

**PENGARUH PEMBERIAN CAMPURAN MIKORIZA-*Trichoderma* sp. DAN
PENGURANGAN DOSIS NPK TERHADAP PENYIMPANAN UMBI BAWANG MERAH**

**EFFECT OF MIXED BIO-FERTILIZERS MYCORRHIZA-*Trichoderma* sp. AND REDUCTION
OF NPK DOSAGE ON STORAGE OF SHALLOT BULBS**

Faizal Surya Wibawa, Eny Rokhminarsi, Ni Wayan Anik Leana*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Prof. HR. Bunyamin 708 – Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

*Korespondensi: leana@unsoed.ac.id

Diterima : 22 Februari 2023 / Disetujui : 20 Juli 2023

ABSTRAK

Penyimpanan bawang merah sangat penting untuk memenuhi ketersediaan sepanjang tahun. Penggunaan pupuk hayati campuran Mikoriza dan *Trichoderma* sp. yang dikombinasikan dengan pengurangan dosis pupuk NPK diharapkan mampu menambah daya simpan umbi bawang merah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dua faktor yaitu pupuk hayati Mikoriza-*Trichoderma* sp., dan pengurangan pupuk NPK yang diaplikasikan ketika tahap budidaya. Penyimpanan dilakukan selama 60 hari dengan tujuan untuk menentukan pemberian dosis pupuk mikoriza-*Trichoderma* sp., dosis pupuk NPK, maupun kombinasinya yang terbaik untuk penyimpanan bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. memengaruhi volume, umur simpan, dan warna umbi bawang merah. Pengurangan dosis pupuk NPK memengaruhi warna umbi. Interaksi antara aplikasi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK memengaruhi susut bobot, diameter, aroma, dan kerusakan umbi busuk. Kombinasi terbaik untuk mengurangi susut bobot umbi dan kerusakan umbi busuk adalah pemberian 15g mikoriza : 15g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 25% dosis pupuk NPK. Kombinasi terbaik untuk meningkatkan diameter umbi adalah pemberian 5g mikoriza : 5g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 0% dosis pupuk NPK. Kombinasi terbaik untuk meningkatkan aroma umbi adalah pemberian 5g mikoriza : 5g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 0% dosis pupuk NPK.

Kata Kunci: bawang merah, Mikoriza, *Trichoderma* sp., penyimpanan

ABSTRACT

Shallot storage is very important for the availability throughout the year. The use of mixed bio-fertilizers Mycorrhiza and *Trichoderma* sp. combined with reduced doses of NPK fertilizer is expected to increase the shelf-life of shallot bulbs. The study used a two-factorial Completely Randomized Block Design with the first factor was mycorrhizae-*Trichoderma* sp. biofertilizer, and second factor was reduced NPK fertilizer applied during the cultivation stage.

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/24245)

149

Cite this as: Wibawa, F. R., Rokhminarsi, E. & Leana, N. W. A. (2023). Pengaruh pemberian campuran mikoriza-*Trichoderma* sp. Dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap penyimpanan umbi bawang merah. *Jurnal Agro*, 10(1), 149-163. <https://doi.org/10.15575/24245>

Storage research was carried out for 60 days to determine the dosage of mycorrhiza-*Trichoderma* sp., the dose of NPK fertilizer, and the combination of doses of mycorrhiza-*Trichoderma* sp. and the best NPK fertilizer for shallot storage. The results showed that the application of mycorrhiza-*Trichoderma* sp. affected the volume, shelf-life, and color of shallot bulbs. Reducing the doses of NPK fertilizer affected the color of the tubers. The interaction between the application of mycorrhiza-*Trichoderma* sp. and reduced doses of NPK fertilizer affected weight loss, diameter, aroma, and rotten tubers damage. The best combination to reduce tuber weight loss and rotten tubers damage is by giving 15g of mycorrhiza : 15g of *Trichoderma* sp. and a 25% reduction in NPK fertilizer doses. The best combination to increase tuber diameter is by giving 5g mycorrhiza : 5g *Trichoderma* sp. and 0% reduction of NPK fertilizer doses. The best combination to increase the aroma of tubers is by giving 5g mycorrhiza : 5g *Trichoderma* sp. and 0% reduction of NPK fertilizer doses.

Key words: Mychorrizeae, Shallot, storage, *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas penting hortikultura setelah cabai. Kualitas bawang merah selama penyimpanan sangat penting karena bawang merah merupakan salah satu komoditas yang banyak dikonsumsi masyarakat (Ndruru & Herawati, 2021). Kualitas bawang merah yang baik dapat diperoleh salah satunya melalui pemanfaatan pupuk mikoriza dan *Trichoderma* sp. yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

Perlakuan pupuk hayati mikoriza pada budidaya bawang merah dapat mengurangi kebutuhan pupuk standar (PS) menjadi 25% sampai 50%. Kombinasi pupuk hayati 2.5 g tanaman⁻¹ dengan 50% PS menghasilkan tinggi tanaman dan bobot biomassa terbaik, namun secara ekonomis lebih direkomendasikan pemakaian 25% PS (Hazra *et al.*, 2021). Perlakuan *Trichoderma* sp. pada bawang merah dapat meningkatkan jumlah anakan rumpun⁻¹ dan bobot umbi kering per rumpun (Umiyati, 2017). Perlakuan *Trichoderma* sp. berpengaruh nyata terhadap parameter

pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah dengan dosis terbaik adalah 30 gram (Galung, 2021). Inokulasi mikoriza dan *Trichoderma* sp. meningkatkan serapan unsur hara tanaman dan menguraikan bahan organik (Indradewa *et al.*, 2021).

