

**PENGARUH PENGGUNAAN PUPUK VERMIKOMPOS YANG DIPERKAYA
DENGAN NANO PARTIKEL ZnO TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

***The Influence of Vermicompost Fertilizer Enriched with ZnO Nanoparticles on the
Growth and Yield of Tomato Plants (*Lycopersicum esculentum* Mill.)***

Nicola Zakia Cordova¹, Sunawan¹, Abdul Basit¹, Nurhidayati^{1*}

¹ Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang
JL.M.T Haryono 193, Malang 65144, Indonesia

* Korespondensi: nurhidayati@unisma.ac.id

Abstract

Until now, tomato cultivation still relies heavily on the use of inorganic fertilizers. Meanwhile, long-term use of inorganic fertilizers can cause a decrease in soil fertility, damage to soil structure and environmental pollution. Therefore, a more environmentally friendly fertilizer alternative is needed, such as vermicompost, which is combined with nanotechnology. This research aims to determine the effect of using vermicompost enriched with ZnO nanoparticles on the growth and yield of tomato plants compared to control and NPK fertilizer. The research used an experimental method with a Randomized Block Design (RAK) consisting of 8 treatments and 3 replications, where each treatment consisted of 3 plant samples so that a total of 72 experimental pots were obtained. The research results showed that the application of a combination of 50% inorganic fertilizer and vermicompost enriched with ZnO-NP (P2) nano particles which was applied by immersion into the soil had the best effect on the growth and yield of tomato plants compared to the 100% NPK treatment and the control with fruit production per plant of 4.02 kg. These results suggest that the application of vermicompost enriched with ZnO nanoparticles can save fertilizer use by 50%, so it is recommended in environmentally friendly tomato cultivation.

Key words: *Tomatoes, nanoparticles, vermicompost, ZnO*

Abstrak

Sampai saat ini budidaya tomat masih sangat bergantung pada penggunaan pupuk anorganik. Sementara itu penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan kesuburan tanah, kerusakan struktur tanah, serta pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pupuk yang lebih ramah lingkungan seperti vermikompos, yang dipadukan dengan teknologi nano. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan vermikompos yang diperkaya nano partikel ZnO terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat dibandingkan kontrol dan pupuk NPK. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 8 perlakuan dan 3 ulangan, dimana setiap perlakuan terdiri atas 3 sampel tanaman sehingga diperoleh total 72 pot percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya nano partikel ZnO-NP (P2) yang diaplikasikan melalui pembenaman ke dalam tanah memberikan pengaruh yang terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat dibandingkan perlakuan NPK 100% maupun kontrol dengan produksi buah per tanaman sebesar 4.02 kg. Hasil ini menyarankan bahwa aplikasi vermikompos diperkaya nanopartikel ZnO dapat menghemat penggunaan pupuk sebesar 50%, sehingga disarankan dalam budidaya tomat yang ramah lingkungan.

Kata Kunci : Tomat, nano partikel, vermikompos, ZnO

PENDAHULUAN

Tanaman tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan karena mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi (Prasetyo dkk., 2014). Kebutuhan pasar akan tanaman tomat terus meningkat, hal ini tidak lepas dari peranan tomat sebagai komoditas hortikultura yang penting, terutama sebagai tanaman sayur (Ardani & Sujalu, 2019). Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang dapat berakibat buruk terhadap kondisi lahan dan lingkungan di sekitarnya (Wulandari dkk., 2024).

Upaya untuk memperbaiki kerusakan tanah yang terjadi akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebih ialah penggunaan pupuk organik salah satu pupuk organik berkualitas tinggi ialah vermikompos. Vermikompos merupakan hasil dekomposisi bahan organik dengan menggunakan cacing sebagai dekomposernya, yang kaya unsur hara N, P, K dan unsur hara mikro, dengan aktivitas mikroba dan enzim yang lebih tinggi (Awadhpersad et al., 2021).

