

Pengaruh *Trichoderma harzianum* dan Nanosilika terhadap Penyakit Moler dan Hasil Bawang Merah

Effect of Trichoderma harzianum and Nanosilica on Twisted Disease and Shallot Yield

Muhammad Akhlishil Ishlah*, Budi Adi Kristanto, Florentina Kusmiyati

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, Universitas Diponegoro, Semarang, Central Java 50275, Indonesia

Received 13 September 2022; Accepted 20 December 2022; Published 31 December 2022

ABSTRACT

Twisted disease is one of the important diseases that can decrease shallot yield. The purpose of this experiment was to examine the effect of the interaction of *Trichoderma harzianum* and nano-silica on twisted disease and shallot yield. The research was conducted in Platar, Mangunjiwan, Demak, and the Laboratory of Ecology and Plant Production, Faculty of Animal and Agriculture Science, Universitas Diponegoro, in April–August 2022. The experimental design used a factorial completely randomized design with three replications. The first factor was *T. harzianum* consisted of three levels: 0, 10, and 20 g.plant⁻¹. The second factor was nanosilica concentration with four levels: 0, 1000, 2000, and 3000 ppm. The results showed that application of *T. harzianum* 20 g plant⁻¹ or nano-silica 3000 ppm had the lowest disease intensity 2.74 and 2.48% observed at 20 days after planting and 11.81 and 10.81% observed at 40 DAP (*Diammonium phosphate*). Combination *T. harzianum* 20 g.plant⁻¹ and nano-silica 3000 ppm resulted in the highest yield parameters which were tuber diameter (2.370 cm), number of tubers (6 tubers), fresh tuber weight (36.2 g), and dry tuber weight (28.7 g). Treatments of *T. harzianum* and nano-silica did not significantly affect the infection rate and the number of leaves, but the application of *T. harzianum* 20 g plant⁻¹ and nano-silica 3000 ppm showed a decrease in twisted disease intensity and the highest shallot yield.

Keywords: *Fusarium oxysporum*; *Diammonium phosphate*; Disease Intensity; Infection Rate; Yield

Cite this as (CSE Style): Ishlah MA, Kristanto BA, Kusmiyati F. 2022. Pengaruh *Trichoderma harzianum* dan nanosilika terhadap penyakit moler dan hasil bawang merah. Agrotechnology Res J. 6(2):xx–xx. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i2.65179>.

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan yang dimiliki Indonesia. Tahun 2021, pemerintah melepas ekspor bawang merah sebanyak 4.013 ton atau setara dengan US\$ 7,1 juta jauh lebih rendah dari tahun 2020 yang dapat mencapai 8.480 ton atau setara US\$ 13,7 (BPS 2022). Salah satu upaya untuk mengurangi kehilangan produksi bawang merah tidak terlepas dari pengendalian hama dan penyakit tanaman. Salah satu penyakit utama bawang merah yaitu penyakit moler. Penyakit ini dapat menyebabkan penurunan produksi umbi sampai 50% dan kerusakan tanaman 100% (Fitriani et al. 2019). Menurut Lestiyani et al. (2016) penyakit moler dapat disebabkan oleh jamur *F. oxysporum*, *F. solani*, atau *F. acutatum*. Penyakit moler dapat diamati berdasarkan gejala yang muncul pada tanaman bawang merah.

Gejala awal penyakit moler dapat diamati setelah masa inkubasi patogen 14–20 hari (Prakoso et al. 2016) yaitu pucuk daun yang muncul akan melingkar, kemudian menguning dari pucuk daun menuju pangkal daun, dan pada tahap selanjutnya daun akan mengering (Fadhilah et al. 2016). Umumnya petani mengendalikan penyakit ini menggunakan pestisida kimia sintetik, akan tetapi penggunaan pestisida kimia sintetik kurang ramah lingkungan. Pestisida kimia sintetik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, terbunuhnya musuh alami, terjadinya resistensi dan resurgensi, dan timbulnya residu pada komoditas hasil pertanian (Singkoh dan Katili 2019).

Alternatif pengendalian yang dapat digunakan yaitu penggunaan *Trichoderma harzianum*. Jamur *T. harzianum* merupakan cendawan bersifat antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan patogen. Jamur ini bekerja dengan memproduksi enzim dan senyawa antimikroba yang dapat memecah dinding sel patogen, atau dengan kompetisi nutrisi dan tempat (Vos et al. 2015). Ramadhina et al. (2013) menyatakan penggunaan biakan masal *Trichoderma* sp. 18 g tanaman⁻¹

*Corresponding Author:
E-Mail: muhammadakhlishilishlah@gmail.com

menunjukkan dosis terbaik dengan tingkat keparahan penyakit fusarium terendah yaitu 0,71% pada tanaman bawang merah. Penelitian lainnya menunjukkan penggunaan *T. harzianum* dengan perlakuan 10 ppm menghasilkan intensitas penyakit terendah 4,77% dan tingkat efektivitas tertinggi 82,45% dalam mengendalikan penyakit moler bawang merah (Rusita dan Sasongko 2020). Selain bersifat antagonistik terhadap patogen, *T. harzianum* juga mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hasil penelitian Hadiawati et al. (2020) menunjukkan pemberian pupuk *Tricho-compost* 30 g.tanaman⁻¹ mampu meningkatkan jumlah umbi, berat kering tajuk, dan berat kering umbi simpan pada tanaman bawang merah.

