjutan seperti nanopupuk, nanosensor, dan sistem penghantaran pestisida terkontrol (Rizwan et al., 2017); (Raliya et al., 2015).

Silicon (Si) diserap tanaman dalam bentuk asam monosilikat (orthosilicic acid) yang kemudian diendapkan sebagai fitolit di dinding sel, berfungsi memperkuat struktur tanaman dan membentuk penghalang fisik terhadap patogen maupun herbivora. Selain itu, silikon terbukti berperan dalam mitigasi stres abiotik seperti salinitas dan kekeringan melalui pengurangan tekanan osmotik, pengaturan homeostasis ion, peningkatan fotosintesis, dan penguatan sistem antioksidan. Perkembangan nanoteknologi juga memungkinkan pemanfaatan nanopartikel silika (Si-NPs) sebagai nano-pestisida, nano-fertilizer, maupun vektor penghantaran nutrisi secara tertarget, sekaligus memberi efek fisik dalam pengendalian hama (Debnath et al., 2011)

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Nanotechnology Research Center for Agriculture di Dusun Tebelo Desa Sidomulyo, Kec. Jabung, Kab. Malang, Jawa Timur dimulai pada bulan April 2024 sampai dengan bulan September 2024.

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah polybag, cangkul, ember, sekop, terpal, karung, meteran, penggaris, timbangan digital, hand count, gelas ukur, oven, kertas oven.. Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian adalah benih tomat varietas Servo F1,

pupuk hayati trichoderma, pupuk NPK 16-16-16, sampel tanah dari lahan pertanian, pasir, kompos powder, nanokompos, kotoran sapi, kotoran kambing, cocopeat, bekatul, arang sekam, dolomit, EM4, chip soil, sisa media jamur.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 level yaitu: P0 (Kontrol), P1 (Pupuk NPK dosis 100%) P2 (100g nanokompos + 50% pupuk NPK), P3 (100g nanokompos + 0,01g Nanopartikel ZnO + 50% Pupuk NPK), P4 (100g nanokompos + 0,005g Nanopartikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK) dan P5 (100g nanokompos + 0,01g Nanopartikel ZnO + 0,005g Nanopartikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK). Seluruh perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Setiap perlakuan terdapat 3 sampel tanaman tomat. Total keseluruhan populasi sebanyak 90 tanaman.

Pemupukan nanokompos diberikan 1 hari sebelum pindah tanam (*Transplant*) yang ditanamkan didalam tanah dan pemberian pupuk anorganik berupa pupuk NPK 16-16-16 yang diberikan sebanyak 4 kali pemupukan, pada umur 1 minggu setelah tanam (mst) dan 2 mst dengan dosis 5g/tanaman dan dosis 10g/tanaman, kemudian pada umur 4 dan 6 mst dengan dosis 15g/tanaman ditabur disekeliling dan ditutup kembali dengan tanah.

Parameter pengamatan antara lain: tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun. Semua data yang diperoleh selanjutnya dianalisis sidik ragam (ANOVA) atau uji F taraf nyata 5% dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Untuk mengetahui keeratan hubungan antara parameter pertumbuhan dan hasil tanaman tembakau dilakukan uji korelasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam (Anova) pada variabel tinggi tanaman pada umur 1 sampai 6 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa perlakuan yang diujikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil uji BNT 5% disajikan pada Tabel 1.

Hasil uji BNT 5% pada Tabel 1. Hasil uji BNT 5% pada Tabel 1. menunjukkan bahwa pada umur 1-2 mst, perlakuan P1 (100% NPK) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, namun pada umur 3 mst perlakuan P1 (100% NPK) memberikan pengaruh yang signifikan akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 (nanokompos 100 g dan 50% NPK) dan pada umur 5-6 MST perlakuan perlakuan P4 (nanokompos 100 g + SiO₂ 0,005 g + 50% NPK) memberikan hasil yang signifikan terhadap tinggi tanaman, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3

(nanokompos 100 g + ZnO 0,01 g + 50% NPK) akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya perlakuan yang lainnya.