Vermikompos mengandung kadar hara N 2-3 %, P sebanyak 1,55-2,25 %, serta K sebanyak 1,85-2,25 % tergantung pada media tumbuh cacing (Libra dkk., 2018). Dengan memperhalus ukuran partikel vermikompos hingga berukuran nano, efeknya semakin nyata terhadap serapan NPK dan kandungan klorofil tanaman sawi caisim (Nurhidayati & Muslikah, 2022). Sejalan dengan hasil penelitian Herdiyanto & Setiawan (2015) yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk organik yang diperkaya dengan nano partikel bertujuan untuk menjaga keseimbangan tanah, serta peningkatan produktivitas tanaman dengan tidak merusak tanah yang menggunakan pupuk anorganik.

Salah satu unsur hara mikro yang sangat penting bagi tanaman adalah seng (Zn). Zn juga penting bagi manusia dan juga hewan. Seng (Zn) merupakan komponen penting dari berbagai enzim yang bertanggung jawab untuk mendorong beberapa reaksi metabolisme untuk semua tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan akan terhenti jika enzim tertentu tidak ada dalam jaringan tanaman. Pembentukan karbohidrat, protein, dan klorofil berkurang secara signifikan pada tanaman yang kekurangan seng. Kekurangan Zn secara fisiologis menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat akibat melemahnya sintesis hormon pertumbuhan, gangguan metabolisme N, kadar RNA menurun, serta menurunnya sintesis pati pada tanaman (Alloway, 2008). Oleh karena itu, pasokan seng yang konstan dan terus menerus diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil yang optimal.

Penggunaan vermikompos yang diperkaya dengan nano partikel (ZnO-NP) diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah ini dengan aplikasi secara langsung pada daun

tanaman dan ditanamkan ke dalam tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan agustus 2024-desember 2024 di Greenhouse yang berlokasi di Kelurahan Merjosari, Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. Ketinggian ± 570 m dpl, letak geografis daerah penelitian adalah 7056'27"S 112035'21"E.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas Servo F1, pupuk N (urea), P (SP-36), dan K (KCL), kotoran sapi, kotoran kambing, bekatul, kapur dolomit, limbah media jamur tiram, kapur, tepung tulang ikan, daun paitan, molase, EM4, biochar sekam padi, chip soil, air, zink oxide (ZnO-NP) nano partikel, serta bahan-bahan kimia untuk analisis tanah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah karung, cangkul, timbangan, ember, bak plastik, sabit, terpal, ayakan, sprayer, gayung, gembor, kantong plastik, peralatan analisis tanah, dll.

Penelitian ini dilaksanakan melalui eksperimen dengan menanam tanaman dalam pot penanaman menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Terdapat 8 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali. Tiap-tiap perlakuan memiliki 3 sampel tanaman, sehingga terdapat 72 pot percobaan. Macam perlakuan yang diujikan, data yang disimpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA, uji F) dengan taraf 5 % untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diuji. Apabila terdapat pengaruh yang nyata dilakukan uji lanjut BNJ taraf 5 % untuk membedakan antar perlakuan. Macam perlakuan yang diujikan dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Perlakuan kombinasi pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP

Kode perlakuan	Keterangan
P0 (Kontrol)	Perlakuan tanpa pemupukan
P ₁	Perlakuan 100% pupuk anorganik N, P, dan K
P ₂	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (50 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara ditanamkan ke dalam tanah)
P ₃	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (50 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun dan tanah)
P ₄	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (100 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara ditanamkan ke dalam tanah)



P ₅	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (100 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun dan tanah)
P ₆	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (150 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah)
P ₇	Perlakuan kombinasi 50% pupuk anorganik dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP (150 mg/kg vermikompos yang diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun dan tanah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman tomat pada umur 1, 2, 4, dan 6 minggu setelah tanam (MST), sedangkan pada umur 3 dan 5 MST menunjukkan pengaruh yang nyata. Nilai Rata-rata tinggi tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman Tomat Pada Aplikasi Pemberian Vermikompos Yang Diperkaya ZnO-NP

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman berbagai umur (MST)					
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
P ₀	16.74	24.66	36.98 ab	52.14	60.34 ab	74.88
P ₁	16.89	23.66	33.66 a	49.21	56.79a	69.97
P ₂	19.09	28.84	46.77 bc	62.11	68.60ab	78.92
P ₃	16.50	23.71	37.47 abc	50.48	59.95 ab	69.48
P ₄	17.99	28.24	45.17 abc	58.51	67.76 ab	76.96
P ₅	19.28	27.66	40.94 abc	55.10	63.90 ab	73.02
P ₆	17.90	27.33	50.04 c	62.31	70.29 b	83.37
P ₇	17.27	26.90	39.40 abc	55.77	64.96 ab	73.59
BNJ 5%	TN	TN	12.73	TN	12.4	TN

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%, BNJ : Beda Nyata Jujur, MST : Minggu Setelah Tanam, TN : Tidak Nyata.