Cara lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman yaitu pemberian nanosilika. Silika dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit dengan cara sintesis lignin dan suberin pada dinding sel, sehingga dinding sel menjadi lebih keras dan penetrasi patogen menjadi terhambat (Suharti et al. 2021). Menurut Hersanti et al. (2019) pemberian nanosilika 3% (dosis +/- 150 mg) yang dikombinasikan dengan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. serta serat karbon mampu meningkatkan ketahanan bawang merah terhadap penyakit bercak ungu dengan daya hambatan 71,2%. Penelitian lainnya aplikasi silika dengan konsentrasi 0,2% sebanyak 4 kali (dosis +/- 400 mg) menghasilkan insidensi penyakit busuk akar putih terendah yaitu 30% pada tanaman bawang merah (Elshahawy et al. 2021). Aplikasi silika juga berperan dalam penentuan parameter kualitas dan pembentukan umbi bawang merah. Menurut Nazirkar et al. (2017) pemberian silika 450 mg tanaman⁻¹ dari ampas tebu menghasilkan produksi bawang merah tertinggi dibanding kontrol. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi *T. harzianum* dan nanosilika dengan dosis tertentu untuk mengendalikan penyakit moler yang dapat menurunkan produksi bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh interaksi pemberian *T. harzianum* dan nanosilika terhadap intensitas penyakit moler dan produksi bawang merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–Agustus 2022 di Desa Platar RT 3/ RW 6, Mangunjiwan, Demak (6°52'30" Lintang Selatan dan 110°36'52" Bujur Timur) dan Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3 x 4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama pemberian *T. harzianum* terdiri dari P₀ : 0 (kontrol), P₁ : 10 g tanaman⁻¹, dan P₂ : 20 g tanaman⁻¹ dan faktor kedua yaitu pemberian nanosilika yang disemprotkan melalui daun terdiri dari S₀ : 0 ppm, S₁ : 1000 ppm (dosis 83 mg tanaman⁻¹), S₂ : 2000 ppm (166 mg tanaman⁻¹), dan S₃ : 3000 ppm (250 mg tanaman⁻¹). Hal ini karena aplikasi melalui daun lebih efektif diserap tanaman melalui stomata daun (Fauziah et al. 2018).

Media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang (10 ton.ha⁻¹) dimasukkan ke dalam polybag berukuran 40 x 40 cm. Cara sterilisasi media tanam modifikasi dari penelitian Elshahawy et al. (2021) yaitu

media tanam disiram dengan formalin 5% secara merata kemudian ditunggu selama 2 minggu. Patogen *fusarium* 5 ml pot⁻¹ diaplikasikan pada saat 3 hari sebelum tanam. Benih bawang merah (varietas Bima) didesinfeksi dengan cara direndam dalam alkohol selama 15 menit, kemudian dibilas dengan Aquades steril sebanyak 3 kali. Perbanyakan *T. harzianum* dilakukan menggunakan media jagung. Perlakuan *T. harzianum* (kepadatan 10⁷ cfu.ml⁻¹) dilakukan dengan cara merendam benih bawang merah sesuai perlakuan, kemudian sisa perendaman disiramkan ke media tanam. Setiap polybag berisi 3 tanaman, yang mana data yang diambil merupakan tanaman yang memiliki pertumbuhan terbaik. Pemberian pupuk dasar sebelum tanam berupa SP-36 1,8 g.pot⁻¹, pupuk kedua pada 15 hari setelah tanam (HST) berupa urea 1,35 g.pot⁻¹, ZA 2,4 g.pot⁻¹, dan KCL 1,35 g.pot⁻¹, dan pupuk ketiga pada 30 HST berupa urea 1.35 g pot⁻¹, ZA 2.4 g.pot⁻¹, dan KCL 1,35 g.pot⁻¹. Aplikasi nanosilika sesuai perlakuan dilakukan saat tanaman berumur 2 Minggu Setelah Tanam (MST) dan diulangi dengan interval 7 hari sampai dengan bawang merah berumur 50 HST (5 kali aplikasi silika).

Parameter yang diamati berupa intensitas penyakit (20 HST dan 40 HST), laju infeksi, jumlah daun, diameter umbi, jumlah umbi, berat segar umbi, berat kering simpan umbi, *grading*, dan potensi harga jual. *Grading* dikelompokkan menjadi kelas A dengan diameter minimal 1,7 cm, B dengan diameter minimal 1,3 cm, dan C dengan diameter kurang dari 1,3 cm (SNI 01-3159-1992). Hasil pengelompokan kemudian dibuat persentase *grading* setiap perlakuan. Potensi harga jual dihitung dengan cara mengalikan asumsi harga bawang merah dengan persentase *grading* dan berat kering simpan umbi. Asumsi harga bawang merah per Kg yaitu kelas A : 25.000, B : 20.000, dan C : 15.000 (Harga berdasarkan Survei petani di Demak, 20 September 2022). Perhitungan intensitas penyakit (I) dilakukan seperti metode Wati et al. (2020) sebagai berikut.

$$I = \frac{\sum(n \cdot v)}{N \cdot Z} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan:

- I: Intensitas penyakit (%)
- Z: Nilai skala dari kategori serangan tertinggi
- N: Banyaknya daun tanaman yang diamati
- n: Jumlah daun tanaman pada setiap kategori serangan
- v: Nilai skala dari setiap kategori serangan (0–4)

Tabel 1. Nilai skala gejala penyakit layu fusarium

Nilai Skala	Keadaan Tanaman
0	Tanaman sehat tidak menampilkan gejala layu maupun daun menguning
1	Daun mengalami gejala layu atau menguning <20% dari tajuk tanaman
2	Daun mengalami gejala layu atau menguning 20–40% dari tajuk tanaman
3	Daun mengalami gejala layu atau menguning >40% dari tajuk tanaman
4	Seluruh daun mengalami gejala layu/menguning atau tanaman mati