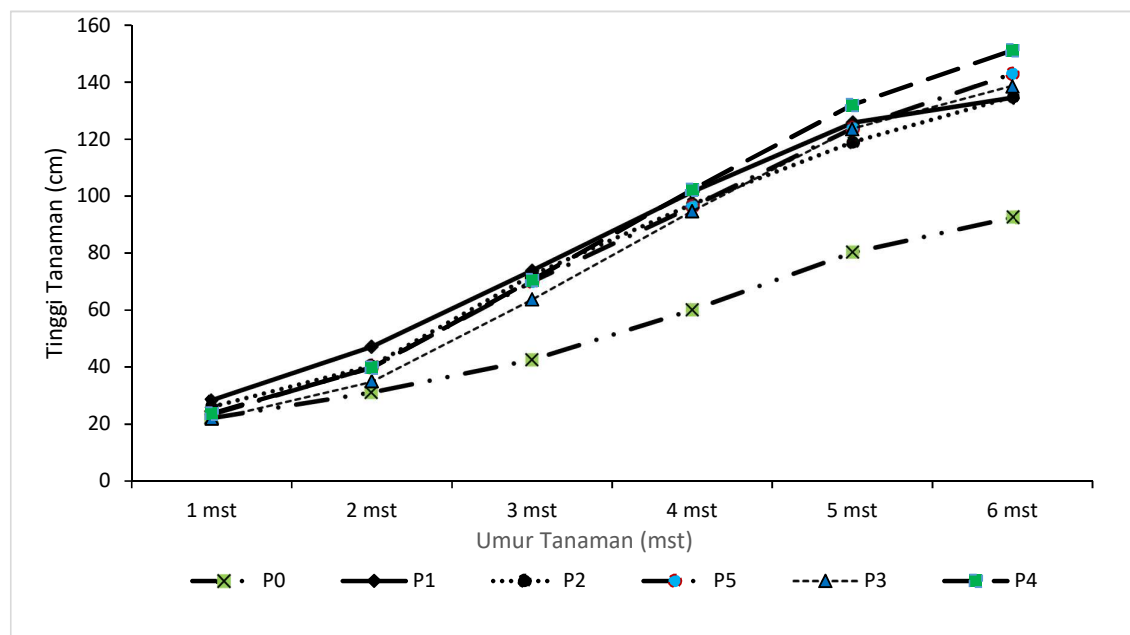
Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Tomat Pada Pengaruh Aplikasi Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO dan SiO₂ Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi (cm) Tanaman pada Umur					
	1 mst	2 mst	3 mst	4 mst	5 mst	6 mst
P0	22,6 a	31,48 a	42,88 a	60,32 a	80,46 a	92,70 a
P1	28,74 c	47,48 d	74,04 d	101,64 cd	125,74 c	134,44 b
P2	26,46 b	40,84 c	72,48 cd	97,32 bc	118,96 b	134,82 b
P3	22,02 a	35,04 b	63,74 b	94,68 b	123,54 c	138,58 bc
P4	23,7 a	39,8 c	70,50 c	102,24 d	132,04 d	151,18 d
P5	23,86 a	40,3 c	70,18 c	96,48 b	123,80 c	142,98 c
BNT 5%	1,27	2,46	2,45	4,80	4,32	5,22

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %,

BNT : Beda Nyata Terkecil

MST : minggu setelah tanam



Gambar 1. Perkembangan Pertumbuhan Tinggi Tanaman Tomat pada Setiap Perlakuan mulai umur 1-6 MST

Berdasarkan grafik perkembangan pertumbuhan tanaman tomat menunjukkan bahwa parameter tinggi tanaman pada umur 1 mst hingga 6 mst mengalami kenaikan, dimana kenaikan terendah terdapat pada perlakuan P0 dan kenaikan tertinggi terdapat pada perlakuan P4 pada minggu 4 mst ke 5 mst.

