

KANDUNGAN KLOROFIL DAN PERTUMBUHAN BAWANG MERAH PADA PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR DAN BENZYL AMINO PURINE
CHLOROPHYLL CONTENT AND GROWTH OF SHALLOT UNDER THE APPLICATION OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER AND BENZYL AMINO PURINE

Silvana Apriliani*, Indriati Husain, Rival Rahman

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Prof. Dr. Ing. B.J Habibie, Moutong, Kec. Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo 96119

Corresponding email: silvana@ung.ac.id

ABSTRAK

Kata kunci: Bawang merah merupakan komoditas hortikultura penting yang pertumbuhan dan produksinya dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara serta keseimbangan fisiologis tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair dan BAP terhadap kandungan klorofil dan pertumbuhan tanaman bawang merah serta untuk mengetahui interaksi keduanya dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Penelitian dilakukan di Desa Huntu Utara Kecamatan Bulango Selatan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga kali ulangan. Perlakuan pertama terdiri dari empat dosis POC kulit pisang kepok (0 mL L^{-1} , 50 mL L^{-1} , 100 mL L^{-1} , 150 mL L^{-1}) dan konsentrasi BAP (0 ppm, 100 ppm dan 200 ppm). Variabel pengamatan meliputi jumlah daun, klorofil a, klorofil b, rasio klorofil a/b, total klorofil, jumlah umbi, bobot basah umbi dan bobot kering umbi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC kulit pisang kepok berpengaruh nyata pada variabel bobot kering umbi, tetapi tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun, klorofil a, klorofil b, rasio klorofil a/b, total klorofil, jumlah umbi dan bobot basah umbi. Adapun konsentrasi BAP berpengaruh nyata pada variabel jumlah umbi. Interaksi antara POC dan BAP berpengaruh tidak nyata terhadap seluruh variabel pengamatan.

ABSTRACT

Keywords: Shallot is an important horticultural commodity whose growth and productivity are influenced by nutrient availability and plant physiological balance. This study aimed to determine the effects of liquid organic fertilizer and Benzyl Amino Purine (BAP) on chlorophyll content and shallot growth, as well as to evaluate their interaction in improving photosynthetic efficiency and plant growth. The study was conducted in Huntu Utara Village, Bulango Selatan District. The experiment was arranged in a factorial Randomized Completely Block Design (RCBD) consisting of two factors. The first factor was liquid organic fertilizer derived from kepok banana peels with four concentration levels, namely 0 mL L^{-1} , 50 mL L^{-1} , 100 mL L^{-1} , and 150 mL L^{-1} . The second factor was Benzyl Amino Purine (BAP) with three concentration levels, namely 0 ppm, 100 ppm, and 200 ppm. The observed variables included chlorophyll content, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, bulb number, fresh bulb weight, and dry bulb weight. The results showed that liquid organic fertilizer derived from kepok banana peels significantly affected chlorophyll content, total chlorophyll, fresh bulb weight, and dry bulb weight, but had no significant effect on chlorophyll a, chlorophyll b, and bulb number. Meanwhile, BAP significantly affected bulb number. The interaction between liquid organic fertilizer and BAP showed no significant effect on all observed variables.

PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman hortikultura salah satunya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) sangat dipengaruhi oleh efisiensi proses fotosintesis pada daun (Hasanah *et al.*, 2022). Fotosintesis merupakan proses fisiologi utama yang menentukan akumulasi biomassa tanaman melalui pembentukan fotosintat sebagai sumber energi pertumbuhan dan hasil tanaman (Fahrurrozi *et al.*, 2022). Efisiensi fotosintesis sangat dipengaruhi oleh kandungan klorofil sebagai pigmen utama dalam penyerapan energi cahaya dan konversinya menjadi energi kimia (Mthiyane *et al.*, 2024). Peningkatan kandungan klorofil berkorelasi positif dengan peningkatan laju fotosintesis dan produktivitas tanaman (Lian *et al.*, 2023).