Umumnya, kondisi lingkungan penyimpanan lebih diperhatikan daripada kualitas umbi yang dihasilkan tanaman akibat pemupukan selama budidaya. Sarjani *et al.* 2018) melakukan penelitian terkait penyimpanan bawang merah pada beberapa tingkatan suhu terutama suhu rendah. Penyimpanan benih umbi bawang merah varietas Bima Brebes pada suhu 0 °C (RH ± 61,1%) dan suhu 5 °C (RH ± 62.8%), mampu mempertahankan hasil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan saat budidaya pada masa simpan bawang merah. Penelitian ini menguji pemberian dosis campuran pupuk hayati mikoriza dan *Trichoderma* sp. yang terbaik untuk penyimpanan bawang merah, menentukan pemberian dosis pupuk NPK yang terbaik untuk penyimpanan bawang merah, dan menentukan kombinasi pemberian dosis pupuk campuran mikoriza-*Trichoderma* sp.

dan NPK yang terbaik untuk penyimpanan bawang merah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Sondermann Purwokerto. Penelitian dilaksanakan mulai Oktober - Desember 2019. Bahan penelitian yang digunakan adalah umbi bawang merah varietas Bima Brebes yang saat budidaya diberi perlakuan pupuk hayati yang mengandung campuran mikoriza dan *Trichoderma* sp. (selanjutnya disebut mikoriza-*Trichoderma* sp.) serta perlakuan pengurangan pupuk NPK tunggal. Pemberian pupuk hayati dilakukan dengan mencampurkan pada media tanam dan diberikan sebelum penanaman bawang merah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah styrofoam, alat tulis, kertas label, timbangan digital, pisau, gelas ukur, papan nama, jangka sorong, *Fruit Penetrometer*, penggaris, lembar pengamatan, dan kalkulator.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAK) dengan perlakuan yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. Perlakuan mikoriza-*Trichoderma* sp. (M) terdiri dari tiga taraf, yaitu 5g : 5g (M1), 15g : 15g (M2), dan 25g : 25g (M3). Mikoriza-*Trichoderma* sp. diaplikasikan pada lubang tanam. Faktor kedua, yaitu pengurangan dosis pupuk NPK (S) terdiri dari 3 taraf yaitu 100% atau tanpa pengurangan dosis pupuk NPK dari anjuran yang ditentukan (S0), pengurangan 25% dari dosis anjuran (S1), dan pengurangan 50% dari dosis anjuran (S2). Dosis 100% menggunakan

pupuk urea 146 kg ha⁻¹, SP36 111 kg ha⁻¹, dan K₂O 111 kg ha⁻¹ (Sumarni *et al.*, 2012).

Penelitian terdiri atas 9 kombinasi dengan 3 kali ulangan sehingga menghasilkan 27 unit perlakuan. Setiap unit perlakuan terdiri atas 10 umbi, sehingga total umbi terdapat 270 umbi. Penelitian ini mengamati pengaruh perlakuan terhadap pascapanen bawang merah. Variabel yang diamati adalah susut bobot umbi (g) dihitung dengan menghitung selisih berat akhir dan awal (Prastya *et al.*, 2015), volume umbi (ml) diukur dengan menghitung volume air dalam gelas ukur yang berpindah ketika umbi dimasukkan (Kemendikbud, 2019), diameter umbi (mm) diukur menggunakan jangka sorong pada bagian tengah umbi (Nugroho *at al.*, 2017), kekerasan umbi diukur menggunakan alat *Fruit Penetrometer* dengan cara menekan alat tersebut pada umbi hingga mencapai skala maksimal yang dapat diperoleh (Sari *et al.*, 2019), uji organoleptik meliputi warna dan aroma umbi yang diukur dengan uji panelis menggunakan 5 taraf ukur sesuai Tabel 1 (Ndruru & Herawati, 2021), umur simpan, serta kerusakan (%) meliputi umbi normal, hampa, bertunas, dan busuk yang diukur dengan membandingkan jumlah umbi yang mengalami kerusakan tertentu dengan jumlah total umbi yang disimpan (Marlina *et al.*, 2014).

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan keragaman (uji F) pada tingkat kesalahan 5%. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) 5% dilakukan jika hasil anova menunjukkan pengaruh nyata.

Tabel 1. Taraf uji organoleptik

Taraf	Warna	Aroma
1	Tidak merah	Tidak kuat
2	Kurang merah	Kurang kuat
3	Cukup merah	Cukup kuat
4	Merah	Kuat
5	Sangat merah	Sangat kuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut Bobot Umbi (g)

Susut bobot umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada penyusutan tertinggi terjadi pada pemberian 15g mikoriza dan 15g *Trichoderma* sp. dengan pengurangan 0% pupuk NPK (M2S0) yang mengalami penyusutan sebesar 6,23 g. Penyusutan bobot terendah terjadi pada

pemberian 15 g mikoriza dan 15 g *Trichoderma* sp. dengan pengurangan 50% pupuk NPK (M2S2) yang mengalami penyusutan sebesar 1,17g. Menurut Mutia (2019), penyusutan bobot umbi selama penyimpanan disebabkan karena umbi bawang merah masih melakukan proses metabolisme diantaranya proses penguapan yang menyebabkan terjadinya penyusutan bobot selama penyimpanan.

Tabel 2. Pengaruh interaksi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap susut bobot umbi bawang merah

Mikoriza- <i>Trichoderma</i> sp.	Pengurangan Dosis NPK		
	--0%--	--25%--	--50%--
5g Mikoriza : 5g <i>Trichoderma</i> sp.	3,27 aB	2,30 aA	3,15 aAB
15g Mikoriza : 15g <i>Trichoderma</i> sp.	6,23 aA	4,19 aA	1,17 bB
25g Mikoriza : 25g <i>Trichoderma</i> sp.	5,30 aAB	4,30 aA	4,28 aA

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf kapital pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%.