Perhitungan laju infeksi penyakit dihitung berdasarkan perkembangan penyakit pada metode yang digunakan [Fitriani et al. \(2019\)](#) yaitu:

$$r = \frac{e}{t} \left(\log \frac{1}{1-X_1} - \log \frac{1}{1-X_0} \right) \tag{2}$$

Keterangan :

- r: laju infeksi (unit hari⁻¹)
- e: bilangan hasil konversi logaritma (2,714)
- t: selang waktu pengamatan
- X0: intensitas penyakit pada pengamatan gejala serangan pertama
- X1: intensitas penyakit pada pengamatan gejala serangan berikutnya

Analisis data dilakukan menggunakan Uji F dengan taraf kepercayaan 95%. Data yang di uji F meliputi intensitas penyakit, laju infeksi, diameter umbi, jumlah umbi, berat segar umbi, berat kering simpan umbi, dan potensi harga jual. Data yang berbeda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf $\alpha= 5\%$. Analisis data dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas penyakit dan laju infeksi

Intensitas penyakit pada pengamatan 20 HST menunjukkan interaksi antara perlakuan *T. harzianum* dan nanosilika tidak berpengaruh nyata, akan tetapi penggunaan *T. harzianum* secara terpisah berpengaruh nyata terhadap rendahnya intensitas penyakit. Penggunaan nanosilika pada 20 HST tidak berpengaruh

terhadap intensitas penyakit, tetapi pada 40 HST menurunkan intensitas penyakit yaitu dengan konsentrasi 3000 ppm sebesar 10,81%. Rerata intensitas penyakit terendah pada pengamatan 20 HST terdapat pada perlakuan *T. harzianum* 20 dan 10 g tanaman⁻¹ yaitu 2,74 dan 2,55%. Pengamatan 40 HST terendah pada perlakuan *T. harzianum* terdapat pada perlakuan 20 g tanaman⁻¹ yaitu 11,81%. Laju infeksi penyakit moler pada rentang waktu 20 sampai 40 HST menunjukkan pemberian *T. harzianum*, nanosilika, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Penambahan *T. harzianum* dan nanosilika menunjukkan rerata tingkat laju infeksi yang cenderung semakin menurun meskipun tidak signifikan. ([Tabel 2](#)).

Intensitas penyakit dan laju infeksi yang rendah menunjukkan tingkat perkembangan patogen *Fusarium* spp. pada tanaman bawang merah terhambat. Penggunaan *T. harzianum* pada awal tanam mampu menghambat infeksi *Fusarium* spp. pada tanaman bawang merah. Hal ini terlihat pada hasil penelitian yang menunjukkan penggunaan *T. harzianum* berpengaruh nyata memperkecil rata-rata intensitas penyakit pada pengamatan 20 HST dan 40 HST. Menurut [Vos et al. \(2015\)](#) *T. harzianum* bersifat antagonistik terhadap patogen dengan memproduksi enzim untuk memecah dinding sel dan melalui kompetisi nutrisi dan tempat. Aplikasi *T. harzianum* pada tanaman bawang merah terserang moler menunjukkan penurunan insiden penyakit ([Mulyana et al. 2021](#)), intensitas penyakit, dan peningkatan daya hambat ([Rusita dan Sasongko 2020](#)) dibanding tanpa aplikasi.

Tabel 2. Pengaruh Trichoderma dan Nanosilika terhadap intensitas penyakit Moler bawang merah

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)			Rerata
	0	10	20	
----- Intensitas Penyakit 20 HST (%) ----				

0	5,02	2,36	3,18	3,52
1000	4,63	2,67	2,60	3,30
2000	3,65	2,80	2,62	3,02
3000	2,52	2,36	2,56	2,48
Rerata	3,95 a	2,55 b	2,74 b	
----- Intensitas Penyakit 40 HST (%) ----				

0	14,15	12,70	14,74	13,87 a
1000	15,27	13,48	11,65	13,46 a
2000	14,09	13,47	11,55	13,03 a
3000	13,24	9,87	9,31	10,81 b
Rerata	14,18 a	12,38 ab	11,81 b	
-----Laju Infeksi (unit hari ⁻¹) -----				
0	0,006	0,007	0,008	0,0067
1000	0,007	0,007	0,006	0,0065
2000	0,007	0,007	0,006	0,0064
3000	0,007	0,005	0,004	0,0053
Rerata	0,0067	0,0063	0,0058	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$

Nanosilika pada pengamatan 20 HST menunjukkan tidak berpengaruh nyata, sedangkan pada 40 HST berpengaruh nyata. Hal ini diduga karena pada saat tanaman berumur 20 HST, aplikasi silika belum mencukupi untuk menghambat serangan (1 kali aplikasi). Meskipun demikian, penggunaan silika menunjukkan kecenderungan dapat menurunkan intensitas penyakit pada 20 HST, laju infeksi, dan berpengaruh nyata pada pengamatan 40 HST. Perlakuan nanosilika juga berpengaruh nyata terhadap rendahnya intensitas penyakit, karena mampu meningkatkan ketahanan tanaman. Pemberian silika akan terakumulasi pada dinding sel membentuk lignin dan suberin untuk memperkuat dinding sel. Menurut (Suharti et al. 2021) silika melindungi jaringan tanaman dengan cara mengendap pada kutikula sehingga memberikan lapisan ganda pada dinding sel. Dinding sel tanaman yang kuat mampu menghambat penetrasi patogen menginfeksi tanaman. Silika juga mampu menghambat patogen yang telah menginfeksi tanaman dengan cara sintesis senyawa yang dapat meningkatkan resistensi tanaman, sehingga meskipun telah terinfeksi kerusakannya akan rendah. Aplikasi silika mampu meningkatkan kandungan fenol, flavonoid, lignin, dan dopamin (Fortunato et al. 2014) atau menginduksi pembentukan enzim, hormon dan senyawa anti jamur berupa aglikon dan fitoaleksin yang dapat meningkatkan resistensi tanaman (Ahmed dan Yang 2021) terserang penyakit, sehingga meskipun telah terinfeksi kerusakannya akan rendah. Penggunaan silika mampu menghambat serangan bercak ungu bawang merah (Hersanti et al. 2019), busuk akar putih bawang merah (Elshahawy et al. 2021), dan fusarium pada tanaman pisang (Fortunato et al. 2014) dan mentimun (Sun et al. 2022).

