



Pemberian Pupuk Nano NPK Organik Terhadap Hasil Bawang Merah

Endang Setyowati¹, Samanhudi^{2,3*}, Muji Rahayu²

¹Graduate Program of Agronomy, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

²Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

³Center for Research and Development of Biotechnology and Biodiversity, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding author: samanhudi@staff.uns.ac.id

ABSTRACT

The continuous use of chemical fertilizers can reduce nutrient absorption efficiency and contribute to gas emissions that trigger global warming. One solution to increase nutrient absorption efficiency is to use nano fertilizers. This study aims to evaluate the effect of organic NPK nano fertilizer application on shallot yield. The research was conducted using a completely randomized design (CRD) arranged in a factorial design, consisting of two treatment factors with 12 treatment combinations repeated three times. Fertilization of shallot plants by applying nano NPK fertilizers up to a dose of Nitrogen 220, Phosphorus 160, and Potassium 120 kg/ha can increase the growth variables of shallot plants. The best results were obtained in the Crok Kuning variety with nano fertilizer doses of Nitrogen 220, Phosphorus 160, Potassium 120 kg/ha, and the Tajuk variety with nano fertilizer doses of Nitrogen 160, Phosphorus 100, Potassium 60 kg/ha, which produced the optimal number of tubers. However, in both Crok Kuning and Tajuk varieties, the application of nano NPK fertilizers did not have a significant effect on plant fresh weight, leaf area index, specific leaf area, relative growth rate, tuber weight per plant, and tuber diameter. Further research can be conducted with the method of fertilizer application through the leaves and using different varieties.

Keywords: Nanotechnology; Organic NPK nanofertilizer; Productivity; Sustainable agriculture

Cite this as: Setyowati, E., Samanhudi., & Rahayu, M. (2024). Pemberian Pupuk Nano NPK Organik Terhadap Hasil Bawang Merah. Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi, 26(2), 80-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v26i2.97626>

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi oleh masyarakat. Selain menjadi bumbu utama yang sering digunakan, bawang merah memiliki kandungan gizi yang baik (Girsang et al., 2021; Wang et al. 2021) maupun nilai ekonomisnya. Saat ini, ekstrak umbi bawang merah juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional dengan khasiat antimikroba, antikanker, dan antiinflamasi (Major et al. 2022; Sari, and Sobir 2017; Tuhuteru et al. 2020).

Permintaan bawang merah terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk (Grace Maharani Putri et al. 2022). Namun, produktivitas bawang merah di Indonesia masih fluktuatif karena dipengaruhi oleh kondisi iklim dan cuaca (Wibowo and Surbakti 2023). Salah satu faktor utama yang memengaruhi produktivitas bawang merah adalah keberadaan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Dalam praktik budidaya bawang merah, petani umumnya masih mengandalkan penggunaan pupuk kimia untuk meningkatkan hasil panen. Namun, penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan dalam jangka panjang dapat berdampak negatif terhadap ketersediaan hara dan penyerapan unsur dalam tanah (Hussain et al. 2022; Mori et al. 2023). Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan strategi pengelolaan pupuk organik dengan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang tinggi, salah satunya melalui

pemanfaatan limbah pertanian dan limbah industri pemotongan hewan, seperti darah hewan, tulang ayam, dan tandan kosong kelapa sawit.

