

Effectiveness of Babadotan (*Ageratum conyzoides*) Extract Nanoemulsion Formula and *Trichoderma* Biofertilizer on the Protection, Growth, and Yield of Shallot (*Allium cepa* L.)

[Efektivitas Nanoemulsi Formula Ekstrak Babadotan (*Ageratum conyzoides*) Filtrat *Trichoderma* pada Perlindungan, Pertumbuhan, Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L.)]

Muhamad Rafi Adriyanto¹⁾, M. Abror²⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: abror@umsida.ac.id

Abstract. This study to evaluate the technological package of Babadotan (*Ageratum conyzoides*) extract-based biopesticide and *Trichoderma* biofertilizer applications on the growth and health of shallot plants (*Allium cepa* L.). The experiment was conducted using a factorial Randomized Complete Block with two factors, namely babadotan extract application and *Trichoderma* application. The observed parameters included plant height, number of leaves, stem diameter, time of first flowering, number of fruits, and plant health. The results showed that both treatments, applied individually or in combination, improved plant health. The results showed that both treatments, applied individually or in combination, improved plant growth and health, with the best performance obtained from the combined treatment. These findings indicate a synergistic effect between the botanical biopesticide and the combined treatment. These finding indicate a synergistic effect between the botanical biopesticide and the biofertilizer in supporting environmentally friendly shallot cultivation.

Keywords – shallot, *ageratum conyzoides*, nanoemulsion, *trichoderma* sp., biofertilizer, biopesticide, sustainable agriculture.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi paket teknologi aplikasi biopestisida ekstrak babadotan (*A. conyzoides*) dan biofertilizer *Trichoderma* terhadap pertumbuhan dan kesehatan tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) factorial dengan dua factor, yaitu aplikasi ekstrak babadotan dan *Trichoderma*. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun (helai), diameter batang, waktu kemunculan bunga pertama, jumlah buah, dan kesehatan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua perlakuan, baik secara tunggal maupun kombinasi, meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman, dengan hasil terbaik diperoleh pada perlakuan kombinasi. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis antara biopestisida nabati dan biofertilizer dalam mendukung budidaya bawang merah yang ramah lingkungan.

Kata Kunci – bawang merah, *Ageratum conyzoides*, nanoemulsi, *Trichoderma* sp., biofertilizer, biopestisida, pertanian berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L.) menjadi salah satu komoditas hortikultura yang berperan penting di tingkat global serta menempati posisi strategis sebagai tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi [1]. Tanaman ini memiliki peran strategis tidak hanya sebagai bahan pangan utama, tetapi juga sebagai komponen esensial dalam system pangan dan industri kuliner di berbagai belahan dunia [2]. Selain pemanfaatannya yang luas sebagai bumbu dan bahan masakan, bawang merah juga diakui memiliki manfaat kesehatan yang signifikan, sehingga diklasifikasikan sebagai pangan fungsional dengan potensi biologis yang tinggi.

Berbagai kajian ilmiah melaporkan bahwa bawang merah mengandung beragam senyawa bioaktif, termasuk pada bagian kulitnya yang selama ini kurang dimanfaatkan [3]. Sedikitnya 44 jenis senyawa bioaktif telah diidentifikasi, seperti flavonoid, senyawa fenolik, dan antioksidan alami yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis dan kesehatan manusia [4]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa bawang merah memiliki nilai tambah yang besar dan peluang pengembangan lebih lanjut, baik dalam bidang pangan, kesehatan, maupun pertanian berkelanjutan. Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas bawang merah sangat penting untuk mendukung keberlanjutan system pertanian serta meningkatkan kesejahteraan petani [5]. Dalam konteks Indonesia, bawang merah merupakan komoditas strategis yang berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, pengembangan inovasi berbasis sains dalam budidaya, pengelolaan benih, dan perlindungan tanaman menjadi sangat relevan untuk menjawab tantangan produksi dan keamanan pangan di masa depan [6].