Tabel 2 menyajikan hasil uji BNJ 5% variabel tinggi tanaman pada umur 3 MST dan 5 MST akibat aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP di mana kombinasi perlakuan P₆ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP 150 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara ditanamkan ke dalam tanah) menunjukkan perbedaan signifikan daripada kontrol (P₀) dan pupuk NPK 100% (P₁) akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇)

Jumlah daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman tomat pada umur 1 MST, sedangkan pada umur 2 hingga 6 MST menunjukkan pengaruh yang nyata. Nilai rata-rata jumlah daun tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Tomat Pada Aplikasi Vermikompos Yang Diperkaya ZnO-NP

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun berbagai umur (helai)					
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
P ₀	17.89	24.56 a	35.11 a	48.44 a	62.67 a	75.56 a
P ₁	18.56	26.22 ab	38.78 a	51.83 ab	62.28 a	70.00 a
P ₂	20.78	35.89 c	62.44 cd	69.78 c	82.78 b	122.67 d
P ₃	17.33	27.00 ab	44.33 ab	53.89 ab	66.11 a	97.00 b
P ₄	18.78	31.67 bc	64.33 d	71.15 c	84.11 b	119.67 cd
P ₅	18.56	27.00 ab	43.56 ab	51.33 ab	71.33 ab	112.22 bcd
P ₆	19.11	36.89 c	58.00 bcd	63.96 bc	81.89 b	113.78 bcd
P ₇	19.00	28.56 ab	45.22 abc	51.22 ab	71.78 ab	100.56 bc
BNJ 5%	TN	6.55	17.68	13.09	14.52	20.41

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BNJ : Beda Nyata Jujur.

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter jumlah daun pengamatan umur 2 MST menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dimana perlakuan P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP 50 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) dan P₆ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP 150 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) memberikan respons jumlah daun yang tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali P₄. Pada pengamatan 3 MST perlakuan P₄ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) P₂, P₆ menghasilkan jumlah daun yang banyak dibandingkan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 4 MST perlakuan P₂ atau P₄ memberikan respon jumlah daun yang tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 5 MST perlakuan P₂, P₄, dan P₆ memberikan respon jumlah daun yang tinggi dibanding dengan perlakuan P₀, P₁, dan P₃, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 6 MST perlakuan P₂ memberikan respon jumlah daun yang tinggi dibanding dengan perlakuan P₀ dan P₁, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Luas daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan luas daun tanaman tomat pada umur 1 MST, sedangkan pada umur 2 hingga 6 MST menunjukkan pengaruh yang nyata. Nilai rata-rata luas daun tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Luas Daun Tanaman Tomat Pada Aplikasi Vermikompos Yang Diperkaya ZnO-NP

Perlakuan	Rata-rata Luas Daun berbagai umur (cm ²)					
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
P ₀	57.10	98,17 a	327,07ab	616,42 a	854,63 a	1093,49 a
P ₁	58.26	141,37ab	203,09 a	504,67 a	892,97 a	1032,84 a
P ₂	89.61	213,03ab	766,11 bc	1607,77b	2108,67 c	3205,79 d
P ₃	74.11	170,85ab	395,92abc	702,90 a	1077,59a	1657,02ab



P₄	76.91	208,25ab	838,74 c	1808,45b	1903,45 c	2901,00 cd
P₅	52.16	125,80ab	476,25abc	763,89 a	1155,58a	1921,06abc
P₆	78.24	220,43 b	659,50abc	1424,78b	1702,43bc	2480,18bcd
P₇	87.35	158,44ab	392,49abc	760,70 a	1180,69ab	1737,99 ab
BNJ 5%	TN	116.69	503.25	550.5	546.36	1004.57

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BNJ : Beda Nyata Jujur.