Menurut Oktabriana (2022) limbah darah hewan mengandung unsur hara N sebesar 12,78%, P sebesar 6,45% dan K sebesar 0,48%. Limbah tulang hewan bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena mengandung unsur hara 16,85% fosfor, 42,8% kalsium, dan 1,79% magnesium (Khan et al. 2023; Mulyono and Hidayat 2020). Menurut hasil penelitian (Efendi et al., 2020; Santi et al., 2019) kandungan unsur hara pada tandan kosong kelapa sawit 1,9% nitrogen, 4,7% fosfor dan 22,26% kalium. Pemupukan tanaman bawang merah dapat dilakukan melalui tanah dan daun (Azam et al. 2022; Xiong et al. 2018). Pemupukan melalui tanah akan efektif apabila ukuran partikel bahan pupuk lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pori akar sehingga memerlukan inovasi teknologi dengan memperkecil ukuran partikel melalui teknologi nano. Nanoteknologi adalah teknik untuk menciptakan material, struktur fungsional pada skala nanometer (Beig et al. 2022; Fincheira et al. 2021). Oleh karena itu, diperlukan nanopartikel dari serbuk darah, abu tulang ayam, dan abu tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber pupuk NPK yang dapat mendukung kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan pupuk nano NPK organik terhadap hasil bawang merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, pembuatan nanoteknologi di Laboratorium Produksi 2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Analisis fisiologis tanaman dilaksanakan di Laboratorium Agrobiotek Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dan Analisis Aktivitas Nitrat Reduktase di Laboratorium Manajemen Produksi Universitas Gajah Mada. Lokasi penelitian terletak di titik koordinat 7°33'32.9" Lintang Selatan dan 110°51'24.3" Bujur Timur dengan ketinggian 950 mdpl.

Penelitian dilakukan dalam polybag dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor perlakuan yang diberikan berupa varietas bawang merah dan dosis pupuk nano organik. Tulang hewan dan darah diperoleh dari rumah potong hewan di daerah magelang jawa tengah sedangkan untuk tandan kosong kelapa sawit diperoleh dari PT. Merbaujaya Indaraya 2, Sulawesi Tenggara. Sementara itu, sampel bibit bawang merah untuk percobaan diperoleh dari Kelompok tani Ngudi Makmur Desa Parangtritis, DIY. Varietas yang digunakan yaitu crok kuning dan Tajuk, dosis pupuk yang digunakan yaitu pupuk kimia Nitrogen 180; Fosfor 120; Kalium 60 kg/ha, pupuk nano NPK organik Nitrogen 140; Fosfor 80; Kalium 20 kg/ha, Nitrogen 160; Fosfor 100; Kalium 40 kg/ha, Nitrogen 180; Fosfor 120; Kalium 60 kg/ha, Nitrogen 200; Fosfor 140; Kalium 80 kg/ha, Nitrogen 220; Fosfor 160; Kalium 100 kg/ha. Dari kombinasi kedua faktor tersebut, diperoleh 12 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, menghasilkan total 36 satuan percobaan. Pupuk nano NPK organik diaplikasikan langsung ke tanah. Pemupukan pada tanaman bawang merah dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada umur 10, 25, dan 40 hari setelah tanam. Variabel yang diamati meliputi luas daun, berat daun per unit area, luas daun spesifik, laju pertumbuhan relatif, berat umbi per tanaman, jumlah umbi, dan diameter umbi.

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan aplikasi Statistic Analysis System (SAS) 9.0. Metode analitik dengan tingkat signifikansi Analysis of Variance (ANOVA) 5%. Perbandingan rata-rata antara perlakuan diuji menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Segar Tanaman

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan varietas bawang merah dan dosis pupuk tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bobot segar tanaman. Meskipun demikian, pada setiap periode pengamatan, terjadi peningkatan bobot segar tanaman seiring bertambahnya umur tanaman. Pelepasan nutrisi yang lambat memungkinkan tanaman untuk menggunakan pupuk nano dengan cepat dan sempurna sehingga meningkatkan biomassa tanaman. Khalid et al. (2022) juga menemukan bahwa aplikasi pupuk yang berukuran partikel nano memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pupuk yang memiliki ukuran biasa dalam meningkatkan biomassa segar tanaman hingga 30-50%. Peran unsur hara NPK yang terdapat pada pupuk juga dapat mempengaruhi proses metabolisme tanaman yang memiliki efek stimulasi pada proses fotosintesis serta aktivitas enzim yang kemudian dapat meningkatkan bobot segar tanaman dan pertumbuhan (Khalifah et al. 2022).