Selama lima tahun terakhir (2019-2023), produksi bawang merah di Indonesia berada pada kisaran 1,58-2,00 juta ton per tahun. Meskipun demikian, data produksi menunjukkan adanya kecenderungan penurunan dengan laju penurunan kumulatif sebesar 15,48% [7]. Kondisi ini tidak hanya mencerminkan tantangan dalam system budidaya bawang merah, tetapi juga mengindikasikan adanya permasalahan pada tahap pascapanen. Seiring dengan penurunan produksi, jumlah limbah kulit bawang merah yang dihasilkan dan terbuang setiap tahun diperkirakan mencapai 22-29 ribu ton, yang menunjukkan tingginya kehilangan hasil serta rendahnya pemanfaatan produk samping komoditas ini [8].

Penurunan produksi juga terjadi di Jawa Timur sebagai salah satu sentra utama bawang merah nasional. Produksi mencapai 500.992 ton pada 2021, kemudian turun menjadi 478.393 ton pada 2022. Pada 2023, produksi meningkat menjadi 484.669 ton, tetapi masih di bawah capaian tahun 2021 [9]. Fluktuasi produksi ini menandakan adanya faktor pembatas yang memengaruhi stabilitas hasil panen dan mutu produk, terutama pada fase pascapanen.

Penurunan hasil produksi dan meningkatnya jumlah bawang merah yang terbuang sebagai limbah organik merupakan indikasi kuat adanya gangguan yang disebabkan oleh organisme patogen dan mikroorganisme pembusuk [10]. Serangan patogen pada fase pasca panen berkontribusi besar terhadap kerusakan umbi bawang merah adalah *Fusarium oxysporum*, jamur kosmopolitas yang diketahui menyebabkan penyakit busuk umbi dan layu fusarium. Infeksi jamur ini tidak hanya mempercepat proses pembusukan, tetapi juga meningkatkan kehilangan hasil dan memperbesar volume limbah pertanian [11].

Pendekatan inovatif berbasis teknologi ramah lingkungan diperlukan untuk mengatasi permasalahan ini sekaligus mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan system pertanian [12]. Upaya pencegahan kerusakan hasil dan kehilangan produksi bawang merah hingga saat ini masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida kimia sintetis yang bersifat toksik, mulai dari tahap penyiapan benih hingga fase pertanaman di lapangan. Penggunaan pestisida sintetis secara intensif tidak sejalan dengan komitmen global terhadap pengendalian perubahan iklim dan perlindungan lingkungan sebagaimana tertuang dalam Kesepakatan Paris 2015 [13].

Di sisi lain, hingga saat ini masih terbatas ketersediaan bahan pengawet atau agen proktekan yang efektif untuk melindungi umbi bawang merah dari kerusakan akibat organisme patogen yang terbawa dari lahan [14]. Kondisi ini menegaskan perlunya pendekatan alternatif yang mampu mengendalikan patogen secara efektif tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia [15].

Salah satu pendekatan yang berpotensi menggantikan pestisida kimia sintetis adalah pemanfaatan ekstrak tumbuhan dan agen hayati yang mampu menghasilkan senyawa bioaktif ekstraseluler [16]. Agen hayati tertentu diketahui mampu memproduksi metabolit sekunder dan senyawa enzimatis yang efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen perusak hasil pertanian [17]. Di antara organisme tersebut, fungi *Trichoderma* merupakan salah satu agen hayati yang paling banyak diteliti dan diaplikasikan [18]. *Trichoderma* diketahui mampu menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, termasuk alkaloid, glikosida, tannin, terpenoid, steroid, flavonoid, kuinon, dan saponin, yang berperan dalam menekan pertumbuhan patogen penyebab busuk umbi [19].