Kandungan klorofil dalam tanaman dipengaruhi ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen (N) yang berperan langsung dalam biosintesis klorofil. Keterbatasan unsur hara dapat menyebabkan penurunan kandungan klorofil sehingga menghambat efisiensi fotosintesis dan pembentukan hasil tanaman (Fahrurrozi *et al.*, 2022). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dapat menurunkan kualitas tanah dan efisiensi serapan hara dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan alternatif teknologi budidaya yang mampu meningkatkan ketersediaan hara secara berkelanjutan dan

mendukung peningkatan aktivitas fisiologi tanaman (Ali *et al.*, 2025).

Salah satu teknologi yaitu penggunaan pupuk organik cair (POC) yang mampu menyediakan unsur hara secara seimbang serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut Liu *et al.* (2024) aplikasi pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan, hasil dan kandungan klorofil tanaman melalui peningkatan serapan unsur hara. Selain hara, efisiensi fotosintesis juga dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh seperti *benzyl amino purine* (BAP). BAP berperan dalam merangsang pembelahan sel, memperluas permukaan daun, serta memperlambat degradasi klorofil sehingga mempertahankan aktivitas fotosintesis tanaman (Siswadi *et al.*, 2022). Penelitian Lian *et al.* (2023) menunjukkan bahwa aplikasi BAP mampu meningkatkan indeks klorofil dan laju fotosintesis bersih pada tanaman. Kombinasi POC dan BAP diduga dapat meningkatkan kandungan klorofil dengan optimal sehingga meningkatkan efisiensi fotosintesis. Peningkatan fotosintesis berkontribusi terhadap pembentukan umbi sebagai hasil utama tanaman bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian POC dan BAP terhadap kandungan klorofil dan pertumbuhan tanaman bawang merah serta untuk mengetahui interaksi keduanya dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis dan pertumbuhan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga September 2025 di Desa Huntu Utara, Kecamatan Bulango Selatan, Kabupaten Bone Bolango. Analisis parameter fisiologi dilakukan di Laboratorium Teknologi Produksi Tanaman, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial. Faktor pertama adalah dosis POC yang terdiri dari empat taraf, yaitu A0 = 0 mL L⁻¹, A1 = 50 mL L⁻¹, A2 = 100 mL L⁻¹, dan A3 = 150 mL L⁻¹. Faktor kedua adalah konsentrasi BAP yang terdiri atas tiga taraf, yaitu B0 = 0 ppm, B1 = 100 ppm, dan B2 = 200 ppm. Kedua faktor menghasilkan 12 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 unit satuan percobaan.

Prosedur Penelitian

Umbi bawang merah lokal yang digunakan sebagai bahan tanam dipilih yang sehat dan seragam. Selanjutnya dilakukan sedikit pemotongan bagian ujung umbi untuk mempercepat pertumbuhan tunas. Pembuatan POC berbahan dasar kulit pisang kepok yang dicacah kecil. Selanjutnya difermentasi menggunakan larutan EM4 dan molase selama 2 minggu hingga terbentuk larutan pupuk yang siap digunakan. Polibag yang

digunakan berukuran 25 x 25 cm. POC diberikan sesuai dengan dosis perlakuan dengan cara disiramkan pada media tanam sebanyak 4 kali pada sebelum tanam, 1 MST, 2 MST, dan 3 MST. Media tanam yang digunakan terdiri dari campuran tanah dan pupuk kandang 2:1. Aplikasi BAP dilakukan dengan metode penyemprotan pada daun sesuai dengan konsentrasi perlakuan sebanyak 3 kali yaitu pada umur 3 MST, 4 MST, dan 5 MST.