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter luas daun menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, di mana secara umum perlakuan P₆ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 150 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) menunjukan perbedaan yang signifikan dibandingkan P₀ (Kontrol), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 3 MST perlakuan P₄ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) menunjukan perbedaan nyata dibandingkan P₁ dan P₀, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 4 MST perlakuan P₂, P₄, dan P₆ memberikan respon luas daun yang tinggi, dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 5 MST perlakuan P₂ dan P₄ memberikan respon luas daun yang tinggi dibanding dengan perlakuan P₀, P₁, P₃, dan P₅, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada pengamatan 6 MST perlakuan P₂ memberikan respon luas. Dimana secara umum P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah), P₂, P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) dan P₃ P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) berbeda nyata dengan perlakuan P₁ (NPK 100%) dan P₀ (kontrol)daun yang tinggi dibanding dengan perlakuan P₀ dan P₁, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Bobot buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP berpengaruh nyata terhadap hasil bobot buah tanaman tomat. Nilai rata-rata bobot buah tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Bobot Buah Tanaman Tomat Pada Aplikasi Vermikompos Yang Diperkaya ZnO-NP



Perlakuan	Rata-rata Bobot Total Buah (kg)
P ₀	0.90a
P ₁	1.35a
P ₂	4.02d
P ₃	3.14bc
P ₄	4.04d
P ₅	3.49cd
P ₆	3.59cd
P ₇	2.82b
BNJ 5%	0.78

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BNJ : Beda Nyata Jujur.

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter bobot buah menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dimana perlakuan P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP 50 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) dan P₄ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 100 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) memberikan respon bobot buah yang tinggi dibanding dengan P₀ (kontrol) dan P₁ (NPK 100%)perlakuan P₀ (Kontrol), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P₆ dan P₅.

Jumlah buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi vermikompos yang diperkaya ZnO-NP berpengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman tomat menunjukkan pengaruh yang nyata. Nilai rata-rata jumlah bunga tanaman tomat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Jumlah Buah Tanaman Tomat Pada Aplikasi Vermikompos Yang Diperkaya ZnO-NP

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Total Buah
P ₀	34.33a
P ₁	50.33a
P ₂	142.67c
P ₃	117.00b
P ₄	131.00bc



P₅	130.00bc
P₆	140.67c
P₇	118.33b
BNJ 5%	17.99

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%. BNJ : Beda Nyata Jujur.

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter pengamatan jumlah buah menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dimana perlakuan P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 50 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) dan P₆ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 150 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) memberikan respon jumlah buah yang tinggi dibanding dengan perlakuan P₀ (Kontrol), dan P₁ (Perlakuan 100% pupuk anorganik N, P, dan K), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Aplikasi Pupuk Vermikompos yang Diperkaya dengan Zno-NP Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat

Penelitian ini mengkaji tentang aplikasi pupuk vermikompos yang diperkaya dengan ZnO-NP terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk vermikompos yang diperkaya dengan ZnO-NP pada variabel pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun menunjukkan bahwa perlakuan P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di perkaya ZnO-NP 50 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) memberikan respon yang baik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Penggunaan pupuk vermikompos yang diperkaya dengan ZnO-NP pada perlakuan P₂ dapat meningkatkan dan mengoptimalkan unsur hara makro maupun mikro bagi tanaman. Aplikasi pupuk vermikompos yang diperkaya dengan ZnO-NP memiliki peran penting terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Hal ini dikarenakan ZnO-NP adalah salah satu unsur

mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Menurut Srivastava & Mukhopadhyay, (2015) Zn merupakan unsur mikronutrien untuk tanaman yang berguna meningkatkan beberapa aktivitas enzim dan metabolisme tanaman. Kekurangan unsur Zn pada tanaman mengakibatkan hasil yang kurang maksimal pada tanaman.

Hal ini didukung menurut Dimkpa *et al.*, (2020) yang mengatakan bahwa efek positif dari nano partikel ZnO-NPS adalah meningkatkan klorofil daun, meningkatkan perakaran tanaman, meningkatkan tinggi tanaman dan pertumbuhan tanaman serta serapan unsur hara tanaman. Sejalan dengan hasil penelitian Nurhidayati & Muslikah (2022) yang menyatakan bahwa penerapan vermikompos berukuran nano dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis sehingga meningkatkan kandungan klorofil dan meningkatkan biomassa daun. ZnO-NP yang berukuran nano juga mempunyai fungsi sendiri yang mana semakin kecil ukuran, maka semakin cepat penyerapan unsur hara ke dalam tanaman.