Melalui proses perbanyakan *Trichoderma* pada media tumbuh yang sesuai dan pemanfaatan filtrat hasil pertumbuhan koloninya, dapat diperoleh bahan yang berpotensi sebagai alternatif pestisida kimia sintesis yang bersifat toksik [20]. Filtrat tersebut dapat diaplikasikan sebagai agen perlakuan benih (*seed treatment*) serta sebagai bahan pengawet alami untuk melindungi siung dan umbi bawang merah selama penyimpanan, sehingga lebih aman bagi pangan dan kesehatan manusia [21]. Sementara itu, untuk keperluan *seed treatment*, suspensi propagule *Trichoderma* tanpa proses filtrasi juga dapat dimanfaatkan, mengingat spora *Trichoderma* mampu berkecambah dan berkembang di sekitar perakaran, sehingga memberikan perlindungan biologis secara langsung terhadap bibit bawang merah [22].

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di bulan Desember 2025 sampai dengan Maret 2026 di lahan sawah Desa Modong, Kecamatan Tulangan, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur, dimulai dari fase vegetatif hingga awal generatif tanaman bawang merah (*Allium cepa L.*). Bahan yang digunakan meliputi benih bawang merah, bibit (*Ageratum conyzoides*), filtrat *Trichoderma* sp., formulasi nanoemulsi bibit, biofertilizer *Trichoderma*, media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kandang, serta air. Alat yang digunakan antara lain sprayer, polybag atau petak lahan, timbangan, gelas ukur, dan alat ukur pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah aplikasi nanoemulsi formula ekstrak bibit-biofertilizer *Trichoderma* melalui penyemprotan daun atau tajuk yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa aplikasi nanoemulsi dan aplikasi nanoemulsi. Faktor kedua adalah aplikasi biofertilizer *Trichoderma* yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa biofertilizer dan pemberian biofertilizer sebanyak 50 g per tanaman. Setiap perlakuan diulang sebanyak enam kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan persiapan media tanam berupa bedengan dengan campuran tanah dan pupuk kandang, kapur dolomit. Aplikasi biofertilizer *Trichoderma* diberikan saat tanam dengan cara mencampurkan 50 g biofertilizer di sekitar perakaran tanaman. Aplikasi nanoemulsi dilakukan melalui penyemprotan pada daun atau

tajuk tanaman dengan interval 7 hari sekali, dimulai satu minggu setelah tanam hingga fase generatif awal, dengan volume semprot hingga permukaan daun basah merata.

Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang), serta hasil produksi (munculnya bunga pertama, bobot buah) dan kesehatan tanaman. Efikasi perlakuan dihitung berdasarkan penurunan tingkat serangan penyakit dibandingkan kontrol. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* terdapat interaksi pada tinggi tanaman pada umur 35 HST.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman umur 35 HST pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*.

Trichoderma.							
Nanoemulsi Babadotan	Biofertilizer Trichoderma						BNJ 5%
	0 gram			50 gram			
0 ml/L	22,10	a	A	22,18	A	A	0,41
10 ml/L	22,83	b	B	23,73	B	B	
BNJ 5%	0,41						

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Pada tabel 1. menunjukkan bahwa pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram, perlakuan nanoemulsi babadotan 10 ml/L menghasilkan nilai yang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan tanpa nanoemulsi babadotan. Pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram pada perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan nilai yang sama dan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram. Namun, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram menghasilkan nilai tertinggi sebesar 23,73, meskipun tidak berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram yang menghasilkan nilai 22,83.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman umur 7,14,21, dan 28 pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*.

Perlakuan	Umur			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Tanpa Nanoemulsi Babadotan 0 ml/L	11,77	20,81	21,20	21,49
Nanoemulsi Babadotan 10 ml/L	12,11	21,90	22,49	22,75
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn
Tanpa Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 0 gram	12,19	21,18	21,70	21,88
Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 50 gram	11,68	21,53	21,99	22,37
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan nanoemulsi formula ekstrak babadotan 10 ml/L (N1) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman yang lebih tinggi pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST, yaitu sebesar 12,11; 21,90; 22,49; dan 22,75 cm, dibandingkan perlakuan tanpa nanoemulsi 0 ml/L (N0) sebesar 11,77; 20,81; 21,20; dan 21,49 cm. Namun, hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata. Perlakuan biofertilizer *Trichoderma* 50 g (B1) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman sebesar 11,68; 21,53; 21,99; dan 22,37 cm, sedangkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* 0 g (B0) sebesar 12,19; 21,18; 21,70; dan 21,88 cm, yang juga tidak berbeda nyata. Dengan demikian, kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman.