Peningkatan dosis dan jumlah air yang diberikan akan meningkatkan kadar air di dalam sel digunakan untuk aktivitas sel salah satunya untuk proses fotosintesis dan sirkulasi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan. Menurut Barita et al. (2018) jika daya serap air banyak akan mempengaruhi pemanjangan sel dan pembesaran sel yang meningkatkan kadar air sehingga bobot segar tanaman bertambah. Semakin optimal nutrisi dalam pupuk yang dapat diserap oleh tanaman, semakin bertambah bobot basah tanaman. Pemberian nutrisi selalu menghasilkan dampak positif pada berat segar tanaman sebelum tingkat toksisitas.

Bobot segar tanaman memiliki korelasi erat dengan jumlah daun dan tinggi tanaman. Peningkatan tinggi tanaman biasanya diikuti oleh peningkatan jumlah daun, yang pada akhirnya berkontribusi pada akumulasi bobot segar tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Ariani Hippy et al. (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan tinggi tanaman disertai dengan bertambahnya jumlah dan luas daun berkontribusi pada peningkatan produksi fotosintat.

Tabel 1. Pengaruh varietas bawang merah dan dosis pupuk nano NPK terhadap Berat Segar Tanaman

Perlakuan	Bobot Segar Tanaman (g)			
	21 HST	36 HST	52 HST	70 HST
Varietas (B)	ns	ns	ns	ns
Crok kuning	13,23 a	22,26 a	27,18 a	40,41 a
Tajuk	14,63 a	10,64 a	28,42 a	40,41 a
Dosis Pupuk (P)	ns	ns	ns	ns
Pupuk Kimia (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	12,02 a	25,38 a	24,70 a	37,20 ab
Pupuk Nano (N 140, P 80, K 80 kg/ha)	19,62 a	24,17 a	29,55 a	32,86 ab
Pupuk Nano (N 160, P 100, K 60 kg/ha)	13,50 a	21,81 a	33,67 a	50,88 a
Pupuk Nano (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	13,37 a	20,01 a	30,29 a	41,05 ab
Pupuk Nano (N 200, P 140, K 100 kg/ha)	17,65 a	15,59 a	26,21 a	49,03 ab
Pupuk Nano (N 220, P 160, K 120 kg/ha)	17,41 a	25,38 a	22,37 a	46,93 ab
B x P	ns	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji DMRT $\alpha = 0.05$; * = signifikan; ns = tidak signifikan

Analisis Pertumbuhan

Indeks luas daun adalah rasio antara luas daun dengan luas area tanaman. Semakin besar luas daun

yang dihasilkan, semakin tinggi indeks luas daun, yang berarti permukaan daun untuk fotosintesis lebih luas, sehingga dapat menghasilkan asimilat lebih banyak

untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Susanti Dian et al., 2018). Berdasarkan Tabel 2, dosis nano NPK yang diaplikasikan ke tanaman bawang merah belum mampu meningkatkan indeks luas daun pada kedua varietas bawang merah. Hasil ini kemungkinan disebabkan karena kandungan nitrogen dan kalium dalam media tanam yang digunakan terlalu rendah berdasarkan hasil analisis yang dilakukan sebelum pemupukan dilakukan, sehingga penambahan pupuk nano NPK belum mampu memenuhi kebutuhan nitrogen, fosfor dan kalium yang diperlukan untuk hasil yang maksimal. Menurut (Khalofah et al. 2022; Li et al. 2019) kandungan unsur N, P, K yang tersedia di dalam media tanam yang digunakan akan berpengaruh terhadap kandungan N, P, K total, sehingga pupuk yang digunakan tidak dapat terakumulasi dengan baik mengakibatkan penerapan unsur hara oleh tanaman kurang maksimal.