Penyusutan bobot dipengaruhi oleh laju kehilangan air akibat transpirasi umbi selama masa penyimpanan. Rendahnya laju transpirasi disebabkan oleh jumlah zat padatan yang tinggi dalam umbi dan dinding sel umbi yang kuat menahan laju kehilangan air akibat transpirasi sehingga kadar air umbi tidak berkurang terlalu banyak selama penyimpanan dan bobot dapat dipertahankan dengan cukup baik. Menurut Arifin *et al.* (2021), unsur N, P, dan K dapat memengaruhi kualitas hasil bawang merah yang berimbas pada susut

bobot umbi bawang merah. Serapan unsur hara yang ideal dapat mengurangi susut bobot selama penyimpanan sehingga umbi bawang merah dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama.

Silalahi *et al.* (2020), menyatakan mikoriza memperluas jelajah akar untuk menyerap unsur hara termasuk unsur N, P, dan K. *Trichoderma* sp. berperan dalam perbaikan media tumbuh tanaman yang berdampak positif pada perbaikan pertumbuhan bagian tajuk tanaman serta sistem perakaran tanaman dimana

keduanya memiliki peran dalam peningkatan laju fotosintesis tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi umbi bawang merah.

Mikoriza pada khususnya mampu mengubah P tidak tersedia menjadi P tersedia sehingga dapat diserap tanaman (Charisma *et al.*, 2012). Fosfor berperan penting dalam pembentukan akar, serta memperkuat dan meningkatkan kerapatan sel. Sel yang rapat dapat meningkatkan translokasi air dan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu, sel yang rapat dapat membantu umbi mempertahankan ukuran siungnya (Juniawan, 2019). Menurut (2021), unsur fosfor (P) merupakan komponen yang berperan besar dalam menyusun dan menstabilkan dinding sel. Dinding sel yang baik dan kuat dapat mencegah hilangnya kandungan air dalam sel sehingga dapat mengurangi penyusutan bobot umbi.

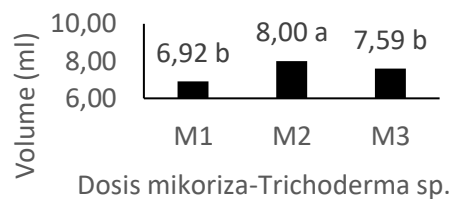
Mikoriza dan *Trichoderma* sp. mampu membantu tanaman menyerap unsur hara dengan lebih baik sehingga meningkatkan kualitas hasilnya. Kualitas umbi bawang merah hasil panen yang baik dapat mengurangi tingkat kerusakan dan susut bobot umbi selama penyimpanan (Indradewa *et al.*, 2021). Hal ini sejalan juga dengan penelitian Hadiawati *et al.* (2020) yang menunjukkan aplikasi *Trichoderma* sp. saat budidaya bawang merah mampu mengurangi susut bobot umbi hingga 2,7% lebih rendah daripada penggunaan pupuk kompos saja selama penyimpanan 90 hari.

Pemberian 15g mikoriza dan 15g *Trichoderma* sp. dengan pengurangan 50% pupuk NPK menunjukkan pengurangan penyusutan bobot umbi bawang merah selama penyimpanan secara signifikan. Pemberian mikoriza-*Trichoderma* sp.

dengan jumlah yang sama namun tanpa pengurangan dosis pupuk NPK justru menyebabkan penyusutan bobot tertinggi. Dosis pupuk NPK yang tinggi menyebabkan serapan unsur hara N menjadi tinggi. Serapan N yang tinggi menyebabkan kadar air umbi menjadi tinggi pula yang menyebabkan penguapan akibat transpirasi dan tingkat kerusakan umbi menjadi tinggi sehingga susut bobot umbi menjadi lebih tinggi pula.

Volume Umbi (ml)

Volume umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. pada saat budidaya berpengaruh secara signifikan terhadap volume umbi bawang merah. Interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK tidak berpengaruh secara signifikan terhadap volume umbi bawang merah selama penyimpanan. Gambar 1 menunjukkan bahwa volume tertinggi ditunjukkan pada pemberian pupuk hayati 15g pupuk hayati mikoriza dan 15g *Trichoderma* sp. (M2) yang menghasilkan volume umbi rata-rata 8,00 ml.



Gambar 1. Pengaruh pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. terhadap volume umbi.

Pemberian 15g mikoriza: 15g *Trichoderma* sp. (M2) dapat mempertahankan volume umbi lebih baik daripada pemberian dengan dosis lain.

Dosis tersebut diduga mampu mengoptimalkan penyerapan hara yang berperan untuk meningkatkan volume umbi.

Koreasi positif antara bobot dan volume umbi menunjukkan bahwa volume umbi berkurang seiring waktu penyimpanan seperti halnya bobot umbi yang menyusut selama penyimpanan karena penguapan akibat transpirasi umbi. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa faktor penyebab terjadinya susut bobot umbi selama penyimpanan juga menjadi penyebab mengecilnya volume umbi. Menurut Yuniarti *et al.* (2022), bobot umbi bawang merah sangat berhubungan dengan volumenya. Sehingga penyerapan unsur hara yang memengaruhi kandungan dalam umbi juga turut memengaruhi volume dan bobot umbi. Jumlah kandungan padatan terlarut dalam umbi akan memengaruhi perubahan volume umbi seperti halnya susut bobot umbi karena dapat mengurangi laju kehilangan air akibat transpirasi.

Saleh (2018), menyatakan bahwa penentu utama yang memengaruhi perubahan kualitas bawang merah selama penyimpanan adalah kadar air dan total padatan terlarut (TPT) atau zat padat dalam umbi. Total padatan terlarut menunjukkan kandungan gula, protein, garam dan bahan-bahan lainnya dimana kandungan gula yang lebih dominan. Umbi dengan total padatan terlarut yang tinggi memiliki ketahanan lebih selama penyimpanan dan dapat bertahan lebih lama tanpa mengalami kerusakan. Kadar air menjadi penyebab utama penurunan kualitas umbi bawang merah karena sangat memengaruhi penyusutan bobot dan memicu kerusakan umbi akibat

metabolisme yang masih terjadi pada umbi.