2. Jumlah Daun (helai)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nanoemulsi formula Babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah daun.

Tabel 3. Rata – rata jumlah daun (helai) umur 7,14,21, dan 28 pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*.

Perlakuan	Umur				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa Nanoemulsi Babadotan 0 ml/L	11,25	17,42	23,83 b	28,33	33,67
Nanoemulsi Babadotan 10 ml/L	11,58	17,33	22,92 a	28,00	33,33
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn
Tanpa Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 0 gram	11,33	17,25	23,42	28,28	33,42
Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 50 gram	11,50	17,50	23,33	28,05	33,58
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata. tn = tidak nyata.

Pada tabel 3. menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 7, 14, 21, 28, dan 35 HST, perlakuan pemberian nanoemulsi babadotan tidak menghasilkan perbedaan yang nyata dibandingkan tanpa pemberian nanoemulsi babadotan, meskipun pada umur 21 HST perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan tinggi tanaman lebih tinggi, yaitu 23,83 cm, dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian nanoemulsi babadotan yang menghasilkan tinggi tanaman 22,92 cm. Sedangkan pada perlakuan pemberian biofertilizer *Trichoderma*, pengamatan umur 7, 14, 21, 28, dan 35 HST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan tanpa pemberian biofertilizer *Trichoderma*.

3. Diameter (cm)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* terdapat interaksi pada diameter batang.

Tabel 4. Rata-rata diameter batang umur 35 HST pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan pemberian biofertilizer *Trichoderma*.

Biofertilizer Trichoderma							
Nanoemulsi Babadotan	Biofertilizer Trichoderma						BNJ 5%
	0 gram			10 gram			
0 ml/L	5,45	a	A	5,49	a	A	0,37
10 ml/L	5,47	a	A	6,51	b	B	
BNJ 5%	0,37						

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Pada tabel 4. menunjukkan bahwa pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram, perlakuan nanoemulsi babadotan 10 ml/L tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa nanoemulsi babadotan, dengan nilai masing-masing 5,47 dan 5,45. Pemberian biofertilizer *Trichoderma* 10 gram pada perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan juga menghasilkan nilai yang sama dan tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma*. Namun, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, pemberian biofertilizer *Trichoderma* 10 gram menghasilkan nilai lebih tinggi sebesar 6,51 dan berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* yang menghasilkan nilai 5,47.

Tabel 5. Rata-rata diameter umur 7,14,21, dan 28 pada perlakuan nanoemulsi formula Babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*.

Perlakuan	Umur			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
Tanpa Nanoemulsi Babadotan 0 ml/L	3,53	4,37	4,85	5,34
Nanoemulsi Babadotan 10 ml/L	3,63	4,87	5,29	5,83
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn
Tanpa Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 0 gram	3,60	4,41	4,76	5,27
Biofertilizer <i>Trichoderma</i> 50 gram	3,55	4,84	5,38	5,90
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata. tn = tidak nyata.

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan nanoemulsi formula ekstrak babadotan 10 ml/L (N1) menghasilkan rata-rata diameter tanaman tertinggi pada umur 7, 14, 21, dan 28 HST, yaitu sebesar 3,63; 4,87; 5,29; dan 5,83, dibandingkan

perlakuan tanpa nanoemulsi 0 ml/L (N0) sebesar 3,53; 4,37; 4,85; dan 5,34. Perlakuan biofertilizer *Trichoderma* 50 g (B1) menghasilkan rata-rata diameter sebesar 3,55; 4,84; 5,38; dan 5,90, sedangkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* 0 g (B0) sebesar 3,60; 4,41; 4,76; dan 5,27. Berdasarkan uji BNJ 5%, seluruh perlakuan tidak berbeda nyata (tn). Dengan demikian, nanoemulsi ekstrak babadotan 10 ml/L dan biofertilizer *Trichoderma* 50 g cenderung menghasilkan diameter lebih tinggi, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata.