Menurut Sari, (2023), unsur hara makro yakni nitrogen, fosfor dan kalium sangat mempengaruhi peningkatan tinggi tanaman karena unsur hara tersebut memiliki peranan dalam merangsang pembesaran dan pembelahan sel yang terletak pada jaringan meristem. Fitri *et al.* (2022) menambahkan bahwa unsur nitrogen mampu memberikan pertumbuhan vegetatif yang relatif cepat seperti panjang batang, ukuran daun dan warna daun. Pada saat umur 5 mst hingga 6 mst tanaman sudah masuk fase generative, peran nanokompos yang diperkaya SiO₂ sangat berpengaruh dalam peningkatan tinggi tanaman pada umur 4-6 mst. Fungsi Si pada tanaman yaitu memperkuat batang tanaman sehingga dapat mengurangi kerobohan, menekan laju transpirasi sehingga efisien dalam menggunakan air dan lebih tahan terhadap kekeringan.

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam (Anova) pada variabel jumlah daun pada umur 1 dan 6 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa perlakuan yang diujikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun. Rata rata jumlah daun tanaman terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Tomat Pada Pengaruh Aplikasi Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO dan SiO₂ Pada Berbagai Umur Tanaman

perlakuan	Rata Rata Jumlah Daun pada umur tanaman											
	1 mst		2 mst		3 mst		4 mst		5 mst		6 mst	
P0	30.00	a	37.40	a	54.20	a	90.60	a	107.20	a	129.20	a
P1	42.60	d	87.80	e	145.60	cd	198.00	c	216.80	c	357.40	c
P2	35.80	b	77.00	d	145.80	cd	205.00	c	262.40	b	333.20	b
P3	31.80	a	68.40	bc	121.40	b	175.80	b	266.60	d	324.80	b
P4	34.80	b	72.00	c	140.00	c	196.80	c	272.80	cd	438.80	d
P5	38.80	c	65.60	b	148.00	d	204.00	c	301.40	e	434.40	d
BNT 5%	2.57		4.37		6.43		12.28		12.08		16.95	

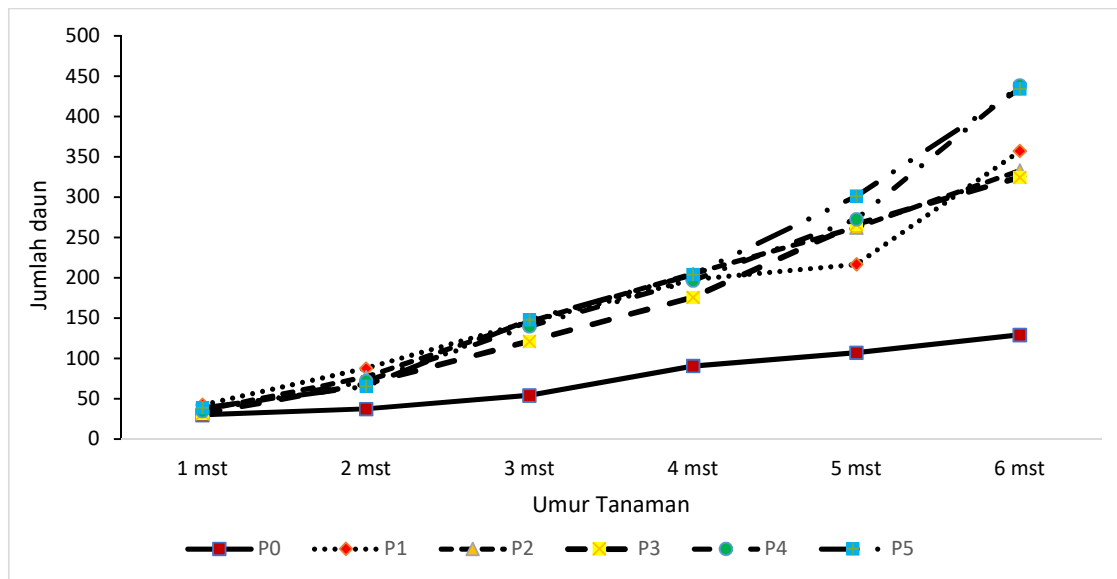
Keterangan : Angka yang didamping huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %,