Hal ini didukung pada penelitian Mahendran & Ranjitha Kumari (2016) ZnO-NP nano partikel (≤ 100 nm) lebih reaktif daripada ukuran normal. Hal ini disebabkan karena ukurannya sangat kecil dan meningkatkan pengaruhnya terhadap tanaman. Secara umum, kinerja partikel nano lebih cepat dibandingkan dengan pupuk yang berukuran lebih besar karena partikel nano memiliki sifat yang lebih unggul daripada senyawa pada umumnya terutama dalam hal ukuran partikel, struktur kimia, penutupan permukaan, dan kecepatan reaksinya (Ghidan *et al.*, 2018; N. Singh & Kathayat, 2018). Sejalan dengan penelitian (Herdiyanto & Setiawan, 2015), penggunaan pupuk organik yang diperkaya bahan nano dapat menjaga keseimbangan lahan, meningkatkan produktivitas tanaman dengan tidak merusak lahan akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan.

Aplikasi Pupuk Vermikompos yang Diperkaya dengan ZnO-NP Terhadap Hasil Panen Tanaman Tomat

Hasil analisis ragam dengan uji BNJ 5% pada hasil panen tanaman tomat menunjukkan bahwa perlakuan P₂ (pupuk anorganik 50% dan vermikompos yang di

perkaya ZnO-NP 50 mg/kg yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah) memberikan hasil yang tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hasil dan produksi tanaman tomat dapat meningkat karena penambahan vermikompos yang diperkaya ZnO-NP mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Sejalan dengan penelitian Atiyeh *et al.*, (2000) bahwa vermikompos yang diaplikasikan ke dalam tanah atau media tumbuh tanaman di rumah kaca dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Luthfyrakhman & Susila (2013) dalam Mariani dkk., (2017) yang menyatakan bahwa vermikompos mampu memberikan pengaruh terhadap bobot buah. Hal ini disebabkan karena vermikompos mampu meningkatkan sinkronisasi ketersediaan hara dan kebutuhan hara tanaman sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat (Nurhidayati *et al.*, 2018). Pada penelitian Awalla dkk., (2024) melaporkan bahwa perbaikan pertumbuhan dan hasil tanaman akibat aplikasi kompos yang terjadi karena adanya perbaikan kualitas tanah dan ketersediaan hara makro dan mikro serta peningkatan aktivitas mikroba tanah. Menurut penelitian Awalla dkk., (2024) menyatakan bahwa peran ZnO-NP nano partikel memberikan efek terhadap ketahanan hama dan penyakit pada tanaman padi. Hal ini didukung dari penelitian Keerthana *et al.*, (2021) yang menguji tentang fungsi ZnO-NP nano partikel sebagai anti infeksi terhadap tanaman. ZnO-NP nano partikel membuktikan efektif dalam aktivitas anti mikroba dan berpotensi menjadi pupuk. Nurhidayati dkk., (2021) mengatakan pupuk organik seperti kompos dan vermikompos selain mengandung hara juga menghasilkan zat pengatur tumbuhan tanaman seperti auksin, giberellin, sitokinin, etilen dan asam absitat yang bermanfaat dalam memacu pertumbuhan dan meningkatkan kualitas tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan kombinasi pupuk anorganik 50% ditambah dengan vermikompos yang diperkaya nano partikel (ZnO-NP) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat dibandingkan dengan perlakuan NPK 100% (P₁) dan kontrol (P₀). Perlakuan P₂ dengan kombinasi pupuk NPK100% ditambah vermikompos yang diperkaya nano partikel yang diaplikasikan dengan cara dibenamkan menunjukkan hasil yang lebih baik dari perlakuan lain. Namun hasil penelitian ini perlu diuji lebih lanjut di lapangan dengan dosis dan konsentrasi ZnO-NP yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. . 2008. Zinc in soils and crop nutrition. Second edition, published by IZA and IFA, Brussels, Belgium and Paris, France
- Ardani, A.P., dan Sujalu. 2019. Pengaruh pupuk organik cair nasa dan pupuk NPK mutiara terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Varietas Servo F1. Agrifor. 18 (1) : 89–96.
- Atiyeh, R., M, S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedo Biologia*. 44 :579–590.
- Awadhpersad, R.R., L. Vijantie, Ori, and A. Ansari. 2021. Production and effect of vermiwash and vermicompost on plant growth parameters of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Suriname. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 10 : 397–413.
- Awalla, L. K., Nurhidayati, dan S. Muslikah. 2024. Pengaruh kompos yang diperkaya nano partikel seng oksida (ZnO) terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas inpari 32. *Jurnal Agronisma*, 11(2) : 362–374.
- Dimkpa, C. O., J. Andrews, J. Fugice, U. Singh, P.S. Bindraban, W.H. Elmer, J.L. Gardea-Torresdey, and J.C. White. 2020. Facile coating of urea with low-dose ZnO nanoparticles promotes wheat performance and enhances Zn Uptake under drought stress. *Frontiers in Plant Science*. 11: 1–12.
- Ghidan, A. Y., T.M. Al-Antary, A.M. Awwad, and J.Y. Ayad. 2018. Physiological effect of some nanomaterials on pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(11):7872–7878.
- Herdianto, D., dan A. Setiawan. 2015. upaya peningkatan kualitas tanah melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik, dan olah tanah konservasi di desa sukamanah dan desa nanggerang kecamatan cigalontang kabupaten tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*. 4(1) : 47–53.
- Herdianto, D., dan A. Setiawan. 2015. upaya peningkatan kualitas tanah melalui sosialisasi pupuk hayati, pupuk organik, dan olah tanah konservasi di desa sukamanah dan desa nanggerang kecamatan cigalontang kabupaten tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*. 4(1) : 47–53.
- Keerthana, M. B. S., Arivarasu, L., Kumar, S. R., & Thangavelu, L. 2021. Anti- diabetic and cytotoxic effect of zinc oxide nanoparticles synthesised using boerhaavia diffusa. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 33(62A) : 371–379.
- Libra, N, I., S. Muslikah, dan A. Basit, A. 2018. Pengaruh aplikasi vermikompos dan pupuk anorganik terhadap serapan hara dan kualitas hasil jagung manis (*Zea mays saccharata*