Nabi *et al.* (2010) menyatakan bawang merah dengan total padatan terlarut tinggi menunjukkan tinggi kandungan unsur kalium yang diserap dari tanah. Serapan hara K yang baik mampu mempertahankan kekerasan umbi bawang merah selama penyimpanan karena memiliki kandungan total padatan terlarut yang tinggi (Nasrudin & Elizani, 2019). Total padatan terlarut merupakan salah satu yang menentukan kualitas bawang merah (Nabi *et al.*, 2013).

Diameter Umbi (mm)

Diameter umbi bawang merah setelah penyimpanan 60 hari pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk diameter umbi ditunjukkan oleh pemberian 5g mikoriza dan 5g *Trichoderma* sp., dan pengurangan 25% pupuk NPK (M150) dengan diameter akhir 14,86 mm dan 14,57 mm atau pemberian 25g mikoriza dengan 25g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 50% pupuk NPK yang memiliki diameter akhir 14,39 mm.

Menurut Hendarto *et al.* (2021), unsur N, P, dan K yang diberikan dengan dosis yang cukup mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga pertumbuhan generatif tanaman bawang merah optimal. Unsur N dalam jumlah yang cukup dapat melancarkan proses metabolisme tanaman yang akan memengaruhi pertumbuhan organ-organ tanaman seperti batang, daun, dan akar. Unsur hara K berperan sebagai aktivator dari berbagai enzim esensial dalam reaksi-reaksi fotosintesis dan respirasi serta enzim yang berperan dalam sintesis pati dan protein. Fotosintat yang dihasilkan digunakan tanaman untuk proses pembelahan sel tanaman, sehingga

tanaman dapat bertambah tinggi (Rajak, 2016). Unsur P merupakan salah satu unsur penyusun Adenosin Trifosfat (ATP) dalam

tanaman yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar (Hendarto *et al.*, 2021).

Tabel 3. Pengaruh interaksi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap diameter umbi bawang merah

Mikoriza- <i>Trichoderma</i> sp.	Pengurangan Dosis NPK		
	--0%--	--25%--	--50%--
5g Mikoriza : 5g <i>Trichoderma</i> sp.	14,86 aA	14,57 aA	10,27 bB
15g Mikoriza : 15g <i>Trichoderma</i> sp.	12,43 aB	10,64 bB	9,80 bB
25g Mikoriza : 25g <i>Trichoderma</i> sp.	13,14 abB	11,97 bB	14,39aA

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf kapital pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%

Pemberian pupuk hayati 5g mikoriza : 5g *Trichoderma* sp. mampu mengoptimalkan penyerapan pupuk NPK pada pengurangan 0% dosis anjuran yang meningkatkan diameter umbi secara signifikan hingga dapat bertahan dengan baik selama penyimpanan. Ketersediaan unsur hara NPK yang tinggi membuat mikoriza-*Trichoderma* sp. mampu membantu tanaman menyerap lebih banyak unsur hara makro yang tersedia melimpah tersebut dengan baik. Penyerapan unsur hara yang baik tersebut mampu meningkatkan pertumbuhan sel-sel umbi yang kemudian meningkatkan

diameter umbi bawang merah secara signifikan.

Kekerasan

Kekerasan umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp., pengurangan dosis pupuk NPK, dan interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK pada saat budidaya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kekerasan umbi bawang merah (Tabel 4). Hal tersebut terlihat pada perlakuan secara tunggal maupun interaksi kedua faktor perlakuan.

Tabel 4. Pengaruh interaksi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap kekerasan umbi bawang merah

Mikoriza- <i>Trichoderma</i> sp.	Pengurangan Dosis NPK		
	--0%--	--25%--	--50%--
5g Mikoriza : 5g <i>Trichoderma</i> sp.	6,74	5,85	5,33
15g Mikoriza : 15g <i>Trichoderma</i> sp.	5,63	5,81	5,02
25g Mikoriza : 25g <i>Trichoderma</i> sp.	5,48	5,25	5,92

Menurut Mutia *et al.* (2014), kekerasan umbi dipengaruhi oleh berubahnya pektin yang tidak larut dalam air (protopektin) menjadi pektin yang larut dalam air.

Perubahan komponen senyawa pada dinding sel menjadi senyawa yang lebih sederhana selama penyimpanan melemahkan dinding sel dan koneksi antar

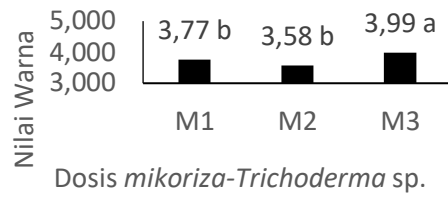
jaringan sehingga akan memengaruhi kekerasan selama penyimpanan. Umbi bawang merah dengan kadar air awal tinggi cenderung meningkat kekerasannya karena terjadi penguapan air di ruang-ruang antar sel sehingga sel mengkerut dan menyatu, menyebabkan zat pektin menjadi saling berikatan. Menurut Firmansyah (2018), Bawang merah yang disimpan pada suhu ruang dan kelembaban bebas memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding bawang merah yang disimpan pada suhu dan kelembaban rendah.

Pemberian pupuk NPK berpengaruh terhadap pembentukan dinding sel tanaman yang akhirnya berperan pada meningkatkan kekerasan umbi bawang merah. Unsur hara P untuk pendewasaan tanaman dan pertumbuhan akar, dan K merupakan unsur pembangun dinding sel, mengatur membuka-menutupnya guard cell pada stomata daun, dan kekuatan tangkai serta batang tanaman, serta resistensi terhadap serangan penyakit (Subhan *et al.*, 2009).