Variabel Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi jumlah daun (helai), klorofil a (mg L⁻¹), klorofil b (mg L⁻¹), rasio klorofil a/b, total klorofil, jumlah umbi (g), bobot basah umbi (g), dan bobot kering umbi (g). Kandungan klorofil diukur dengan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan prosedur (Kurniawan *et al.*, 2010). Sampel daun bawang merah diambil dari 3 bagian tanaman sebagai ulangan. Setiap individu masing masing perlakuan diambil, kemudian dihancurkan menggunakan mortar hingga homogen dan ditimbang sebanyak 0,15 g. Selanjutnya, sampel daun diekstraksi menggunakan 15 mL aseton 80% sambil diaduk hingga pigmen warna pada jaringan daun terlarut sempurna. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan residu jaringan dari larutan ekstrak. Filtrat dimasukkan ke dalam kuvet dan dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 645 nm dan 663 nm.

Kandungan klorofil a, klorofil b dan klorofil total dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh (Arnon, 1949) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil total (mg L}^{-1}\text{)} = (8,02 \times A663) + (20,2 \times A645)$$

$$\text{Klorofil a (mg L}^{-1}\text{)} = (12,7 \times A663) - (2,69 \times A645)$$

$$\text{Klorofil b (mg L}^{-1}\text{)} = (22,9 \times A645) - (4,68 \times A663).$$

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA). Analisis data menggunakan *software* R Studio. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan POC kulit

pisang kepok dengan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun pada setiap umur pengamatan (**Tabel 1**). Hal ini diduga kombinasi pupuk organik cair dan BAP belum memberikan respons fisiologis yang berbeda terhadap pertumbuhan jumlah daun bawang merah. Hal ini berkaitan dengan kemampuan tanaman dalam beradaptasi terhadap lingkungan.

Respons tanaman terhadap POC tidak langsung terlihat pada parameter jumlah daun karena unsur hara dari bahan organik memerlukan waktu untuk tersedia dan diserap tanaman (Lubis *et al.*, 2022). Pemberian BAP lebih berperan dalam pembelahan sel dan aktivitas fisiologis tanaman, sehingga pengaruhnya terhadap jumlah daun tidak selalu terlihat secara nyata (Wakchaure *et al.*, 2023).

Tabel 1. Pengaruh dosis POC kulit pisang kepok dan BAP terhadap jumlah daun (helai)

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai)			
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
Pupuk Organik Cair				
0 mL L ⁻¹	15,25 a	27,37 a	36,50 a	44,25 a
50 mL L ⁻¹	19,50 a	28,50 a	38,00 a	42,50 a
100 mL L ⁻¹	16,50 a	25,37 a	33,50 a	41,00 a
150 mL L ⁻¹	16,62 a	25,62 a	37,62 a	44,62 a
Benzyl Amino Purine				
0 ppm	21,87 a	35,62 a	47,87 a	57,25 a
100 ppm	23,62 a	33,12 a	48,00 a	57,00 a
200 ppm	22,37 a	38,12 a	49,75 a	58,12 a
Interaksi	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT 5%, tn= berbeda tidak nyata.

Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil merupakan salah satu indikator penting untuk menilai kemampuan fisiologis tanaman dalam menangkap cahaya dan memengaruhi fotosintesis. Pigmen ini berada pada kloroplas dan terlibat langsung dalam proses pembentukan fotosintat yang

mendukung pertumbuhan tanaman (Croce *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2020). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa POC kulit pisang kepok dan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, rasio klorofil a/b dan total klorofil bawang merah (**Tabel 2**).

Tabel 2. Pengaruh dosis POC kulit pisang kepok dan BAP terhadap klorofil a, klorofil b, rasio a/b dan total klorofil

Perlakuan	Kandungan Klorofil (mg L ⁻¹)			
	Klorofil a	Klorofil b	Rasio a/b	Total Klorofil
Pupuk Organik Cair				
0 mL L ⁻¹	5,31 a	2,99 a	1,78 a	8,30 a
50 mL L ⁻¹	5,15 a	3,50 a	1,47 a	8,65 a
100 mL L ⁻¹	4,48 a	3,37 a	1,33 a	7,86 a
150 mL L ⁻¹	4,50 a	3,63 a	1,24 a	8,14 a
Benzyl Amino Purine				
0 ppm	5,65 a	3,90 a	1,45 a	9,55 a
100 ppm	7,70 a	4,70 a	1,64 a	12,40 a
200 ppm	6,10 a	4,89 a	1,25 a	10,99 a
Interaksi	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT 5%, tn: berbeda tidak nyata.

Klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen fotosintetik utama yang menentukan kemampuan tanaman dalam menangkap dan memanfaatkan energi cahaya (Kume *et al.*, 2018). Klorofil a berperan dalam pusat reaksi dan kompleks pemanen cahaya. Adapun klorofil b berfungsi dalam pemanen cahaya yang membantu memperluas daerah serapan cahaya dan meningkatkan efisiensi transfer energi (Tanaka & Tanaka, 2011). Oleh karena itu, kandungan klorofil a, klorofil b dan rasio klorofil a/b dapat menggambarkan kondisi fisiologis daun, kapasitas

fotosintetik, serta respons tanaman terhadap aplikasi pemupukan maupun zat pengatur tumbuh (Morales & Kaiser, 2020).

Jumlah Umbi, Bobot Basah Umbi, dan Bobot Kering Umbi

Data jumlah umbi, bobot basah umbi, dan bobot kering umbi tanaman bawang merah diperoleh dari pengamatan produksi tanaman pada setiap perlakuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian POC tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi dan bobot basah umbi. Meskipun demikian terdapat pengaruh nyata terhadap bobot kering

umbi (**Tabel 3**). Jumlah umbi pada POC berkisar antara 3,96 hingga 5,08 umbi, dengan nilai tertinggi pada dosis 50 ml L⁻¹. Sedangkan bobot basah umbi tertinggi juga diperoleh pada dosis 50 ml L⁻¹.

Respons ini menunjukkan bahwa POC kulit pisang kepok pada dosis yang diberikan belum mampu meningkatkan pembentukan umbi dan akumulasi bobot

basah. Hal ini di dukung oleh penelitian Raharja *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa POC kulit pisang kepok tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah umbi bawang merah. Oleh karena itu, efektivitas POC kulit pisang dapat berbeda tergantung dosis perlakuan dan respons tanaman.

Tabel 3. Pengaruh dosis POC kulit pisang kepok dan BAP terhadap jumlah umbi, bobot basah umbi (g) dan bobot kering umbi (g).

Perlakuan	Produksi Tanaman Bawang merah (g)		
	Jumlah Umbi	Bobot Basah Umbi(g)	Bobot Kering Umbi (g)
Pupuk Organik Cair			
0 mL L ⁻¹	4,92 a	18,77 a	8,80 a
50 mL L ⁻¹	5,08 a	24,44 a	13,02 ab
100 mL L ⁻¹	3,96 a	21,50 a	9,85 b
150 mL L ⁻¹	4,42 a	19,67 a	8,29 b
DMRT 5%	tn	tn	*
Benzyl Amino Purine			
0 ppm	5,41 b	22,62 a	14,90 a
100 ppm	5,58 b	20,97 a	12,07 a
200 ppm	7,37 a	19,69 a	13,01 a
DMRT 5%	*	tn	tn

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut DMRT 5%, tn= berbeda tidak nyata, *= Berbeda nyata.

Bobot umbi bawang merah berkaitan dengan kemampuan tanaman mentranslokasikan hasil fotosintesis ke bagian umbi. Rendahnya akumulasi fotosintat dapat menghambat pengisian umbi sehingga menurunkan bobot umbi (Sulandjari *et al.*, 2025). Peningkatan jumlah umbi pada aplikasi BAP 200 ppm memengaruhi pembentukan anakan atau inisiasi umbi dibandingkan bobot umbi. Hal ini didukung oleh penelitian Rahmah *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa aplikasi BAP 200 ppm meningkatkan

jumlah anakan secara signifikan. Adapun pengaruhnya terhadap bobot umbi tidak sejalan dengan peningkatan jumlah anakan. Penelitian Kusriarmin *et al.* (2024) menyatakan bahwa variabel produksi seperti jumlah umbi, bobot basah umbi, dan bobot kering umbi saling berkaitan. Akan tetapi peningkatan jumlah umbi tidak selalu meningkatkan bobot umbi karena bobot umbi tetapi dipengaruhi oleh akumulasi biomassa dan pengisian umbi.