Nilai luas daun spesifik menunjukkan seberapa efisien daun dalam menghasilkan bobot kering serta memberikan informasi tentang ketebalan daun (Fatchul Aziez et al. 2021; Nurhayu and Saenab 2019). Berdasarkan Tabel 1, Pengaruh varietas bawang merah terhadap luas daun spesifik tidak terdapat efek yang

signifikan, namun rerata luas daun spesifik kedua varietas bawang merah crok kuning lebih tinggi dibandingkan varietas tajuk. Hal ini menunjukkan bahwa daun bawang varietas crok kuning memiliki ketebalan lebih besar dibandingkan dengan daun bawang varietas tajuk. Daun yang lebih tebal biasanya mengandung lebih banyak kloroplas per satuan luas, sehingga lebih efektif dalam menyerap cahaya dan memanfaatkan CO² untuk fotosintesis dibandingkan dengan daun yang lebih tipis (Dacosta, 2022; Tambaru, 2024). Pada perlakuan dosis pupuk memiliki efek signifikan terhadap luas daun spesifik. Perlakuan dosis pupuk nano Nitrogen 220; Fosfor 160; Kalium 100 kg/ha menunjukkan peningkatan luas daun spesifik dibandingkan dengan kontrol. sejalan dengan penelitian (Ali et al. 2017) pemberian nutrisi tinggi akan berpengaruh terhadap luas daun spesifik dan proses fisiologis tanaman seperti penangkapan cahaya, laju pertumbuhan tanaman. Ketersediaan nutrisi juga memengaruhi luas daun spesifik, tanaman dipupuk dengan dosis yang tepat akan memiliki luas daun spesifik yang tinggi dibandingkan dengan tanaman yang kekurangan nutrisi (Fellner et al., 2016).

Tabel 2. Pengaruh varietas bawang merah dan dosis pupuk nano NPK terhadap Indeks luas daun, Luas daun spesifik, Laju Pertumbuhan Relatif

Perlakuan	Indeks Luas Daun	Luas daun spesifik (cm ² .g)	Laju Pertumbuhan Relatif (g.g ⁻¹ per hari)
Varietas (B)	ns	ns	ns
Crok Kuning	0,34 a	17.51 a	0.08 a
Tajuk	0,30 a	15.02 a	0.09 a
Dosis Pupuk (P)	ns	*	ns
Pupuk Kimia (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	0,36 a	17.39 b	0.03 a
Pupuk Nano (N 140, P 80, K 80 kg/ha)	0,32 a	14.92 ab	0.03 a
Pupuk Nano (N 160, P 100, K 60 kg/ha)	0,27 a	12.37 ab	0.05 a
Pupuk Nano (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	0,36 a	17.05 ab	0.03 a
Pupuk Nano (N 200, P 140, K 100 kg/ha)	0,33 a	17.08 ab	0.04 a
Pupuk Nano (N 220, P 160, K 120 kg/ha)	0,27 a	18.70 a	0.03 a
B x P	ns	ns	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji DMRT $\alpha = 0.05$; * = signifikan; ns = tidak signifikan

Berdasarkan Tabel 2, penggunaan dosis pupuk nano NPK organik tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhan relatif. Namun, perlakuan dengan dosis pupuk nano Nitrogen 160; Fosfor 100; Kalium 40 kg/ha menunjukkan laju pertumbuhan relatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pupuk kimia Nitrogen 180; Fosfor 120; Kalim 60 kg/ha. Peningkatan biomassa tanaman, yang mencerminkan laju pertumbuhan relatif pada berbagai fase pertumbuhan, disebabkan oleh peningkatan penyerapan air dan unsur hara. Hal ini merangsang pertumbuhan organ tanaman, terutama akar, yang meningkatkan kapasitas tanaman untuk menyerap lebih banyak air dan nutrisi. Nutrisi ini mendukung pembentukan klorofil daun yang diperlukan dalam proses fotosintesis (Harini et al., 2021). Fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis selain untuk digunakan untuk pertumbuhan vegetatif juga berpengaruh terhadap berat kering tanaman (Mahmudi et al., 2022).