4. Bobot Umbi (gram)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* terdapat interaksi pada bobot umbi.

Tabel 6. Rata-rata bobot umbi pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*.

Tabel 6. Rata-rata bobot umbi pada pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer <i>Trichoderma</i> .							
Nanoemulsi Babadotan	Biofertilizer <i>Trichoderma</i>						BNJ 5%
	0 gram			50 gram			
0 ml/L	115	a	A	152	a	B	0,011
10 ml/L	145	b	A	204	b	B	
BNJ 5%	0,011						

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Pada Tabel 6, hasil uji BNJ 5% menunjukkan bahwa pada pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram, aplikasi nanoemulsi babadotan 10 ml/L menghasilkan nilai sebesar 145 gram dan berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa pemberian nanoemulsi babadotan yang hanya menghasilkan nilai 115 gram. Pada pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram, perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan nilai sebesar 152 gram dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan tanpa biofertilizer *Trichoderma* yang menghasilkan nilai 115 gram. Sementara itu, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, aplikasi biofertilizer *Trichoderma* 50 gram menghasilkan nilai tertinggi sebesar 204 gram dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram yang menghasilkan nilai 145 gram. Secara keseluruhan, kombinasi nanoemulsi babadotan 10 ml/L dengan biofertilizer *Trichoderma* 50 gram memberikan hasil tertinggi, yaitu sebesar 204 gram.

5. Waktu Munculnya Bunga (hari)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* terdapat interaksi pada bunga pertama (hari)

Tabel 7. Rata-rata waktu munculnya bunga pada interaksi nanoemulsi formula babadotan dan pemberian biofertilizer *Trichoderma*.

Trichoderma:							
Nanoemulsi Babadotan	Biofertilizer Trichoderma						BNJ 5%
	0 gram			50 gram			
0 ml/L	43,000	a	A	44,167	b	B	0,579
10 ml/L	43,000	a	A	42,833	a	A	
BNJ 5%	0,579						

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Pada Tabel 7. menunjukkan bahwa pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram, perlakuan nanoemulsi babadotan 10 ml/L tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa nanoemulsi babadotan, dengan nilai yang sama yaitu 43,000. Pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram pada perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan nilai 44,167 dan berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* yang menghasilkan nilai 43,000. Namun, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram menghasilkan nilai 42,833 dan tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* yang menghasilkan nilai 43,000. Dengan demikian, nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan dengan pemberian biofertilizer *Trichoderma* 50 gram, yaitu sebesar 44,167.

6. Kesehatan Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* terdapat interaksi pada kesehatan tanaman.

Tabel 8. Rata-rata kesehatan tanaman pada perlakuan nanoemulsi formula babadotan dan biofertilizer *Trichoderma*

Perlakuan	Rata-rata	
Tanpa nanoemulsi formula ekstrak babadotan 0 ml/L	2,42	a
nanoemulsi formula ekstrak babadotan 10 ml/L	4,00	b
BNJ 5%	0,44	
Tanpa biofertilizer <i>Trichoderma</i> 0 gram	2,67	a
biofertilizer <i>Trichoderma</i> 50 gram	3,75	b
BNJ 5%	0,44	

Keterangan : Angka-angka yang didampinginya huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 8, perlakuan nanoemulsi formula ekstrak babadotan 10 ml/L (N1) menghasilkan rata-rata kesehatan tanaman tertinggi sebesar 4,00, dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa nanoemulsi 0 ml/L (N0) sebesar 2,42. Perlakuan biofertilizer *Trichoderma* 50 g (B1) menghasilkan rata-rata kesehatan tanaman sebesar 3,75, yang juga berbeda nyata dengan perlakuan tanpa biofertilizer *Trichoderma* 0 g (B0) sebesar 2,67. Nilai yang diikuti huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ 5%, dengan nilai BNJ sebesar 0,44. Dengan demikian, perlakuan nanoemulsi ekstrak babadotan 10 ml/L dan biofertilizer *Trichoderma* 50 g merupakan perlakuan dengan nilai kesehatan tanaman terbaik dibandingkan perlakuan tanpa aplikasi.

