

**APLIKASI FOLIAR NANOKOMPOS DIPERKAYA NANO PARTIKEL
ZnO PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SAWI PAKCOY
(*Brassica rapa L.*)**

***FOLIAR APPLICATION OF ZnO NANOPARTICLE ENRICHED
NANOCOMPOST ON THE GROWTH AND YIELD OF PAKCOY MUSTARD
(*Brassica rapa L.*)***

Irfan Nawawi¹, Nurhidayati^{1*}, Siti Muslikhah¹

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

*Korespondensi : nurhidayati@unisma.ac.id

Abstract

Nanotechnology deals with nanoscale new materials that have unique properties. Nanotechnology has begun to be researched for its application in agriculture and has been proven to increase the efficiency of nutrient uptake, photosynthesis and plant resistance to environmental stress. This study tested the effect of applying nanocompost enriched with ZnO nanoparticles on the growth and yield of pak-choy mustard. This study was a pot experiment carried out in a plastic house in Tebelo Hamlet, Sidomulyo Village, Malang Regency, from March to May 2024, using a simple Randomized Block Design with seven treatments including N0 (control), N1 (urea 2 g/plant, KCl 1g/plant, SP-36 1g/plant), N2 (100 ppm nanocompost+10 ppm ZnO nanoparticles), N3 (200 ppm nanocompost+20 ppm ZnO nanoparticles), N4 (300 ppm nanocompost+30 ppm ZnO nanoparticles), N5 (400 ppm nanocompost+40 ppm ZnO nanoparticles), N6 (500 ppm nanocompost+50 ppm nanocompost ZnO. The analysis results showed that the application of nanocompost and ZnO nanoparticles did not have a significant effect at the early growth (15 days after planting, DAP), but at the age of 20-30 DAP, this treatments had an effect which was significant. The treatments of 200-500 ppm nanocompost+20-50 ppm ZnO provided growth equivalent to NPK fertilizer. This treatments produced significantly higher fresh weight of total plant and economic yield compared to control and NPK fertilizer, while the total plant dry weight obtained was equivalent with treatment using NPK fertilizer. The results of this research suggest that the use of nanocompost and ZnO nanoparticles can replace NPK fertilizer at doses of 200-500 ppm and ZnO 20-50 ppm.

Keywords: *Mustard Greens, Nanocompost, ZnO Nanoparticles*

Abstrak

Nanoteknologi berkaitan dengan partikel baru berskala nano yang memiliki sifat unik. Nanoteknologi telah mulai diteliti penerapannya di bidang pertanian dan terbukti dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara, fotosintesis, dan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Penelitian ini mengkaji pengaruh penerapan nanokompos yang diperkaya nanopartikel ZnO terhadap

pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy. Penelitian ini merupakan percobaan pot dilakukan didalam rumah plastic di Dusun Tebelo, Desa Sidomulyo, Kabupaten Malang, mulai bulan Maret hingga Mei 2024, menggunakan Rancangan Acak Kelompok sederhana dengan 7 macam perlakuan meliputi N0 (kontrol), N1 (urea 2 g/tanaman, KC1 1g/tanaman, SP-36 1g/tanaman), N2 (100 ppm nanokompos+10 ppm nanopartikel ZnO), N3 (200 ppm nanokompos+20 ppm nano partikel ZnO), N4 (300 ppm nanokompos+30 ppm nanopartikel ZnO), N5 (400 ppm Nanokompos+40 ppm nanopartikel ZnO), N6 (500 ppm Nanokompos + 50 ppm Nano Partikel ZnO Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan nanokompos dan nanopartikel ZnO tidak berpengaruh signifikan pada awal pertumbuhan (15 HST), tetapi pada umur 20-30 HST memberikan pengaruh yang nyata. Perlakuan nanokompos 200-500 ppm + ZnO 20-50 ppm memberikan pertumbuhan setara dengan pupuk NPK. Perlakuan ini secara signifikan menghasilkan bobot segar total tanaman dan bobot ekonomis lebih tinggi dibandingkan kontrol dan pupuk NPK, sedangkan bobot kering total tanaman yang diperoleh setara dengan perlakuan yang menggunakan pupuk NPK. Hasil penelitian ini menyaran bahwa penggunaan nanokompos dan nanopartikel ZnO dapat menggantikan pupuk NPK pada dosis 200-500 ppm dan ZnO 20-50 ppm.