- Sturt). Jurnal Folium. 1(2) : 43–53.
- Luthfyrahman, H., dan A.Susila. 2013. Optimasi dosis pupuk anorganik dan pupuk kandang ayam pada budidaya tomat hibrida (*Lycopersicon esculentum* Mill. L.). Buletin Agrohort. 1(1):119–126.
- Mahendran, G., and B.D. Ranjitha Kumari. 2016. Biological activities of silver nanoparticles from *Nothapodytes nimmoniana* (Graham)Mabb. fruit extracts. Food Science and Human Wellness. 5(4) : 207–218.
- Nurhidayati, dan S. Muslikah. 2022. Application of nano-vermicompost Improves NPK nutrient uptake , chlorophyll content and yield of caisim mustard. proceeding of international conference on multidisciplinary sciences for humanity in the society 5.0, 2 :163–171
- Pradinata, F., Taher, Y. arita, dan Syamsuwirman. 2018. Pengaruh pemberian bokashi sampah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal-Mahasiswa Pertanian. 2(2) :193–201.
- Prasetyo, A. D., E.E. Nurlaelih, dan S.Y. Tyasmoro. 2014. Pengaruh kombinasi kompos kotoran sapi dan paitan (*Tithonia diversifolia* L.) terhadap produksi tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal Produksi Tanaman. 2(6) : 510–516.
- Srivastava, N., and M. Mukhopadhyay. 2015. Green synthesis and structural characterization of selenium nanoparticles and assessment of their antimicrobial property. Biprocess and Biosystems Engineering, 38 : 1723–1730.
- Wulandari, E., Suhirman, dan Missdiani. 2024. Pengaruh berbagai dosis pupuk hayati mikoriza terhadap komponen hasil dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal Ilmu Pertanian Agronitas, 6(1) : 29–36.