BNT : Beda Nyata Terkecil

mst : minggu setelah tanam

Hasil uji BNT 5% Tabel 2. menunjukkan bahwa umur 1-2 mst, perlakuan P1 (100% NPK) memberikan jumlah daun yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, tetapi pada umur 3 mst perlakuan P5 memberikan hasil yang terbaik, namun tidak berbeda

nyata dengan perlakuan P1 dan P2, pada umur 4 mst perlakuan P1 (100% NPK), P2 (100g Nanokompos + 50% NPK), P4 (100 g nankompos + nanopartikel SiO₂ 0,005 g + 50% NPK), dan P5 00g nanokompos + 0,01g Nanoprtikel ZnO + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK), memberikan hasil yang nyata terhadap jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan pada umur 5 mst, perlakuan P5 100g nanokompos + 0,01g Nanoprtikel ZnO + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK) memberikan respon jumlah daun yang nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, dan pada umur 6 mst perlakuan P4 (100g nanokompos + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK) dan P5 (100g nanokompos + 0,01g Nanoprtikel ZnO + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK) memberikan jumlah daun yang sama banyaknya ,namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.



Gambar 2. Perkembangan Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Tomat pada Setiap Perlakuan mulai umur 1-6 MST

Berdasarkan grafik pertumbuhan tanaman tomat menunjukkan bahwa parameter jumlah daun pada umur 1 mst hingga 6 mst mengalami kenaikan, kenaikan terendah terdapat pada perlakuan P0 dan kenaikan tertinggi terdapat pada perlakuan P5 pada 5 mst ke 6 mst (Gambar 2).

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Simangunsong *et al.* (2016) bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman itu sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang ada di dalam tanah. Oleh sebab itu pemupukan sangat membantu dalam pertumbuhan tanaman. Salah satu pupuk yang menyediakan unsur hara esensial dalam pertumbuhan tanaman yaitu pupuk NPK. Namun pada umur 5 mst hingga 6 mst perlakuan P4 dan P5 pengaruh positif terhadap jumlah tanaman

tomat. Pemberian SiO₂ dan ZnO berpengaruh positif pada fase generatif dimana mampu memperkuat jaringan, pembungaan, kualitas produksi, serta tahan terhadap stres biotik dan abiotik (Fartiyal *et al.*, 2023).

Luas Daun

Hasil analisis ragam (Anova) pada variabel luas daun pada umur 1 dan 6 minggu setelah tanam menunjukkan perlakuan yang diujikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap luas daun (Lampiran 3). Rata rata luas daun tanaman terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Laus Daun Tanaman Tomat Pada Pengaruh Aplikasi Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO dan SiO₂ Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlaku	Rata-Rata Luas Daun (cm ²) pada Umur Tanaman											
an	1 mst		2 mst		3 mst		4 mst		5 mst		6 mst	
P0	326,9 5	a	497,59	a	1010,0 9	a	1939,28	a	2429,59	a	2801,82	a
P1	799,2 1	e	2642,2 5	e	7297,4 2	c	9646,53	b c	13907,6 5	b c	22737,7 2	c
P2	595,3 8	c	2208,2 5	d	6633,0 6	c	10719,2 2	c	12533,2 2	b	23893,2 7	c
P3	481,8 3	b	1572,6 3	b	5056,2 7	b	8672,54	b	15945,2 0	c d	20344,8 2	b
P4	560,3 3	c	2094,9 1	c d	6967,8 1	c	9441,09	b c	16708,2 9	d	31538,5 9	d
P5	697,1 2	d	1919,2 2	c	6836,4 9	c	11821,1 1	d	19896,5 2	e	34344,4 9	e
BNT 5%	77,40		253,37		807,41		1364,34		2283,27		1974,60	