Kata Kunci : Sawi, Nanokompos, Nanopartikel ZnO

PENDAHULUAN

Pertanian modern menghadapi tantangan besar dalam hal peningkatan hasil panen dan keberlanjutan lingkungan. Sekalipun penerapan teknologi konvensional dan modern mampu meningkatkan produksi pertanian dan produktivitas tanaman, namun teknologi ini tetap memiliki keterbatasan dan belum mampu mengatasi permasalahan dalam system produksi pertanian. Oleh karena itu diperlukan penerapan teknologi baru dalam system pertanian (FAO/WHO, 2010).

Nanokompos adalah salah satu aplikasi nanoteknologi dalam pembuatan pupuk organik. Pembuatan nano kompos diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil panen. Penerapan nanoteknologi dalam pembuatan kompos dengan alasan bahwa kompos merupakan pupuk yang lambat proses pelepasan haranya, sehingga perlu upaya untuk mempercepat proses dekomposisinya, melalui pengecilan ukuran partikelnya (Tarafdar dan Raliya, 2013).

Sawi pakcoy adalah salah satu jenis sayuran daun yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Sawi pakcoi memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan yang terus meningkat. Namun, kendala utama dalam budidaya sawi

pakcoi adalah serangan hama, penyakit, dan kondisi tanah yang kurang subur (Wardani, S. 2018). Perbaikan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk organik. Nurhidayati *et al.*, (2015) melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik ke dalam tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah sehingga perkembangan perakaran tanaman menjadi lebih optimal untuk menyerap unsur hara dalam tanah. Namun kelemahan pupuk organik ini adalah efeknya terhadap tanah dan tanaman berjalan lambat seiring dengan proses dekomposisi bahan organik tersebut.

Penggunaan nanokompos yang diperkaya dengan nanopartikel ZnO diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah ini dengan aplikasi secara langsung pada daun tanaman. Efek tambahan dari aplikasi foliar ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit serta meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi (Tarafdar dan Raliya, 2013).

Defisiensi hara mikro pada umumnya ditemukan pada tanah berkapur, sebagai dampak dari pH tinggi, sehingga mengurangi ketersediaan unsur hara mikro dan kemampuan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Oleh karena itu kebutuhan tanaman secara alami meningkat terhadap unsur-unsur tersebut (Alloway, 2008). Kelebihan penggunaan pupuk fosfat pada tanah yang kekurangan unsur mikro menyebabkan kekurangan unsur hara mikro pada tanaman. Dengan demikian konsentrasi hara mikro akan menurun pada bahan kering dan hasil panen (Salimpour *et al.*, 2010). Zinc oxide (ZnO) adalah bahan yang memiliki sifat antimikroba dan antioksidan. Berdasarkan informasi di atas perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji aplikasi foliar nanokompos yang diperkaya dengan nanopartikel ZnO pada tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan percobaan pot dilakukan di rumah plastic yang bertempat di Dusun tebelo, Desa Sidomulyo, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang yang dimulai pada bulan Maret sampai Mei 2024.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: polybag, sprayer, cangkul, timbangan, mesin penggiling kompos, terpal, karung, paranet, alat-alat untuk analisis hasil panen dan SPAD meter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah: benih sawi pakcoi, tanah, air, nanokompos, nano partikel ZnO, pupuk urea, SP-36, KC1, pupuk kompos yang berasal dari sisa media jamur, kotoran sapi, kotoran kambing, *cocopeat*, bekatul, arang sekam, dan dekomposer EM4 dan *chip soil*.

Penelitian ini menggunakan merupakan penelitian pot yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana. Ada tujuh perlakuan yang diujikan meliputi N0 (kontrol), N1 (urea 100kg/ha atau 2 gram/ tanaman, KC1 1g/tanaman, SP-36 1g/tanaman), N2 (100 ppm nanokompos + 10 ppm nanopartikel ZnO), N3 (200 ppm nanokompos + 20 ppm nanopartikel ZnO), N4 (300 ppm nanokompos+30 ppm nanopartikel ZnO), N5 (400 ppm Nanokompos+40 ppm nanopartikel ZnO), N6 (perlakuan 500 ppm nanokompos + 50 ppm nano partikel ZnO). Tujuh perlakuan tersebut diulang sebanyak tiga kali ulangan dan masing masing perlakuan terdiri dari 3 sampel tanaman, sehingga jumlah keseluruhan sampel tanaman adalah 63 tanaman.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan media tanam berupa tanah dan pupuk dasar yang telah dihomogenkan kemudian dimasukkan kedalam polybag dengan berat media tanam 5 kg/polybag. Pemberian nanokompos dan nano partikel ZnO dilakukan dengan melarutkan pupuk nano dengan air dalam gelas ukur sesuai konsentrasi yang telah ditentukan, setelah itu pupuk diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada permukaan tanah pada pertama yaitu saat umur 1 minggu setelah tanam. Aplikasi selanjutnya larutan nanokompos dan nanopartikel disemprotkan pada daun sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan dengan interval 3 hari sekali sampai umur 32 hst.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman(cm), jumlah daun (cm), luas daun (cm²), berat segar total tanaman, berat segar hasil ekonomis dan berat kering tanaman. Semua data yang diperoleh dianalisis sidik ragam (ANOVA) atau uji F dengan taraf 5%. Jika terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) (5%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam varian (Anova) pada parameter tinggi tanaman menunjukkan pada umur 5 hingga 25 hst tidak berpengaruh yang nyata. Namun