Hasil Umbi

Berat umbi per tanaman, jumlah umbi dan diameter umbi pada penelitian ini diamati pada 70 HST. Menurut Tabel 3, penggunaan dosis pupuk yang direkomendasikan tidak secara signifikan mempengaruhi berat segar umbi per-tanaman dan diameter umbi. Hasil ini memiliki potensi bahwa pupuk nano NPK organik dapat dijadikan sumber nutrisi yang sama baiknya dengan pupuk buatan untuk hasil panen bawang merah. Pemberian pupuk nano NPK dengan dosis Nitrogen 140, Fosfor 80, Kalium 40 kg/ha mampu mencapai hasil bawang merah sebanding dengan pemberian NPK yang dianjurkan Niteogen 180, Fosfor 120, Kalium 80 kg/ha. Tercapainya hasil bawang merah yang tinggi disebabkan oleh ketersediaan unsur hara makro seperti Nitrogen, Fosfor, Kalium, Magnesium, dan Sulfur yang cukup tersedia untuk tanaman (Sutardi et al. 2022).

Tabel 3. Pengaruh varietas bawang merah dan dosis pupuk nano NPK terhadap berat umbi per tanaman, jumlah umbi dan diameter umbi

Perlakuan	Berat Umbi Per Tanaman (g)	Jumlah Umbi (buah)	Diameter Umbi (cm)
Varietas (B)	ns	*	ns
Crok Kuning	25,45 a	13,72 a	1,08 a
Tajuk	26,25 a	17,27 a	1,17 a
Dosis Pupuk (P)	ns	*	ns
Pupuk Kimia (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	19,33 a	11,50 b	1,15 a
Pupuk Nano (N 140, P 80, K 80 kg/ha)	20,55 a	15,67 ab	1,17 a
Pupuk Nano (N 160, P 100, K 60 kg/ha)	31,91 a	18,50 a	1,24 a
Pupuk Nano (N 180, P 120, K 80 kg/ha)	25,75 a	14,16 ab	1,19 a
Pupuk Nano (N 200, P 140, K 100 kg/ha)	28,49 a	19,00 a	1,26 a
Pupuk Nano (N 220, P 160, K 120 kg/ha)	29,07 a	14,16 ab	1,20 a
B x P	ns	s	ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf uji DMRT $\alpha = 0.05$; * = signifikan; ns = tidak signifikan

Jumlah umbi per rumpun varietas crok kuning memiliki jumlah paling tinggi pada pemberian dosis pupuk nano Nitrogen 200, Fosfor 140, Kalium 100 kg/ha sedangkan pada varietas tajuk dengan dosis pupuk nano Nitrogen 160, Fosfor 100, Kalium 60 kg/ha memiliki jumlah umbi paling banyak. Dengan demikian, kebutuhan pupuk lebih sedikit dibandingkan dengan varietas crok kuning. Penambahan unsur hara Nitrogen, Fosfor, Kalium berupa nano dengan aplikasi langsung ke tanah dapat memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan jumlah umbi. Pemberian pupuk nano NPK organik mampu memperbesar diameter umbi dengan nilai 1,26 cm dibandingkan pemberian pupuk kimia (Kontrol) 1,15 cm. Walaupun hasilnya tidak berbeda nyata, pemberian pupuk nano NPK organik ini mampu memberikan pengaruh terhadap diameter umbi. Pembentukan diameter umbi sangat dipengaruhi oleh media tanam, banyaknya pori di dalam tanah dan kandungan unsur hara yang tersedia (Kurniasari et al., 2023).

KESIMPULAN

Pemupukan bawang merah menggunakan pupuk nano NPK hingga dosis Nitrogen 220, Fosfor 160, dan Kalium 120 kg/ha terbukti meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan tanaman bawang merah. Hasil terbaik diperoleh pada varietas Crok Kuning dengan dosis pupuk nano Nitrogen 220, Fosfor 160, Kalium 120 kg/ha, serta varietas Tajuk dengan dosis pupuk nano Nitrogen 160, Fosfor 100, Kalium 60 kg/ha, yang menghasilkan jumlah umbi yang optimal. Namun, baik pada varietas Crok Kuning maupun varietas Tajuk, aplikasi pupuk nano NPK tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap berat segar tanaman, indeks luas daun, luas daun spesifik, laju pertumbuhan relatif, berat umbi per tanaman, dan diameter umbi. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan metode aplikasi pupuk melalui daun serta menggunakan varietas yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) di bawah naungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dukungan finansial yang diberikan