Jumlah daun

Pengamatan jumlah daun pada tanaman bawang merah dengan perlakuan *T. harzianum* dan nanosilika dilakukan pada saat tanaman berumur 40 HST. Daun yang dihitung merupakan daun yang sehat atau tidak memiliki gejala penyakit moler. Rerata jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan *T. harzianum* 20 g.tanaman⁻¹, sedangkan pada perlakuan nanosilika terdapat pada perlakuan 3000 ppm (Tabel 3).

Berdasarkan analisis jumlah daun pada tanaman bawang merah berumur 40 HST diketahui bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan *T. harzianum* dan nanosilika. Perlakuan *T. harzianum* dan nanosilika secara terpisah juga tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun, akan tetapi pemberian *T. harzianum* dan nanosilika memiliki kecenderungan peningkatan jumlah daun meskipun tidak signifikan. Hal ini diduga karena jarak tanam yang terlalu dekat sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kurang maksimal. Menurut Hersanti et al. (2019) jarak tanam bawang merah yang terlalu dekat dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga jumlah daun menjadi kurang maksimal. Pemberian *T. harzianum* yang dilakukan hanya pada saat awal penanaman saja juga dapat menjadi penyebab parameter jumlah daun yang sehat kurang signifikan pada pengamatan 40 HST. Menurut (Wartono et al. 2020) pemberian *T. harzianum*

yang hanya dilakukan pada saat awal tanam akan menjadi kurang efektif karena tingkat kerapatan *T. harzianum* akan menurun setelah 30 hari aplikasi. Hasil penelitian lainnya menunjukkan penggunaan *T. harzianum* 5 ml.L⁻¹ efektif menurunkan intensitas penyakit moler bawang merah 4 dan 5 MST, tetapi tidak berpengaruh nyata pada 6 MST (42 HST) (Deden dan Umiyati 2017).

Kualitas bawang merah

Berdasarkan uji F pada parameter diameter umbi menunjukkan penggunaan *T. harzianum* dan interaksi antara *T. harzianum* dan nanosilika berpengaruh nyata, sedangkan pada perlakuan nanosilika tidak berpengaruh nyata. Hasil uji F pada parameter jumlah umbi menunjukkan aplikasi *T. harzianum*, nanosilika, dan interaksi antara keduanya berpengaruh nyata. Hasil uji DMRT disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan uji DMRT perlakuan nanosilika 0 ppm, aplikasi *T. harzianum* 10 g tanaman⁻¹ meningkatkan diameter umbi bawang merah dan masih meningkat pada 20 g tanaman⁻¹, sedangkan perlakuan nanosilika 1000 dan 2000 ppm tidak meningkatkan diameter umbi bawang merah. Perlakuan nanosilika 3000 ppm, aplikasi *T. harzianum* 20 g tanaman⁻¹ mampu meningkatkan diameter umbi. Hal ini menunjukkan aplikasi *T. harzianum* dan nanosilika memberikan hasil diameter lebih tinggi dari pada tanpa aplikasi. Pemberian nanosilika mampu meningkatkan kandungan klorofil daun (Rangwala et al. 2019), kadar air daun, dan pertukaran CO₂, sehingga hasil fotosintesis meningkat. Aplikasi silika juga dapat menjadikan daun tanaman menjadi lebih tegak, sehingga serapan cahaya menjadi lebih maksimal. Peningkatan hasil fotosintesis akan meningkatkan akumulasi pada organ tanaman berupa peningkatan parameter pertumbuhan atau produksi (Putri et al. 2017). Hal ini terlihat pada peningkatan diameter umbi bawang merah. Penelitian (Ilahiyyat et al. 2018) menunjukkan aplikasi *T. harzianum* dan nanosilika 0,5% pada tanaman kedelai terserang *damping-off* mampu meningkatkan tinggi tanaman karena mampu menstimulasi translokasi CO₂ dan fotosintesis.

Berdasarkan uji lanjut DMRT pada parameter jumlah umbi tanaman bawang merah diketahui bahwa aplikasi nanosilika 0, 1000 dan 2000 ppm tidak meningkatkan jumlah umbi bawang merah, sedangkan aplikasi nanosilika 3000 ppm dan aplikasi *T. harzianum* 10 dan 20 g/tanaman meningkatkan jumlah umbi bawang merah. Jumlah umbi tertinggi terdapat pada perlakuan nanosilika 3000 ppm dan *T. harzianum* 20 g tanaman⁻¹ yaitu 6 umbi, sedangkan jumlah umbi terendah terdapat pada kontrol yaitu 2,7 umbi. Hal ini mengindikasikan perlakuan kontrol memiliki tingkat serangan lebih tinggi dari pada perlakuan lainnya (Tabel 2).