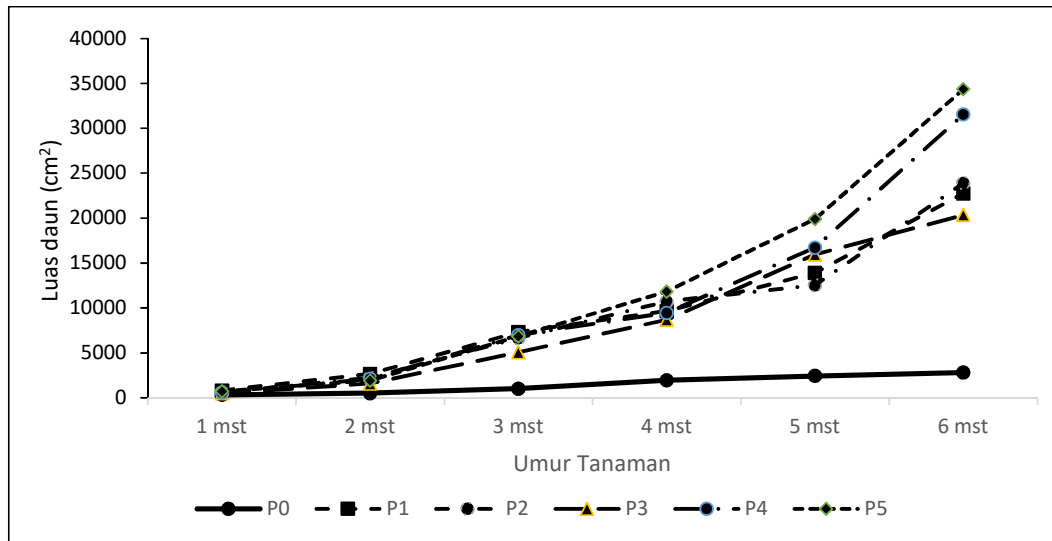
Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %,

BNT : Beda Nyata Terkecil

mst : minggu setelah tanam

Hasil uji BNT 5% Tabel 3. menunjukkan bahwa umur 1-2 mst, perlakuan P1 (100% NPK) memberikan luas daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, tetapi pada umur 3 mst, perlakuan P1 (100% NPK), P2 (Nanokompos 100 g + 50% NPK), P4 (nanokompos 100 g + Nanopartikel SiO₂ 0,005 g + 50% NPK), dan P5 (100g nanokompos + 0,01g Nanoprtikel ZnO + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK) memberikan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya P2 (nanokompos 100 g dan 50% NPK), P4 (nanokompos 100 g + Nanopartikel SiO₂ 0,005 g + 50% NPK), dan P5 (100g nanokompos + 0,01g Nanoprtikel ZnO + 0,005g Nanoprtikel SiO₂ + 50% Pupuk NPK), dan pada umur 4-6

mst, perlakuan P5 (nanokompos 100 g + ZnO 0,01 g + SiO₂ 0,005 g + 50% NPK) memberikan luas daun yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.



Gambar 3. Perkembangan Pertumbuhan Luas Daun Tanaman Tomat pada Setiap Perlakuan mulai umur 1-6 MST

Berdasarkan grafik pertumbuhan tanaman tomat menunjukkan bahwa parameter luas daun pada umur 1 mst hingga 6 mst mengalami kenaikan, kenaikan terendah terdapat pada perlakuan P0 dan kenaikan tertinggi terdapat pada perlakuan P5 pada 5 mst ke 6 mst (Gambar 3).

Hal ini menunjukkan Nitrogen merupakan unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan pembentukan organ vegetatif tanaman seperti batang, daun, dan akar, namun pada umur 5 mst hingga 6 mst perlakuan P4 dan P5 pengaruh positif terhadap jumlah dan luas daun tanaman tomat. Penggunaan ZnO dan SiO₂ dalam bentuk nano partikel bersifat lebih lama terurai dan melepaskan nutrisi secara bertahap dibandingkan penggunaan NPK yang cepat terlarut dan cepat hilang (El-Mahrouk *et al.*, 2024; Acharya *et al.*, 2020). Penerapan nanopartikel (NP) sebagai pupuk secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sambil mengurangi penggunaan pupuk kimia yang berlebihan (Nurhidayati dkk., 2023)