untuk penelitian ini melalui skema penelitian Pendidikan Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU) pada tahun anggaran 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Abebe Mohammed, Roshanak Darvishzadeh, Andrew K. Skidmore, And Iris Van Duren. 2017. "Specific Leaf Area Estimation From Leaf And Canopy Reflectance Through Optimization And Validation Of Vegetation Indices." *Agricultural And Forest Meteorology* 236:162–74. Doi: 10.1016/J.Agrformet.2017.01.015.
- Ariani Hippy, Nurazizah, Nikmah Musa, Sutrisno Hadi Purnomo, Jl Bj Ing Habibie, And Kab Bone Bolango. 2023. *Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.) Terhadap Persentase Naungan Growth Response And Yield Of Pakcoy (Brassica Rapa L.) Toward Shade Percentage*. Vol. 12.
- Azam, Muhammad, Haq Nawaz Bhatti, Amina Khan, Laiba Zafar, And Munawar Iqbal. 2022. "Zinc Oxide Nano-Fertilizer Application (Foliar And Soil) Effect On The Growth, Photosynthetic Pigments And Antioxidant System Of Maize Cultivar." *Biocatalysis And Agricultural Biotechnology* 42:102343. Doi: 10.1016/J.Bcab.2022.102343.
- Barita, Yahya, Erma Prihastanti, Sri Haryanti, Agus Subagio, And Ngadiwiyana. 2018. "The Influence Of Granting Npk Fertilizer And Nanosilic Fertilizers On The Growth Of Ganyong Plant (Canna Edulis Ker.)." *Journal Of Physics: Conference Series* 1025:012054. Doi: 10.1088/1742-6596/1025/1/012054.
- Beig, Bilal, Muhammad Bilal Khan Niazi, Farooq Sher, Zaib Jahan, Umer Shahzad Malik, Mohammad Daud Khan, Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, And Dai-Viet N. Vo. 2022. "Nanotechnology-Based Controlled Release Of Sustainable Fertilizers. A Review." *Environmental Chemistry Letters* 20(4):2709–26. Doi: 10.1007/S10311-022-01409-W.
- Dacosta, Yuliana Ovan, And Entin Daningsih. 2022. "Ketebalan Daun Dan Laju Transpirasi Pada Tanaman Hias Dikotil." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 27(1):40–47. Doi: 10.18343/Jipi.27.1.40.