Peningkatan konsentrasi BAP menyebabkan penurunan bobot kering umbi. Hal ini diduga aplikasi BAP dalam konsentrasi tinggi menyebabkan ketidakseimbangan fisiologis tanaman. Menurut Cho *et al.* (2022) BAP sitokinin dapat memperpanjang fase vegetatif tanaman sehingga hasil fotosintesis lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan daun. Akibatnya pengisian umbi menjadi kurang optimal dan bobot kering umbi menurun.

KESIMPULAN

Perlakuan POC kulit pisang kepok belum memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun, kandungan klorofil, jumlah umbi, dan bobot basah umbi. Akan tetapi hasil tersebut berpengaruh nyata terhadap bobot kering umbi. Adapun perlakuan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil, bobot basah dan bobot kering umbi. Akan tetapi berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi dengan konsentrasi terbaik pada 200 ppm BAP. Interaksi antara POC dan BAP belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, W. M., Sultan, S. M. E., Ali, A. M., Al-Sayed, H. M., Mahmoud, M. A., Ismail, H. G., Teiba, I. I., & Yousef, A. F. (2025). Organic fertilizers and Azotobacter: effects on onion growth, yield, metabolites, and soil fertility. *AMB Express*, 15(1). Retrieved from:

<https://doi.org/10.1186/s13568-025-01895-5>

- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15. Retrieved from: <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>
- Cho, L. H., Yoon, J., Tun, W., Baek, G., Peng, X., Hong, W. J., Mori, I. C., Hojo, Y., Matsuura, T., Kim, S. R., Kim, S. T., Kwon, S. W., Jung, K. H., Jeon, J. S., & An, G. (2022). Cytokinin increases vegetative growth period by suppressing florigen expression in rice and maize. *Plant Journal*, 110(6), 1619-1635. Retrieved from: <https://doi.org/10.1111/tpj.15760>
- Croce, R., Carmo-Silva, E., Cho, Y. B., Ermakova, M., Harbinson, J., Lawson, T., McCormick, A. J., Niyogi, K. K., Ort, D. R., Patel-Tupper, D., Pesaresi, P., Raines, C., Weber, A. P. M., & Zhu, X.-G. (2024). Perspectives on improving photosynthesis to increase crop yield. *The Plant Cell*, 36(10), 3944-3973. Retrieved from: <https://doi.org/10.1093/plcell/koae132>
- Fahrurrozi, F., Muktamar, Z., Setyowati, N., & Sudjatmiko, S. (2022). Liquid Organic fertilizer increased nutrient uptakes, growth and yields of organically grown carrot and green onion. *Asian Journal of Plant Sciences*, 21(4), 707-715. Retrieved from: <https://doi.org/10.3923/ajps.2022.707.715>
- Hasanah, Y., Mawarni, L., & Hanum, H. (2022). Physiological characteristics of shallot (*Allium ascalonicum*) varieties in highlands and lowlands. *Asian Journal of Plant Sciences*, 21(2), 236-242. Retrieved from: <https://doi.org/10.3923/ajps.2022.236.242>
- Kume, A., Akitsu, T., & Nasahara, K. N. (2018). Why is chlorophyll b only used in light-harvesting systems? *Journal of Plant Research*, 131(6), 961-972. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s10265-018-1052-7>