Produksi bawang merah

Berdasarkan uji F pada parameter berat umbi basah dan kering simpan diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata pada perlakuan *T. harzianum*, nanosilika, dan interaksi antara keduanya. Hasil uji DMRT disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan uji lanjut DMRT diketahui bahwa aplikasi nanosilika 0 ppm, aplikasi *T. harzianum* 10 g.tanaman⁻¹ meningkatkan berat segar dan berat kering simpan umbi

bawang merah dan masih meningkat dengan peningkatan dosis menjadi 20 g.tanaman⁻¹, sedangkan pada aplikasi nanosilika 1000 ppm aplikasi *T. harzianum* tidak meningkatkan berat segar dan berat kering simpan umbi bawang merah. Aplikasi nanosilika 2000 ppm, dan 3000 ppm aplikasi *T. harzianum* 20 g.tanaman⁻¹ meningkatkan berat segar dan berat kering simpan umbi bawang merah, Berat umbi segar dan kering simpan tertinggi terdapat pada perlakuan nanosilika 3000 ppm dan *T. harzianum* 20 g.tanaman⁻¹ yaitu 36,2 g.tanaman⁻¹, dan 28,7 g.tanaman⁻¹ (Tabel 5). Hal ini menunjukkan interaksi pemberian *T. harzianum* dan nanosilika mampu memperkecil kehilangan hasil pada tanaman bawang merah yang terkena penyakit moler. Penyakit moler pada tanaman bawang merah dapat mengakibatkan turunnya produksi tanaman, sehingga berat basah ataupun berat kering pada umbi bawang merah akan menurun. Menurut (Fitriani et al. 2019) patogen *F. oxysporum* f.sp. *cepae* yang menginfeksi tanaman bawang merah dapat mengakibatkan penurunan bobot umbi sampai 50%.

Penurunan hasil produksi bawang merah akibat penyakit moler dapat diperkecil dengan pemberian *T. harzianum* atau nanosilika. Jamur *Trichoderma* dapat menghambat infeksi patogen fusarium, sehingga dapat memperkecil kehilangan hasil. Menurut Rahmadani et al. (2021) uji daya hambat *Trichoderma* sp. pada patogen *F. oxysporum* penyebab layu fusarium bawang merah secara *in vitro* menghasilkan daya hambat sebesar 70,4%. Pemberian nanosilika juga mampu meningkatkan ketahanan tanaman sehingga menjadikan tanaman resisten terhadap patogen. Wartono et al. (2020) menyatakan aplikasi nanosilika 1% dengan *T. harzianum* dan *Bacillus subtilis* mampu meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit blas dengan daya hambat 18,75 - 25,12%. Pemberian *Trichoderma* juga mampu meningkatkan produksi bawang merah dengan memproduksi hormon pertumbuhan. Menurut Yudha et al. (2016) *T. harzianum* dapat berperan sebagai dekomposer bahan organik dan menghasilkan hormon auksin dan sitokinin yang berfungsi memacu pertumbuhan tanaman. Jamur *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh sehingga mampu meningkatkan produksi tanaman bawang merah (Deden dan Umiyati 2017; Hadiawati et al. 2020; Sutarman dan Prahasti 2022) dan tanaman kentang (Buysens et al. 2016).

Pemberian silika juga dapat meningkatkan produktivitas bawang merah karena peningkatan hasil fotosintesis. Nazirkar et al. (2017) menyatakan pemberian silika 450 mg tanaman⁻¹ dari ampas tebu memberikan produksi bawang merah tertinggi karena mampu meningkatkan kandungan klorofil, sehingga meningkatkan hasil fotosintesis. Mekanisme peningkatan klorofil akibat penambahan silika terjadi secara tidak langsung. Menurut Putri et al. (2017) silika akan mengakibatkan daun tanaman menjadi tegak sehingga meningkatkan penyerapan cahaya yang berguna dalam proses pembentukan klorofil.

Potensi harga jual

Potensi harga jual dihitung berdasarkan harga jual bawang merah pada masing-masing *grading*. *Grading* dilakukan dengan cara hasil umbi pada setiap perlakuan dikelompokkan menjadi 3 kelas yaitu A dengan diameter

lebih dari sama dengan 1,7 cm, B lebih dari sama dengan 1,3 cm, dan C kurang dari 1,3 cm. Hasil *grading* umbi kemudian dihitung persentasenya setiap perlakuan. Berdasarkan hasil *grading* diketahui bahwa *grade A* tertinggi pada perlakuan 0, 2000, dan 3000 ppm terdapat pada perlakuan *T. harzianum* 20 g tanaman⁻¹, sedangkan pada perlakuan 1000 ppm terdapat pada *T. harzianum* 10 g tanaman⁻¹ (Tabel 6). Hal ini menunjukkan perlakuan *T. harzianum* atau nanosilika memiliki mutu umbi lebih baik dibanding kontrol.

Tabel 3. Pengaruh *Trichoderma* dan Nanosilika terhadap jumlah daun sehat bawang merah umur

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)			Rerata
	0	10	20	
	----- Jumlah Daun -----			
0	6,7	9,3	10,0	8,7
1000	8,7	11,0	12,7	10,8
2000	9,7	8,7	11,3	9,9
3000	10,0	11,3	12,0	11,1
Rerata	8,8	10,1	11,5	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$

Bawang merah yang memiliki kelas A memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada kelas C. Kelas A memiliki asumsi nilai jual sebesar Rp. 25.000, kelas B Rp. 20.000, dan kelas C Rp. 15.000. Selain *grading*, potensi harga jual juga dipengaruhi oleh berat kering simpan umbi (Tabel 5). Semakin tinggi tinggi berat kering simpan umbi yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula potensi harga jualnya. Berdasarkan hasil uji *F* pada parameter potensi harga jual diketahui bahwa terdapat pengaruh nyata pada perlakuan *T. harzianum*, nanosilika, dan interaksi antara keduanya (Tabel 7).