Organoleptik

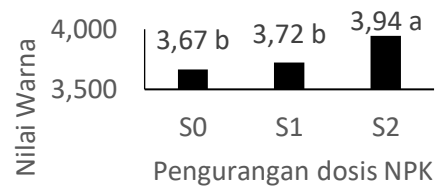
a. Warna

Uji organoleptik warna umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. pada saat budidaya berpengaruh secara signifikan terhadap warna umbi bawang merah. Pemberian pupuk hayati 25g mikoriza dan 25g *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan nilai warna umbi hingga taraf nilai 3,99 (cukup merah) mendekati taraf nilai 4 (merah).



Gambar 2. Pengaruh pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. terhadap warna umbi.

Uji organoleptik warna umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pengurangan dosis pupuk NPK pada saat budidaya berpengaruh secara signifikan terhadap warna umbi bawang merah. Pengurangan dosis 50% pupuk NPK dapat meningkatkan nilai warna umbi hingga taraf nilai 3,94 (cukup merah) mendekati taraf nilai 4 (merah).



Gambar 3. Pengaruh pengurangan dosis pupuk NPK terhadap warna umbi.

Menurut Nasrudin & Elizani (2019), pigmen warna yang terdapat dalam bawang merah adalah antosianin dalam bentuk sianidin (Sepadyawan, 2018). Kandungan pigmen antosianin pada bawang merah dipengaruhi oleh unsur hara Tembaga (Cu). Cu dalam bentuk kelat berpengaruh pada *glycosyltransferase*, sejumlah enzim yang mengontrol jalur fenilpropanoid dalam biosintesis antosianin. Tetapi pembentukan pigmen antosianin juga dipengaruhi oleh unsur hara lain (Aini *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa unsur N dan P diketahui dapat menginduksi

terbentuknya pigmen antosianin (Aini *et al.*, 2018). Mualim *et al.* (2009) dalam Aini *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa pemupukan unsur hara makro seperti N, P, dan K dalam dosis tinggi dapat menurunkan kandungan antosianin. Sebaliknya, jika unsur hara tersebut berada dalam jumlah yang terbatas, maka dapat menginduksi akumulasi antosianin. Hal ini karena asupan unsur hara makro yang tinggi dapat menghambat penyerapan unsur hara mikro seperti Cu yang merupakan unsur utama pembentuk antosianin menjadi terhambat.

Pemberian 25g mikoriza: 25g *Trichoderma* sp. diduga mampu membantu tanaman menyerap kandungan Cu dengan lebih baik dan meningkatkan pigmen warna antosianin pada umbi bawang merah. Pengurangan 50% dosis pupuk NPK

juga mampu meningkatkan kandungan pigmen warna antosianin pada umbi. Ketersediaan unsur hara makro yang lebih rendah telah menginduksi akumulasi antosianin karena tanaman dapat menyerap unsur hara Cu dalam jumlah yang lebih tinggi. Penyerapan unsur hara Cu tidak terhambat oleh tingginya unsur hara makro yang tersedia di dalam tanah sehingga meningkatkan pigmen antosianin.

b. Aroma

Aroma umbi bawang merah setelah penyimpanan 60 hari pada Tabel 5 menunjukkan bahwa taraf nilai aroma tertinggi diperoleh pada pemberian 5g - 5g mikoriza-*Trichoderma* sp. dengan pengurangan 0% pupuk NPK (M2S0) yang memiliki taraf nilai aroma sebesar 4,67 (kuat).

Tabel 5. Pengaruh interaksi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap uji organoleptik aroma bawang merah

Mikoriza- <i>Trichoderma</i> sp.	Pengurangan Dosis NPK		
	--0%--	--25%--	--50%--
5g Mikoriza : 5g <i>Trichoderma</i> sp.	3,77 aB	4,17 aA	3,90 aB
15g Mikoriza : 15g <i>Trichoderma</i> sp.	4,67 aA	4,17 bA	4,30 abAB
25g Mikoriza : 25g <i>Trichoderma</i> sp.	4,07 aB	4,10 aA	4,37 aA

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf kapital pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%.

Menurut Halifah *et al.* (2014), aroma umbi bawang merah berkaitan erat dengan kandungan hara sulfur (S) yang tersedia dan diserap oleh tanaman. Sepadyawan (2018) menyatakan bahwa aroma bawang merah dipengaruhi oleh enzim allinase yang terdapat pada sel bawang merah yang luka.

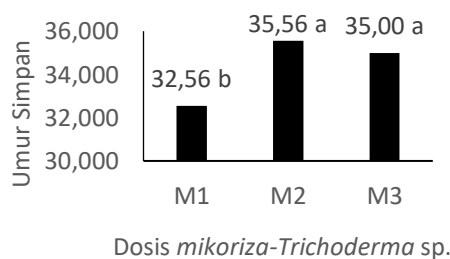
Pemberian pupuk hayati 5g mikoriza : 5g *Trichoderma* sp. mampu membantu tanaman meningkatkan serapan hara S yang kemudian meningkatkan aroma umbi.

Hidayat *et al.*, (2021), menyatakan mikoriza dan *Trichoderma* sp. meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro secara efektif. Unsur hara S merupakan salah satu unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman. Tanaman bawang merah akan menyerap unsur ini dalam jumlah banyak apabila tersedia di tanah. Penggunaan pupuk ZA telah meningkatkan ketersediaan unsur S di tanah dan pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. telah membantu tanaman meningkatkan

serapan unsur S sehingga dapat meningkatkan aroma umbi bawang merah.