B. Pembahasan

Pada parameter tinggi tanaman, perlakuan nanoemulsi ekstrak babadotan memberikan pengaruh nyata pada umur 35 HST. Tanaman yang diberi nanoemulsi menunjukkan tinggi yang lebih besar dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini diduga karena formulasi nanoemulsi mampu meningkatkan efektivitas penyerapan senyawa aktif melalui daun. Nanoemulsi memiliki ukuran partikel yang sangat kecil sehingga memperluas permukaan kontak dan mempermudah penetrasi ke jaringan tanaman. Senyawa bioaktif dalam babadotan diketahui mengandung flavonoid, alkaloid, dan senyawa fenolik yang dapat berperan sebagai stimulan pertumbuhan awal tanaman. Pada fase vegetatif awal, tanaman sangat responsif terhadap zat pengatur tumbuh alami, sehingga aplikasi melalui daun menjadi lebih efektif.

Sementara itu, pada jumlah helai menunjukkan bahwa pada pengamatan umur 7, 14, 21, 28, dan 35 HST, perlakuan pemberian nanoemulsi babadotan tidak menghasilkan perbedaan yang nyata dibandingkan tanpa pemberian nanoemulsi babadotan, meskipun pada umur 21 HST perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan tinggi tanaman lebih tinggi, yaitu 23,83 cm, dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian nanoemulsi babadotan yang menghasilkan tinggi tanaman 22,92 cm. Sedangkan pada perlakuan pemberian biofertilizer *Trichoderma*, pengamatan umur 7, 14, 21, 28, dan 35 HST tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan tanpa pemberian biofertilizer *Trichoderma*.

Pada diameter batang menunjukkan bahwa pemberian biofertilizer *Trichoderma* tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa nanoemulsi babadotan. Pemberian biofertilizer *Trichoderma* 10 gram pada perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan juga menghasilkan nilai yang sama dan tidak berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma*. Namun, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, pemberian biofertilizer *Trichoderma* 10 gram menghasilkan nilai lebih tinggi sebesar 6,51 dan berbeda nyata dibandingkan tanpa biofertilizer *Trichoderma* yang menghasilkan nilai 5,47. Hal ini berkaitan dengan kemampuan *Trichoderma* dalam meningkatkan serapan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang berperan dalam pembentukan jaringan struktural tanaman. Sementara itu, nanoemulsi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang, yang kemungkinan disebabkan karena aplikasi melalui daun lebih berperan pada proses fisiologis daripada pembentukan struktur jaringan.

Pada bobot umbi menunjukkan bahwa pada pemberian biofertilizer *Trichoderma*, aplikasi nanoemulsi babadotan berbeda nyata dibandingkan dengan tanpa pemberian nanoemulsi babadotan. Pada pemberian biofertilizer *Trichoderma*, perlakuan tanpa nanoemulsi babadotan menghasilkan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan tanpa biofertilizer *Trichoderma*. Sementara itu, pada pemberian nanoemulsi babadotan 10 ml/L, aplikasi biofertilizer *Trichoderma* 50 gram menghasilkan nilai tertinggi sebesar 0,204 dan berbeda nyata dibandingkan dengan pemberian biofertilizer *Trichoderma* 0 gram yang menghasilkan nilai 0,145. Secara keseluruhan, kombinasi nanoemulsi babadotan 10 ml/L dengan biofertilizer *Trichoderma* 50 gram memberikan hasil tertinggi, yaitu sebesar 0,204.