Berdasarkan uji lanjut DMRT, perlakuan nanosilika 0, 2000, dan 3000 ppm menunjukkan penggunaan *T. harzianum* 20 g/tanaman mampu meningkatkan potensi harga, sedangkan perlakuan 1000 ppm menunjukkan, aplikasi *T. harzianum* tidak meningkatkan potensi harga jual umbi bawang merah. Potensi harga jual dipengaruhi oleh harga jual kelas umbi, diameter umbi, dan produksi berat kering umbi bawang merah. Bawang merah yang memiliki diameter umbi besar atau kelas A memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bawang merah yang kecil. Menurut Theresia et al. (2016) bawang merah yang memiliki ukuran besar cenderung lebih disukai, sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Produksi berat kering umbi juga mempengaruhi nilai potensi keuntungan, yang mana semakin tinggi produksi yang dihasilkan maka semakin tinggi pula keuntungan yang diperoleh. Hal ini menunjukkan serangan *Fusarium* spp. penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah mengakibatkan penurunan keuntungan, sehingga perlu dikendalikan. Menurut Ngawit et al. (2020) salah satu patogen tular tanah yang dapat menurunkan produksi bawang merah sehingga mengakibatkan kerugian secara ekonomis yaitu *Fusarium* spp.

Perlakuan *T. harzianum* atau nanosilika dapat mendukung produksi umbi yang memiliki potensi harga

jual lebih tinggi dari pada perlakuan kontrol. Hal ini menunjukkan infeksi *Fusarium* spp. pada perlakuan *T. harzianum* atau nanosilika mengakibatkan kerusakan tanaman yang lebih rendah dibanding kontrol, sehingga memiliki kualitas dan produksi tertinggi. Menurut Rusita dan Sasongko (2020) penggunaan *T. harzianum* 10 ppm memiliki tingkat efektivitas daya hambat tertinggi 82,45%

dan intensitas penyakit terendah 4,77% pada tanaman bawang merah yang terserang moler. Penggunaan silika juga berpengaruh terhadap rendahnya serangan *Fusarium* spp.. Menurut Elshahawy et al. (2021) penggunaan silika 0,2% menghasilkan insidensi penyakit busuk akar terendah pada bawang merah.

Tabel 4. Pengaruh Trichoderma dan Nanosilika terhadap diameter dan jumlah umbi bawang

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)			Rerata
	0	10	20	
----- Diameter (cm umbi ⁻¹) -----				
0	1,2 d	1,8 c	2,3 a	1,8
1000	1,9 bc	2,2 ab	1,8 c	2,0
2000	1,9 bc	1,3 d	2,2 ab	1,8
3000	1,6 c	1,8 c	2,4 a	1,9
Rerata	1,7 b	1,8 b	2,2 a	
----- Jumlah Umbi -----				
0	2,7 d	4,3 bc	3,7 cd	3,5 c
1000	4,0 bc	4,3 bc	3,3 cd	3,9 cb
2000	3,7 cd	4,3 bc	4,3 bc	4,1 b
3000	3,7 cd	5,0 ab	6,0 a	4,9 a
Rerata	3,5 b	4,5 a	4,3 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$

Tabel 5. Pengaruh Trichoderma dan Nanosilika terhadap berat segar dan berat kering simpan bawang

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)			Rerata
	0	10	20	
----- Berat Basah (g.tanaman ⁻¹) -----				
0	5,5 h	14,9 gf	27,6 cb	16,0 b
1000	23,8 dc	25,5 cb	13,0 gf	20,8 a
2000	19,4 ed	10,0 hg	30,5 b	19,9 a
3000	10,4 hg	17,6 fe	36,2 a	21,4 a
Rerata	14,8 b	17,0 b	26,8 a	
----- Berat Kering (g.tanaman ⁻¹) -----				
0	3,8 e	12,1 cd	21,1 b	12,3 b
1000	19,5 b	22,0 ab	9,9 cd	17,1 a
2000	13,7 c	7,4 d	23,1 ab	14,7 a
3000	7,6 d	11,3 cd	28,7 a	15,9 a
Rerata	11,1 c	13,2 b	20,7 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$

Tabel 6. Pengaruh Trichoderma dan Nanosilika terhadap persentase *Grading* umbi bawang merah

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)		
	0	10	20
	----- <i>Grading</i> Umbi (%) -----		
0	37,5B, 62,5C	61,5A, 38,5B	100A
1000	91,7A, 8,3B	92,3A, 7,7B	70A, 20B, 10C
2000	72,7A, 27,3B	76,9B, 23,1C	92,3A, 7,7B
3000	45,4A, 54,6B	66,7A, 33,3B	100A

Keterangan: A: persentase diameter umbi $\geq 1,7$ cm, B : persentase diameter umbi $\geq 1,3$ cm, dan C : persentase diameter umbi $< 1,3$ cm

Tabel 7. Pengaruh Trichoderma dan Nanosilika terhadap potensi harga jual bawang merah