1. Umur Simpan (hari)

Umur simpan umbi bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. pada saat budidaya berpengaruh secara signifikan terhadap umur simpan umbi bawang merah. Pengurangan dosis pupuk NPK, dan interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dengan pengurangan dosis pupuk NPK tidak berpengaruh secara signifikan terhadap umur simpan umbi bawang merah selama penyimpanan. Gambar 4 menunjukkan bahwa umur simpan tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk hayati 15g mikoriza : 15g *Trichoderma* sp. (M2) dengan rata-rata umur simpan 35,56 hari penyimpanan hingga terjadi kerusakan. Pemberian 25 g mikoriza : 25 g *Trichoderma* sp. (M3) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan M2 dengan umur simpan rata-rata 35,00 hari sebelum terjadi kerusakan. Umur simpan terendah ditunjukkan oleh pemberian 5g mikoriza : 5g *Trichoderma* sp. dengan masa simpan 32,56 hari hingga terjadi kerusakan.



Gambar 4. Pengaruh pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. terhadap umur simpan umbi.

Perubahan kualitas umbi bawang merah seperti susut bobot, dan penurunan tingkat kekerasan karena memiliki kandungan air

yang tinggi dapat memperpendek masa simpan bawang merah (Mutia, 2019). Menurut Romdoni *et al.* (2019), penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan dapat mengurangi daya simpan umbi bawang merah. Peningkatan pupuk nitrogen (N) dapat meningkatkan produksi hasil, namun daya simpan umbi akan berkurang karena umbi akan memiliki kandungan air yang lebih tinggi dan dapat meningkatkan resiko kerusakan.

2. Kerusakan (%)

a. Umbi Normal

Data umbi normal bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp., pengurangan dosis pupuk NPK, dan interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK pada saat budidaya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap umbi normal bawang merah. Menurut Nurmalia *et al.* (2021), penyimpanan tradisional dapat mempertahankan kondisi bawang merah selama 6 bulan dengan kehilangan berat sekitar 25%. Deden *et al.* (2018), menyatakan bahwa pada penyimpanan umbi bawang merah konvensional, potensi susut bobot dan kerusakan akan meningkat. Susut bobot umbi terjadi karena adanya penguapan akibat proses transpirasi umbi. Penyimpanan dingin dapat menjadi alternatif untuk menekan penguapan akibat transpirasi selama penyimpanan.

b. Umbi Hampa

Data kerusakan umbi hampa bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp., pengurangan dosis pupuk NPK, dan interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK pada saat

budidaya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap umbi hampa bawang merah. Menurut Sarjani *et al.* (2018), umbi hampa terjadi akibat penguapan kadar air umbi yang berlebih atau karena umbi disimpan dalam waktu yang lama. Penguapan kadar air umbi akibat transpirasi menjadi penyebab utama kerusakan umbi hampa.

c. Umbi Bertunas

Data kerusakan umbi bertunas bawang merah selama penyimpanan 60 hari menunjukkan bahwa pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp., pengurangan dosis pupuk NPK, dan interaksi antara pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK pada saat budidaya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap umbi bertunas bawang merah. Menurut Sarjani *et al.* (2018), umbi bertunas diakibatkan oleh patahnya dormansi umbi saat penyimpanan karena daya tumbuh yang tinggi serta perubahan kandungan giberelin dan auksin. Kandungan giberelin dan auksin dapat

meningkat selama penyimpanan karena umbi masih mengalami metabolisme. Perubahan hormon ini dapat memicu pertumbuhan tunas pada umbi. Jumlah umbi yang bertunas akan semakin meningkat seiring berjalannya waktu penyimpanan. Pertunasan umbi dapat meningkatkan penyusutan bobot umbi karena tunas akan menyerap kandungan yang ada dalam umbi.

d. Umbi Busuk

Kerusakan umbi busuk bawang merah setelah penyimpanan 60 hari pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kerusakan umbi busuk tertinggi diperoleh pada pemberian 15g mikoriza dengan 15g *Trichoderma* sp., pengurangan 0% pupuk NPK (M2S0) yang memiliki rata-rata umbi busuk sebesar 73,33%. Kerusakan umbi busuk terendah diperoleh pada pemberian 15g mikoriza dan 15g *Trichoderma* sp., dengan pengurangan 50% pupuk NPK (M2S2) yang memiliki rata-rata umbi busuk sebesar 13,33%.

Tabel 6. Pengaruh interaksi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terhadap kerusakan umbi busuk bawang merah (%)

Mikoriza- <i>Trichoderma</i> sp.	Pengurangan Dosis NPK		
	--0%--	--25%--	--50%--
5g Mikoriza : 5g <i>Trichoderma</i> sp.	26,67 aC	20,00 aB	33,33 aB
15g Mikoriza : 15g <i>Trichoderma</i> sp.	73,33 aA	40,00 bA	13,33 cC
25g Mikoriza : 25g <i>Trichoderma</i> sp.	46,67 aB	40,00 aA	53,33 aA

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf kapital pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT 5%.

Menurut Siahaan *et al.* (2020), kerusakan umbi busuk umumnya disebabkan oleh mikroorganisme lapang yang terbawa pada saat proses pemanenan atau mikroorganisme yang berada pada wadah atau tempat penyimpanan.

Sudantha *et al.* (2018), menyatakan cendawan mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman dapat menekan perkembangan patogen yang menyerang akar. *Trichoderma* sp. dalam menekan populasi jamur dalam tanah dan interaksi

keduanya dapat menekan berbagai patogen dalam tanah yang menginfeksi melalui akar. Pemanfaatan *Trichoderma* sp. pada budidaya bawang merah juga dapat menekan intensitas serangan penyakit Layu Fusarium (Galung, 2021). Perlakuan pupuk kandang yang diperkaya *Trichoderma* sp. dengan dosis 10 g pot⁻¹ yang diberikan sebelum tanam dapat menekan penyakit yang disebabkan oleh jamur Fusarium sp. pada bawang merah (Khoirunnisa *et al.*, 2022).