pada akhir pengamatan pada umur 30 hst. Rata-rata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Sawi Pakcoy Pada Aplikasi Foliar Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman (cm)						
	5 hst	10 hst	15 hst	20 hst	25 hst	30 hst	
N0	10.8	11.0	13.1	14.5	15.6	15.9	a
N1	10.9	13.1	13.8	15.5	17.1	19.0	ab
N2	10.3	13.7	14.5	16.8	16.8	19.0	ab
N3	11.7	13.8	15.2	17.0	16.1	21.0	b
N4	11.5	14.1	14.7	17.1	16.8	18.9	ab
N5	10.7	12.7	12.7	15.3	16.3	20.3	b
N6	11.4	14.1	15.1	17.2	16.3	21.5	b
BNJ 5%	TN	TN	TN	TN	TN	3.48	

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %,BNJ: Beda Nyata Jujur, hst : Hari setelah tanam, TN: Tidak Nyata.

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter tinggi tanaman pengamatan umur 30 hst (Tabel 1) menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dimana perlakuan N3, N5 dan N6 memberikan respon tinggi tanaman yang baik dibandingkan dengan perlakuan N0 (Kontrol), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini didukung menurut Dimpka (2020) mengatakan bahwa efek positif dari nano partikel ZnO adalah meningkatkan klorofil daun, meningkatkan perakaran tanaman, meningkatkan tinggi tanaman dan pertumbuhan tanaman serta serapan unsur hara tanaman. ZnO yang berukuran nano juga mempunyai fungsi sendiri yang mana semakin kecil ukuran, maka semakin cepat penyerapan unsur hara ke dalam tanaman.

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam varian (Anova) pada parameter jumlah daun menunjukkan pada umur 5 hingga 15 hst tidak berpengaruh yang nyata. Namun pada pengamatan umur 20 hingga 30 hst. Rata-rata jumlah daun disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Daun Sawi Pakcoy Pada Aplikasi Foliar Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun (helai)							
	5 hst	10 hst	15 hst	20 hst	25 hst	30 hst		
N0	6.1	6.7	6.8	7.7	a	7.9	a	11.1 a
N1	6.3	7.6	7.0	8.9	ab	9.8	bc	12.2 ab
N2	6.1	7.3	6.4	8.9	ab	9.2	ab	12.0 ab
N3	6.4	7.8	7.8	9.2	ab	11.1	cd	14.7 ab
N4	6.7	8.1	7.4	8.9	ab	11.1	cd	12.8 ab
N5	6.4	7.2	7.0	7.8	a	10.8	c	12.9 ab
N6	6.2	8.2	8.3	10.2	b	12.6	d	15.7 b
BNJ 5%	TN	TN	TN	2.0		1.5		3.7

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %, BNJ: Beda Nyata Jujur, Hst : Hari setelah tanam, TN : Tidak Nyata

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter jumlah daun pengamatan umur 20-25 hst menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, dimana perlakuan N6 (500 ppm nanokompos + 50 ppm nano partikel) memberikan respon jumlah daun terbaik dibandingkan dengan N0 (Kontrol). Tanaman dengan jumlah daun yang lebih banyak akan mempunyai pertumbuhan yang lebih cepat. Jumlah daun menjadi penentu utama kecepatan pertumbuhan tanaman. Dengan semakin banyak jumlah daun pada tanaman maka hasil fotosintesis semakin tinggi, sehingga tanaman akan tumbuh dengan baik. Menurut Herdianto dan Setiawan (2015) penggunaan pupuk organik yang diperkaya bahan nano menjaga keseimbangan lahan, meningkatkan produktivitas tanaman dengan tidak merusak lahan akibat penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan. Hal ini mengakibatkan tanaman terhindar dari cekaman air dalam perakaran sehingga pemberian foliar nano kompos terhadap tanaman mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stress lingkungan tumbuh yang menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanpa perlakuan (kontrol).