Nanosilika (ppm)	<i>T. harzianum</i> (g.tanaman ⁻¹)			Rerata
	0	10	20	
	----- Harga Jual (Rp tanaman ⁻¹) -----			
0	63,7 f	279,0 c	527,5 ab	290,1 c
1000	479,8 b	543,2 ab	223,3 cde	415,4 a
2000	323,0 c	139,3 e	569,0 ab	343,8 b
3000	169,2 de	263,8 cd	717,5 a	383,5 ab
Rerata	258,9 c	306,3 b	509,3 a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\alpha=5\%$

KESIMPULAN

Aplikasi nanosilika dan *T. harzianum* secara terpisah maupun interaksinya mampu menurunkan intensitas penyakit moler atau meningkatkan ketahanan tanaman pada tanaman bawang merah dan mampu menurunkan kehilangan hasil umbi serta memberikan hasil umbi dan nilai penjualan umbi yang lebih tinggi. Perlakuan *T. harzianum* 20 g tanaman⁻¹ dan nanosilika 3000 ppm memiliki hasil rerata intensitas penyakit terendah yaitu 2,74 dan 2,48% pada pengamatan 20 HST dan 11,81 dan 10,81% pada pengamatan 40 HST. Perlakuan *T. harzianum* 20 g.tanaman⁻¹ dan nanosilika 3000 ppm juga mendukung produksi bawang merah yang memiliki diameter umbi, jumlah umbi, berat umbi segar, berat umbi kering, dan potensi harga jual tertinggi yaitu secara berturut-turut 2,370 cm.umbi⁻¹, 6 umbi tanaman⁻¹, 36,17 g.tanaman⁻¹, 28,7 g.tanaman⁻¹, dan harga jual Rp. 1.291,5 tanaman⁻¹.

REFERENCES

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik hortikultura 2021. Setiawati R, Marpaung TH, editor. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Ahammed GJ, Yang Y. 2021. Mechanisms of silicon-induced fungal disease resistance in plants. *Plant Physiol Biochem.* 165:200–206. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.05.031>.
- Buysens C, César V, Ferrais F, Dupré de Boulois H, Declerck S. 2016. Inoculation of *Medicago sativa* cover crop with *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum* increases the yield of subsequently-grown potato under low nutrient conditions. *Appl Soil Ecol.* 105:137–143. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.04.011>.
- Deden D, Umiyati U. 2017. Pengaruh inokulasi Trichoderma sp dan varietas bawang merah terhadap penyakit moler dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L). *Kultivasi.* 16(2):340–348. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i2.12213>.
- Elshahawy IE, Osman SA, Abd-El-Kareem F. 2021. Protective effects of silicon and silicate salts against white rot disease of onion and garlic, caused by *Stromatinia cepivora*. *J Plant Pathol.* 103(1):27–43. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00685-1>.
- Fadhilah S, Wiyono S, Surahman M. 2016. Pengembangan teknik deteksi Fusarium patogen pada umbi benih bawang merah (*Allium ascalonicum*) di laboratorium. *J Hortik.* 24(2):171–178. <https://doi.org/10.21082/jhort.v24n2.2014.p171-178>.
- Fauziah F, Wulansari R, Rezamela E. 2018. Pengaruh pemberian pupuk mikro Zn dan Cu serta pupuk tanah terhadap perkembangan *Empoasca* sp. pada areal tanaman teh. *Agrikultura.* 29(1):26–34. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v29i1.16923>.
- Fitriani HP, Haryanti S. 2016. Pengaruh penggunaan pupuk nanosilika terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) var. *Bulat*. *Bul Anat dan Fisiol.* 24(1):34–41.
- Fitriani ML, Wiyono S, Sinaga MS. 2019. Potensi kolonisasi mikoriza arbuskular dan cendawan endofit untuk pengendalian layu fusarium pada bawang merah. *J Fitopatol Indones.* 15(6):228–238. <https://doi.org/10.14692/jfi.15.6.228-238>.