Pada parameter kesehatan tanaman nanoemulsi ekstrak babadotan mampu menurunkan intensitas serangan penyakit secara signifikan dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa antimikroba dalam babadotan yang bersifat fungistatik atau fungisidal. Di sisi lain, *Trichoderma* dikenal sebagai agen biokontrol yang efektif dalam menekan patogen tanah melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, dan mikoparasitisme. Penurunan intensitas penyakit yang signifikan pada perlakuan *Trichoderma* menunjukkan efektivitasnya dalam melindungi tanaman dari serangan patogen penyebab busuk pangkal batang.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kombinasi nanoemulsi babadotan 10 ml/L dan biofertilizer *Trichoderma* 50 gram (N1B1) merupakan perlakuan terbaik dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. Perlakuan N1B1 menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 23,73 cm, diameter batang sebesar 6,51, dan bobot buah tertinggi sebesar 0,204 gram. Pada parameter jumlah daun, pemberian nanoemulsi babadotan dan biofertilizer *Trichoderma* tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Sementara itu, waktu munculnya bunga tercepat diperoleh pada perlakuan N1B1, yaitu 42,833 hari setelah tanam. Dengan demikian, kombinasi nanoemulsi babadotan 10 ml/L dan biofertilizer *Trichoderma* 50 gram menunjukkan hasil terbaik dan berpotensi diterapkan sebagai perlakuan dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT karena rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penyusun tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan arahan, masukan, serta dukungan selama proses penyusunan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terimakasih dan penghormatan yang tulus penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, atas doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan yang tiada henti sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan dan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen, pembimbing, penguji, keluarga, sahabat, dan semua pihak yang telah memberikan bantuan semangat, serta dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga kelak kebaikan, bantuan, dan ketulusan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

REFERENSI

- [1] I. Minarsih and L. R. Waluyati, "Efisiensi Produksi pada Usahatani Bawang Merah di Kabupaten Madiun," *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 128–137, Jan. 2022, doi: 10.21776/ub.jepa.2019.003.01.13.
- [2] H. Jaya Edy, M. Jayanti, and E. Parwanto, "Pemanfaatan Bawang Merah (*Allium cepa* L) Sebagai Antibakteri di Indonesia Utilization of Shallot (*Allium cepa* L) as Antibacterial in Indonesia."
- [3] P. Kesehatan Ayurweda, F. Kesehatan, E.-J. Widya Kesehatan, P. Studi Ayurweda, and F. Kesehatan, "I Wayan Redi Aryanta BAWANG MERAH DAN MANFAATNYA BAGI KESEHATAN I Wayan Redi Aryanta," 2023.
- [4] N. Putri and D. Tajidan, "ANALISIS DAYA SAING USAHATANI BAWANG MERAH DI KABUPATEN BIMA ANALYSIS OF COMPETITIVE SHALLOTS FARMING IN BIMA REGENCY," *Agroteksos*, vol. 30, no. 2, p. 2020.
- [5] S. Sitasi: Wijaya, M. Mahmud, and E. Taslim, "Pemanfaatan Kulit Bawang Merah dan Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Cair (POC)," *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 4, 2024, doi: 10.29303/jpmipi.v7i4.10149.
- [6] G. Fani Patading, N. Song Ai, J. Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, and U. Sam Ratulangi, "EFEKTIVITAS PENYIRAMAN PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) TERHADAP TINGGI, LEBAR DAUN DAN JUMLAH DAUN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.) Effectiveness of PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Watering to Plant Height, Leaf Width And Leaves Number of Onion (*Allium cepa* L.)," Online, 2021.
- [7] S. M. B, "Analisis farmer's share komoditas bawang merah," *Jurnal Agercolere*, vol. 3, no. 2, pp. 53–58, Oct. 2021, doi: 10.37195/jac.v3i2.130.
- [8] A. S. Hasibuan, V. Edrianto, and N. Purba, "SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK ETANOL UMBI BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.)," *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, vol. 2, no. 2, pp. 45–49, Apr. 2022, doi: 10.35451/jfm.v2i2.357.
- [9] S. Nur Arafah, Y. Lubis, and F. H. Saragih, "Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Bawang Merah Di Kota Medan," *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, vol. 6, no. 2, pp. 124–132, Dec. 2022, doi: 10.33059/jpas.v6i2.1893.
- [10] P. Maharani, S. Suryanti, T. Joko, and S. Somowiyarjo, "Rhizophagus intraradices dan *Trichoderma asperellum* sebagai Bioprotektan dan Biofertilizer pada Bawang Merah TSS," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 29, no. 2, pp. 287–297, Jan. 2024, doi: 10.18343/jipi.29.2.287.