KESIMPULAN

Aplikasi pupuk nanokompos yang diperkaya nano partikel ZnO dan SiO₂ berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tomat pada umur 3 sampai 6 mst, dimana perlakuan P4 merupakan perlakuan yang memberikan pengaruh yang terbaik terhadap tinggi tanaman,

namun pada variabel jumlah daun dan luas daun perlakuan P5 memberikan pengaruh yang terbaik.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini disarankan bahwa aplikasi pupuk kompos diperkaya nano partikel ZnO yaitu perlakuan P5 bisa direkomendasikan kepada petani budidaya tanaman tomat untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik atau NPK, meningkatkan efisiensi unsur hara mikronutrien dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, P., G. K. Jayaprakash, K. M. Crosby, J. L. Jifon, & B. S. Patil. 2020. Nanoparticle-mediated Seed Priming Improves Germination, Growth, Yield, and Quality of Watermelons (*Citrullus lanatus*) at Multi-locations in Texas. *Scientific Reports*, 10(1), 5037-5047
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. Data Dan Informasi Produktivitas Dan Produksi Tanaman Sayuran. Indonesia. <https://www.bps.go.id>.
- Debnath, N., S. Das, D. Seth, R. Chandra, S. C. Bhattacharya, & A. Goswami, 2021. Entomotoxic Effect of Silica Nanoparticles Against *Sitophilus oryzae* (L.). *Journal of Pest Science*, 94(1): 157–170. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01287-1>
- El-Mahrouk, E.S.M., E.A.M. Atef, M.K. Gabr, M.A. Aly, A.E. Mohamed, E.A. Eisa, & M.A. Gururani, 2024. Response of *Salvia officinalis* to Zinc and Silicon Nanoparticles and Pollen Extract as Alternates to Traditional Fertilizers. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1469691.
- Fitri, I. N., & Y. W. E. Kusumo, 2022. Daya Hasil 18 Galur Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Hasil Seleksi IPB. *Buletin Agohorti*, 10(3): 458-467.
- Li, G., H. Long, R. Zhang, A. Xu, & L. Niu. 2025. Stable Soil Water Shapes The Rhizosphere of *Solanum lycopersicum* L. and Improves Tomato Fruit Yield and Quality. *Scientia Horticulturae*, 341: . <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.114001>
- Nurhidayati and S. Muslikah. 2022. Application of Nano-Vermicompost Improves NPK Nutrient Uptake, Chlorophyll Content and Yield of Caisim Mustard. Proceeding of International Conference in Multidisciplinary Sciences for Humanity in The Society 5.0 Era. Universitas Islam Malang. eISSN 3021- 7245. 2 (2022):163-171.
- Raliya, R., R. Nair, S. Chavalmane, W. N. Wang, & P. Biswas. 2015. Mechanistic Evaluation of Translocation and Physiological Impact of Titanium Dioxide and Zinc Oxide Nanoparticles on The Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) *Plant. Metallomics*, 7(12), 1584–1594. <https://doi.org/10.1039/c5mt00168d>
- Rizwan, M., S. Ali, M.F. Qayyum, Y.S. Ok, M. Adrees, M.Ibrahim,... & F. Abbas. 2017. Effect of metal and metal oxide nanoparticles on growth and physiology of globally important food crops: A critical review. *Journal of hazardous materials*, 322, 2-16.
- Sari, W., & L. Lusmaniar. 2023. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Komponen Hasil dan Hasil Dua Varietas Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Ilmu Pertanian Agonitas*.5(1): 331–339.
- Simangunsong, E.M., Riniarti, M. Duryat. 2016. Upaya Perbaikan Pertumbuhan Bibit Merbau darat (*Intsia palembanica*) dengan Naungan dan Pemupukan. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(1):
- Trivana, L. & A.Y. Pradhana. 2017. Optimalisasi Waktu Pengomposan dan Kualitas Pupuk Kandang dari Kotoran Kambing dan Debu Sabut Kelapa dengan Bioaktivator Promi Dan Orgadec. *Jurnal Sain Veteriner*, 35(1); 136-144.
- Wang, D., S. Li, X. Sun, D. Hao, Y. Li, & H. Wang. 2024. Effects of compost application of green waste on soil properties: A meta-analysis. *Sustainability*, 16(20): 8877-8889.