- Efendi, S., P. Diana, And N. Akhir. 2020. "Pengaruh Beberapa Dosis Abu Janjang Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.)." *Ziraa'ah Majalah Ilmiah* ... 45:69–79.
- Fatchul Aziez, Achmad, Tyas Kd Soemarah, Teguh Supriyadi, Angga Firman Saputra, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tunas Pembangunan, Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, And Universitas Tunas Pembangunan Surakarta. 2021. *Growth Analysis Soybean Grobogan Variety Under Drought Stress*.
- Fellner, Helga, Gerald F. Dirnberger, And Hubert Sterba. 2016. "Specific Leaf Area Of European Larch (*Larix Decidua* Mill.)." *Trees* 30(4):1237–44. Doi: 10.1007/S00468-016-1361-1.
- Fincheira, Paola, Gonzalo Tortella, Amedea B. Seabra, Andrés Quiroz, María Cristina Diez, And Olga Rubilar. 2021. "Nanotechnology Advances For Sustainable Agriculture: Current Knowledge And Prospects In Plant Growth Modulation And Nutrition." *Planta* 254(4):66. Doi: 10.1007/S00425-021-03714-0.
- Girsang, S. S., E. D. Manurung, And M. A. Girsang. 2021. "Evaluation Of Land Suitability And Factors Influencing The Development Of Shallots (*Allium Cepa* L.) In North Padang Lawas, North Sumatera." *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science* 648(1):012013. Doi: 10.1088/1755-1315/648/1/012013.
- Grace Maharani Putri, I Made Suryana, Bagus Putu Udiyana, And I Putu Sujana. 2022. "Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonium* L.) Pada Uji Pupuk Guano Di Tanah Sawah Renon."
- Harini, Dini, Radian, And Iwan Sasli. 2021. "Tanggap Pertumbuhan Dan Perkembangan Jagung Ketan Terhadap Pemberian Amelioran Dan Pupuk Npk Pada Tanah Ultisol." *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal Of Agronomy)* 49(1):29–36. Doi: 10.24831/Jai.V49i1.34284.
- Hussain, Anwaar, Lixin Chen, Muhammad Atif Jamil, Kulsoom Abid, Kashif Khan, Wenbiao Duan, Changzhun Li, And Attaullah Khan. 2022. "Changes In Soil-Phosphorus Fractions By Nitrogen And Phosphorus Fertilization In Korean Pine Plantation And Its Natural Forest." *Forests* 13(4):527. Doi: 10.3390/F13040527.
- Khalid, Ushna, Farooq Sher, Saima Noreen, Eder C. Lima, Tahir Rasheed, Saba Sehar, And Roua Amami. 2022. "Comparative Effects Of Conventional And Nano-Enabled Fertilizers On Morphological And Physiological Attributes Of *Caesalpinia Bonducella* Plants." *Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences* 21(1):61–72. Doi: 10.1016/J.Jssas.2021.06.011.
- Khalofah, Ahlam, Hamed A. Ghramh, Rahmah N. Al-Qthanin, And Boullbaba L'taief. 2022. "The Impact Of Npk Fertilizer On Growth And Nutrient Accumulation In Juniper (*Juniperus Procera*) Trees Grown On Fire-Damaged And Intact Soils." *Plos One* 17(1):E0262685. Doi: 10.1371/Journal.Pone.0262685.
- Khan, Abdul Majeed, Muhammad Arsalan Usmani, Kousar Yasmeen, Muhammad Naeem Ahmed, Muhammad Obaid, Sehar Afshan Naz, Malik Wajid, Hussain Chan, And Ali Khan. 2023. "Conversion Of Waste Animal Bones To Biofertilizer And Adsorbent For Wastewater Treatment: An Innovative Approach To Develop Zero-Waste Technology." Doi: 10.21203/Rs.3.Rs-3134479/V1.
- Kurniasari, Rina, Suwanto, And Eko Sulistyono. 2023. "Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Varietas Numbu Dengan Pemupukan Organik Yang Berbeda." *Buletin Agrohorti* 11(1):69–78. Doi: 10.29244/Agrob.V11i1.46616.
- Li, Zhiguo, Runhua Zhang, Shujie Xia, Li Wang, Chuang Liu, Runqin Zhang, Zhanhui Fan, Fang Chen, And Yi Liu. 2019. "Interactions Between N, P And K Fertilizers Affect The Environment And The Yield And Quality Of Satsumas." *Global Ecology And Conservation* 19:E00663. Doi: 10.1016/J.Gecco.2019.E00663.
- Mahmudi, Iwan Sasli, And Tris Haris Ramadhan. 2022. "Tanggap Laju Pertumbuhan Relatif Dan Laju Asimilasi Bersih Padi Pada Pengaturan Kadar Air Tanah Yang Berbeda Pemberian Mikoriza."
- Major, Nikola, Josipa Perković, Igor Palčić, Iva Bažon, Ivana Horvat, Dean Ban, And Smiljana Goreta Ban. 2022. "The Phytochemical And Nutritional Composition Of Shallot Species (*Allium × Cornutum*, *Allium × Proliferum* And *A. Cepa Aggregatum*) Is Genetically And Environmentally Dependent." *Antioxidants* 11(8):1547. Doi: 10.3390/Antiox11081547.
- Mori, Taiki, Xiankai Lu, Cong Wang, Qinggong Mao, Senhao Wang, Wei Zhang, And Jiangming Mo. 2023. "Effects Of 9 Years Of Continuous Field Phosphorus Fertilization On Adsorption Of Dissolved Organic Matter In Tropical Forest Soil." *Tropics* 32(2):Ms23-05. Doi: 10.3759/Tropics.Ms23-05.
- Mulyono, And T. Hidayat. 2020. "Foliar Application Of Micro Cattle Bone Ash In Increasing Growth And Yield Of Sweet Corn (*Zea Mays Saccharata* Sturt.)." *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science* 458(1):012024. Doi: 10.1088/1755-1315/458/1/012024.
- Nurhayu, Andi, And Andi Saenab. 2019. "Pertumbuhan, Produksi Dan Kandungan Nutrisi Hijauan Unggul Pada Tingkat Naungan Yang Berbeda." *Jurnal Agripet* 19(1):40–50. Doi: 10.17969/Agripet.V19i1.13250.
- Oktabrina S, Giska, And Riza Syofiani. 2022. "Aplikasi Limbah Darah Sapi Untuk Meningkatkan Sifat Kimia Tanah Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa* L.)." *Jurnal Agrium* 19(2):109. Doi: 10.29103/Agrium.V19i2.7813.
- Santi, Laksmi Prima, Donny Nugroho Kalbuadi, And Didiek Hadjar Goenadi. 2019. "Empty Fruit Bunches As Potential Source For Biosilica Fertilizer For Oil Palm." *Journal Of Tropical Biodiversity And Biotechnology* 4(3):90. Doi: 10.22146/Jtbb.38749.
- Sutardi, Kristamtini, Heni Purwaningsih, Setyorini Widyayanti, Forita Dyah Arianti, Miranti Dian Pertiwi, Joko Triastono, Raden Heru Praptana, Afrizal Malik, Intan Gilang Cempaka, Yusuf, Muhammad Prama Yufdy, Markus Anda, And