- [11] P. Kesehatan Ayurweda, F. Kesehatan, E.-J. Widya Kesehatan, P. Studi Ayurweda, and F. Kesehatan, "I Wayan Redi Aryanta BAWANG MERAH DAN MANFAATNYA BAGI KESEHATAN I Wayan Redi Aryanta," 2023.
- [12] H. Triwidodo and M. H. Tanjung, "Hama Penyakit Utama Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) dan Tindakan Pengendalian di Brebes, Jawa Tengah," *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 13, no. 2, pp. 149–154, Sep. 2020, doi: 10.21107/agrovigor.v13i2.7131.
- [13] A. Widyantoro, A. Satrio Sambodo, S. Karta Rahayu, and J. Raya Kemiri, "SUBSTITUSI SEBAGIAN PUPUK ANORGANIK DENGAN PUPUK HAYATI TERHADAP PRODUKSI BAWANG MERAH (Partial substitution of inorganic fertilizers with biofertilizers on shallot production)," vol. 49, pp. 2024–189, 2023.
- [14] B. Merah Di Kabupaten Enrekang Hikmahwati, M. Rifqy Auliah, dan Fitrianti, J. Agroteknologi, and F. Pertanian, "Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman," *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 5, no. 2, 2020.
- [15] A. Yasintasari, P. Hadi, S. Mukti Prabowo, P. Dosis Dan Waktu, and P. Agroteknologi Fakultas Pertanian, "Pemberian *Trichoderma* sp Terhadap *Fusarium Oxysporum* Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)," *Journal Viabel Pertanian*, vol. 15, no. 2, pp. 105–122, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.unisbablitar.ac.id/index.php/viabel>
- [16] A. Agung *et al.*, "RESPON TANAMAN BAWANG MERAH (*ALLIUM ASCALONICUM* L.) TERHADAP VARIASI MEDIA TANAM DAN APLIKASI DOSIS *TRICHODERMA* sp. BERBEDA [Response Of Shallot Plants (*Allium Ascalonicum* L.) To Variations Of Planting Media And Different Dose Applications Of *Trichoderma* sp.]" [Online]. Available: <https://jurnal.yalamqa.com/index.php/gara>
- [17] "Artikel dipublikasi oleh Jurnal Agrosains dan Teknologi © 2017. Artikel ini berlisensi di bawah naungan Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License," 2017.
- [18] M. Masnur and J. Heikal, "PT. Media Akademik Publisher MOTIVASI PETANI MUDA DALAM PENGGUNAAN AGENS HAYATI *TRICHODERMA* SPP. PADA BUDIDAYA PERTANIAN DALAM STUDI GROUNDED THEORY," 2024.
- [19] B. K. Lahati¹, S. A. Mahmud², and A. Umanailo, "Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan 'Sustainability and Environmentally of Agricultural System for Safety, Healthy and Security Human Life' Uji EFEKTIFITAS AGEN HAYATI *TRICHODERMA* TERHADAP VIABILITAS BENIH KAKAO (*THEOBROMA CACAO*) DENGAN METODE BIOSEED COATING TESTING THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL AGENTS *TRICHODERMA* ON SEED VIABILITY," 2021.
- [20] P. Petani Bawang Merah Melalui Penerapan *Trichoderma* Untuk Meningkatkan Produksi Oleh, H. Diana Wati, and I. Ekawati, "Jurnal Abdiraja," 2022.
- [21] M. Hersa Madila, N. Syam, and S. Alimuddin, "The Influence of Biological Agents and NPK Fertilizer Dosage on the Growth and Production of Shallots," 2025.
- [22] Boy Riza Juanda, J. Agroteknologi, and F. Pertanian, "THE EFFECT OF DOSE OF *Trichoderma harzianum* AND SHALLOT VARIETIES TO CONTROL MOLER DISEASE (*Fusarium oxysporum*) AND SHALLOT (*Allium ascalonicum* L.) PLANT PRODUCTION," 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.