Beberapa patogen menimbulkan gejala penyakit pada pra-panen, panen, maupun pascapanen bawang merah seperti *Aspergillus* sp., (Djamaluddin *et al.*, 2022) sehingga pengendalian patogen saat di lahan akan memperlama masa simpan bawang merah. Hal ini sejalan dengan penelitian Aruan *et al.* (2022) yang menunjukkan penggunaan agensia pengendalian hayati dapat menekan kerusakan umbi selama periode pascapanen dan memberikan ketahanan terhadap infeksi *Fusarium solani* secara in vitro.

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dapat memengaruhi volume, umur simpan, dan warna umbi bawang merah. Peningkatan volume dan umur simpan umbi terbaik diperoleh pada pemberian 15g mikoriza : 15g *Trichoderma* sp. dan peningkatan warna umbi terbaik diperoleh pada pemberian 25g mikoriza : 25g *Trichoderma* sp.
2. Aplikasi pengurangan dosis pupuk NPK dapat memengaruhi warna umbi.

Peningkatan warna umbi terbaik adalah pada pengurangan 50% dosis pupuk NPK.

3. Pengaruh interaksi antara aplikasi pupuk hayati mikoriza-*Trichoderma* sp. dan pengurangan dosis pupuk NPK terjadi pada susut bobot, diameter, aroma, dan kerusakan umbi busuk pada umbi bawang merah. Kombinasi terbaik untuk mengurangi susut bobot umbi dan kerusakan umbi busuk adalah pemberian 15g mikoriza: 15g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 25% dosis pupuk NPK. Kombinasi terbaik untuk meningkatkan diameter dan aroma umbi adalah pemberian 5g mikoriza: 5g *Trichoderma* sp. dan pengurangan 0% dosis pupuk NPK.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Nurchayati, Y., & Suedy, S.W.A. (2018). Pengaruh perendaman akar bibit bayam meah (*Alternanthera amoena* Voss.) dalam larutan Na₂CuEDTA terhadap pertumbuhan dan kandungan antosianin. *Bioma*, 20(2): 123-132.
<https://doi.org/10.14710/bioma.20.2.123-132>
- Arifin, Zainal, Widodo A. A., Aziz, U. N., & Rati. (2021). *Pemupukan Spesifik Lokasi pada Bawang Merah di Jawa Timur*. UMM Press, Malang.
- Aruan, I.K., Suryanti, Joko, T. (2022). Ketahanan Bawang Merah Asal Tanaman yang diperlakukan dengan Agensia Hayati terhadap Kerusakan Pascapanen dan *Fusarium solani*. Skripsi.
<http://etd.repository.ugm.ac.id/>.
Diakses pada 6 Juni 2023.
- Charisma, A. M., Rahayu, Y. S., & Isnawati. (2012). Pengaruh kombinasi kompos

- Trichoderma* dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada media tanam tanah kapur. *LenteraBio*, 1(3), 111- 116.
- Deden & Wachdijono. (2018). Pengaruh penyimpanan umbi bibit bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada suhu dingin terhadap kualitas bibit, pertumbuhan, dan hasil pada varietas Bima dan Ilokos. *Jurnal Agrosintesa*, 1(2), 84-95. <http://dx.doi.org/10.33603/.v1i2.1933>.
- Djamaluddin, RR., Sukmawaty E, Masriany, Hafsan. (2022). Identifikasi gejala penyakit dan cendawan patogen tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) di Kecamatan Buntu Batu Kabupaten Enrekang. *Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(1), 81-92.
- Firmansyah, M.A. (2018). Pertumbuhan, produksi, dan kualitas bawang merah di tanah pasir kuarsa pedalaman luar musim. *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 6(2), 271-278.
- Galung H. (2021). Pengaruh pemberian berbagai dosis *Trichoderma* sp. terhadap tanaman bawang merah varietas Bima Super Philips (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Agrosaint*. 12(2), 113-118.
- Halifah, U.N., R. Sulistiono & M. Santoso. (2014). Pengaruh pemberian pupuk organik (blotong) dan pupuk anorganik (ZA) terhadap tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(8), 665 – 672. [10.21176/protan.v2i8.158](https://doi.org/10.21176/protan.v2i8.158)
- Hadiawati, L., Suriadi, A., Sugianti, T., & Zulhaedar, F. (2020). Application of *Trichoderma*-enriched compost on shallot productivity and storability in East Lombok, West Nusa Tenggara. *Jurnal Hortikultura*, 30(1), 57-64.
- Hazra F, Istiqomah FN, dan Adriani L. (2021). Aplikasi pupuk hayati mikoriza pada tanaman bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) di tanah latosol Dramaga. *Jurnal Ilmu Tanaman Lingkungan*, 23(2), 59-65.
- Hendarto, K., Widagdo, S., Ramadiana, S., & Meliana, F.S. (2021). Pengaruh pemberian dosis pupuk NPK dan jenis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotropika*, 20(2), 110-119. <http://dx.doi.org/10.23960/ja.v20i2.5086>
- Hidayat, R., Maf'ullah, E.N., Mardiyanti, D., & Susanti, A. (2021). Pemberdayaan remaja produktif melalui pelatihan pemanfaatan tanaman lokal untuk pembuatan *hand sanitizer* di Desa Banjarsari Jombang. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 21-26.
- Inradewa, D., Alam, T., Suryanto P., Kurniasih, B., Wirakusuma G., Sartohadi, J., Ilmiah, H.H., Rogomulyo, R., Respatie, D.W., Setiawan, A.B., & Taryono. (2021). *Inovasi Teknologi Agronomi di Lahan Pasir Pantai*. Yogyakarta: Deepublish.
- Juniawan. (2019). Uji potensi beberapa jenis pupuk hayati pada budidaya bawang merah. *Jurnal Agriekstensi*, 18(1), 32-38.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2019. *Massa Jenis (Rahasia Kapal Mengapung)*. Jakarta, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Khoirunnisa S, Fuskhah E, dan Purbajanti ED (2022). Aplikasi pupuk kandang diperkaya *Trichoderma* sp. untuk peningkatan produksi dan pengendalian *Fusarium* sp. pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrifor*, 21(2), 293-302.