Luas Daun

Hasil analisis ragam varian (Anova) pada parameter luas daun menunjukkan pada umur 5 hingga 20 hst tidak berpengaruh yang nyata. Namun pada pengamatan umur 25 hst. Rata rata luas daun terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Luas Daun Sawi Pakcoy Pada Aplikasi Foliar Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Rata-rata luas daun (cm ²)							
	5 hst	10 hst	15 hst	20 hst	25 hst	30 hst		
N0	38.2	71.4	117.8	193.45	a	259.1	a	613.81
N1	39.7	84.8	133.9	215.95	ab	412.5	ab	764.61
N2	40.2	79.4	140.0	262.39	abc	339.7	ab	625.39
N3	46.0	104.4	190.4	288.26	bc	475.6	ab	926.09
N4	50.4	96.4	152.4	274.88	abc	402.1	ab	693.13
N5	45.8	77.4	156.2	220.80	ab	480.7	b	717.73
N6	42.3	108.0	197.0	344.10	c	529.5	b	1002.26
BNJ 5%	TN	TN	TN	91.90		236.8		292.26

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %, BNJ : Beda Nyata Jujur, hst : Hari setelah tanam, TN : Tidak Nyata

Hasil uji BNJ 5 % pada parameter luas daun pengamatan umur 20-30 hst menunjukkan perlakuan N6 (500 ppm nanokompos + 50 ppm nano partikel) memberikan luas daun yang lebih baik dibandingkan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan N2 (100 ppm nanokompos+10 ppm nanopartikel ZnO), N3 (200ppm nanokompos dan 20 ppm nanopartikel ZnO) dan N4 (300 ppm nanokompos dan 30 ppm nanopartikel ZnO). Hal ini didukung menurut Dimpka (2020) mengatakan bahwa efek positif dari nano partikel ZnO adalah meningkatkan klorofil daun, meningkatkan perakaran tanaman, meningkatkan tinggi tanaman dan pertumbuhan tanaman serta serapan unsur hara tanaman. ZnO yang berukuran nano juga mempunyai fungsi sendiri yang mana semakin kecil ukuran, maka semakin cepat penyerapan unsur hara ke dalam tanaman Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurhidayati dan Siti Muslikah (2022) yang menunjukkan penerapan vermikompos berukuran nano dapat meningkatkan

aktivitas fotosintesis sehingga meningkatkan kandungan klorofil dan meningkatkan biomassa daun.

Hasil Tanaman Sawi

Hasil analisis ragam varian (Anova) hasil panen menunjukkan pada parameter bobot segar tanaman, bobot segar bernilai ekonomis dan bobot kering total tanaman menunjukkan pengaruh yang nyata. Rata rata tinggi tanaman terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Hasil Panen Sawi Pakcoy Pada Aplikasi Foliar Nanokompos yang Diperkaya Nano Partikel ZnO Pada Berbagai Umur Tanaman

Perlakuan	Rata-rata hasil panen (g.tan ⁻¹)		
	Bobot segar total tanaman (g)	Bobot segar bernilai ekonomis (g)	Bobot kering total tanaman (g)
N0	57.2 a	54.3 a	3.5 a
N1	73.6 ab	68.1 ab	4.6 ab
N2	68.0 ab	64.0 ab	4.0 a
N3	100.5 c	91.5 c	6.1 b
N4	86.1 bc	81.5 bc	5.8 b
N5	76.3 ab	75.8 bc	4.4 ab
N6	98.8 c	92.9 c	6.1 b
BNJ 5%	20.7	19.7	1.7

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 hasil panen pada pengamatan parameter bobot segar total tanaman dan bobot bernilai ekonomis menunjukkan dimana perlakuan N6 (500 ppm nanokompos + 50 ppm nano partikel) dan N3 (200 ppm nanokompos + 20 ppm nano partikel) memberikan respon yang baik dibandingkan dengan perlakuan N0 (tanpa perlakuan). Awalla *et al.*, (2024) melaporkan bahwa perbaikan pertumbuhan dan hasil tanaman akibat aplikasi kompos terjadi karena adanya perbaikan kualitas tanah dan ketersediaan hara mikro dan makro serta peningkatan aktivitas mikroba tanah. Hasil dan produksi tanaman sawi dapat

meningkat karena penambahan nano kompos yang diperkaya nano partikel ZnO mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik atau pupuk NPK.