- Anicetus Wihardjaka. 2022. "Nutrient Management Of Shallot Farming In Sandy Loam Soil In Tegalrejo, Gunungkidul, Indonesia." *Sustainability* 14(19):11862. Doi: 10.3390/Su141911862.
- Tambaru, Elis. 2024. *Analisis Morfologi, Faktor Lingkungan Dan Klorofil Daun Cassia Fistula L. Dan Bauhinia Acuminata L. Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin*.
- Tuhuteru, Sumiyati, Inrianti, Maulidiyah, And Muhammad Nurdin. 2020. "Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Nasa Dalam Meningkatkan Produktivitas Bawang Merah Di Daerah Wamena." *Agroteknika* 3(2):85–98. Doi: 10.32530/Agroteknika.V3i2.78.
- Wang, Min-Rui, Zhibo Hamborg, Rune Slimestad, Abdelhameed Elameen, Dag-Ragnar Blystad, Sissel Haugslie, Gry Skjeseth, And Qiao-Chun Wang. 2021. "Assessments Of Rooting, Vegetative Growth, Bulb Production, Genetic Integrity And Biochemical Compounds In Cryopreserved Plants Of Shallot." *Plant Cell, Tissue And Organ Culture (Pctoc)* 144(1):123–31. Doi: 10.1007/S11240-020-01820-7.
- Wang, Xin, Guode Chen, Shangjia Du, Haixia Wu, Rong Fu, And Xuebiao Yu. 2021. "Light Intensity Influence On Growth And Photosynthetic Characteristics Of Horsfieldia Hainanensis." *Frontiers In Ecology And Evolution* 9. Doi: 10.3389/Feco.2021.636804.
- Wibowo, Rulianda Purnomo, And Natalie Jessica Regina Surbakti. 2023. "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Dan Penawaran Bawang Merah Di Indonesia." *Agro Bali: Agricultural Journal* 6(2):326–36. Doi: 10.37637/Ab.V6i2.1312.
- Xiong, Lei, Peng Wang, Malcolm N. Hunter, And Peter M. Kopittke. 2018. "Bioavailability And Movement Of Hydroxyapatite Nanoparticles (Ha-Nps) Applied As A Phosphorus Fertiliser In Soils." *Environmental Science: Nano* 5(12):2888–98. Doi: 10.1039/C8en00751a.