- Fortunato AA, da Silva WL, Rodrigues FÁ. 2014. Phenylpropanoid pathway is potentiated by silicon in the roots of banana plants during the infection process of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology*®. 104(6):597–603. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-13-0203-R>.
- 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. *J Hortik*. 30(1):57–64. <https://doi.org/10.21082/jhort.v30n1.2020.p57-64>.
- Hersanti H, Sudarjat S, Damayanti A. 2019. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Lysinibacillus* sp. dalam silika nano dan serat karbon untuk menginduksi ketahanan bawang merah terhadap penyakit bercak ungu (*Alternaria porri* (Ell.) Cif). *Agrikultura*. 30(1):8–16. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i1.22698>.
- Ilahiyyat I, Hersanti H, Djaya L, Hartati S, Faizal F. 2018. Ability of *Trichoderma harzianum* in the formulation with carbon fiber and silica nano particles to control damping off (*Sclerotium rolfsii*) on soybean plants. *J Powder Technol Adv Funct Mater*. 1(2):32–43. <https://doi.org/10.29253/jptafm.v1i2.34>.
- Lestiyani A, Wibowo A, Subandiyah S, Gambley C, Ito S, Harper S. 2016. Identification of *Fusarium* spp., the causal agent of twisted disease of shallot. *Acta Horti*.(1128):155–160. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1128.22>.
- Mulyana Y, Mariana M, Purnomo J. 2021. Study of *Trichoderma* spp. application on the incidence of moler disease and shallot's growth and yield. *Trop Wetl J*. 7(2):61–67. <https://doi.org/10.20527/twj.v7i2.92>.
- Nazirkar RB, Narale B, Durgude AG. 2017. Effect of sources and levels of silicon on soil properties, uptake, yield and quality of Kharif Onion. In: Prakash NB, Sandhya K, Sabyasachi M, Sandhya TS, Hamsa N, Pallavi T, editor. *Proceedings of the 7th International Conference on Silicon in Agriculture*; 24-28 October 2017; Bengaluru, IN. Bengaluru (IN): University of Agricultural Sciences, GKVK, Bengaluru. hal. 141–150.
- Ngawit IK, Zubaidi A, Wangiyana W, Suliartini NWS. 2020. Usaha produksi bibit bawang merah melalui peningkatan ketahanan tanaman dari serangan hama dan infeksi penyakit di Desa Taman Ayu Lombok Barat. *J Siar Ilmuwan TAni*. 1(1):47–57. <https://doi.org/10.29303/jsit.v1i1.12>.
- Prakoso EB, Wiyatingsih S, Nirwanto H. 2016. Uji ketahanan berbagai kultivar bawang merah (*Allium ascalonicum*) terhadap infeksi penyakit moler (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*). *Plumula*. 5(1):10–20.
- Putri FM, Suedy SWA, Darmanti S. 2017. Pengaruh pupuk nanosilika terhadap jumlah stomata, kandungan klorofil dan pertumbuhan padi hitam (*Oryza sativa* L. cv. *japonica*). *Bul Anat dan Fisiol*. 2(1):72–79. <https://doi.org/10.14710/baf.2.1.2017.72-79>.
- Rahmadani S, . S, Rosa HO. 2021. Pengujian dua belas isolat *Trichoderma* sp. asal lahan rawa pasang surut untuk menghambat *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit moler pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *J Prot Tanam Trop*. 4(2):330–336. <https://doi.org/10.20527/jptt.v4i2.765>.
- Ramadhina A, Lisnawita L, Lubis L. 2013. Penggunaan jamur antagonis *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *J Agroekoteknologi Univ Sumatera Utara*. 1(3):702–710.
- Rangwala T, Bafna A, Vyas N, Gupta R. 2019. Beneficial role of soluble silica in enhancing chlorophyll content in onion leaves. *Curr Agric Res J*. 7(3):358–367. <https://doi.org/10.12944/CARJ.7.3.12>.
- Rusita I, Sasongko H. 2020. Effectivity of *Trichoderma harzianum* as bio-fungicide against moler disease and bio-stimulator of shallot growth. *J Agri-Food Sci Technol*. 1(1):12–17. <https://doi.org/10.12928/jafost.v1i1.1941>.
- Singh G, Tiwari A, Gupta A, Kumar A, Hariprasad P, Sharma S. 2021. Bioformulation development via valorizing silica-rich spent mushroom substrate with *Trichoderma asperellum* for plant nutrient and disease management. *J Environ Manage*. 297:113278. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113278>.
- Singkoh M, Katili DY. 2019. Bahaya pestisida sintetik (sosialisasi dan pelatihan bagi wanita kaum ibu desa Koka Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa. *J Peremp dan Anak Indones*. 1(1):5–12. <https://doi.org/10.35801/jpai.1.1.2019.24973>.
- Sugiarto R, Kristanto BA, Lukiwati DR. 2018. Respon pertumbuhan dan produksi padi beras merah (*Oryza nivara*) terhadap cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan berbeda dan pemupukan nanosilika. *J Agro Complex*. 2(2):169–179. <https://doi.org/10.14710/joac.2.2.169-179>.
- Suharti WS, Bahtiar J, Kharisun K. 2021. Pengaruh ragam sumber silika terhadap pertumbuhan dan ketahanan tanaman padi terinfeksi *Rhizoctonia solani*. *J Pertan Terpadu*. 9(1):26–39. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.297>.
- Sun S, Yang Z, Song Z, Wang N, Guo N, Niu J, Liu A, Bai B, Ahammed GJ, Chen S. 2022. Silicon enhances plant resistance to *Fusarium* wilt by promoting antioxidant potential and photosynthetic capacity in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Front Plant Sci*. 13:1011859. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1011859>.
- Sutarman S, Prahasti T. 2022. Uji keragaan trichoderma sebagai pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah. *J Agrotek Trop*. 10(3):421–428. <https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.5737>.
- Theresia V, Fariyanti A, Tinaprilla N. 2016. Analisis persepsi petani terhadap penggunaan benih bawang merah lokal dan impor di Kabupaten Cirebon, Jawa

- Barat. J. Penyul. 12(1):74–88.
<https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v12i1.11324>.
- Vos CMF, De Cremer K, Cammue BPA, De Coninck B. 2015. The toolbox of *Trichoderma* spp. in the biocontrol of *Botrytis cinerea* disease. *Mol Plant Pathol.* 16(4):400–412.
<https://doi.org/10.1111/mpp.12189>.
- Wartono H, Safitri N, Djaya L, Sianipar MS. 2020. Kemampuan *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma harzianum* dalam campuran serat karbon dan silika nano untuk meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit blas (*Pyricularia oryzae*). *Agrikultura.* 31(3):182–192.
<https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i3.29483>.
- Wati VR, Yafizham, Fuskah E. 2020. Pengaruh solarisasi tanah dan pemberian dosis *Trichoderma harzianum* dalam pengendalian penyakit layu fusarium pada cabai (*Capsicum annum* L.). *J Agro Complex.* 4(1):40–49.
- Yudha M, Soesanto L, Mugiastuti E. 2016. Pemanfaatan empat isolat *Trichoderma* sp. untuk mengendalikan penyakit akar gada pada tanaman caisin. *Kultivasi.* 15(3):143–149.
<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i3.11771>.