Sejalan dengan penelitian ini, Ulum *et al.* (2024) melaporkan bahwa aplikasi pemupukan nano kompos yang diperkaya nanopartikel ZnO pada varietas padi Inpari 32 yang diaplikasikan dengan cara disemprotkan pada daun tanaman memberikan hasil tanaman padi yang lebih tinggi daripada yang diaplikasikan ke dalam tanah. Secara umum, kinerja partikel nano lebih cepat dibandingkan dengan pupuk yang berukuran lebih besar karena partikel nano memiliki sifat yang lebih unggul daripada partikel senyawa pada umumnya terutama dalam hal ukuran partikel, struktur kimia, penutupan permukaan, dan kecepatan reaksinya (Ghidan *et al.*, 2018; Singh dan Kathayat, 2018;).

Dobermann (2007) menyatakan bahwa pengaruh pemberian bahan organik terhadap kualitas tanah dan hasil tanaman biasanya terlihat setelah melewati waktu yang cukup lama dengan pemakaian yang terus-menerus. Namun dengan memperkecil ukurannya efeknya terhadap sifat fisik dan kimia tanah akan lebih cepat. Nurhidayati *et al.*, (2021) mengatakan pupuk organik seperti kompos dan vermikompos selain mengandung hara juga menghasilkan zat pengatur pertumbuhan tanaman seperti auksin, giberelin, sitokinin, etilen dan asam absisat yang bermanfaat dalam memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan kualitas tanaman.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, pemberian Nanokompos dengan konsentrasi 100 ppm sampai 500 ppm dan Nanopartikel ZnO dengan konsentrasi 10 ppm sampai 50 ppm memberikan pertumbuhan tanaman sawi pakcoy yang sama baiknya dengan perlakuan pupuk anorganik. Pemberian Nanokompos dengan konsentrasi 200 ppm sampai 500 ppm dan Nanopartikel ZnO dengan konsentrasi 20 ppm sampai 500 ppm memberikan hasil yang lebih tinggi dari pemberian pupuk NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J., 2002. Seng-mikronutrien penting untuk tanaman yang sehat dan bernilai tinggi. Asosiasi Seng Internasional (IZA).
- Awalla, L. K., N. Nurhidayati, & S. Muslikah, 2024. Pengaruh Kompos yang diperkaya Nano Partikel Seng Oksida (Zno) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi (*oryza sativa l.*) Varietas inpari 32. *AGRONISMA*, 11(2), 362-374.
- Dimkpa, C. O., J. Andrews., J. Fugice., U. Singh., P. S. Bindraban., W. H. Elmer., 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, 168.
- Dobermann, A. and T. Fairhurst. 2000. Rice: Nutrient Disorder and Nutrient Management. International Rice Research Institute – Potash & Phosphate Institute (PPI) - Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC).
- Ghildan, A. Y., T. M. 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. D., 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. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 4(1).
- Nurhidayati and 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 Era. Universitas Islam Malang. eISSN 3021-7245. 2 (2022):163-171.
- Nurhidayati, A. Basit, S. I. Tito, N. U. S. Rahmawati. 2023. *Peluang Prospek Teknologi Nano dalam Sistem Pertanian Indonesia*. Unisma Press. Malang. 174 hlm
- Nurhidayati, N., M. Machfudz, and A. Basit. 2021. Yield and nutritional quality of green leafy lettuce (*Lactuca sativa L.*) under soilless culture system using various composition of growing media and vermicompost rates. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 36(2): 200-212
- Raliya, R., & J. C. Tarafdar. 2013. ZnO nanoparticle biosynthesis and its effect on phosphorous-mobilizing enzyme secretion and gum contents in clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba L.*). *Agric. Res.*, 2(1), 48-57.

-
- Singh, N., and K. Kathayat. 2018. Integrates application of micronutrients to improve growth, yield, quality and economic yield in potato-a review. *Int. Jurnal. Curr. Micrbio. App. Sci*, 7(8), 2930-2935.
- Tarafdar, J. C., & R. Raliya. 2013. Nanotechnology: A new approach in agriculture. *International Journal of Bioresource Stress Management*, 4(2), 87-94
- Ulum, M. B., N. Nurhidayati, & A. Basit, 2024. Pengaruh aplikasi vermikompos yang diperkaya dengan nano partikel ZnO (seng oksida) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah (*oryza sativa l.*) varietas Inpari 32. *AGRONISMA*, 12(1), 99-114.
- Wardani, S. 2018. Pengaruh kesuburan tanah terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy. *Jurnal Agroteknologi*, 5(4), 89-96