- Marlina, L., purwanto, y.a., & ahmad, u. (2014). aplikasi pelapisan kitosan dan lilin lebah untuk meningkatkan umur simpan salak pondoh. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 2(1), 65-72.
- Mutia, A.K. (2019). Pengaruh kadar air awal pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap susut bobot dan tingkat kekerasan selama penyimpanan pada suhu rendah. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 2(1), 30-37. <https://doi.org/10.32662/gatj.v2i1.538>
- Mutia, A.K., Purwanto, Y.A., & Pujiantoro L,. (2014). Perubahan kualitas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda. *Jurnal Pascapanen*, 11(2), 108-115. <http://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v11n2.2014.108-115>.
- Nabi, G., A. Rab., Sajid., M. Farhatullah., f.Musif danI.H.Shah. (2010). Influence of different level of potash on the quality, quality andstorage life onion bulbs. *J. Bot.*, 42, 1151–2163.
- Nabi, G., A. Rab., Sajid., M. Farhatullah., S. J. Abbaand I. Ali. (2013). Influence of curing methodsand storage condition on the post-harvestquality of onion bulbs. *J. Bot.*, 45, 455–460.
- Nasrudin, & Elizani, P. (2019). Pengaruh simulasi La Nina terhadap mutu bawang merah selama penyimpanan suhu ruang. *Agroscript*, 1(2): 62-69. <https://doi.org/10.36423/agroscript.v1i2.193>
- Ndruru, C.C., & Herawati, M.M. (2021). Pengaruh konsentrasi minyak nabati terhadap lama simpan dan kualitas pasta bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(1), 8-14. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.2929>
- Nugroho, U., Syaban, A.R., Ermawati, E. (2017). Uji efektivitas ukuran umbi dan penambahan biourine terhadap pertumbuhan dan hasil bibit bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(2), 118-125.
- Nurmalia, D.P., Agriawati, Purba, H.F., Purba, T. (2021). Penanganan pascapanen penyimpanan bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021*, 5(1), 253-257.
- Prastya, O.A., Utama, I.M.S., Yulianti, N.L. (2015). Pengaruh pelapisan emulsi minyak wijen dan minyak sereh terhadap mutu dan masa simpan buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 3(1), 1-10.
- Rajak, O., Patty, J. R., & Nendissa, J. I. (2016). Pengaruh dosis dan interval waktu pemberian pupuk organik cair BMW terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 12(2), 66-73.
- Romdoni, A., Suwarto, Maharijaya, A., & Yuliani T.S. (2019). Pengaruh penggantian pupuk anorganik dengan pupuk kandang terhadap pertumbuhan, produksi dan daya simpan pada umbi bawang merah. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 47(3), 283-290. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i3.27847>
- Saleh, I. (2018). Karakteristik dan viabilitas bibit bawang merah pada waktu panen berbeda. *Jurnal Hexagro*, 2(1), 30-35. <https://doi.org/10.36423/hexagro.v2i1.115>

- Sari, N., Shiddiq, M., Fitra, R.H., Yasmin, N.Z. (2019). Klasifikasi tingkat kematangan tandan buah segar kelapa sawit menggunakan probe optik. *Journal of Aceh Physics*, 8(3), 72-77.
- Sarjani, A.S., Palupi, E.R., Suhartanto, M.R., & Purwanto, Y.A. (2018). Pengaruh suhu ruang simpan dan perlakuan pasca penyimpanan terhadap mutu dan produktivitas umbi benih bawang merah (*Allium cepa* L. group *Aggregatum*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(2), 111-121. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.2.111-121>.
- Sepadyawan. (2018). Pendugaan umur simpan pasta bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) menggunakan jenis kemasan berbeda dengan metoda accelerated shelft life testing (AsIt) Model Arrhenius. *Skripsi*. Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
- Siahaan, S.P., Hidayat, T., Kailaku, S.I., & Arif, A.B. (2020). Pengaruh *pre-treatment* dalam proses *curing* dan suhu penyimpanan terhadap mutu dan masa dormansi benih bawang putih. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(1), 29-38.
- Silalahi, Y.E., Mulyani, R.B., & Winarti, S. (2020). Pengaruh aplikasi mikoriza, *Trichoderma* sp. dan pupuk NPK terhadap penyakit layu fusarium serta hasil bawang merah di media gambut. *Jurnal AGRI PEAT*, 21(2), 56-63. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i2.6184>.
- Subhan, N, Nurtika & Gunadi, N. (2009). Respons tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15-15-15 pada tanah latosol pada musim kemarau', *J. Hort*, 19(1), 40-48.
- Sudantha, I.M., Isnaini, M., Astiko, W., & Ernawati, N.M.L. (2018). Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskular dan bioaktivator (mengandung jamur *Trichoderma* spp. dan ekstrak daun legundi) terhadap penyakit Layu Fusarium dan hasil bawang merah. *Crop Agro*, 11(2), 94-103.
- Sumarni, N., Rosliani, R., & Basuki, R.S. (2012). Respons pertumbuhan, hasil umbi, dan serapan hara npk tanaman bawang merah terhadap berbagai dosis pemupukan NPK pada Tanah Alluvial. *Jurnal Hortikultura*, 22(4), 366-375.
- Umiyati DU. (2021). Pengaruh inokulasi *Trichoderma* sp. dan varietas bawang merah terhadap penyakit moler dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *Jurnal Kultivasi*, 16(2), 334-348.
- Yuniarti, A.R., Rokhminarsih, E., & Purwanto. (2022). Uji kemampuan bakteri diazotroph asal perakaran bawang merah dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. *Jurnal Kultivasi*, 21(2), 181-189.