- Kurniawan, M., Izzati, M., & Nurchayati, Y. (2010). Kandungan klorofil, karotenoid, dan vitamin C pada beberapa spesies tumbuhan akuatik. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, XVIII(1), 28-40. Retrieved from: <https://media.neliti.com/media/publications/69138-ID-kandungan-klorofil-karotenoid-dan-vitami.pdf>
- Kusriarmin, A. M., Hasanah, Y., Hanafiah, D. S., Nursa'adah, & Hanum, H. (2024). Evaluation of production, boron and flavonoid content of shallot in the lowlands through the application of boron and benzyl amino purine. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 7(3), 182-190. Retrieved from: <https://doi.org/10.32734/injar.v7i3.15938>
- Lian, X., Liu, S., Sikandar, A., Kang, Z., Feng, Y., Jiang, L., & Wang, Y. (2023). The influence of 6-Benzylaminopurine (BAP) on yield responses and photosynthetic physiological indices of soybean. *Kuwait Journal of Science*, 50(3), 345-352. Retrieved from: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.kjs.2022.12.002>
- Liu, Y., Lan, X., Hou, H., Ji, J., Liu, X., & Lv, Z. (2024). Multifaceted ability of organic fertilizers to improve crop productivity and abiotic stress tolerance: review and perspectives. *Agronomy*, 14(6), 1141. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061141>
- Lubis, N., Wasito, M., Marlina, L., Girsang, R., & Wahyudi, H. (2022). Respon pemberian ekoenzim dan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrium*, 25(2), 107-111. Retrieved from: <https://doi.org/10.30596agrium.v25i2.10354>
- Morales, A., & Kaiser, E. (2020). Photosynthetic acclimation to fluctuating irradiance in plants. *Frontiers in Plant Science*, 11(268). Retrieved from: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00268>
- Mthiyane, P., Aycan, M., & Mitsui, T. (2024). Integrating biofertilizers with organic fertilizers enhances photosynthetic efficiency and upregulates chlorophyll-related gene expression in rice. *Sustainability (Switzerland)*, 16(21), 9297. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/su16219297>
- Raharja, Y., Waluyo, L., & Wahyuni, S. (2022). Pengaruh berbagai konsentrasi pupuk organik cair kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* forma *typica*) terhadap pertumbuhan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 1035-1040. Retrieved from: <https://doi.org/10.37159/jpa/v24i2.2107>
- Rahmah, K., Azizah, E., & Rianti, W. (2023). Pengaruh perbedaan konsentrasi hormon benzyl amino purine (BAP) terhadap penampilan karakter agronomi beberapa varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Dataran Rendah. *Jurnal Agroplasma*, 10, 465-470. Retrieved from: <https://doi.org/10.36987/agroplasma.v10i2.4970>
- Siswadi, E., Choiriyah, N., Pertami, R. R. D., Nugroho, S. A., Kusparwanti, T. R., & Sari, V. K. (2022). Pengaruh perbedaan varietas dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan perkembangan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *AGROMIX*, 13(2), 175-186. Retrieved from: <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.3032>
- Sulandjari, S., Triharyanto, E., Purnomo, D., Muliawati, E. S., & Putri, H. R. S. S. (2025). Growth and yield of three varieties of true shallot seed with application of plant growth regulators and boron formulations. *Agrotechnology Research Journal*, 9(1), 1-8. Retrieved from: <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v9i1.94895>

- Tanaka, R., & Tanaka, A. (2011). Chlorophyll cycle regulates the construction and destruction of the light-harvesting complexes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1807(8), 968-976. Retrieved from: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2011.01.002>
- Wakchaure, G. C., Minhas, P. S., Kumar, S., Khapte, P. S., Rane, J., & Reddy, K. S. (2023). Bulb productivity and quality of monsoon onion (*Allium cepa* L.) as affected by transient waterlogging at different growth stages and its alleviation with plant growth regulators. *Agricultural Water Management*, 278, 108136. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108136>
- Wang, P., Richter, A. S., Kleeberg, J. R. W., Geimer, S., & Grimm, B. (2020). Post-translational coordination of chlorophyll biosynthesis and breakdown by BCMs maintains chlorophyll homeostasis during leaf development. *Nature Communications*, 11(1), 1254. Retrieved from: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14992-9>